

Untersuchung des Einflusses sozio-emotionaler Faktoren auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention bei Lotsenrobotern

DISSERTATIONSSCHRIFT

zur Erlangung des akademischen Grades
doctor philosophiae
(Dr. phil.)

vorgelegt
der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Medien
der Technischen Universität Ilmenau

von
Dipl. Medienwiss. Yvonne Ludewig
aus Weimar

1. Gutachterin: Prof. Dr. phil. habil. Nicola Döring
2. Gutachterin: Dr. phil. Astrid Weiss
3. Gutachterin: Prof. Dr. Ing. Eva Hornecker

Tag der Einreichung: 29.09.2015

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 29.01.2016

URN: urn:nbn:de:gbv:ilm1-2016000100

Danksagungen

Mein Dank gilt meiner Betreuerin Prof. Dr. Nicola Döring, die, neben unzähligen wertvollen wissenschaftlichen Hinweisen und konstruktiven Kritiken, mich in schwierigen Phasen motivierte und diese Arbeit voranbrachte. Weiterhin möchte ich mich bei Frau Dr. Astrid Weiss und Frau Prof. Dr. Eva Hornecker bedanken, für ihre Bereitschaft, diese Arbeit zu begutachten.

Ein herzliches Dankeschön gilt meinen Kolleginnen und Kollegen des Fachgebiets für Medienpsychologie und Medienkonzeption der Technischen Universität Ilmenau, die mich während der Erstellung dieser Arbeit immer wieder motiviert haben und mir stets mit Rat und Tat zur Seite standen.

Andreas Bley, Geschäftsführer der MetraLabs GmbH Neue Technologien und Systeme, danke ich für die Technische Umsetzung und die Bereitstellung der Shoppingroboter für das Feldexperiment. Yvonne Hohmann und Daniel Urbich danke ich für ihre Hilfe bei der Organisation, Durchführung und Datenerhebung des Feldexperimentes.

Dr. Michael Schäfer, seinen Kollegen und seinen beiden Hilfswissenschaftlern der Fachhochschule Ruhr West möchte ich für ihre Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung des Laborexperimentes danken.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mich sowohl bei der Anfertigung dieser Arbeit unterstützten als auch bei den Korrekturen hilfreich zur Seite standen.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinem Lebenspartner Thomas Findeisen, der mich bei technischen Herausforderungen unterstützte und mir den Freiraum ermöglichte, diese Arbeit zu schreiben, zugleich aber auch hin und wieder für den notwendigen Abstand sorgte, damit ich mit klarem Blick fortfahren konnte.

Abstract

In the course of emerging service robotics research, this dissertation consists of three empirical studies to investigate how an extrovert robot personality, a tactile ability to interact and a humanoid robot appearance of robots with a hostess function impact on their *social acceptance* and *intention to use*. A field experiment has been conducted with 194 test persons. The experiment compared two versions of a shopping robot (standard version vs. extrovert version). Thereby, the standard version of the shopping robot has been adopted based on a developed extrovert concept. Next, based on a laboratory experiment with 48 students, two versions of the robot Nao have been compared with regards to their tactile ability to interact (Nao with tactile interaction vs. Nao without tactile interaction). Tactile interaction means the reaction of the robot to human contact. Finally, an online experiment with 131 students has been conducted by means of an online questionnaire. The students evaluated two shopping robots with different appearances (less humanoid vs. more humanoid shopping robot) with the help of two interactive videos.

The results show that an extrovert robot personality, ability for tactile interaction and a more humanoid appearance of robots with a hostess function have a positive influence on their *social acceptance* and *intention to use*.

Zusammenfassung

Im Zuge der voranschreitenden Servicerobotik-Forschung, untersucht die vorliegende Dissertation in drei empirischen Teilstudien, inwiefern eine extravertierte Roboterpersönlichkeit, eine taktile Interaktionsfähigkeit und ein menschenähnliches Roboteraussehen bei Lotsenrobotern, einen Einfluss auf deren soziale Akzeptanz und Nutzungsintention haben. Im Rahmen eines Feldexperiments mit $n=194$ Versuchspersonen wurden zwei Roboter-Versionen eines Shoppingroboters (Standardversion vs. extravertierte Version) miteinander verglichen. Dabei wurde die Standardversion des Shoppingroboters anhand eines eigens entwickelten Extraversions-Konzepts verändert. Auf Basis eines Laborexperimentes mit $n=48$ Studierenden wurden zwei Versionen des Roboters Nao hinsichtlich seiner taktilen Interaktionsfähigkeit (Nao mit taktiler Interaktion vs. Nao ohne taktiler Interaktion) verglichen. Taktile Interaktion meint dabei, die Reaktion des Roboters auf die Berührung von Menschen. Zuletzt wurde ein Online-Experiment mit $n=131$ Studierenden durchgeführt, die im Rahmen eines Online-Fragebogens zwei verschieden aussehende Shoppingroboter (eher wenig menschenähnlicher vs. eher menschenähnlicher Shoppingroboter) mit Hilfe von zwei Videos zur Interaktion bewerteten.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine extravertierte Roboterpersönlichkeit, eine taktile Interaktionsfähigkeit und ein eher menschenähnliches Erscheinungsbild bei Lotsenrobotern einen positiven Einfluss auf deren soziale Akzeptanz und Nutzungsintention haben.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Motivation	1
2	Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand	4
2.1	Serviceroboter	4
2.1.1	Definition und Klassifikation von Servicerobotern	4
2.1.2	„Professionelle Serviceroboter“	5
2.1.3	„Öffentliche Serviceroboter“	6
2.1.3.1	Forschungsstand zu Lotsenrobotern	8
2.1.3.2	Abgrenzung der Lotsenroboter von Lotsen-Assistenzsystemen	15
2.2	Definition und Einordnung der Mensch-Roboter-Interaktion	18
2.3	Definition und Einordnung der Akzeptanz	20
2.3.1	Akzeptanzmodelle	21
2.3.1.1	Das Almere-Modell	24
2.3.1.2	Das USUS Evaluierungsmodell	27
2.3.2	Die soziale Akzeptanz als Evaluationskriterium	30
2.4	Sozio-emotionale Akzeptanzfaktoren für Lotsenroboter	32
2.4.1	Roboterpersönlichkeit	33
2.4.1.1	Das Big-Five-Modell	34
2.4.1.2	Relevanz der Extraversion als Roboterpersönlichkeit	34
2.4.2	Taktile Interaktionsfähigkeit	35
2.4.2.1	Arten der taktilen Interaktion	35
2.4.2.2	Einsatzgebiete und Forschungsstand zur taktilen Interaktion bei Servicerobotern	36
2.4.2.3	Relevanz der taktilen Interaktion für Lotsenroboter	38
2.4.3	Roboteraussehen	40
2.4.3.1	Gestaltungsmöglichkeiten bei Servicerobotern	40
2.4.3.2	Anthropomorphismus	41
2.4.3.3	Relevanz und Grenzen der Anthropomorphisierung bei Servicerobotern	41
2.4.4	Zusammenfassung zur Akzeptanzforschung in der Servicerobotik	43
2.5	Hypothesen	44

3	Feldexperiment zur extravertierten Roboterpersönlichkeit	45
3.1	Evaluationsgegenstand	45
3.2	Forschungsstand zur Darstellung einer extravertierten Persönlichkeit bei Servicerobotern	46
3.2.1	Verbale Interaktionselemente	47
3.2.2	Nonverbale Interaktionselemente	48
3.3	Konzeption des extravertierten Serviceroboters	49
3.3.1	Verbale Interaktionselemente	50
3.3.2	Nonverbale Interaktionselemente	50
3.4	Hypothesen und Forschungsfragen	52
3.5	Methodisches Vorgehen	53
3.5.1	Forschungsdesign und Instrumente	53
3.5.2	Operationalisierung	55
3.5.3	Stichprobenkonstruktion	56
3.5.4	Datenerhebung	56
3.5.5	Vorgehensweise bei der Datenanalyse	58
3.5.5.1	Datenaufbereitung	58
3.5.5.2	Überprüfung der verwendeten Skalen	58
3.5.5.3	Vorgehensweise bei der Datenauswertung	60
3.6	Ergebnisse	64
3.6.1	Stichprobenbeschreibung	65
3.6.2	H1.2 - Wahrnehmung der Extraversion	65
3.6.3	F1 - Einfluss der extravertiert gestalteten Merkmale auf den Extraversionseindruck	65
3.6.4	H1 und H2 - Einfluss der extravertierten Roboterpersönlichkeit auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention	71
3.6.5	H3 - Zusammenhang soziale Akzeptanz und Nutzungsintention	71
3.7	Zusammenfassung und Diskussion des Feldexperimentes	72
4	Laborexperiment zur taktilen Interaktionsfähigkeit	74
4.1	Evaluationsgegenstand	74
4.2	Forschungsstand zur Realisierung taktiler Interaktion bei Servicerobotern	75
4.3	Hypothesen und Forschungsfragen	76
4.4	Methodisches Vorgehen	76
4.4.1	Forschungsdesign und Instrumente	77
4.4.2	Operationalisierung	78
4.4.3	Stichprobenkonstruktion	81
4.4.4	Datenerhebung	81
4.4.5	Vorgehensweise bei der Datenanalyse	83
4.4.5.1	Datenaufbereitung	83
4.4.5.2	Überprüfung der verwendeten Skalen	83
4.4.5.3	Vorgehensweise bei der Datenauswertung	85

4.5	Ergebnisse	87
4.5.1	Stichprobenbeschreibung	87
4.5.2	F2 - Berührung des Nao-Roboters	87
4.5.3	F3 - Wahrnehmung der Reaktion bzw. Nicht-Reaktion des Nao-Roboters	88
4.5.4	F4 - Bewertung der Reaktion bzw. Nicht-Reaktion des Roboters auf die Berührung	88
4.5.5	F5 - Berührung in Realität	90
4.5.6	F6 - Verbesserungsvorschläge zur taktilen Interaktion	91
4.5.7	F7 - Bewertung der taktilen Interaktion im Vergleich	91
4.5.8	H4 und H5 - Einfluss der taktilen Interaktionsfähigkeit auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention	91
4.5.9	H6 - Zusammenhang soziale Akzeptanz und Nutzungsintention . . .	92
4.6	Zusammenfassung und Diskussion des Laborexperimentes	92
5	Online-Experiment zum Roboteraussehen	95
5.1	Forschungsstand zur Darstellung und Erhebung anthropomorpher Service- roboter	95
5.2	Hypothesen und Forschungsfragen	98
5.3	Das Problem der Skala zur Messung der Wahrnehmung der Menschenähn- lichkeit (Skala MWM) bei Servicerobotern	99
5.4	Vorstudien zur Entwicklung und Validierung der Robotermerkmale bezüg- lich der Skalen zur Messung der wahrgenommenen Menschenähnlichkeit . .	101
5.5	Methodisches Vorgehen	108
5.5.1	Forschungsdesign und Instrumente	108
5.5.2	Operationalisierung	109
5.5.2.1	Zum Einsatz der Fallvignetten	109
5.5.2.2	Zum Einsatz des Online-Konfigurators	112
5.5.2.3	Zum Einsatz der Videos	113
5.5.3	Stichprobenkonstruktion	114
5.5.4	Datenerhebung	114
5.5.5	Vorgehensweise bei der Datenanalyse	115
5.5.5.1	Datenaufbereitung	115
5.5.5.2	Überprüfung der verwendeten Skalen	115
5.5.5.3	Vorgehensweise bei der Datenauswertung	116
5.6	Ergebnisse	118
5.6.1	Stichprobenbeschreibung	118
5.6.2	Deskriptive Auswertung der Fallvignetten	119
5.6.2.1	Relevanz des Roboteraussehens	119
5.6.2.2	Betrachtung der Robotermerkmale in den einzelnen Szenarien	121
5.6.2.3	Subjektiv wahrgenommene Menschenähnlichkeit	127

5.6.2.4	Betrachtung der subjektiv wahrgenommenen Menschenähnlichkeit versus der gewählten Menschenähnlichkeitsausprägungen	128
5.6.3	F8 und F9 - Unterschiede des menschenähnlichen Aussehens von Lotsenrobotern in verschiedenen Einsatzgebieten und bei unterschiedlichen Nutzungsintensitäten	137
5.6.4	H7 und H8 - Einfluss des Aussehens bei Lotsenrobotern auf die Likeability und Nutzungsintention	143
5.6.5	H9 - Zusammenhang Likeability und Nutzungsintention	143
5.7	Zusammenfassung und Diskussion des Online-Experimentes	144
6	Zusammenfassung der Ergebnisse, Diskussion und Ausblick	148
A	Interviewleitfäden und Online-Fragebogen	152
B	Statistische Tabellen	193
B.1	Ergebnistabellen des Feldexperimentes	193
B.2	Ergebnistabellen des Laborexperimentes	197
B.3	Ergebnistabellen des Onlineexperimentes	199
	Literaturverzeichnis	203

Abbildungsverzeichnis

2.1	da Vinci Roboter	6
2.2	Deebot D76	7
2.3	Care-o-Bot3	7
2.4	Robox	9
2.5	Die Museums-Roboter „Mach-was“, „Komm-rein“ und „Also-gut“	9
2.6	Rhino und Minerva	10
2.7	Pearl	10
2.8	InBOT	11
2.9	RoboCart	12
2.10	Neel und Robovie	13
2.11	Shoppingroboter TOOMAS, Werner und Ally	15
2.12	Robovie und Cart Robot	17
2.13	Theory of Reasoned Action	22
2.14	UTAUT	23
2.15	Almere-Modell	26
2.16	USUS Evaluierungsmodell	29
2.17	Vielfalt möglicher Akzeptanzfaktoren abhängig vom Einsatzgebiet und der Zielgruppe	32
2.18	Roboter mit taktiler Interaktion	39
2.19	Moris Uncanny Valley	42
2.20	Akzeptanzfaktoren für Lotsenroboter	44
3.1	TOOMAS, der Evaluationsgegenstand	46
3.2	iCat	47
3.3	iRobi	47
3.4	ActiveMedia Pioneer 2-DX	48
3.5	Extra- und introvertierter Nao	49
3.6	TOOMAS im Feld	51
4.1	Nao-Roboter im Labor (eigenes Foto).	77
4.2	Umsetzung des Drehbuchs des Nao-Roboters mit taktiler Interaktion mit der Software Choreographe (eigener Screenshot).	79
4.3	Umsetzung des Drehbuchs des Nao-Roboters ohne taktiler Interaktion mit der Software Choreographe.	80

5.1	Untersuchte Roboter bei Hegel, Lohse und Wrede (2009)	98
5.2	Benchmark bisheriger Serviceroboter	100
5.3	Skalentest der Skala zur Messung der wahrgenommenen Menschenähnlichkeit am Merkmal Roboterkopf	103
5.4	Überarbeitung des wenig menschenähnlichen Körpers.	105
5.5	Überarbeitung der menschenähnlichen Arme.	105
5.6	Überarbeitung des teils/teils menschenähnlichen Kopfes (Austausch der Köpfe).	106
5.7	Überarbeitung der teils/teils und eher menschenähnlichen Augen.	106
5.8	Überarbeitung der eher menschenähnlichen Augenbrauen.	106
5.9	Überarbeitung des eher wenig, teils/teils und wenig menschenähnlichen Mundes.	107
5.10	Überarbeitung wenig, eher wenig und teils/teils menschenähnlichen Ohren.	107
5.11	Beispiel für die Gestaltung der Robotermerkmale und deren Ausprägung auf der Skala zur Messung der wahrgenommenen Menschenähnlichkeit	112
5.12	Eingesetzter Online-Konfigurator	113
5.13	Die Lotsenroboter Werner und TOOMAS	114
5.14	Häufigkeitsverteilung der Roboterkörper.	121
5.15	Häufigkeitsverteilung der Roboterarme.	122
5.16	Häufigkeitsverteilung der Roboterköpfe.	123
5.17	Häufigkeitsverteilung der Roboteraugen.	124
5.18	Häufigkeitsverteilung der Roboteraugenbrauen.	124
5.19	Häufigkeitsverteilung der Roboternase.	125
5.20	Häufigkeitsverteilung der Robotermond.	126
5.21	Häufigkeitsverteilung der Roboterohren.	126
5.22	Häufigkeitsverteilung der Robotergröße.	127
5.23	Cluster im Szenario einmalige Nutzung im Einkaufszentrum ($n=75$).	138
5.24	Cluster im Szenario einmalige Nutzung im Krankenhaus ($n=75$).	139
5.25	Cluster im Szenario mehrmalige Nutzung im Einkaufszentrum ($n=56$).	140
5.26	Cluster im Szenario mehrmalige Nutzung im Krankenhaus ($n=56$).	141

Tabellenverzeichnis

3.1	Die zehn veränderten Merkmale des Shoppingroboters TOOMAS gemäß Extraversionskonzept	52
3.2	Übersicht der Items, Dimensionen und Subdimensionen	57
3.3	Reliabilitätsstatistiken der Extraversion	59
3.4	Reliabilitätsstatistiken der Extraversions-Merkmale	61
3.5	Reliabilitätsstatistiken der sozialen Akzeptanz für das Feldexperiment	62
3.6	Bewertung der einzelnen Robotermerkmale bei der Standardversion und der extravertierten Version	66
3.7	Zusammenhänge der zehn veränderten Robotermerkmale mit dem Gesamteindruck der Extraversion beim extravertiert gestalteten Serviceroboter	66
3.8	Zusammenhänge der zehn veränderten Robotermerkmale mit dem Gesamteindruck der Extraversion bei der Standardversion des Serviceroboters	67
3.9	Multiple lineare Regression („schrittweise“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des Shoppingroboters	68
3.10	Übersicht der Faktorenladungen für die Items der Extraversions-Merkmale	68
3.11	Reliabilitätsstatistik der Faktoren <i>Verbalisierung</i> und <i>Mimik/Gestik</i>	69
3.12	Multiple lineare Regression („Einschluss“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des Shoppingroboters anhand der reduzierten Prädiktoren	70
3.13	Multiple lineare Regression („schrittweise“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des Shoppingroboters anhand der reduzierten Prädiktoren	70
3.14	Multiple lineare Regression („Einschluss“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des Shoppingroboters anhand des Prädiktors <i>Mimik/Gestik</i>	70
3.15	Multiple lineare Regression („Einschluss“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des Shoppingroboters anhand des Prädiktors <i>Verbalisierung</i>	71
3.16	Vergleich der Standardversion mit der extravertiert gestalteten Version des Shoppingroboters hinsichtlich sozialer Akzeptanz und Nutzungsintention	72
4.1	Drehbuch der Interaktion mit dem Nao-Roboter mit taktiler Interaktion	79

4.2	Drehbuch der Interaktion mit dem Nao-Roboter ohne taktile Interaktion (eigener Screenshot)	80
4.3	Übersicht der Items, Dimensionen und Subdimensionen des Laborexperimentes	81
4.4	Reliabilitätsstatistiken der sozialen Akzeptanz zur Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion für das Laborexperiment	84
4.5	Reliabilitätsstatistiken der sozialen Akzeptanz zur Bewertung der taktilen Interaktion für das Laborexperiment	85
4.6	Bewertung der Reaktion bzw. Nicht-Reaktion des Nao-Roboters auf die Berührung	88
4.7	Würden Sie den Roboter auch in Realität berühren, wenn sie mit ihm interagieren?	90
4.8	Vergleich des Nao-Roboters mit taktile Interaktion mit dem Nao-Roboter ohne taktile Interaktion hinsichtlich sozialer Akzeptanz und Nutzungsintention	92
5.1	Fallvignetten des Szenarios Nutzungshäufigkeit des Lotsenroboters	111
5.2	Übersicht der Dimensionen und Items des Online-Experimentes	112
5.3	Reliabilitätsstatistiken der Likeabilityskala zur Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion des Videos von TOOMAS für das Online-Experiment	116
5.4	Reliabilitätsstatistiken der Likeabilityskala zur Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion des Videos von Werner für das Online-Experiment	117
5.5	Design der Experimente unter Einbindung der Fallvignetten und des Online-Konfigurators	119
5.6	Bewertung der Relevanz des Roboteraussehens in den Szenarien	119
5.7	Übersicht der gewählten Robotermerkmale in den Szenarien	122
5.8	Wahrgenommene Menschenähnlichkeit der gestalteten Lotsenroboter in den Szenarien	128
5.9	Übersicht der gewählten Ausprägungen für die als menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien	129
5.10	Übersicht der gewählten Ausprägungen für die als eher menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien	131
5.11	Übersicht der gewählten Ausprägungen für die als teils/teils menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien	132
5.12	Übersicht der gewählten Ausprägungen für die als eher wenig menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien	134
5.13	Übersicht der gewählten Ausprägungen für die als wenig menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien	136
5.14	T-Test bei gepaarten Stichproben: Vergleich des eher menschenähnlichen Roboters TOOMAS mit dem eher wenig menschenähnlichen Roboter Werner hinsichtlich Likeability und Nutzungsintention	143

B.1	Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Feldstudie (Standardroboter)	193
B.2	Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Feldstudie (extravertierter Roboter)	193
B.3	Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der unabhängigen Variablen für die Feldstudie (Standardroboter)	194
B.4	Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der unabhängigen Variablen für die Feldstudie (extravertierter Roboter)	194
B.5	Bivariate Korrelation nach Pearson der unabhängigen Variablen für die Feldstudie (extravertierter Roboter)	195
B.6	Multiple lineare Regression („Einschluss“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des extravertierten Shoppingroboters	196
B.7	Multiple lineare Regression („schrittweise“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des extravertierten Shoppingroboters	196
B.8	Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Laborstudie (Nao mit taktiler Interaktion)	197
B.9	Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Laborstudie (Nao ohne taktiler Interaktion)	197
B.10	Levene-Statistik zur Überprüfung der Varianzhomogenität der Gruppen . .	198
B.11	Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Online-Studie (Video des Roboters TOOMAS)	202
B.12	Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Online-Studie (Video des Roboters Werner)	202

Kapitel 1

Einleitung und Motivation

Stellen Sie sich vor, Sie befinden sich gerade in einem Supermarkt und erledigen Ihren Einkauf. Sie gehen Ihre Einkaufsliste durch und halten kurz inne, um zu überlegen, wo Sie denn das Backpapier finden. In der Back- oder vielleicht doch in der Haushaltsabteilung? Sie schauen sich kurz um und hoffen, dass vielleicht Personal in der Nähe ist, das Sie fragen können. Leider ist da niemand, so dass Sie sich überlegen, in welche Richtung Sie nun am Besten gehen. Plötzlich fährt ein Roboter auf Sie zu, um Ihnen bei der Artikelsuche behilflich zu sein.

So könnte die Zukunft aussehen. Denn die voranschreitenden Entwicklungen im Bereich der Robotik-Forschung lassen ein neues Zeitalter von zukünftigen maschinellen Begleitern erahnen, die unser tägliches Leben erleichtern sollen. Ob als Industrieroboter, die beschwerliche und gefährliche Arbeiten des Menschen übernehmen und traditionell in der industriellen Fertigung eingesetzt werden, oder als Serviceroboter, die den Menschen im Alltag assistieren, sind die Einsatzmöglichkeiten vielfältig (Schraft, Hägele, & Wegener, 2004). Im Jahre 2013 wurden bereits insgesamt mehr als vier Millionen Serviceroboter für den privaten und öffentlichen Sektor verkauft. Das entspricht einem Anstieg von 28% gegenüber dem Vorjahr. Insbesondere Staubsauger-, Rasenmäher- (2.7 Millionen) und Spielzeugroboter (1.2 Millionen) waren dabei die Verkaufsschlager unter den Haushalts-Servicerobotern. Eine, im Vergleich zwar wenig verkaufstarke, aber dennoch stark wachsende Sparte bilden die Serviceroboter für öffentliche Einsatzgebiete (wie Museen, Bahnhöfe, Bürokomplexe oder Supermärkte), die als Orientierungshilfe oder Auskunftgeber eingesetzt werden (Litzenberger, 2014). Die Stärke und das Wachstum dieser Sparte hängt dabei häufig von der Nutzung dieser eingesetzten Serviceroboter ab.

Dabei stellen sich häufig die Fragen: Ob ein - wie z. B. im Ausgangsszenario beschriebener - Serviceroboter genutzt werden würde und wovon dies abhängig ist? Von seiner Nützlichkeit, seiner Bedienung oder seinem Auftreten?

Dies sind u. a. Fragen, mit denen sich die Servicerobotik-Forschung beschäftigt. Um die Akzeptanz und Nutzung zu untersuchen, gibt es verschiedene Akzeptanzmodelle, wie das Technology Acceptance Model nach Davis (1989) oder die Unified Theory of Acceptance

and Use of Technology (UTAUT) nach Venkatesh et al. (2003), die auch auf Serviceroboter anwendbar sind. Doch diese bisherigen Modelle und Theorien erfassen zumeist nur instrumentale Faktoren, wie die Nützlichkeit (utility) und die leichte Bedienung (usability) des Roboters. In einer Studie von Pöschl et al. (2008), die die UTAUT zur Erfassung der Akzeptanz des Shoppingroboters TOOMAS heranzog, zeigte sich, dass noch andere Akzeptanzfaktoren eine Rolle spielen. Bestehende Modelle sind folglich nicht in der Lage, die Akzeptanz eines Serviceroboters hinreichend zu erfassen (Ezer, 2008; Weiss, Bernhaupt, Lankes, & Tscheligi, 2009). Erste Weiterentwicklungen wie das Almere-Modell (Heerink, Kröse, Evers, & Wielinga, 2010) und das USUS (Usability, Social Acceptance, User Experience und Societal Impact) Evaluierungsmodell (Weiss et al., 2009) zeigten bereits, dass abgesehen von bekannten instrumentalen Einflussgrößen, auch sozio-emotionale Faktoren wie das Aussehen und Verhalten von Servicerobotern sowie hedonische Qualitätsaspekte die Akzeptanz von Servicerobotern beeinflussen können. Damit Serviceroboter folglich Anwendung in verschiedenen Bereichen des öffentlichen Lebens finden und sie sich etablieren, müssen sie sowohl instrumentale als auch sozio-emotionale Anforderungen erfüllen. Dabei stehen auf sozio-emotionaler Interaktionsebene des Weiteren Kriterien wie bspw. das Aussehen, Gestik/Mimik und die Persönlichkeit des Serviceroboters im Fokus, die insbesondere soziale Verhaltensweisen und intuitiv verständliche und angenehme Kommunikationskanäle beinhalten (Dautenhahn, 2007a; Fong, Nourbakhsh, & Dautenhahn, 2003; Qian, Ma, Dai, & Fang, 2010b; Salvini, Laschi, & Dario, 2010; Satake et al., 2009). Derartige Faktoren sollten die Mensch-Roboter-Interaktion erleichtern, das Wohlbefinden (likeability) und den Nutzspaß (joy of use) steigern und ebenfalls zu einer erhöhten sozialen Akzeptanz und damit zur Nutzung beitragen (Lohse & Hanheide, 2008; Qian, Ma, Dai, & Fang, 2010a; Satake et al., 2009). In Abgrenzung zur allgemeinen Technikakzeptanz, die sich v. a. aus den instrumentellen Robotermerkmalen ableitet, wird von *sozialer Akzeptanz* gesprochen, wenn Nutzerinnen und Nutzer die Interaktion mit einem Roboter positiv erleben und ihn als sozialen Akteur akzeptieren und nutzen (Lohse & Hanheide, 2008).

Zu beachten ist dabei, dass in Abhängigkeit vom Einsatzfeld, für unterschiedliche Serviceroboteranwendungen verschiedene Faktoren eine Rolle spielen. Der USUS Evaluierungsrahmen nach Weiss et al. (2009) ist speziell für Roboteranwendungen im Bereich der gemeinsamen Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter, das Almere-Modell hingegen für Roboteranwendungen im Gesundheits- und Pflegebereich entwickelt worden.

Hinsichtlich öffentlicher Serviceroboter, speziell Lotsenroboter, gibt es bislang noch keine Weiterentwicklung eines geeigneten Akzeptanzmodells, obwohl sich dieser Sektor nach der World Robotics Studie als stark wachsend zeigt (Litzenberger, 2014). Ziel dieser Dissertation ist es daher sozio-emotionale Akzeptanz-Faktoren für Lotsenroboter zu identifizieren und auf ihre Relevanz hin zu untersuchen. Die Ergebnisse sollen für die Weiterentwicklung bzw. für die Entwicklung eines Roboter-Akzeptanz-Modells für Lotsenroboter dienen, da im Rahmen dieser Dissertation nicht alle sozio-emotionalen Faktoren untersucht und entsprechend in einem Modell validiert werden können.

Die vorliegende Dissertation beschreibt zunächst den theoretischen Hintergrund und Forschungsstand zu Service- bzw. Lotsenrobotern (Kapitel 2) und zur Akzeptanz (Kapitel 2.3) und zeigt auf, welche sozio-emotionalen Faktoren bei der sozialen Akzeptanz von Lotsenrobotern eine Rolle spielen (Kapitel 2.4). Anschließend werden die Untersuchungen und Ergebnisse eines Feldexperiments (Kapitel 3), einer Laborstudie (Kapitel 4) und einer Onlinestudie (Kapitel 5) vorgestellt.

Im Rahmen des Feldexperiments wurde der Einfluss einer extravertierten Persönlichkeit bei dem Shoppingroboter TOOMAS in einem Baumarkt untersucht. Dabei wurde auf Basis eines entwickelten Extraversions-Konzepts (Kapitel 3.3) der Standardversion des Roboters eine extravertierte Persönlichkeit implementiert und beide miteinander verglichen.

Auf Basis der Laboruntersuchung wurde der Einfluss einer taktilen Interaktionsfähigkeit bei Lotsenrobotern getestet. Taktile Interaktion meint dabei die Reaktion des Roboters auf die Berührung eines Menschen. Verglichen wurden die Varianten Nao-Roboter mit und ohne taktiler Interaktionsfähigkeit.

Zuletzt wurde der Einfluss des Roboteraussehens auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention anhand einer Online-Studie untersucht. Neben dem Vergleich von zwei Shoppingrobotern anhand von Videos, die sich hinsichtlich des Aussehens unterschieden (eher menschenähnliches vs. eher wenig menschenähnliches Aussehen), wurde ein Online-Konfigurator eingesetzt, mit Hilfe dessen die Befragten Lotsenroboter für verschiedene Einsatzgebiete (Krankenhaus vs. Einkaufszentrum) und Nutzungsintensitäten (einmalige vs. mehrmalige Nutzung) gestalten konnten.

Im Anschluss an die Vorstellung der drei Studien werden die gewonnenen Ergebnisse zuletzt zusammenfassend diskutiert und ein Ausblick auf zukünftige Weiterentwicklungsmöglichkeiten gegeben (Kapitel 6).

Kapitel 2

Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand

Nachfolgend wird zuerst die Thematik der Service-Robotik (Kapitel 2.1), dabei speziell die Lotsenroboter als Evaluationsgegenstände (Kapitel 2.1.3.1) und anschließend die Akzeptanz (Kapitel 2.3) und soziale Akzeptanz als Evaluationskriterium (Kapitel 2.3.2) vorgestellt. Eine genaue Definition soll den Serviceroboter innerhalb der Robotikforschung einordnen. Anhand von Beispielen werden seine bisherigen Anwendungsgebiete aufgezeigt, um darauf aufbauend den Bereich der Lotsenroboter herauszustellen.

2.1 Serviceroboter

2.1.1 Definition und Klassifikation von Servicerobotern

“Ein Serviceroboter ist eine frei programmierbare Bewegungseinrichtung, die teil- oder vollautomatisch Dienstleistungen verrichtet. Dienstleistungen sind dabei Tätigkeiten, die nicht der direkten industriellen Erzeugung von Sachgütern, sondern der Verrichtung von Leistungen für Menschen und Einrichtungen dienen“ (Schraft et al., 2004, S. 9).

Serviceroboter können anhand verschiedener Kriterien klassifiziert werden. Zum einen anhand ihres Mobilitätsgrades. Der Grad, in dem sich der Serviceroboter mittels Sensoren und Aktuatoren in seiner Einsatzumgebung autonom bewegen kann (Schraft, 2003). Es unterscheiden sich stationäre (z. B. Tank- und Melkroboter) von mobilen Servicerobotern (z. B. Reinigungsroboter, Museumsführer), die voll- oder teilautonom in ihrer Umgebung operieren, oder teleoperierend von Nutzerinnen und Nutzern durch das Einsatzgebiet gesteuert werden. Andererseits lassen sich Serviceroboter hinsichtlich ihres Anwendungsgebietes bzw. Einsatzfeldes unterscheiden. Schraft (2003) stellt in seinem Buch die Gebiete Haushalt, Inspektion, Agrarwirtschaft, Unterwasser, Weltraum, Medizin und Edutainment¹ vor.

¹Ein Kunstbegriff, der sich aus Education und Entertainment zusammensetzt. Darunter zu verstehen ist „vorrangig die interaktive Präsentationsform der Wissensvermittlung, bei der Lerninhalte und kulturelle Informationen spielerisch und unterhaltsam vermittelt werden“ (Schraft, 2003, S. 144).

Die International Federation of Robotics (IFR) klassifiziert Serviceroboter in die beiden übergeordneten Kategorien „professional service robots“ („professionelle Serviceroboter“) - Serviceroboter für den professionellen Einsatz und „private/domestic service robots“ („öffentliche Serviceroboter“) - Serviceroboter für den öffentlichen und privaten Einsatz (Litzenberger, 2014).

Letztere Klassifikation der Serviceroboter wird in der vorliegenden Arbeit zugrunde gelegt und in den folgenden Abschnitten kurz vorgestellt. Dabei werden die beiden Kategorien von Servicerobotern voneinander abgegrenzt und anhand von Beispielen eingesetzter Serviceroboter vorgestellt, um anschließend das Einsatzfeld der Serviceroboter als Lotsenroboter einzuordnen und aufzuzeigen.

2.1.2 „Professionelle Serviceroboter“

Professionelle Serviceroboter sind Serviceroboter für den gewerblichen Bereich und nur bestimmten Personengruppen, denen sie assistieren, zugänglich. Verstärkten Einsatz finden sie da, wo es für Menschen zu gefährlich, schwierig und körperlich zu anstrengend ist oder zu hohe Präzision gefordert wird. Beispielsweise bei der Bomben- und Mienenentschärfung, Atommüllbeseitigung, Fassadenreinigung und der Inspektion und Prüfung von Kernkraftwerken. Auch in Medizin und Forschung finden sie vermehrt Verwendung, wo bspw. Roboter-Manipulatoren (automatisierte Arme) in chemischen und biologischen Laboren u. a. Flüssigkeiten schneller und präziser transportieren und untersuchen (Thrun, 2004; Schraft et al., 2004). Sie können Routineaufgaben sicher und zuverlässig erledigen und rund um die Uhr aktiv sein. Fehler können in hygienisch sensiblen Bereichen durch Kontaminationen ausgeschlossen werden. Daneben können Mediziner mithilfe professioneller Serviceroboter Operationen präziser, geschickter und in anatomisch schlecht zugänglichen Regionen effektiver und erfolgreicher durchführen (Ichbiah, 2005).

Im Jahr 2013 wurden 21.000 professionelle Serviceroboter verkauft, davon überwiegend in den Bereichen Verteidigung und Sicherheit (45%) und Landwirtschaft (28%). Daneben kamen logistische Robotersysteme für den Facility-Management-Bereich (9%, als Kuriersysteme und logistische Systeme in Fabriken) und Medizin- (6%) oder Gesundheitsroboter (5%), sowie sonstige Robotersysteme (wie Wartungs- und Unterwassersysteme, Roboter für Rettung und Sicherheit) zum Einsatz (Litzenberger, 2014). Beispiele für professionelle Serviceroboter sind **Mosro1** und **da Vinci**.

Mosro1, der Firma Robowatch, ist ein autonomer Schutzmann auf Rädern. Ausgestattet mit Radarsensoren, Passiv-Infrarot-Bewegungsscanner, Kamera, Mikrofon, Warnlicht und Sirene patrouilliert Mosro1 durch seine Einsatzumgebung und verständigt das Wachpersonal bei einer Sicherheitsgefährdung, wenn er bspw. Bewegungen, Geräusche, Rauch- oder Gasentwicklungen wahrnimmt. Die Kommunikation mit Mosro1 erfolgt über Wireless-LAN. Mosro1 übermittelt via GSM/GPRS Informationen und Bilder an die Wach-Leitstelle und sorgt für Aufklärung der vorliegenden Situation (Robowatch, 2015).

Das **da Vinci**-System, ist eine Roboterplattform der Firma Intuitive Surgical Inc., die die Möglichkeiten von Chirurginnen und Chirurgen erweitert und eine minimalinvasive Alternative für schwere Eingriffe bietet. Mit Hilfe der vier beweglichen Arme (einem für die dreidimensionale Kamera und dreien für die auswechselbaren Spezialinstrumente), kann die Chirurgin oder der Chirurg an der Kontrollkonsole und über den 3D-Monitor die Arme steuern. Die Handbewegungen der Chirurgin oder des Chirurgs werden dabei zitterfrei auf die Arme mit den Instrumenten übertragen (Intuitive Surgical, Inc., 2014).

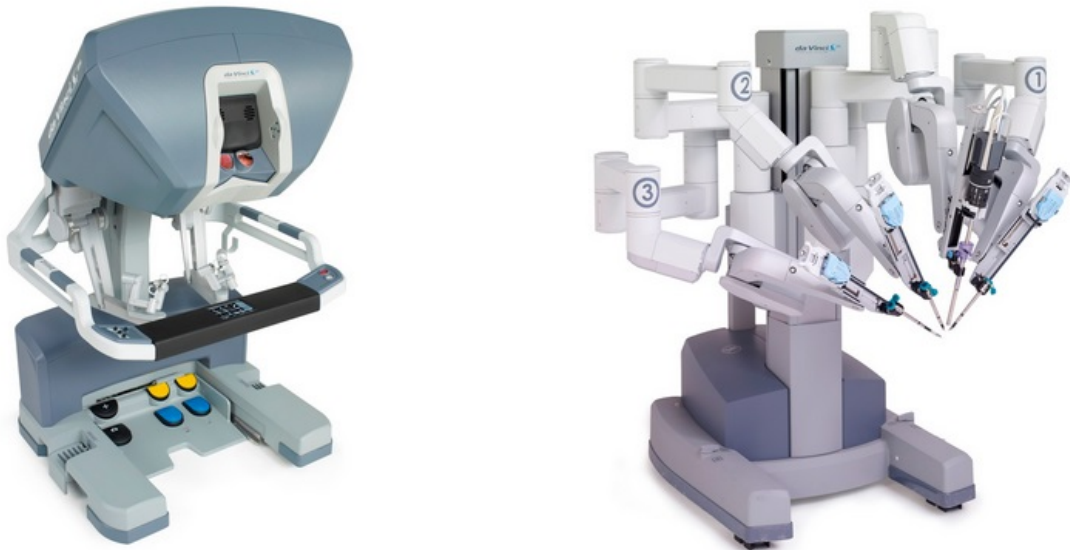


Abbildung 2.1. Das **da Vinci**-System: links, die Steuerungskonsole; rechts, das Robotersystem mit seinen vier steuerbaren Armen. In Anlehnung an Intuitive Surgical. Aus da Vinci Surgery, 2014, abgerufen am 19.04.2015 von <http://www.davincisurgery.com/de/da-vinci-chirurgie/da-vinci-chirurgiesystem>.

2.1.3 „Öffentliche Serviceroboter“

Öffentliche sind anders als professionelle Serviceroboter vorwiegend für den privaten häuslichen Gebrauch. Im geringen Maße werden sie auch in öffentlichen Einsatzgebieten eingesetzt und hier interessierten Nutzerinnen und Nutzern zugänglich gemacht. Dabei sind sie so konzipiert, dass sie von so genannten „naiven“ Nutzerinnen und Nutzern ohne Einweisung oder Bedienungsanleitung intuitiv und einfach bedient werden können. Öffentliche Serviceroboter zeichnen sich überwiegend durch ihre Autonomie und Kommunikationsfähigkeit mit Menschen aus und teilweise durch ihre Lernfähigkeit (Schraft, 2003). Verstärkten Einsatz finden sie als Haushaltshilfen, aber auch als Assistenten für ältere und behinderte Menschen (Litzenberger, 2014).

2013 wurden etwa 2.7 Millionen öffentliche Serviceroboter als Haushaltsroboter in privaten Haushalten, die Staub saugen, den Boden reinigen und den Rasen mähen, und im Unterhaltungssektor 1.2 Millionen Serviceroboter als Spielzeug- und Lernroboter verkauft.

Geringen Einsatz finden bislang Serviceroboter als Assistenten für Ältere und Behinderte. Hier wurden 2013 700 Roboter vermarktet (Litzenberger, 2014). Beispiele öffentlicher Serviceroboter sind Deebot D76 als Haushaltshilfe und Care-o-Bot3 als Assistent.

Deebot D76 von ecovacs, ist ein Allround-System, bestehend aus dem 9,8 cm hohen, sensorgesteuerten Reinigungsroboter, der selbstständig zu seiner Ladestation zurückkehrt, und einem Zyklon-Aufsatz, der auf der Ladestation befestigt ist. Dieser Aufsatz entleert und reinigt den Deebot D76, während er sich auflädt. Mit Hilfe eines 360-Grad-Manövrierrades, gefederten Antriebsrädern und einem Navigationsmanagement navigiert der Deebot sicher durch seine Einsatzumgebung. Anhand von Annäherungs- und Absturzsensoren werden Kollisionen mit Möbeln und ein Herunterfallen an Treppen und Bodenabsätzen vermieden (ECOVACS Robotics, 2014).

Care-o-bot3 des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) dient als Haushaltsassistent für pflegebedürftige Menschen, um diese im Alltag zu unterstützen, damit sie länger eigenständig in ihrem gewohnten Umfeld leben können. Seine Hauptaufgabe besteht in Hol- und Bringdiensten. Die Interaktion erfolgt vorwiegend über einen Touchscreen an der Vorderseite des 1,45 m großen Roboters, welches zugleich als Tablett dient. Nutzerinnen und Nutzer können z. B. das gewünschte Getränk über das Display oder einem mobilen Endgerät bestellen, welches Care-o-Bot3 autonom aus der Küche holt und der Nutzerin oder dem Nutzer bringt. Daneben verfügt er über eine Notfallfunktion, bei der er als Kommunikationsschnittstelle zwischen einer Notfallzentrale und der nutzenden Person fungiert. Mit Hilfe seines flexiblen Arms mit drei Fingern, verschiedenen Sensoren, der 3-D-Umgebungserfassung und einer Softwarearchitektur zur Koordination und Verwaltung der Systemressourcen, kann Care-o-Bot3 sicher und autonom in dynamischen Umgebungen manövrieren und diese manipulieren (Graf & Reiser, 2009).

Neben dem Einsatz als Haushaltshilfen und Assisten-



Abbildung 2.2. Deebot D76. Aus „Starkes Leistungspaket. Das vielseitige allroundsystem der Superlative.“ Von ECOVACS Robotics, 2014, abgerufen am 19.04.2015 von <http://www.ecovacs.com/de/features/Deebot-D76.html>



Abbildung 2.3. Care-o-Bot3. Aus *Produktblatt Care-o-Bot3 - Produktvision eines interaktiven Haushaltsassistenten*. Von B. Graf und U. Reiser, 2009, abgerufen am 19.04.2015 von http://www.care-o-bot.de/content/dam/careobot/de/documents/Produktblaetter/PB_300_309_Produktblatt_Care-o-bot.pdf

ten werden öffentliche Serviceroboter auch als Lotsen in öffentlichen Einrichtungen eingesetzt, z. B. als TourGuides in Museen und Unternehmen oder als Shoppingassistenten in Einkaufszentren (Thrun et al., 1999a; Groß et al., 2009).

2.1.3.1 Forschungsstand zu Lotsenrobotern

Lotsenroboter verrichten Dienstleistungen wie u. a. die Unterstützung von Gästen bei ihrer Suche nach speziellen Standorten oder von Kundinnen und Kunden bei ihrem Einkauf. Dabei begleiten und führen sie die Gäste oder Kundinnen und Kunden in großflächigen und unübersichtlichen Gebäuden zum Standort eines gesuchten Raumes, Geschäftes oder Produktes. Dies erleichtert es der Kundschaft sich zu orientieren und die gewünschten Räume, Geschäfte oder Produkte zielsicher zu finden.

Lotsenroboter müssen dabei verschiedene Aufgaben bewältigen: hauptsächlich die Orientierung innerhalb eines Gebäudes, das Auffinden verschiedener Räume oder auch Artikel, sowie die Interaktion mit Nutzerinnen und Nutzern. Daneben die Vermittlung spezifischer Informationen zum jeweiligen Unternehmen oder Büro oder im Rahmen eines Einkaufszentrums, die Information über Aktionen oder Angebote des Marktes sowie Preisauskünfte für die Produkte. Die Anforderungen an einen Lotsenroboter sind hinsichtlich seiner Aufgabenvielfalt und aufgrund seiner stets ändernden Umwelt sehr hoch. Böhme (2001) definierte diesbezüglich drei Kriterien, die einen Serviceroboter wie z. B. Lotsenroboter klassifizieren und auszeichnen:

- ihre mobile Bewegung in ihrer Einsatzumgebung,
- ihre Autonomie und
- ihre Servicefunktionalität, die sich in erster Linie aus der Interaktion mit ihrem menschlichen Interaktionspartner definieren (Böhme, 2001, S. 15).

Basierend auf diesen Kriterien werden nachfolgend Beispiele für Lotsenroboter vorgestellt, die einen Einblick in die verschiedenen Einsatzfelder, wie Messe-Assistent, Museumsführer oder Lotsen in Bürokomplexen oder Pflegeeinrichtungen geben.

Robox, der Expo.02 Tour Guide

Robox ist ein 1,65 cm großer Tour Guide Roboter, der während der Expo 2002 in der Schweiz 5 Monate in einem Pavillon Nutzerinnen und Nutzer umher führte und verschiedene technische Exponate zeigte und erläuterte (siehe Abbildung 2.4). Die Interaktion mit Robox konnte in vier verschiedenen Sprachen stattfinden. Die Sprache musste zuvor von der Nutzerin oder dem Nutzer mit der entsprechenden Taste am Rumpf des Roboters ausgewählt werden. Während der Expo wurden elf Roboter in dem Pavillon eingesetzt, die vorwiegend die Interaktionen initiierten, indem sie jede Besucherin und jeden Besucher ansprachen, die bzw. den die Roboter via Laser und Gesichtserkennung detektierten.

Mit Hilfe der Laser erkannte Robox nicht nur Personen, sondern auch Hindernisse, so dass er sich vollkommen autonom im Pavillon bewegen konnte (Siegwart et al., 2003).

Die drei mobilen Roboter „Komm-rein“, „Mach-was“ und „Also-gut“ im Museum

Die mobilen Roboter „Komm-rein“, „Mach-was“ und „Also-gut“ dienen als permanente Installationen im Deutschen Museum für Kommunikation dazu, Besucherinnen und Besucher zu begrüßen, sie mit einem Ballspiel zu unterhalten und sie über die ausgestellten Exponate zu informieren (siehe Abbildung 2.5).

Dabei unterscheiden sich die Roboter nicht nur grundlegend in der Aufgabe voneinander, sondern auch in Charakter und Aussehen. Während „Komm-rein“ sich langsam bewegt, Personen als Einzelperson oder Gruppen erkennt und entsprechend verschiedene Begrüßungen nutzt, bewegt sich „Mach-was“ schneller durch das Museum und spielt während dessen mit einem Ball; dabei sind ihm die Besucherinnen und Besucher weniger relevant.

Er ist das „Spielkind“ in der „Roboter-Familie“, welches entsprechend auch die drei Stimmungen fröhlich, quengelig und ärgerlich zeigen kann. „Also-gut“ ist der Museumsführer, der Besucherinnen und Besucher durch das Museum führt und dabei einzelne Exponate erläutert. Um zu signalisieren, dass er die Exponate während seiner Erläuterung betrachtet, bewegt er seinen Kopf auf und ab. Zusätzliche Ausführungen oder Legendes zeigt er auf einem Bildschirm an seinem Rumpf.

Er ist das „Spielkind“ in der „Roboter-Familie“, welches entsprechend auch die drei Stimmungen fröhlich, quengelig und ärgerlich zeigen kann. „Also-gut“ ist der Museumsführer, der Besucherinnen und Besucher durch das Museum führt und dabei einzelne Exponate erläutert. Um zu signalisieren, dass er die Exponate während seiner Erläuterung betrachtet, bewegt er seinen Kopf auf und ab. Zusätzliche Ausführungen oder Legendes zeigt er auf einem Bildschirm an seinem Rumpf.

Die technischen Details sind bei allen dreien identisch. Sie navigieren autonom in einem abgegrenzten Gebiet, welches mit magnetischen Sensoren ausgestattet ist und können eine Geschwindigkeit von bis zu 1,2 m/s erreichen. Mit Hilfe ihrer 2D-Laser Scanner und einer gespeicherten Umgebungskarte können sie Hindernisse detektieren und sich selbst lokalisieren, und die Umgebungskarte autonom aktualisieren. Zusätzlich dienen Infrarotsensoren der Hinderniserkennung und -vermeidung (Graf & Barth, 2002).



Abbildung 2.4. Robox. Aus „Robox at Expo.02: A large-scale Installation of Personal Robots,“ von R. Siegwart, K. O. Arras, S. Bouabdallah, D. Burnier, G. Froidevaux, X. Greppin ... N. Tomatis, 2003, *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3-4), S. 204.



Abbildung 2.5. Die drei mobilen Roboter, von links noch rechts: „Mach-was“, „Komm-rein“ und „Also-gut“ im Museum. Aus „Die Roboter kommen! Die neue Ausstellung des Museums für Kommunikation Berlin zeigt ab 5.4.2007 Geschichte und Gegenwart der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine“ von H. Grosser, 2007, abgerufen am 14.07.2014 von <https://idw-online.de/pages/de/news201017>.

Rhino und Minerva, die Museumsführer

Rhino und Minerva wurden über mehrere Tage als interaktive Museumsführer im Deutschen Museum in Bonn und im Museum of American History in Washington DC eingesetzt (siehe Abbildung 2.6). Dort sprachen sie mit den Besucherinnen und Besuchern und führten diese durch die Ausstellungen. Dabei erklärten sie die ausgestellten Exponate über ihre Displays und mittels Ausgaben von Audiosequenzen.

Beide Roboter navigierten mittels verschiedener Sensoren, Laser und auf Basis einer gespeicherten Umgebungskarte autonom durch die Museen mit einer Geschwindigkeit von etwa 38,8 cm/s. Eine Besonderheit der Roboter lag in ihrer Persönlichkeit.

Während Rhino ein eher neutral interagierender Museumsführer war, zeigte sich Minerva von ihrer Emotionalität mal fröhlich oder mal verärgert. Dies äußerte sich dahingehend, dass Minerva entweder lächelte und freundlich die Besucherinnen und Besucher ansprach oder aber, dass sie einen finsternen Gesichtsausdruck und eine verärgert klingende Stimme nutzte, um bspw. die Besucherinnen und Besucher zu bitten, ihr aus dem Weg zu gehen. Aufgrund dieser sozialen Interaktionsstrukturen und Verhaltensweisen, wurde Minerva eher von den Besucherinnen und Besuchern bevorzugt, da ihre Aktionen und Intentionen besser wahrnehmbar waren (Thrun et al., 1999b, 1999a).

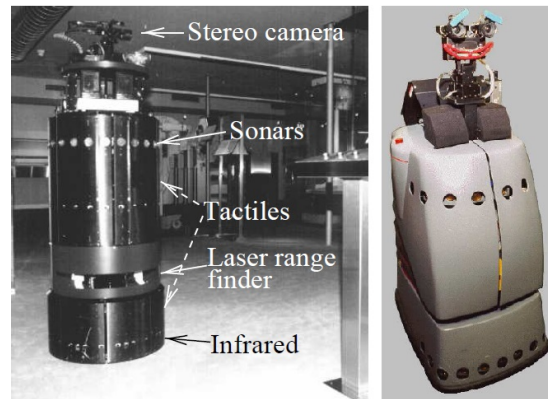


Abbildung 2.6. Die mobilen Museumsroboter, von links nach rechts: Rhino und Minerva. Aus „Experiences with two Deployed Interactive Tour-Guide Robots,“ von S. Thrun, M. Bennewitz, W. Burgard, A. Cremers, F. Dellaert, D. Fox ... W. Steiner, 1999, *Proceedings of the International Conference on Field and Service Robotics*, S. 2.



Abbildung 2.7. Der Roboterassistent Pearl im Altenheim während der Begleitung einer Bewohnerin. Aus „Experiences with a Mobile Robotic Guide for the Elderly,“ von M. Montemerlo, J. Pineau, N. Roy, S. Thrun und V. Verma, 2002, *Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence*, S. 592.

Nursebot Pearl, der Roboterassistent für ältere Personen

Der Roboterassistent Pearl wurde in einem Altenheim bei Pittsburgh (USA) eingesetzt, um die Bewohnerinnen und Bewohner, aber auch die Pflegerinnen und Pfleger des Altenheims

zu unterstützen (siehe Abbildung 2.7). Hauptaufgabe war die Begleitung der Bewohnerinnen und Bewohner zu verschiedenen Stationen, was sonst eine zeitaufwändige Aufgabe der Pflegerinnen und Pfleger war. Die Interaktion erfolgte anhand des am Rumpf befestigten Displays.

Pearl navigiert auf Basis einer Umgebungskarte und mit Hilfe von Sensoren und Lasern autonom durch das Altenheim. Aufgrund der unterschiedlichen Mobilitätsgrade der Bewohnerinnen und Bewohner war Pearl in der Lage, seine Fahrgeschwindigkeit entsprechend der Gehgeschwindigkeit der älteren Personen anzupassen. Daneben erinnerte Pearl die Bewohnerinnen und Bewohner daran, ihre Medizin zu nehmen, zu essen oder zu trinken (Pineau, Montemerlo, Pollack, Roy, & Thrun, 2003; Montemerlo, Pineau, Roy, Thrun, & Verma, 2002).

InBOT, der Einkaufsassistent im Supermarkt

InBOT ist eine Entwicklung des FZI Forschungszentrum Informatik (Research Zentrum für Informationstechnologie) im Rahmen des EU-FP6-Projektes CommRob. Der Interactive Behavior Operated Trolley (InBOT) soll den konventionellen Lebensmitteleinkauf im Supermarkt leichter und bequemer machen (siehe Abbildung 2.8). Die Interaktion und Steuerung des Roboters kann dabei in vier Varianten erfolgen: (1) Haptischer Lenkmodus, wenn der Roboter wie ein gewöhnlicher Warenkorb gelenkt werden kann (Einsatz eines empfindlich haptischen Griffes), (2) Folge-Modus, wenn der Roboter der Nutzerin oder dem Nutzer in einer vordefinierten Entfernung folgen soll (dabei werden die Nutzerin oder der Nutzer kontinuierlich über das Sichtsystem des Roboters beobachtet und der Abstand mittels Sensoren eingehalten), (3) Führungsmodus, wenn der Roboter die Nutzerin oder den Nutzer zu ihrem/seinem Ziel führt (dabei sucht der Roboter nach einem einzelnen Produkt oder hintereinander weg nach mehreren Produkten einer Einkaufsliste), und (4) autonomer Modus, wenn der Roboter nur reagiert und agiert, wenn es von der Nutzerin oder dem Nutzer ausdrücklich gewünscht wird.

InBOT ist in der Lage mit Hilfe verschiedener Sensoren und Laser autonom seine Position oder die Position eines gesuchten Produktes zu bestimmen. Zudem kann er beweglichen Hindernissen wie Menschen ausweichen und so Kollisionen vermeiden (Göller, Kerscher, Zöllner, & Dillmann, 2009; Göller, Kerscher, Zöllner, Dillmann, Devy, et al., 2009; Göller, Steinhardt, Kerscher, Zöllner, & Dillmann, 2010; Kerscher et al., 2009).



Abbildung 2.8. Interactive Behavior Operated Trolley - InBOT. Aus „Haptic Control for the Interactive Behavior operated Shopping Trolley Inbot,“ von M. Göller, T. Kerscher, M. Ziegenmeyer, A. Rönnau, J. Zöllner und R. Dillmann, 2009, *Proceedings of the New Frontiers in Human-Robot Interaction Workshop of the Convention on Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour*, S. 3.

RoboCart, der Einkaufsassistent für Sehbehinderte

RoboCart wurde am Computer Science Assistive Technology Laboratory der Utah State University entwickelt. Er soll sehbehinderten Menschen die Orientierung in Supermärkten erleichtern und das Tragen der Waren mit seinem integrierten Einkaufskorb übernehmen (siehe Abbildung 2.9). Sehbehinderten Menschen soll damit die Möglichkeit geboten werden, komplexere und schwierigere Aufgaben unabhängig und sicher bewältigen zu können. RoboCart unterstützt das Einkaufen dabei in vier Schritten: zuerst wählt die Kundin ihren oder der Kunde seinen gewünschten Artikel via Spracherkennung oder „browsing interface“ aus der Artikeldatenbank aus. Während beim „browsing interface“ die verschiedenen Ebenen und Kategorien der Produktliste durchgeblättert werden können, muss bei der Spracherkennung, der genaue Artikelname angegeben werden. Wurde ein Artikel ausgewählt, navigiert RoboCart im zweiten Schritt die Kundin oder den Kunden durch den Markt zu dem gewünschten Artikelstandort. Dort angekommen informiert er sie oder ihn per Sprachausgabe, die via Bluetooth an einen Kopfhörer gesendet wird, dass er das Ziel erreicht hat. Im dritten Schritt beschreibt RoboCart der Kundin oder dem Kunden, wo genau sich der gewünschte Artikel im Regal befindet. Mit Hilfe eines schnurlosen Bar-Code-Scanners kann sie oder er diesen dann ausfindig machen. Stimmt der eingescannte Bar-Code, der sich am Regal befindet, mit dem des gewünschten Artikels der Datenbank überein, kann die Nutzerin oder der Nutzer eine entsprechende Bestätigungsnachricht hören. Zusätzlich erfährt sie oder er den Preis und die Marke des Artikels. Nach dem Einkauf bringt RoboCart die Kundin oder den Kunden im vierten und letzten Schritt zur Kasse und anschließend zum Ausgang.

Zur Orientierung nutzt RoboCart eine Umgebungskarte des Supermarktes, die die entsprechenden Artikelstandorte sowie die 2D-Koordinaten der im Markt verstreuten Radio-Frequency-Identification-Chips (RFID-Chips) enthält, die er mittels RFID-Reader liest. Daneben helfen Sensoren und eine Kamera RoboCart beim manövrieren durch den Markt (Gharpure & Kulyukin, 2008, S. 237-240).

Neel, der Informationsroboter im Einkaufszentrum

Neel wurde von der Forschungsgruppe um Chandan Datta und Ritukar Vijay entwickelt (siehe Abbildung 2.10). Er navigiert autonom durch den Eingangsbereich eines Einkaufszentrums und interagiert auf soziale Art und Weise mit den Kundinnen und Kunden und informiert sie über Produktangebote und besondere Aktionen. Um diese Informationen zu erhalten, können sich die Kundinnen und Kunden einerseits bei www.myneel.com registrieren und sich online informieren. Andererseits können sie im Einkaufszentrum durch die Roboterplattform Neel selbst, anonym Informationen abrufen. Die Onlineregistrierung

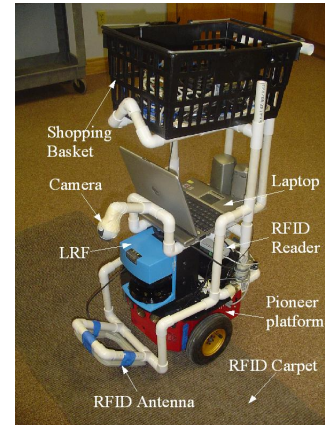


Abbildung 2.9. RoboCart. Aus „Robot-assisted Shopping for the blind: Issues in Spatial Cognition and Product Selection,“ von C. Gharpure und V. A. Kulyukin, 2008, *Intelligent Service Robotics*, S. 238.

bietet den Vorteil, dass Kundinnen und Kunden, durch die dabei angegebenen Daten, zusätzlich individuelle bzw. personenspezifische Informationen zu einzelnen Produkten und Aktionen erhalten. Als Informationsgrundlage dienen dabei die gespeicherten Informationen bisheriger Interaktionen (vor Ort im Einkaufszentrum oder im sozialen Netzwerk auf myneel.com) zwischen Nutzerin und Nutzer und Roboter. Mit Hilfe dieser Daten und der Echtzeit-Synchronisation zwischen Webseite und Roboterdatenbank, kann der Roboter Produkte und spezielle Angebote in dem Einkaufsmarkt den Kundinnen und Kunden vorschlagen. Darüber hinaus können Kundinnen und Kunden ihre persönlichen Daten vom Nutzerkonto im Einkaufszentrum durch Neel abrufen und einsehen, wie bspw. Einkaufsnutzen (Datta & Vijay, 2010; Datta, Kapuria, & Vijay, 2011).



Abbildung 2.10. **Neel** (links). Aus Neel: An „Intelligent Shopping Guide Using web data for rich Interactions,“ von C. Datta und R. Vijay, 2010, *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction*, S. 87; **Robovie** (rechts). Aus „A Communication Robot in a Shopping Mall,“ von T. Kanda, M. Shiomi, Z. Miyashita, H. Ishiguro und N. Hagita, 2010, *International Intelligent Robotics and Communication Laboratories*, 26, S. 900.

Robovie, der Shoppingassistent im Einkaufszentrum

Robovie ist eine Entwicklung der Forschergruppe um Takayuki Kanda der ATR Media Integration & Communications Research Laboratories (siehe Abbildung 2.10). Er hilft Kundinnen und Kunden eines Einkaufszentrums bei der Suche nach Geschäftsstandorten oder Restaurants (Kanda, Ishiguro, Ono, Imai, & Nakatsu, 2002). Er beschreibt Kundinnen und Kunden entweder den Weg zu gewünschten Geschäften oder Restaurants mit Hilfe von Sprache und Gestik (bspw. durch Zeigegesten) oder bringt sie direkt dort hin (Kanda et al., 2002). Als Einkaufshilfe für Ältere, begleitet Robovie zudem Nutzerinnen und Nutzer nicht nur durch den Einkaufsmarkt, sondern gibt ihnen zudem Produktvorschläge und trägt den Warenkorb (Iwamura, Shiomi, Kanda, Ishiguro, & Hagita, 2011). In beiden Szenarien wird besonderer Wert auf die natürliche und soziale Art und Weise der Interaktion zwischen

Robovie und den Kundinnen und Kunden gelegt. Dies wurde in seinem menschenähnlichen Aussehen mit Rumpf, Armen, Kopf und Augen berücksichtigt, um interaktive und menschenähnliche Verhaltensweisen ausführen zu können.

Mit Hilfe verschiedener Sensoren ist Robovie in der Lage, Personen zu erkennen und sie anzusprechen. Der 1,20 m und 40 kg schwere Robovie navigiert autonom durch das Einkaufszentrum. Die Sprachausgabe erfolgt mittels integrierter Lautsprecher. Zwei Mikrofone dienen der Wahrnehmung der menschlichen Stimme. Zusätzlich verfügt Robovie über den gesamten Korpus verteilte Berührungssensoren, sowie zehn taktile Sensoren rund um die mobile Plattform. Hautsensoren ermöglichen die Realisierung von interaktiven Verhaltensweisen, wie Händeschütteln. Dazu wurde eine sensitive Haut mit druckempfindlichen Sensoren entwickelt. Die Augen haben jeweils einen Schwenk-Neige-Mechanismus mit Direktantriebsmotoren, um Blickkontakte herstellen und kontrollieren zu können (Ishiguro et al., 2001; Iwamura et al., 2011; Kanda, Shiomi, Miyashita, Ishiguro, & Hagita, 2010).

TOOMAS, der Shoppingassistent im Baumarkt

TOOMAS wurde in Zusammenarbeit des Fachgebiets Neuroinformatik/Kognitive Robotik der Technischen Universität Ilmenau und der MetraLabs GmbH entwickelt (Groß et al., 2009). Der 1,5 m große und 75 kg schwere TOOMAS (siehe Abbildung 2.11) unterstützt Kundinnen und Kunden bei ihrer Artikelsuche im Baumarkt. Hauptaufgabe ist dabei das Lotsen der Kundschaft durch den Baumarkt zum gesuchten Produkt bzw. zu gesuchten Produkten. Dabei bewegt sich der Roboter mit einer Geschwindigkeit von bis zu 0.8 m/s frei im Baumarkt. Mit Hilfe des an TOOMAS befestigten Touchscreens lässt sich die Produktsuche in der Artikel-Datenbank des Baumarkt-Sortiments durchführen. Dieser Service soll es Kundinnen und Kunden erleichtern, sich in einem großflächigen und unübersichtlichen Baumarkt zu orientieren und die gewünschten Produkte zielsicher zu finden. Darüber hinaus sind Zusatzdienste wie z. B. Produktinformationen möglich. Mittels verschiedener Sensoren, Kameras und einer gespeicherten Umgebungskarte navigiert TOOMAS vollkommen autonom durch seine dynamische Einsatzumgebung (Groß et al., 2009). TOOMAS verfügt über eine Sprachausgabe mittels integrierter Stereolautsprecher, wodurch er mit Kundinnen und Kunden kommunizieren und ihnen Hinweise zur Artikelsuche geben kann. Durch Motoren im Kopfbereich können Kopf und Augenlider bewegt werden, um Aufmerksamkeit und Blickkontakt zu simulieren.

Werner, der Shoppingassistent im Elektronik-Fachmarkt

Genauso wie TOOMAS, ist Werner (siehe Abbildung 2.11) ein Shoppingroboter der Firma MetraLabs GmbH, welcher auf der gleichen Roboterplattform SCITOS A5 basiert. Er führt Kundinnen und Kunden durch den Conrad Electronic Fachmarkt zu ihren gesuchten Produkten (Wolf, 2013).

Ally und Roger

Ally und Roger (siehe Abbildung 2.11) basieren ebenfalls auf der Roboterplattform SCI-

TOS A5 der Firma MetraLabs und führen im neuen Future Store der METRO GROUP und im real,- Markt in Tönisvorst (Nordrhein-Westfalen) Kundinnen und Kunden auf Wunsch durch den Markt und stellen die neuen Innovationen vor, die hier mit dem Ziel getestet werden, der Kundin und dem Kunden mehr Komfort und ein umfassenderes Einkaufserlebnis zu bieten (Lepak & Schilberg, 2013).



Abbildung 2.11. Shoppingroboter der Firma MetraLabs GmbH (von links nach rechts): TOOMAS (eigenes Foto), Werner (eigenes Foto) und Ally (aus „Mobile Shopping Guide,“ in MetraLabs mobile robots, abgerufen am 13.03.2012 von http://metralabs.com/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=89)

2.1.3.2 Abgrenzung der Lotsenroboter von Lotsen-Assistenzsystemen

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

Personal Shopping Assistant PSA

Der Personal Shopping Assistant (PSA) der METRO AG ist ein am Einkaufswagen befestigter Computer mit Touchscreen und entsprechender Software, den Kundinnen und Kunden im „Extra Future Store“ für ihren Einkauf nutzen können. Der Lotsen-Assistent zeigt die personalisierte Einkaufsliste der Nutzerin oder des Nutzers an, gibt Empfehlungen auf Basis der Präferenzen und Informationen zu Aktionen und Sonderangeboten.

Durch einen integrierten Barcodescanner können alle Produkte im Warenkorb einges-

cannt werden. Der PSA gibt zudem weitere Produktempfehlungen und Hinweise zum gerade eingescannten Produkt, bspw. welches weitere Produkt dazu passt. Basierend auf der Einkaufsliste leitet der PSA die Nutzerinnen und Nutzer durch den Einkaufsmarkt zu den entsprechenden Produktstandorten, die jeweils auf dem Monitor dargestellt werden. Werden alle im Warenkorb befindlichen Produkte eingescannt, ist der Gesamtpreis der Waren jederzeit für die Nutzerin oder den Nutzer transparent und erleichtert am Ende das Abkassieren (Strüker & Sackmann, 2004).

iGrocer

iGrocer ist ein Einkaufsassistent, der auf das Smartphone installiert werden kann. Er hilft den Nutzerinnen und Nutzern ihre Einkaufslisten zu verwalten und den wöchentlichen Einkauf zu planen. iGrocer speichert dabei Ernährungsprofile der Nutzerinnen und Nutzer und berät, welche gesunden und preisgünstigen Produkte gekauft werden sollten. Besonders nützlich ist diese Anwendung für Ältere und Personen, die auf eine spezielle Ernährung oder Kalorienzufuhr achten müssen. iGrocer gibt hier Produktempfehlungen basierend auf einer Kompatibilitätsprüfung zwischen der Gesundheit des Benutzer-Ernährungsprofils und des Nährstoffgehalts der Lebensmittel. Die Nutzerin und der Nutzer müssen sich demnach nicht mehr die teilweise zu klein geschriebenen Nährwertangaben auf der Rückseite von Konservendosen durchlesen, sondern erhalten alle wesentlichen Informationen auf ihr Smartphone. Zusätzlich bietet iGrocer basierend auf einer gespeicherten Einkaufsliste eine interaktive Umgebungskarte, die die Position jedes der Elemente auf der Einkaufsliste anzeigt und während des Einkaufs den kürzesten Weg durch das Geschäft ermittelt (Shekar, Nair, & Helal, 2003).

Massive

Massive ist ein intelligenter, mobiler Einkaufsassistent für Mobiltelefone und PCs, der Kundinnen und Kunden während des gesamten Einkaufsprozesses unterstützt. Die über natürliche Sprache angelegte Einkaufsliste kann anhand von Empfehlungen von Massive um weitere Produkte erweitert werden, die bspw. bereits existierende Produkte auf der Liste ergänzen. Nutzerinnen und Nutzer können dabei generische Begriffe, wie Milch oder Käse bei der Erstellung der Einkaufsliste verwenden. Massive gibt dann entsprechend zum Listeneintrag eine jeweilige Liste mit denen im Markt vorhandenen Produkten an, aus den das passende ausgewählt werden kann. Anhand von WiFi-tags können sich Nutzerinnen und Nutzer anschließend den kürzesten Weg zum Artikelstandort auf einer Umgebungskarte anzeigen lassen (Bhattacharya et al., 2012).

Mehrwert von Lotsenrobotern

Lotsen-Assistenzsysteme sind Nutzerinnen und Nutzer vertrauter durch ihre bereits vorhandene Affinität zur Bedienung von Handys und Smartphones. Zudem sind Lotsen-Assistenzsysteme für die Firmen, die diese einsetzen, sehr viel kostengünstiger als Serviceroboter. Warum also einen Serviceroboter einsetzen und nutzen?

Lotsenroboter sind anders als Lotsen-Assistenzsysteme reine Softwareanwendungen, die neben den Funktionen der Lotsen-Assistenzsystemen zudem als Bewegungseinrichtungen in der Umwelt agieren und interagieren können. Sie führen Kundinnen und Kunden zum gesuchten Standort oder Produkt, indem sie voraus fahren. Zudem weisen die meisten Lotsenroboter eine Verkörperung auf, vorwiegend mit menschlichen Charakteristiken (z. B. menschliche Silhouette, Kopf mit Augen und Mund oder auch Armen), die eine Interaktion erleichtern und interaktiver gestalten können.

Diese Form der Verkörperung („Embodiment“ einer Technologie) weist für Nutzerinnen und Nutzer einen zusätzlichen Mehrwert auf, der sich in Form des Nutzes äußert. Anders als bei den weniger aufwändigen Lotsen-Assistenzsystemen, die einfach auf einem mobilen Endgerät installiert werden, wird der Lotsenroboter als Einkaufspartner verstanden, wie erste Untersuchungen zeigen. So zeigt die Studie von Kanda et al. (2009), dass die Interaktion mit dem Shoppingroboter Robovie in einem Einkaufszentrum von den N=235 Teilnehmerinnen und Teilnehmern positiver bewertet wurde als die Interaktion mit den im Einkaufszentrum vorhandenen Informationsdisplays. Sowohl das Informationsdisplay als auch Robovie waren stationär im Einkaufszentrum. Nutzerinnen und Nutzer erhielten die Informationen je nachdem was sie nutzten, auf dem Display des Informationsdisplays oder via Gesten und Sprachausgabe des Roboters. Dabei waren die Informationen durch die Gesten des Roboters für die Nutzerinnen und Nutzer nützlicher und interessanter. 99 der 235 Nutzerinnen und Nutzer wurden durch Robovie sogar eher dazu animiert, ein beschriebenes Geschäft auch zu besuchen und dort etwas zu kaufen (Kanda, Shiomi, Miyashita, Ishiguro, & Hagita, 2009). In einer zweiten Studie wurde Robovie mit einem Roboter-Einkaufswagen (Cart Robot) verglichen (kommunikativer vs. funktionaler Roboter, siehe Abbildung 2.13). Dabei beschrieb Robovie den Weg nicht wie zuvor mittels Sprache und Gestik, sondern führte die Nutzerinnen und Nutzer direkt zu den gesuchten Produkten im Supermarkt und trug während des gesamten Einkaufs den Einkaufskorb. In dem 2x2-faktoriellen Untersuchungsdesign wurde neben dem Robotertyp (humanoider Roboter vs. funktionaler Roboter), auch die Konversation (mit Konversation - der Roboter unterhielt sich während des gesamten Einkaufs vs. ohne Konversation - der Roboter sagte nichts während des Einkaufs) untersucht. Die N=24 Versuchspersonen, die an dem Feldexperiment teilnahmen, interagierten via Sprache völlig eigenständig mit allen vier Robotertypen und wurden im Anschluss jeder Interaktion kurz befragt. Der Interaktionsablauf wurde dabei teilweise mit Hilfe der



Abbildung 2.12. Robovie und Cart Robot. Aus „Do Elderly People Prefer a Conversational Humanoid as a Shopping Assistant Partner in Supermarkets?“, von Y. Iwamura, M. Shiomi, T. Kanda, H. Ishiguro und N. Hagita, 2011, *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction*, S. 450.

während des gesamten Einkaufs den Einkaufskorb. In dem 2x2-faktoriellen Untersuchungsdesign wurde neben dem Robotertyp (humanoider Roboter vs. funktionaler Roboter), auch die Konversation (mit Konversation - der Roboter unterhielt sich während des gesamten Einkaufs vs. ohne Konversation - der Roboter sagte nichts während des Einkaufs) untersucht. Die N=24 Versuchspersonen, die an dem Feldexperiment teilnahmen, interagierten via Sprache völlig eigenständig mit allen vier Robotertypen und wurden im Anschluss jeder Interaktion kurz befragt. Der Interaktionsablauf wurde dabei teilweise mit Hilfe der

Wizard-of-Oz-Methode realisiert (d. h. Teile der Interaktion wurden durch einen Menschen im Hintergrund gesteuert (Dahlbäck, Jönsson, & Ahrenberg, 1993)). Hinsichtlich des Robotertyps schnitt Robovie in Bezug auf die soziale Akzeptanz (gemessen anhand verschiedener Items zur Nutzungsintention, zum Nutzspaß und zur einfachen Bedienung) besser ab als der Roboter-Einkaufswagen Cart Robot. Bezüglich der Konversation schnitten die Roboter, die während des gesamten Einkaufs mit den Versuchspersonen sprachen positiver ab und erzielten eine höhere soziale Akzeptanz wie die Roboter, die nichts während der Interaktion sagten (Iwamura et al., 2011).

Entsprechende Evaluationsstudien mit breiten Zielgruppen ungeschulter Nutzerinnen und Nutzer stehen in weiten Teilen noch aus. Ebenso Evaluationsstudien zu Lotsen-Assistenzsystemen, die es nach dem aktuellen Literaturstand noch nicht gibt.

Es ist zu klären inwiefern Lotsen-Assistenzsysteme und Lotsenroboter von den Nutzerinnen und Nutzern bewertet, akzeptiert und genutzt werden, um Aussagen darüber treffen zu können, welches System Zukunftspotenzial hat. Dies ist jedoch nicht Ziel dieser Arbeit. Im Rahmen dieser Dissertation wird der Frage nachgegangen, welche Faktoren von Lotsenrobotern deren Akzeptanz und Nutzung steigern können. Wie die bereits vorgestellten Studien zeigen, haben Serviceroboter einen Mehrwert, der sich in der Bewertung und Nutzung widerspiegelt. Sie haben Zukunftspotenzial, welches durch beeinflussende Faktoren bestärkt werden kann. Welche Faktoren dazu gehören und inwiefern dabei die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention beeinflusst wird, ist Gegenstand dieser Dissertation. Dabei ist zuerst zu klären, was unter der Mensch-Roboter-Interaktion zu verstehen ist und was Akzeptanz und insbesondere soziale Akzeptanz bedeutet.

2.2 Definition und Einordnung der Mensch-Roboter-Interaktion

Angelehnt an die Mensch-Mensch-Interaktion wird der Begriff Interaktion im soziologischen Kontext als wechselseitiger Prozess der Orientierung von Menschen in bestimmten Situationen verstanden. Voraussetzung dafür ist die Beziehung zwischen zwei oder mehr Personen, die sich in ihrem Verhalten aneinander orientieren und sich gegenseitig wahrnehmen können (Jäckel, 1997, S. 91). Die Interaktion ist folglich das „was zwischen zwei oder mehr Menschen in Aktion und Reaktion geschieht“ (Lersch, 1965, S. 53). Dabei kommt es auch zu gegenseitigen Beeinflussungen durch die aufeinander bezogenen Verhalten und Reaktionen (Asendorpf & Banse, 2000). Ähnlich verhält es sich bei der Mensch-Roboter-Interaktion.

Eine allgemeine Definition des Begriffs Mensch-Roboter-Interaktion von Fong (2001) beschreibt diesen, als die Studie von Menschen, Robotern und die Art wie sie sich gegenseitig beeinflussen. Für Wagner und Arkin (2006) ist die Mensch-Roboter-Interaktion darüber hinaus ein Forschungsgebiet, welches sich mit den Details des Wie und Warum Menschen

und Roboter miteinander interagieren beschäftigt (Wagner & Arkin, 2006). Goodrich und Schultz (2007) betrachten ebenfalls das Wie und Warum, berücksichtigen zusätzlich aber auch den Design- und Untersuchungsprozess. Die Mensch-Roboter-Interaktion ist demnach „a field of study dedicated to understanding, designing, and evaluating robotic systems for use by or with humans. Interaction, by definition, requires communication between robots and humans“ (Goodrich & Schultz, 2007, S. 204).

Im Zuge der Erforschung der Mensch-Roboter-Interaktion hat sich gezeigt, dass diese in verschiedenen Art und Weisen auftreten. Takeda, Kobayashi, Matsubara und Nishida (1997) unterscheiden die Mensch-Roboter-Interaktion hinsichtlich der drei Formen:

Intime Mensch-Roboter-Interaktion: Diese beschreibt eine multimodale direkte Interaktion zwischen Mensch und Roboter, bei der beide Interaktionspartner räumlich nahe beieinander sind und der Roboter seinen Körper für die Kommunikation einsetzen kann (z. B. Nutzung von Gestik).

Lose Mensch-Roboter-Interaktion: Hierbei befinden sich Mensch und Roboter an verschiedenen Orten, z. B. wenn ein Roboter durch einen Menschen gesteuert wird.

Kooperative Mensch-Roboter-Interaktion: Diese umfasst die Kooperation und Interaktion von Robotern untereinander und miteinander, bei der sie ihre Funktionen gemeinsam nutzen, um Aufgaben der Nutzerinnen und Nutzer zu erfüllen (z. B. überträgt ein Roboter einem anderen Roboter ein Hol- und Bringdienst, weil dieser aufgrund seiner Funktionalität nicht dazu in der Lage ist (Takeda, Kobayashi, Matsubara, & Nishida, 1997)).

Eine ähnliche Unterscheidung der Mensch-Roboter-Interaktion nimmt Thrun (2004) vor. Er differenziert die Mensch-Roboter-Interaktion nach indirekter und direkter Interaktion. Die indirekte Interaktion beschreibt dabei die Interaktion zwischen Mensch und Roboter über eine Distanz, ähnlich wie die lose Mensch-Roboter-Interaktion von Takeda et al. (1997). Hierbei gibt es einen Operator, der den Roboter kontrolliert und steuert. Der Roboter verfügt über eine geringe Autonomie und kommuniziert dem Operator lediglich Informationen über seine Umgebung und seine Aufgabe zurück, die der Operator anfordert. Bei der direkten Interaktion ist der Informationsfluss bi-direktional, und Mensch und Roboter kommunizieren Informationen in beide Richtungen. Dabei verfügt der Roboter über einen gewissen Grad an Autonomie und beide interagieren auf Augenhöhe miteinander (Thrun, 2004).

Neben der Unterscheidung der Mensch-Roboter-Interaktion hinsichtlich der Interaktionsart, kann sie nach Dautenhahn (2007) zudem hinsichtlich der Akteursperspektive unterschieden werden:

Roboter-zentrierte Mensch-Roboter-Interaktion: Hierbei wird der Roboter als ein Wesen mit eigenen Zielen, die sich auf Basis seiner Motivationen, Antriebe und Emotionen ergeben, gesehen. Die Interaktion mit Menschen dient dabei dazu, einen Teil seiner Bedürfnisse zu erfüllen und Ziele zu erreichen.

Menschen-zentrierte Mensch-Roboter-Interaktion: Der Roboter wird hierbei als ein System verstanden, welches Aufgaben für die Nutzerin oder den Nutzer ausführt, in einer für den Menschen akzeptablen und bequemen Weise.

Roboter-Erkenntnis-zentrierte Mensch-Roboter-Interaktion: Bei dieser Form der Mensch-Roboter-Interaktion wird der Roboter als ein intelligentes und autonomes System gesehen, welches über kognitive Fähigkeiten verfügt, wodurch es beispielsweise in der Lage ist, Dinge zu lernen oder Probleme zu lösen. Der Roboter entwickelt sich u. a. auf Basis der Mensch-Roboter-Interaktion weiter (Dautenhahn, 2007b).

Ziele der Mensch-Roboter-Interaktionsforschung sind häufig die Umsetzung einer guten Usability, um die Interaktion zwischen Mensch und Roboter auf technischer Ebene intuitiv und einfach zu gestalten (Dix, Finlay, Abowd, & Beale, 2004; Shneiderman, 2002; Rosson & Carroll, 2002), aber auch die Umsetzung einer angenehmen und sozialen Interaktion zwischen Mensch und Roboter steht häufiger im Fokus der interdisziplinären Forschung (Mitsunaga et al., 2008; Salvini et al., 2010; Satake et al., 2009).

Unter Berücksichtigung der dargestellten Aspekte zur Mensch-Roboter-Interaktion, soll diese, im Rahmen dieser Forschungsarbeit, als wechselseitiger Prozess der Orientierung und gegenseitigen Wahrnehmung zwischen einem Menschen und einem Roboter in einer intimen und direkten Form verstanden werden. Beide Interaktionspartner befinden sich währenddessen im selben Raum. Darüber hinaus handelt es sich um eine Menschen-zentrierte Mensch-Roboter-Interaktion, bei der ein Lotsenroboter seine Dienste der Nutzerin oder dem Nutzer anbietet und ihnen damit behilflich ist.

2.3 Definition und Einordnung der Akzeptanz

Aufgrund der Komplexität des Akzeptanzbegriffes, wird dieser nicht in seiner Gesamtheit erläutert, sondern auf den Untersuchungsgegenstand bezogen vorgestellt. Die Betrachtungen sollen zur Definition des Begriffs der sozialen Akzeptanz (als Evaluationskriterium) führen, die die Operationalisierung des Evaluationsgegenstandes ermöglicht. Dabei werden nicht nur die Akzeptanzfaktoren, die zur Akzeptanzmessung beitragen, sondern auch das Zusammenspiel dieser Akzeptanzfaktoren anhand von zwei, nach ihrem Bekanntheits- und Nutzungsgrad ausgewählten Theorien aufgezeigt (Kapitel 2.3.1). Darüber hinaus wird die Notwendigkeit der Erweiterung bestehender, etablierter Akzeptanz-Modelle für die Service-robotik hervorgehoben, die bereits in einigen neuen Modellentwicklungen berücksichtigt wurde (Kapitel 2.3.1.1 und Kapitel 2.3.1.2).

In einer Vorarbeit von Ludewig (2009) wurde bereits die Akzeptanz, als sehr komplexer Begriff, divergent betrachtet und kritisch reflektiert. Die dabei resultierenden Fazits zur Akzeptanz sollen für die vorliegende Arbeit als Ausgangspunkt aufgegriffen und weiterführend betrachtet werden.

Hierbei kann der Akzeptanzbegriff nicht in seiner Vollständigkeit dargestellt werden und soll daher im Rahmen dieser Dissertation soweit ausgeführt werden, dass die Operationalisierung der sozialen Akzeptanz als Evaluationskriterium deutlich wird (für einen umfassenden und geschichtlichen Einblick des Akzeptanzbegriffes sei an dieser Stelle auf Lucke 1995 und Degehardt 1986 verwiesen). Nach der Ausführung von Ludewig kann „Akzeptanz passiv oder aktiv auftreten. Während das passive Akzeptieren die Hinnahme des Akzeptanzobjektes durch das Akzeptanzsubjekt beschreibt, definiert sich das aktive Akzeptieren durch die bewusste Annahme des Akzeptanzobjektes, was u. a. eine psychische aber teilweise auch eine physische Auseinandersetzung mit dem Akzeptanzobjekt bedeutet, bei der sich beim Akzeptanzsubjekt (akzeptierende Person) eine Einstellung gegenüber dem Objekt (Akzeptanzgegenstand) bildet“ (Ludewig, 2009, S. 11). In der vorliegenden Dissertationsschrift liegt der Fokus auf der Untersuchung der aktiven Einstellungs- und Akzeptanzbildung.

Im Rahmen der Einstellungsbildung definieren Rosenberg und Hovland (1960) in ihrer Dreikomponententheorie drei Komponenten (kognitive, affektive und konative) als die essenziellen Komponenten, die die Basis der Einstellung bilden. Während die kognitive (verstandesmäßige) Komponente auf Wissens Elemente wie Wissen, Vorstellungen oder Überzeugungen über das Objekt zurückgreift und zur Bewertung des Objektes führt (z. B. Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen), bezieht sich die affektive Komponente vorrangig auf Gefühle im Umgang mit der Innovation. Diese Gefühle drücken sich dann in einem dauerhaft bestehenden motivational-emotionalen Zustand aus. Die konative Komponente (behaviorale Komponente) beschreibt den handlungsintentionalen Aspekt, der Ausdruck einer Verhaltensintention ist bzw. eine Handlungstendenz hervorruft (Rosenberg & Hovland, 1960; Müller-Böling & Müller, 1986). Auf Basis dieser drei Komponenten bildet sich beim Subjekt eine Einstellungsakzeptanz dem Objekt gegenüber, welche wiederum „anhand der Nutzungsintention in eine Reaktion übergeht und die Verhaltensakzeptanz durch eine beobachtbare Nutzung zeigt“ (Ludewig, 2009, S. 13). Basierend auf unserer Einstellung verhalten wir uns demnach annehmend oder ablehnend einem Objekt gegenüber (Trommsdorff & Teichert, 2011). Dieser Wirkungsweg wird in bestehenden Akzeptanzmodellen und -theorien als Grundlage zur Untersuchung und Erklärung der Akzeptanz genutzt. Dabei werden weniger die beiden ersten Komponenten berücksichtigt, als vielmehr die behaviorale Komponente, die die Nutzungsintention und Aktion zeigt.

2.3.1 Akzeptanzmodelle

Fishbein und Ajzen bestätigten in ihren empirischen Untersuchungen und ihrer darauf basierenden „Theory of Reasoned Action“ (TRA) die starke Beziehung zwischen Einstellung, Intention und Verhalten (Fishbein & Ajzen, 1975). Die TRA postuliert im Allgemeinen, dass ein rationaler Mensch, Verhaltensentscheidungen auf Grundlage der ihm zur Verfügung gestellten und zugänglichen Informationen trifft und die Bedeutung seines Handelns bedenkt. In der TRA wird davon ausgegangen, dass die Intention eines Menschen ein Verhalten auszuführen, die direkte Determinante des Handelns ist. Abgesehen von unvor-

hersehbaren Ereignissen handeln Menschen in Übereinstimmung mit ihrer Intention. Diese Verhaltensintention wiederum wird durch die Einstellung einer Person und von sozialen Einflüssen determiniert (Fishbein & Ajzen, 1975).

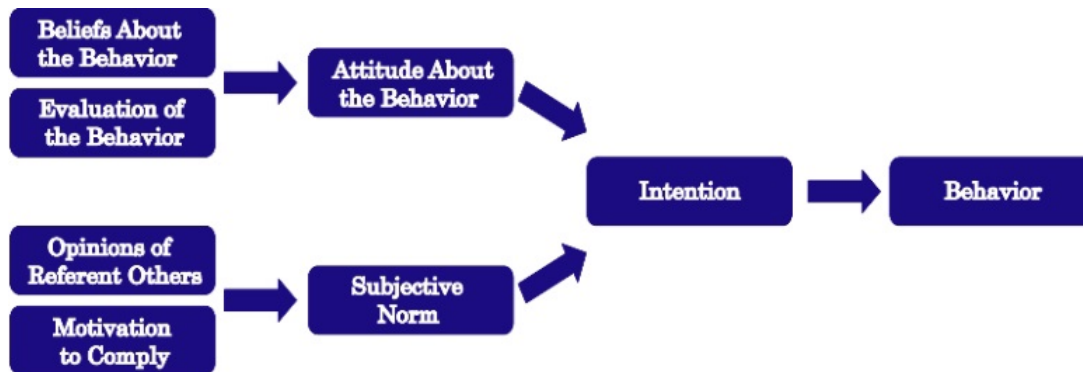


Abbildung 2.13. Theory of Reasoned Action - TRA. In Anlehnung an *Attitudes, Personality and Behavior* (S. 118) von I. Ajzen, 1991, Milton Keynes: Open University Press.

Basierend auf der TRA entwickelte Davis (1989) das Technology Acceptance Model (TAM). Dieses stellt nicht das Verhalten, sondern die Nutzung als Aktion in den Fokus, welche aufgrund von Einstellungen ausgeübt wird. Demnach beschreibt das TAM die Nutzungsintention als direkte Determinante der tatsächlichen Nutzung. Davis definiert darüber hinaus die Nutzung als Akzeptanz von Technologien. Dieses Modell wurde bereits für die Akzeptanzmessung von verschiedenen technischen Systemen genutzt und im Laufe der Zeit adaptiert und in weiteren Untersuchungen erweitert. Venkatesh et al. (2003) geben diesbezüglich einen Überblick über die später entwickelten Akzeptanzmodelle und -theorien und kombinieren die am meisten reliablen Konstrukte in der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT).

Dieses Modell basiert auf acht Technologie-Akzeptanz-Modellen, die die Verhaltensintention und/oder die Nutzung des technischen Systems als abhängige Variable zur Charakterisierung der individuellen Technologieakzeptanz betrachten. Im Gegensatz zu allen anderen bisherigen Akzeptanz-Theorien und -Modellen, die zwischen 17% und 53% Varianz der Nutzungsintention erklären, erklärt die UTAUT 70% Varianz der Nutzungsintention. Das bedeutet, dass die Wirksamkeit von unabhängigen Variablen auf die abhängigen Variablen Verhaltensintention und Nutzung bis zu 70% aufgeklärt werden kann. Die folgenden Schlüsselkomponenten, die aus dem konzeptionellen und empirischen Vergleich der acht Akzeptanz-Theorien und -Modelle entstanden, erklären im Rahmen der UTAUT die *Behavioral Intention* (Verhaltensintention) und das *Use Behavior* (Nutzungsverhalten):

Performance Expectancy (Erwarteter Nutzen): Grad, in dem ein Individuum glaubt, dass die Nutzung eines bestimmten Systems ihm oder ihr helfen wird, die Aufgaben erfolgreicher und besser zu realisieren.

Effort Expectancy (Erwarteter Aufwand zur Nutzung): Annahme über das Ausmaß an Aufwand, mit welcher die Verwendung verbunden ist.

Social Influence (Sozialer Einfluss): Grad, in dem ein Individuum glaubt, dass Personen aus ihrem sozialen Umfeld glauben, er oder sie sollte das neue System nutzen.

Facilitating Conditions (Unterstützende Bedingungen): Ausmaß der vorhandenen Rahmenbedingungen, die die Verwendung der Technologie erleichtern (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003).

Nach Venkatesh et al. (2003) sind diese Schlüsselkomponenten direkte Determinanten der Verhaltensintention und des Nutzungsverhaltens. Die ersten drei Variablen sind dabei direkte Determinanten der Verhaltensintention, während die Verhaltensintention und unterstützende Bedingungen direkt das Nutzungsverhalten beeinflussen und damit die Nutzerakzeptanz aufzeigen. Des Weiteren moderieren *Gender* (soziokulturelles Geschlecht), *Age* (Alter), *Experience* (Erfahrung) und *Voluntariness of use* (Freiwilligkeit der Nutzung) den Einfluss der Determinanten auf die Verhaltensintention und das Nutzungsverhalten (Venkatesh et al., 2003). Da dieses theoretische Modell den Vorteil hat, dass Verhaltensma-

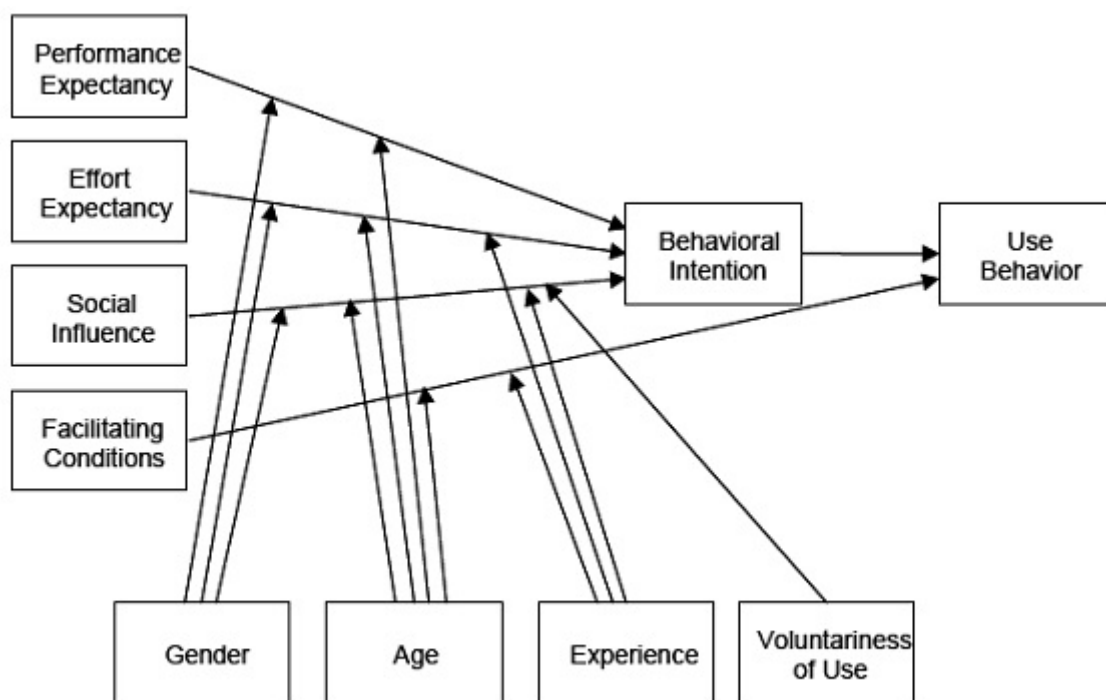


Abbildung 2.14. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology - UTAUT. Aus „User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View,“ von V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis und F. D. Davis, 2003, *MIS Quarterly*, 27(3), S. 447.

ße, wie die Nutzungsintention und das Nutzungsverhalten als tatsächliche Akzeptanzmaße für einen Serviceroboter dienen können, wurde es für die Untersuchung der Akzeptanz des Shoppingroboters TOOMAS in der Diplomarbeit von Ludewig (2009) herangezogen.

Dabei wurde berücksichtigt, dass dieses Modell für die Analyse von Softwaresystemen in Organisationen entwickelt wurde und nicht direkt auf ein komplexes Robotersystem übertragen werden kann. Daher wurde die UTAUT verwendet, um das Szenario eines Einkaufsassistenten in einem Baumarkt und nicht das gesamte Robotersystem zu untersuchen. Dafür wurden die Determinanten auf ihre Übertragbarkeit auf das Forschungsobjekt (Shoppingroboter) und den Forschungskontext (Einkaufsszenario) überprüft. Neben den vier De-

terminanten waren Geschlecht, Alter und Erfahrung mit dem Roboter (z. B. Nutzung in der Vergangenheit) von Interesse, weil diese die Nutzerakzeptanz beeinflussen könnten. Freiwilligkeit der Nutzung war hinfällig, da die Nutzung des Shoppingroboters nicht obligatorisch, aber ein optionaler Service war. Neben diesen Determinanten wurden zusätzlich die Einflussfaktoren *Attitude Toward Using Technology* (Einstellung gegenüber der Technologienutzung), *Anxiety* (Angst) und *Self-Efficacy* (Selbstvertrauen) in die Untersuchung aufgenommen, aufgrund ihrer Relevanz für dieses Szenario; auch wenn sie nach Venkatesh et al. (2003) keine signifikante Rolle als direkte Determinanten der Verhaltensintention und des Nutzungsverhaltens spielen.

Die Ergebnisse der Untersuchung von Ludewig (2009) zeigten in der dritten Iteration in der schrittweisen Regressionsanalyse ein statistisch signifikantes ($F=62,20$; $p<.001$) Regressionsmodell, das vier von acht Prädiktoren einschloss, die zusammen 57% ($R^2=0,57$; $SD=0,80$) der Gesamtvarianz an der zukünftigen Nutzungsintention erklärten. Größten Einfluss übte die Determinante Einstellung gegenüber der Technologienutzung der UT-AUT aus, gefolgt von den Determinanten erwarteter Nutzen und erwarteter Aufwand zur Nutzung.

Das Resümee von Ludewig: „Es wurde zwar versucht die UTAUT an den Untersuchungsgegenstand anzupassen, dennoch ist es empfehlenswert hier die Theorie grundlegend zu überarbeiten. Es ist notwendig weitere akzeptanzbedingende Faktoren zu ermitteln, die es ermöglichen mehr Varianz der Akzeptanz zu erklären und die mehr auf das Themenfeld der Robotik zugeschnitten sind“ (Ludewig, 2009, S. 84). Auch Heerink vermerkte, dass die UTAUT für spezielle Themenfelder angepasst werden muss, was er im Rahmen seiner Untersuchungen umsetzte (Heerink et al., 2010).

Erste Weiterentwicklungen zur Messung der Akzeptanz von Roboterassistenten sind das Almere-Modell von Heerink, Kröse, Evers und Wielinga (2010) und das USUS Evaluierungsmodell von Weiss, Bernhaupt, Lankes und Tscheligi (2009). Beide bezogen dabei die UTAUT in ihren Modellen mit ein. Heerink et al. (2010) entwickelten ein Akzeptanzmodell für soziale Assistenzsysteme für ältere Menschen und legten dafür die UTAUT zugrunde, um sie um weitere relevante Faktoren der Akzeptanz zu erweitern. Weiss et al. (2009) konzentrierten sich auf Roboterassistenzsysteme, die mit Menschen in der Arbeitsumgebung zusammenarbeiten und integrierten hierfür die UTAUT in ein komplexes Rahmenmodell.

Beide Modelle werden nachfolgend kurz vorgestellt, da sie als Grundlage dienen, relevante Akzeptanzfaktoren für den Bereich der Lotsenrobotik zu identifizieren, die sich bereits in anderen Anwendungsbereichen als wichtig herausstellten.

2.3.1.1 Das Almere-Modell

Ausgangspunkt für Heerink, Kröse, Evers und Wielinga (2010) waren zwei Studien auf Basis der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT), die insgesamt 34%-47% der Gesamtvarianz an der Nutzungsintention erklärten. Diese geringe Erklärungs-

kraft nahmen Heerink et al. (2010) zum Anlass, die UTAUT anzupassen. So entwickelten sie auf der Grundlage der UTAUT das Almere-Modell², welches insbesondere zur Erklärung der Akzeptanz bei Assistenzsystemen in der sozialen Robotik, speziell im Pflegebereich bei älteren Nutzerinnen und Nutzern angewandt werden soll. Akzeptanz unterteilten Heerink et al. (2010) in zwei Bereiche. Zum einen die funktionale Akzeptanz, die Faktoren wie Nützlichkeit und eine einfache Nutzung umfassen. Zum anderen die soziale Akzeptanz, die die Akzeptanz des Roboters (mensch- oder tierähnlich) als ein Kommunikationspartner versteht, mit dem eine soziale Beziehung möglich ist. Da die UTAUT besonders die funktionale Akzeptanz erfasst, wurden die Erweiterungen vor allem mit dem Fokus auf die soziale Akzeptanz vorgenommen.

Heerink et al. (2010) passten das Konzept der UTAUT für ihr Almere-Modell an den Anwendungsbereich der Pflegerobotik und an die diesbezügliche Zielgruppe an. Dafür wurden weitere Determinanten der UTAUT sowie weitere relevante Akzeptanzfaktoren berücksichtigt. Neben den von Venkatesh et al. (2003) definierten signifikanten Determinanten Nutzenerwartung, Aufwandserwartung (umbenannt in wahrgenommene Nützlichkeit und einfache Nutzung), sozialer Einfluss und unterstützende Bedingungen, die die Nutzungsintention und Nutzung beeinflussen, nutzten Heerink et al. (2010), wie auch Ludewig (2009), die nicht signifikanten Determinanten Selbstvertrauen, Ängstlichkeit und Einstellung gegenüber der Technologienutzung. Sie erweiterten darüber hinaus die UTAUT um fünf weitere, noch nicht konzeptualisierte Faktoren, die stärker die soziale Interaktion berücksichtigten und besonders für den Bereich der sozialen Roboter als relevant erachtet wurden (Heerink et al., 2010, S. 137-138):

Perceived Enjoyment (Wahrgenommener Spaß) - Grad des empfundenen Spaßes oder der empfundenen Freude während der Nutzung des Systems.

Perceived Adaptivity (Wahrgenommene Anpassungsfähigkeit) - Grad der Anpassungsfähigkeit des Systems an die sich ändernden Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer.

Social Abilities (Soziale Fähigkeiten) - Grad der wahrgenommenen Fähigkeit des Systems, soziales Verhalten zu zeigen.

Social Presence (Soziale Präsenz) - Grad, in dem das System während der Interaktion als soziale Entität wahrgenommen wird. Soziale Entität meint dabei die beteiligten sozialen Akteure – wie zum Beispiel Lebewesen oder Menschen im Rahmen einer sozialen Interaktion.

Trust (Vertrauen) - Grad des Glaubens, dass der Roboter mit persönlicher Integrität agiert.

Das Almere-Modell wurde in vier kontrollierten Experimenten und Langzeitstudien mit drei verschiedenen sozialen Robotersystemen in Pflegeeinrichtungen und in Haushalten von

²Es bekam den Namen Almere, weil die dafür durchgeführten Studien vorwiegend in der dänischen Stadt Almere durchgeführt wurden (Heerink et al., 2010).

älteren Menschen untersucht und validiert. Dabei zeigte sich insgesamt, dass das Almere-Modell mit 59%-79% der Varianz an der Nutzungsintention und 49%-59% der Varianz an der tatsächlichen Nutzung mehr Erklärungskraft hat als die UTAUT (Heerink et al., 2010). Dabei spielten von den elf untersuchten Faktoren sieben eine Rolle als direkte Determinanten der Nutzungsintention und drei waren direkte Determinanten der Nutzung (siehe Abbildung 2.15).

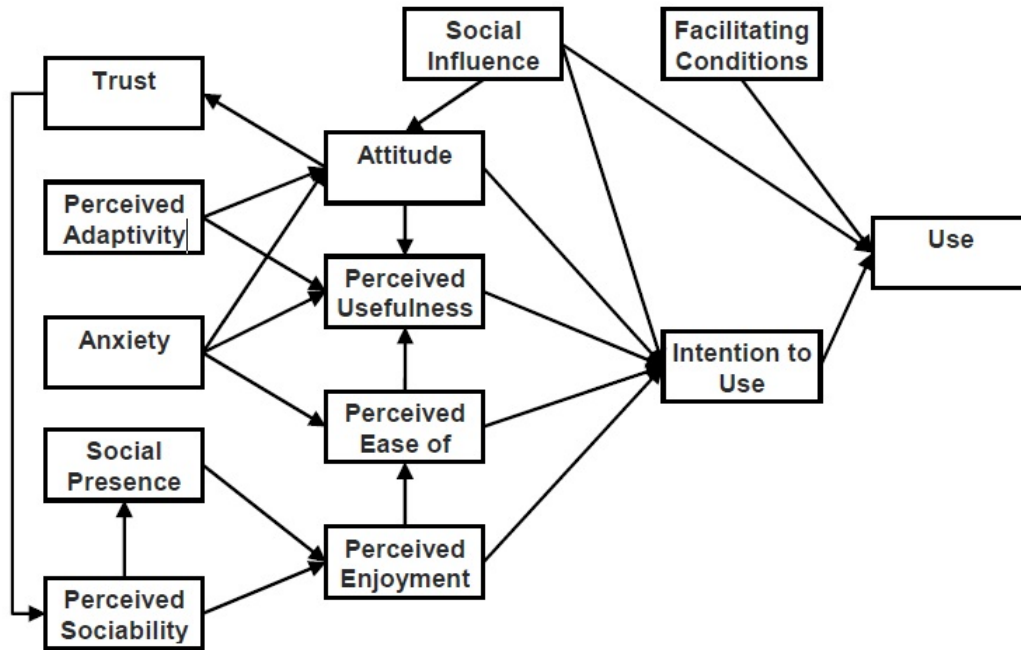


Abbildung 2.15. Almere-Modell. In Anlehnung an „Exploring the Influence of Age, Gender, Education and Computer Experience on Robot Acceptance by older Adults,“ von M. Heerink, 2011, *International Conference on Human-Robot Interaction*, S. 147.

Bezüglich der neu hinzugefügten sozialen Faktoren, die für die vorliegende Dissertation ebenfalls von besonderem Interesse sind, zeigte sich insgesamt, dass die Roboter, die über soziale Fähigkeiten verfügten, auch als soziale Entitäten von den älteren Nutzerinnen und Nutzern wahrgenommen wurden: je sozialer dabei der Roboter war, desto mehr wurde er als soziale Entität gesehen und desto mehr Spaß hatten die Nutzerinnen und Nutzer während der Interaktion. Zu den sozialen Fähigkeiten zählten z. B. Aspekte, wie das Halten von Blickkontakt, dass der Roboter Nutzerin und Nutzer während der Interaktion beim Namen nennt und er sich für Fehler entschuldigt.

Für ein Lotsenroboterszenario spielen soziale Fähigkeiten bzw. das Vorhandensein von sozialen Verhaltensweisen ebenfalls eine wichtige Rolle, damit sich Nutzerinnen und Nutzer während der Interaktion wohl fühlen, sie Spaß haben und die Interaktion intuitiv ist. Soziales Verhalten spielt dabei eine wichtige Rolle, damit die Erwartungen der Mitglieder einer Gesellschaft hinsichtlich der Art und Weise, wie sich verhalten werden soll, erfüllt werden (Zimbardo & Gerrig, 2004, S. 756). So sollte sich auch ein Serviceroboter entsprechend konform den sozialen Erwartungen verhalten.

Bezüglich des Faktors Anpassungsfähigkeit zeigte sich bei Heerink et al. (2010), dass die älteren Nutzerinnen und Nutzer einem anpassungsfähigen Roboter positiv gegenüber stehen. Allerdings wünschen sie sich dabei einen Roboter, der für sie hilfreich ist, bei Dingen, die sie tatsächlich benötigen, nicht bei Dingen, die sie noch nicht benötigen. Bedingung bei einem anpassungsfähigen Roboter ist, dass das System immer noch durch die Nutzerin oder den Nutzer kontrolliert wird. Anderenfalls stehen die Nutzerinnen und Nutzer dem Roboter ängstlich gegenüber und zeigen nur bedingtes Vertrauen in das System.

In einer öffentlichen Einsatzumgebung, wie einem Einkaufszentrum, einem Museum oder Bürokomplex bei dem Nutzerinnen und Nutzer nur eine kurze Zeit mit dem Lotsenroboter interagieren ist dieser Faktor nicht von großer Relevanz und wird im Rahmen der vorliegenden Dissertationsschrift nicht berücksichtigt.

2.3.1.2 Das USUS Evaluierungsmodell

Das USUS (Usability, Social Acceptance, User Experience und Societal Impact) Evaluierungsmodell ist ein Rahmenmodell zur Erhebung der Mensch-Roboter-Interaktion mit humanoiden Robotern, speziell in kollaborativen Arbeitsszenarien. Das Modell soll den Designprozess von Mensch-Roboter-Interaktionsprojekten unterstützen. Dabei werden die Fragen geklärt, ob Menschen Serviceroboter als eine Unterstützung bei der Zusammenarbeit erleben und sie als Teil der Gesellschaft bzw. als „Mitarbeiter“ akzeptieren. Service-roboter sind dabei Teil des Arbeitsumfeldes, in dem Mensch und Roboter in Kooperation Aufgaben erledigen. Ziel war es für Weiss, Bernhaupt, Lankes und Tscheligi (2009), über die typischen Usability-Studien hinaus, einen nutzerzentrierten Ansatz zur Untersuchung der Mensch-Roboter-Interaktion hervorzubringen, der neben den funktionalen Faktoren auch sozio-emotionale und gesellschaftliche Faktoren berücksichtigt. Demnach setzt sich das USUS Evaluierungsmodell, neben der *Usability*, aus den weiteren Faktoren *Social Acceptance*, *User Experience* und *Societal Impact* zusammen (Weiss et al., 2009; siehe Abbildung 2.16):

Usability

Nach Weiss et al. (2009) spielen nicht nur die Indikatoren Nützlichkeit, Effektivität und Effizienz eines Roboterassistenten eine wichtige Rolle. Daneben sind die Erlernbarkeit (Grad der Fähigkeiten, um das System zu bedienen), die Flexibilität (Vielfalt an Kommunikationskanälen, die zur Interaktion zur Verfügung stehen) und die Robustheit des Systems für dessen Usability relevant.

Social Acceptance

Neben den UTAUT-Faktoren Nutzenerwartung, Aufwandserwartung, Einstellung gegenüber der Technologienutzung und Selbstbewusstsein, das System bedienen zu können, integrierten Weiss et al. (2009) zusätzlich Faktoren aus der „Theory of object-centered sociality“ von Knorr-Cetina (1997):

Forms of grouping - Dieser Faktor beschreibt die Tatsache, dass Menschen ihre Iden-

tität durch die gemeinsamen Merkmale mit anderen Menschen und sich selbst definieren, sowie durch die Unterscheidung von anderen Gruppen. Knorr-Cetina (1997) zeigte, dass Menschen auch Gegenständen, mit denen sie oft interagieren, persönliche Eigenschaften zuschreiben und eine Gruppe mit diesen Objekten, wie z. B. Service-robotern, bilden.

Attachment - Beschreibt die emotionale Bindung zu Objekten (bspw. dem Lieblingsbuch). Für das USUS Evaluierungsmodell wird Attachment als der Zuneigungsgrad definiert, den eine Person zwischen sich und einem Roboter bildet.

Reciprocity - Meint die Wahrnehmung von Geben und Nehmen in einem Mensch-Roboter-Interaktionsszenario. Menschen können schnell sozial auf Roboter-Agenten reagieren. Fraglich ist jedoch, ob Menschen auch ein solches Roboter-Feedback als ein angemessenes gegenseitiges Verhalten erleben oder es ablehnen.

User Experience

Weiss et al. (2009) gehen davon aus, dass positive Nutzererfahrungen mit einem Roboterassistenten sich positiv auf die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter auswirken und diese verbessern. Dabei spielen vorwiegend sozio-emotionale Indikatoren für die User Experience eine Rolle, wie:

Embodiment - Bezeichnet die körperliche Morphologie des Roboters und ihre Auswirkungen auf die Erwartungen an den Roboter. Es wird berücksichtigt, inwiefern eine anthropomorphe Gestaltung eine erfolgreiche Mensch-Roboter-Interaktion unterstützt.

Emotion - Beschreibt den Grad der sozialen Interaktionsfähigkeit des Roboters. Von Interesse sind dabei die Emotionen, die Roboter bei Menschen hervorrufen.

Human-Oriented Perception - Bezieht sich auf den Design-Ansatz in der Mensch-Roboter-Interaktion, bei dem menschenähnliche Wahrnehmung simuliert wird, um die Interaktion zu erleichtern, z. B. durch das Erfassen des menschlichen Gesichts, sowie der Erkennung und Interpretation der menschlichen Sprache und Mimik.

Feeling of Security - Definiert den Grad der vom Menschen wahrgenommenen Sicherheit gegenüber dem Roboter in der gemeinsamen Umgebung.

Co-Experience with Robots - Meint den Erfahrungsaustausch zwischen Menschen in Bezug auf ihre Roboterinteraktionen. Darüber hinaus ist hierbei die Erfahrung, die Menschen mit Robotern machen, von Bedeutung, wenn der Roboter innerhalb einer Gruppe von Menschen als Vermittler fungiert.

Societal Impact

Hierunter fassen Weiss et al. (2009) vorwiegend gesellschaftliche Faktoren, die durch die Eingliederung von Robotern in das gesellschaftliche Leben beeinflusst werden, wie

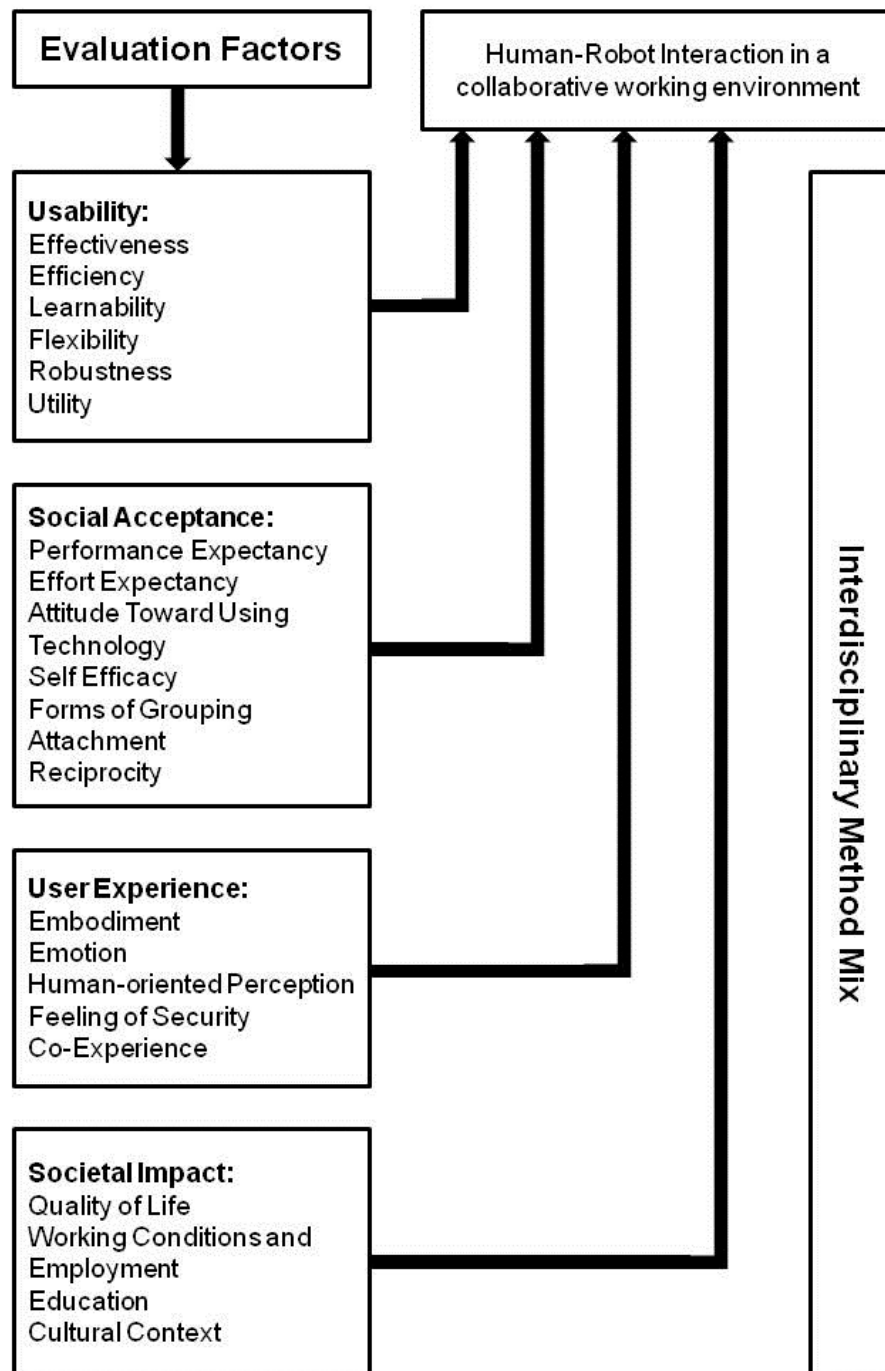


Abbildung 2.16. USUS Evaluierungsmodell. In Anlehnung an „The USUS Evaluation Framework for Human-Robot Interaction,“ von A. Weiss, R. Bernhaupt, M. Lankes und M. Tscheligi, 2009, *Proceedings of the Symposium on New Frontiers in Human-Robot Interaction*, S. 159.

Quality of Life, Work and Security - Bezeichnet den Grad der Veränderung der Privatsphäre durch künstliche Intelligenzen und Robotertechnologien. Es wird erwartet,

dass die Integration von künstlichen Intelligenzen und Robotertechnologien die Natur der menschlichen Beziehungen zueinander, sowie das Gesundheitssystem und Sicherheitsaspekte verändert (z. B. die elektronische Privatsphäre).

Working Conditions and Employment - Im Rahmen dieses Faktors werden alle Aspekte, die Menschen bei der Durchführung ihrer Arbeit beeinflussen, wie bspw. Arbeitszeiten und Arbeitsorganisation betrachtet. Auch die Arbeitsplatzoptimierung oder Arbeitsplatzeinsparung spielen dabei eine Rolle.

Education - Bezieht sich auf neue Bildungsanforderungen an Menschen, die die Implementierung von Robotertechnologien mit sich bringt.

Cultural Context - Berücksichtigt kulturelle Unterschiede in Bezug auf den Umgang mit Robotern in der Gesellschaft.

Mit dem USUS Evaluierungsmodell zeigen Weiss et al. (2009) die vielfältigen Facetten der Mensch-Roboter-Interaktion auf, die speziell zur Untersuchung von humanoiden Robotern in einem kollaborativen Arbeitsumfeld eine Rolle spielen und die beim Design-Prozess berücksichtigt werden sollten.

Für ein Lotsenroboterszenario ist einer der vorgestellten Faktoren des USUS-Rahmenkonzepts besonders relevant. Neben *Usability* und *Social Acceptance*, die Ludewig (2009) bereits teilweise in einer Vorstudie als Akzeptanzfaktoren bestätigte, spielt der Faktor *User Experience* als sozio-emotionaler Faktor eine wichtige Rolle, dabei speziell die Indikatoren *Embodiment*, *Emotion* und *Human-Oriented Perception*.

Diese beziehen sich auf die Nutzererfahrungen mit einem Roboterassistenten, welche sich positiv auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention auswirken können, wenn die Interaktion insgesamt als intuitiv, angenehm und positiv empfunden wird. Der Lotsenroboter kann dabei z. B. durch sein Aussehen und sozialem Verhalten (wie z. B. Blickkontakt während der Interaktion), die Interaktion intuitiv und angenehm gestalten und positive Emotionen bei der Nutzerin oder dem Nutzer hervorrufen und das Spaßempfinden steigern (bspw. durch eine eigene Roboterpersönlichkeit).

Der Faktor *Societal Impact* bezieht sich auf den Einfluss durch die Eingliederung des Roboters auf das gesellschaftliche Arbeitsleben der Nutzerin oder des Nutzers. Im Rahmen eines Lotsenszenarios entsteht nur eine sehr begrenzte gemeinschaftliche Zusammenarbeit zwischen Nutzerin und Nutzer und Lotsenroboter, so dass dieser Faktor für die Untersuchungen im Rahmen dieser Dissertation nicht von Relevanz ist.

2.3.2 Die soziale Akzeptanz als Evaluationskriterium

Die soziale Akzeptanz bezeichnet die Akzeptanz eines Serviceroboters aufgrund der erlebten Interaktion und der individuellen Bereitschaft einen Serviceroboter aufgrund dieser erlebten Interaktionen in das alltägliche soziale Umfeld zu integrieren (Lohse & Hanheide, 2008). Damit dies erfolgt, müssen Lotsenroboter in ihrer Funktion als Dienstleister

nicht nur im Bereich der Usability und Aufgabenerfüllung, sondern insbesondere innerhalb der Mensch-Roboter-Interaktion die Nutzerinnen und Nutzer ansprechen. Neben Usability-Faktoren, die die Technikakzeptanz beeinflussen (siehe Ausführung zur UTAUT, Kapitel 2.3.1), müssen vor allem Faktoren der sozio-emotionalen Interaktionsebene berücksichtigt werden (wie auch im Almere-Modell oder das USUS Evaluierungsmodell), die im Hinblick auf die soziale Akzeptanz, das Wohlbefinden (*Likeability*) und Spaßempfinden (*Joy of Use*) der Nutzerinnen und Nutzer während der Interaktion insgesamt positiv beeinflussen und steigern (Heerink, Kröse, Evers, & Wielinga, 2008; Iwamura et al., 2011; Lohse & Hanheide, 2008; Poel, Heylen, Nijholt, Meulemans, & van Breemen, 2007). Sozio-emotional meint dabei die Ansprache der Nutzerinnen und Nutzer auf emotionaler Ebene.

Bei Emotionen handelt es sich um multidimensionale Gebilde, die eine Vielzahl von Definitionen erfahren (etwa 150 Definitionen (Plutchik, 1991)) und die sich aus unterschiedlichen Komponenten zusammensetzen (Scherer, 2005; Rothermund & Eder, 2011). Eines haben viele Definitionen von Emotion jedoch gemeinsam. Dass es ein subjektives Ereignis darstellt (eine innere Erregung), welches mehr oder weniger bewusst als angenehm oder unangenehm empfunden wird (Weiner, 1986). Durch erlebte Emotionen wird unser Verhalten bestimmt (Izard, 2007; Rothermund & Eder, 2011; Weiner, 1986). Sie stellen häufig den Antrieb für Handlungen dar und geben unserem Verhalten eine Richtung (Zimbardo & Gerrig, 2004, S. 558). Erleben wir folglich positive Emotionen bei einem Objekt, entsteht eine positive Motivation dem gegenüber, es auszuprobieren oder es zu nutzen. Gleiches zeigt sich, wenn wir z. B. eine Situation als angenehm oder unangenehm empfinden und wir uns dementsprechend verhalten (Izard, 2009; Rothermund & Eder, 2011). Soziale Akzeptanz wird im Rahmen dieser Arbeit als das angenehme und positive Erleben der Mensch-Roboter-Interaktion zwischen Lotsenroboter und Nutzerin und Nutzer verstanden, welches zu einer positiven Nutzungsintention führt.

Das Konstrukt *soziale Akzeptanz* setzt sich dabei aus den Indikatoren *Likeability* und *Joy of Use* zusammen, die zur Bewertung sozio-emotionaler Akzeptanzfaktoren im Rahmen der durchgeführten Studien dienen. *Likeability* wurde dabei mit Hilfe einer bereits häufig in der Mensch-Roboter-Interaktionsforschung verwendeten Likeability-Skala (Bartneck, Kulic, Croft, & Zoghbi, 2009) erhoben, welche sich aus den fünf Items: dislike/like, unfriendly/friendly, unkind/kind, unpleasant/pleasant und awful/nice zusammensetzt. Dieses semantische Differenzial wurde von Bartneck et al. (2009) in verschiedenen Studien erprobt und 2009 in einem Artikel für die Evaluation von Servicerobotern vorgeschlagen (Bartneck, Kanda, Ishiguro, & Hagita, 2007; Bartneck, 2008; Bartneck et al., 2009). Die Reliabilität dieser Skala wurde bereits von anderen Autoren bestätigt (Ho & MacDorman, 2010; Poel et al., 2007), weshalb sie auch für die vorliegende Untersuchung herangezogen wurde. *Joy of Use* erfasst den Spass der Nutzerinnen und Nutzer während der Interaktion und wurde mit einem Item erhoben.

Das nachfolgende Kapitel widmet sich den sozio-emotionalen Akzeptanzfaktoren, die

sich auf Basis der Erkenntnisse aus den Akzeptanz-Modellen und dem aktuellen Forschungsstand zu Servicerobotern als relevant herausstellten. Die Untersuchungen der Akzeptanzfaktoren hinsichtlich ihres Einflusses auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention erfolgte in Teilstudien, die in den Kapiteln 3, 4 und 5 im Detail vorgestellt werden.

2.4 Sozio-emotionale Akzeptanzfaktoren für Lotsenroboter

Zur Optimierung der Mensch-Roboter-Interaktion speziell bei Servicerobotern hinsichtlich der sozio-emotionalen Interaktionsebene gibt es verschiedene Akzeptanzfaktoren (Abbildung 2.17), die je nach Einsatzgebiet und Zielgruppe von Relevanz sein können.



Abbildung 2.17. Vielfalt möglicher Akzeptanzfaktoren abhängig vom Einsatzgebiet und der Zielgruppe (eigene Darstellung).

Beispielsweise ist das Zeigen von Emotionen im Rahmen der Altenpflege wichtig. Die Wahrnehmung und der Ausdruck von Emotionen bei Servicerobotern wird von den Nutzerinnen und Nutzern besonders positiv bewertet und hilft das Wohlbefinden zu verbessern (Yoshikawa, Shinozawa, Ishiguro, Hagita, & Miyamoto, 2006; Shibata & Wada, 2011; Wada & Shibata, 2007). Dabei eingesetzte Animationen spielen besonders für die Aufmerksamkeit der Nutzerinnen und Nutzer eine Rolle. Stark animierte Serviceroboter erzielen folglich mehr Aufmerksamkeit bei ihren Interaktionspartnerinnen und -partnern. Zugleich nehmen diese den Serviceroboter, aufgrund der starken Animationen, als intelligent wahr (Bartneck, Kanda, Mubin, & Mahmud, 2007). Und intelligente Serviceroboter werden gegenüber weniger intelligenten Servicerobotern bevorzugt genutzt (Looije, Cnossen, & Neerincx, 2006). So eignen sich diese Roboter als Animatoren bspw. im Altenpflegebereich oder für den Einsatz im Rahmen von Therapiemaßnahmen.

Weitere Akzeptanzfaktoren in der Mensch-Roboter-Interaktion sind zum Beispiel die Kontrolle über den Roboter während der Interaktion und eine sozial-verträgliche Navigation. Menschen, die mit einem Serviceroboter in ihren privaten Räumlichkeiten interagieren, möchten immer die Kontrolle über den Roboter haben. Sie wollen die Möglichkeit haben, den Roboter abzuschalten, sonst fühlen sie sich unwohl (Libin & Libin, 2004). Eine sozial-verträgliche Navigation des Serviceroboters verhindert, dass sich Nutzerinnen und Nutzer in öffentlichen Einrichtungen erschrecken, wenn der Roboter sich ihnen nähert oder

an ihnen vorbeifährt. Die Berücksichtigung des persönlichen Raumes der Nutzerin und des Nutzers lässt den Roboter höflich erscheinen und macht die Interaktion angenehmer (Pacchierotti, Christensen, & Jensfelt, 2005; Syrdal, Koay, Walters, & Dautenhahn, 2007; Qian et al., 2010a; Satake et al., 2009; Yamaoka, Kanda, Ishiguro, & Hagita, 2008).

Das Roboteraussehen spielt in verschiedenen Einsatzgebieten insofern eine wichtige Rolle, als dass Menschen dazu neigen, eher menschenähnliche Roboter für eine Interaktion zu präferieren und diese auch näher an sich heran zu lassen als weniger menschenähnliche Roboter (Dautenhahn, 2007a; Kanda, Miyashita, Osada, Haikawa, & Ishiguro, 2005; Walters, Syrdal, Koay, Dautenhahn, & te Boekhorst, 2008; Syrdal et al., 2007; Iwamura et al., 2011; Salvini et al., 2010; Heerink et al., 2008). Dieser, bereits im USUS-Evaluierungsmodell verankerte Faktor, kann z. B. durch menschenähnliche Sprache und Mimik die Mensch-Roboter-Interaktion zusätzlich positiv beeinflussen.

Berührungen spielen nicht nur im Pflege- oder Altenpflegebereich eine Rolle, sondern auch zur Motivationsförderung von Menschen, wenn diese eine Aufgabe bewältigen sollen (Nakagawa et al., 2011) oder auch als Feedback-Kanal (Austermann, Yamada, Funakoshi, & Nakano, 2010). Die Persönlichkeit eines Serviceroboters kann sich ebenfalls positiv auf die Mensch-Roboter-Interaktion auswirken. Denn Menschen sind u. a. eher dazu bereit, mit einem Serviceroboter zu interagieren, wenn dieser eine Persönlichkeit aufweist (de Ruyter, Saini, Markopoulos, & van Breemen, 2005; Heerink, Kröse, Wielinga, & Evers, 2006; kyu Lee & suk Kim, 2006), die sich z. B. auch in seinem Aussehen und seinen Bewegungs- und Verhaltensweisen niederschlägt (Severinson-Eklund, Green, & Hüttenrauch, 2003; de Ruyter et al., 2005). Soziale Verhaltensweisen, wie im Almere-Modell und dem USUS-Evaluierungsmodell integriert, erleichtern und gestalten die Interaktion zwischen Mensch und Roboter intuitiver, wodurch die Nutzerinnen und Nutzer keine ungewohnten Interaktionsformen erlernen müssen (Bente & Krämer, 2001; Cassell et al., 1999). Durch die Anpassung des Roboterverhaltens an natürliche Verhaltensmuster von Menschen, sind Nutzerinnen und Nutzer in der Lage, das Roboterverhalten einfacher zu interpretieren (Meerbeek, Saerbeck, & Bartneck, 2009). Zudem gestalten soziale Verhaltensweisen die Mensch-Roboter-Interaktion für Menschen vertrauter (Dautenhahn, 2004; Syrdal, Dautenhahn, Woods, Walters, & Koay, 2006).

Die vorgestellten Akzeptanzfaktoren stellen nur einen Auszug aus der Vielfalt von Akzeptanzfaktoren dar. Es sollte kurz veranschaulicht werden, dass je nach Einsatzgebiet, verschiedene Faktoren relevant sein können. Aufgrund ihrer Relevanz wurden die drei Faktoren Roboterpersönlichkeit, -verhalten und -aussehen, die auch in Teilen bereits im Almere-Modell und dem USUS-Evaluierungsmodell integriert wurden, für die nähere Untersuchung im Rahmen eines Lotsenroboterszenarios ausgewählt.

2.4.1 Roboterpersönlichkeit

Persönlichkeit ist „[...] ein individuelles charakteristisches Muster des Denkens, Fühlens und Handelns“ (Myers, 2008, S. 588). Innerhalb der Persönlichkeitsforschung existieren verschie-

dene Theorien und Modelle, die das Ziel haben, das Wesen der Menschen zu erklären. Das bekannteste und international anerkannte Persönlichkeitsmodell ist das Big-Five-Modell.

2.4.1.1 Das Big-Five-Modell

Nach dem Big-Five-Modell setzt sich die Persönlichkeit eines Menschen aus den fünf Dimensionen Extraversion, Gewissenhaftigkeit, Verträglichkeit, Offenheit und Neurotizismus zusammen (Costa & McCrae, 1992). Extraversion ist von allen fünf Persönlichkeitsdimensionen am besten sichtbar und lässt sich an der Mimik von Menschen ablesen und spiegelt sich auch in Gesichtsausdrücken wider (Hess, 1998). Sie teilt sich in die zwei Ausprägungen Introvertiertheit und Extravertiertheit. Extraversion zeichnet sich besonders durch eine überdurchschnittliche Aufmerksamkeit, Gesprächigkeit und Freundlichkeit, Kontaktfreudigkeit und Geselligkeit aus. Extravertierte Menschen wenden sich dem zu, was um sie herum passiert. Ist Extraversion dagegen gering ausgeprägt, spricht man von Introversion. Introvertiertheit gilt dabei jedoch, trotz gegenteiliger Verhaltensweisen, nicht als Gegensatz der Extravertiertheit, sondern wird eher als das Fehlen von Extravertiertheit interpretiert. Introvertierte Menschen wirken verschlossen, in sich gekehrt, reserviert und wenig kontaktfreudig (Saum-Aldehoff, 2007).

2.4.1.2 Relevanz der Extraversion als Roboterpersönlichkeit

Für Personen oder Serviceroboter im Dienstleistungsbereich, ist Extraversion eine günstige und wünschenswerte Persönlichkeitseigenschaft, da sie kontaktfreudig sein sollten und auf Menschen zugehen müssen. Eine extravertierte Persönlichkeit kann demnach ein Einflussfaktor der sozialen Akzeptanz und Nutzungsintention eines Lotsenroboters sein.

Einige Forschergruppen im Bereich der Servicerobotik haben bereits das Big-Five-Modell zur Beschreibung und Konstruktion einer Serviceroboterpersönlichkeit eingesetzt (Meerbeek, Hoonhout, Bingley, & Terken, 2008; Syrdal et al., 2007; Goetz, Kiesler, & Powers, 2003; Walters et al., 2008). Dabei wurde häufig das Big-Five-Modell zugrunde gelegt, um einen Serviceroboter extravertierter zu gestalten, da Extraversion am besten in einer kurzen Mensch-Roboter-Interaktion von Nutzerinnen und Nutzern eingeschätzt bzw. festgestellt werden kann. Grund sind die Charakteristika, die in sozialem Verhalten für Menschen leicht und schnell beobachtbar sind (Funder & Dornoth, 1987). Daneben können Menschen vor allem bei extravertierten Servicerobotern die Intentionen oder das Handeln des Serviceroboters durch entsprechendes Verhalten einfacher und schneller erfassen (Severinson-Eklund et al., 2003), was die Vergleichsstudie mit Tour-Guide Robotern in einem Museum zeigte: Die extravertierten Roboter wurden von den Besuchern bevorzugt, da ihre Aktionen und Intentionen besser wahrnehmbar waren (Thrun et al., 1999a). Zugleich wird die Mensch-Roboter-Interaktion angenehmer gestaltet, da Serviceroboter als deutlich aktiver, gesprächiger, interessierter und freundlicher durch die Nutzerinnen und Nutzer wahrgenommen werden (Kim, Kwak, & Kim, 2008; kyu Lee & suk Kim, 2006; Lohse & Hanheide, 2008; Moshkina & Arkin, 2005).

Nicht nur die Verhaltensweisen oder verbalen Äußerungen beeinflussen die Wahrnehmung der Persönlichkeit eines Serviceroboters, sondern auch das Aussehen des Serviceroboters. Ein attraktives und humanoides Äußeres ist ein Indiz einer extravertierten Persönlichkeit (Borkenau & Liebler, 1995; Walters et al., 2008). So zeigten Walters, Syrdal, Koay, Dautenhahn und te Boekhorst (2008), dass humanoide Serviceroboter für Versuchspersonen extravertierter wirken als mechanische.

Die bisherigen Untersuchungen liefern erste Hinweise, wie sich eine Serviceroboterpersönlichkeit darstellen lässt. Jedoch gibt es noch keinen einheitlichen Designprozess (Meerbeek et al., 2009), weshalb im Rahmen dieser Dissertation ein Extraversionskonzept für einen Lotsenroboter entwickelt wurde, worauf an späterer Stelle im Detail eingegangen wird (siehe Kapitel 3.3).

2.4.2 Taktile Interaktionsfähigkeit

Berührungen sind in sozialen Interaktionen wichtig. Die körperliche Berührung ist eine der grundlegenden Formen der Kommunikation (Montagu, 1986), z. B. beim Hände schütteln als Zeichen der Achtung. Haptische Interaktionen, wie Berührungen von Armen, Kopf oder Schultern in der Mensch-Mensch-Interaktion erhöhen das Gefühl von Freundlichkeit und wirken motivationsfördernd (Gueguen, Jacob, & Boulbry, 2007; Gueguen & Vion, 2009) oder beruhigend (Coan, Schaefer, & Davidson, 2006). Durch Berührungen können Emotionen besser transportiert und intensiviert werden (Fisher, Rytting, & Heslin, 1976; Hertenstein, Keltner, App, Bulleit, & Jaskolka, 2006).

In der Mensch-Roboter-Interaktion spielen diese Berührungen insofern eine Rolle, als dass einerseits Emotionen bei Menschen stimuliert werden (Shibata & Wada, 2011; Stiehl et al., 2005). Auf der anderen Seite werden Menschen durch die aktiven Berührungen des Roboters motiviert, z. B. Aufgaben zu erfüllen. Dies ist besonders in den Bereichen Gesundheit, Bildung (Nakagawa et al., 2011) und Therapie (Wada, Shibata, Saito, & Tanie, 2004) von Relevanz. Darüber hinaus neigen Menschen dazu, für eine gut erfüllte Aufgabe nicht nur verbal, sondern auch nonverbal Feedback zu geben. Dabei drückt sich die Zufriedenheit z. B. durch ein Klopfen auf die Schulter oder das Streichen über den Kopf aus (Austermann et al., 2010). Dies kann auch für einen Lotsenroboter von Bedeutung sein, wenn dieser auf die Berührungen seiner Nutzerinnen und Nutzer reagiert, die damit ihre Zufriedenheit mit seiner Hilfe Ausdruck verleihen.

Nachfolgend werden verschiedene Arten von taktilen Interaktionsmöglichkeiten (Kapitel 2.4.2.1), Einsatzgebiete und relevante Studien mit Servicerobotern vorgestellt (Kapitel 2.4.2.2). Anschließend wird die Bedeutung der taktilen Interaktion für Lotsenroboter herausgestellt (Kapitel 2.4.2.3).

2.4.2.1 Arten der taktilen Interaktion

Argall & Billard (2010) teilen taktile Interaktion in drei Kategorien:

Inference Contact: Bezeichnet physische Interaktionen, die bei der Ausführung von bspw. Aufgaben entstehen (sie dient dem sicheren Betrieb des Roboters in Gegenwart von Menschen). Typische Beispiele hierfür sind Industrieroboter wie Roboterarme. Trifft der Roboter auf einen unbekanntem Widerstand während der Ausführung seiner Aufgabe, muss er sofort jegliche Ausführung beenden.

Contribution Contact: Meint Interaktionen bzw. Verhaltensweisen, die explizit als Kommunikationsmittel zwischen Mensch und Roboter dienen, um die Mensch-Roboter-Interaktion zu erleichtern (z. B. Hände schütteln).

Developmental contact: Bezieht sich auf Interaktionen zwischen Mensch und Roboter, durch die Roboterverhalten gebildet (bzw. programmiert) und verfeinert werden. Ein Beispiel ist die Programmierung eines Bewegungsablaufes eines Roboters. Dabei führt der Mensch erst gemeinsam die Bewegung mit dem Roboter aus, welche gespeichert und anschließend autonom vom Roboter ausgeführt wird (Argall & Billard, 2010).

Von diesen drei Kategorien ist insbesondere Kategorie zwei für Lotsenroboter von Bedeutung. Detaillierte Informationen zu allen Kategorien, sowie Informationen zu taktilen Detektionstechniken (Hard skins, Soft skins, Not skin-based) und einen ausführlichen Überblick über den Forschungsstand zur taktilen Interaktion werden in Argall & Billard (2010) erläutert und an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt.

In Bezug auf Kategorie zwei gibt es zwei verschiedene Situationen, in denen Roboter über körperlichen Kontakt mit Menschen interagieren: (1) Wenn der Mensch als Partner gemeinsam mit dem Roboter Aufgaben ausführt. Dabei bezieht sich das taktile Feedback der Nutzerin oder des Nutzers auf den Status des Roboters. So können Roboterverhalten mit einer entsprechenden Berührung aktiviert oder deaktiviert werden. (2) Wenn die Berührung Ausgangspunkt für die Erfassung des menschlichen Status ist. Im Rahmen dessen nimmt der Roboter die Berührung des Menschen auf und gibt ein entsprechendes Feedback zurück, was wiederum Emotionen beim Menschen vermitteln kann. Diese Form der Interaktion soll die Mensch-Roboter-Interaktion vereinfachen. Im ersten Fall wird das Verhalten des Roboters durch den Menschen gesteuert, im zweiten Fall passt der Roboter autonom sein Verhalten an aktuelle Situationen an.

Für die Untersuchung der taktilen Interaktion bei Lotsenroboter spielt letzteres eine Rolle und wird nachfolgend hinsichtlich der Einsatzgebiete und des Forschungsstandes näher betrachtet.

2.4.2.2 Einsatzgebiete und Forschungsstand zur taktilen Interaktion bei Servicerobotern

Im Bereich der Servicerobotik wurden bereits bestehende taktile Implementierungen verwendet, um eine taktile Mensch-Roboter-Interaktion, vor allem in den Bereichen Gesundheitsversorgung und Therapie, zu modellieren.

Applikationen im Gesundheitsbereich

Im Gesundheitssektor sollen Serviceroboter mit taktiler Interaktion Pflegekräfte entlasten. Zum Beispiel um eine bessere Krankenschwester-Patient-Kommunikation zu realisieren oder um harte körperliche Arbeiten, wie die Umlagerung von Patientinnen und Patienten, zu übernehmen.

Touchbot (Abbildung 2.18, a) wurde entwickelt, um eine Krankenschwester-Patient-Kommunikation zu erzeugen. Dabei soll er Empathie gegenüber Patientinnen und Patienten in Not zum Ausdruck bringen, indem Touchbot die Hände der Patientinnen und Patienten berührt, so wie es das Pflegepersonal tun würde. Erste Experimente zeigten, dass sich dabei viele Menschen vom Touchbot verstanden fühlten (Bickmore, Fernando, Ring, & Schulman, 2010).

RI-MAN ist ein humanoider Roboter (Abbildung 2.18, b), der Pflegeaufgaben, wie das Heben und Umbetten von Patientinnen und Patienten übernehmen soll. Verschiedene Drucksensoren dienen dazu, Verletzungen und Quetschungen an Patientinnen und Patienten zu vermeiden (Mukai, Onishi, Odashima, Hirano, & Luo, 2008).

Erste Studien untersuchten lediglich den Nutzen und die Nutzbarkeit von RI-MAN (Sun et al., 2013), aber nicht die emotionale Wirkung, also wie Menschen sich dabei fühlen, von RI-MAN berührt bzw. von ihm angehoben zu werden.

Therapeutische Applikationen

Im Therapiebereich werden Berührungen und Körperkontakte von Menschen verwendet, um zu kommunizieren, den emotionalen Status mitzuteilen und um soziale Beziehungen zu entwickeln.

Paro ist ein Tierroboter, der einer Sattelrobbe nachempfunden wurde (Abbildung 2.18, c). Er wird für bestimmte Therapie-Anwendungen eingesetzt, die das Wohlbefinden von älteren und dementen Menschen verbessern sollen. Als Begleiter oder Kamerad nimmt Paro die Berührungen der Nutzerin oder des Nutzers auf dem gesamten Fell wahr. Er reagiert auf Licht und versteht natürliche Sprache. Basierend auf den taktilen Daten wird der interne Zustand des Roboters bestimmt, was wiederum die Auswahl und Ausführung von einer endlichen Anzahl von Verhaltensweisen zur Folge hat (Shibata & Wada, 2011).

Studien zeigten, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die emotionalen Gesten Paros erkannten (Kawaguchi et al., 2011). Paro verbesserte die Stimmungen und Gefühle der Patientinnen und Patienten (Wada et al., 2004), reduzierte Stress (Wada & Shibata, 2007), ermöglichte soziale Interaktionen (Wada, Shibata, & Kawaguchi, 2009) und führte im Allgemeinen zu mehr Lebensqualität für alte, pflegebedürftige Menschen, insbesondere Dementen, da diese u. a. Aufmerksamkeit erhielten (Shibata & Wada, 2011).

Der **Huggable** ist ein kleiner Teddybär-Roboter (Abbildung 2.18, d), der Stress und

negative Stimmungen bei Pflegeheimbewohnerinnen und -bewohnern reduzieren soll. Die Daten, die er während der Interaktion mit den Bewohnerinnen und Bewohnern speichert (vorwiegend in welcher Art und Weise er berührt wird), werden auf einen Computer im Schwesternzimmer übertragen, sodass diese sehen können, wie das Wohlbefinden der Bewohnerin oder des Bewohners ist. Während der Interaktionen mit Menschen (vorwiegend über Bewegungen und Kontakte auf seiner Haut) kann er seine Arme, Ohren und den Hals bewegen. Darüber hinaus ist er in der Lage sich anzuschmiegen und Menschen zu umarmen. Er nutzt dabei Nacken und Schulter, um sich in die Richtung der menschlichen Berührung zu orientieren (Stiehl et al., 2006; Knight et al., 2009).

Bisher wurden keine empirischen Ergebnisse von Nutzerstudien publiziert, die Ergebnisse über die Verwendung und Bewertung des Huggable berichten.

Die **Haptic Creature** (Abbildung 2.18, e) wurde entwickelt, um Emotionen zu kommunizieren oder zu wecken. Dabei nimmt es menschliche Berührungen wahr und kommuniziert auf Basis dessen seinen eigenen internen Zustand über taktiles Schnurren, Versteifung der Ohren und Atemmodulation an die Nutzerin und den Nutzer zurück. Dadurch kann die Nutzerin oder der Nutzer z. B. in einer stressigen Situation den eigenen aktuellen Stress-Level reflektieren und gegebenenfalls reduzieren. Entspannt sich die Nutzerin oder der Nutzer wieder, entspannt sich auch Haptic Creature und äußert das durch ein zufriedenes Schnurren (Yohanan & MacLean, 2011).

Aktuelle Studien befassen sich mit der Nützlichkeit. Empirische Studien bezüglich der Beurteilung der Haptic Creature durch die Nutzerinnen und Nutzer liegen nicht vor.

Kaspar ist ein, einem Kind nachempfunderer, humanoider Roboter (Abbildung 2.18, f). Er wurde entwickelt, um autistischen Kindern zu helfen leichter mit ihrer Umgebung zu kommunizieren und soziale Beziehungen zu entwickeln und aufzubauen.

Erste Experimente mit Kaspar und autistischen Kindern zeigten drei Intensitäten von Berührungen: Greifen, Streicheln und Stoßen (Amirabdollahian, Robins, & Dautenhahn, 2009).

2.4.2.3 Relevanz der taktilen Interaktion für Lotsenroboter

Wie auch im Gesundheitsbereich, kann die Reaktion eines Serviceroboters auf die Berührung eines Menschen in anderen Bereichen, bspw. im Einkaufsbereich oder prinzipiell bei Lotsenrobotern, ebenfalls einen positiven Einfluss auf die Mensch-Roboter-Interaktion haben und diese verbessern. Nutzerinnen und Nutzer, denen durch Lotsenroboter geholfen wurde, indem sie ihnen ihren Weg durch das Einkaufszentrum (Groß et al., 2009; Iwamura et al., 2011), den Bürokomplex (Mitsunaga et al., 2008) oder durch den Bahnhof (Shiomi et al., 2010) gezeigt oder sie durch die öffentlichen Bereiche gelotst haben, können ihre Dankbarkeit durch einen Handschlag/Hände schütteln oder eine Berührung an Schulter oder Rücken ausdrücken. Es stellt sich dabei die Frage, inwiefern Nutzerinnen und Nutzer einen Lotsenroboter in einer solchen Situation bzw. ob sie ihn prinzipiell berühren. Erste

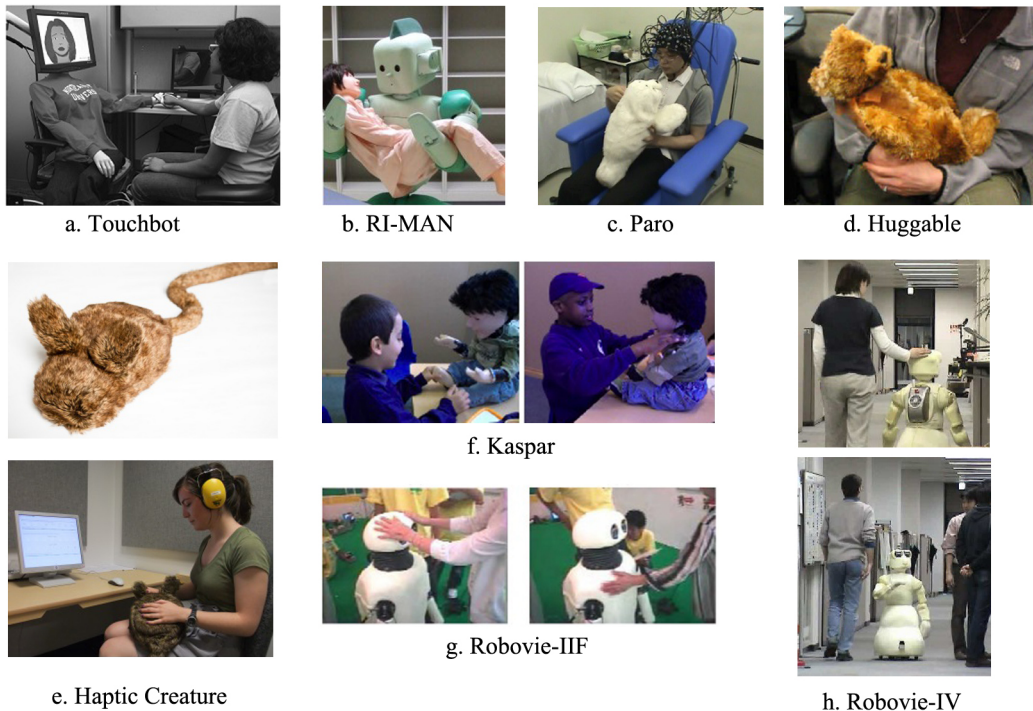


Abbildung 2.18. Roboter mit taktilem Interaktion. **a:** Aus „Empathic Touch by Relational Agents,“ von T. W. Bickmore, R. Fernando, L. Ring und D. Schulman, 2010, *Journal of the IEEE Transactions on Affective Computing*, S. 63; **b:** Von M. Onishi, abgerufen am 02.01.2015 von <http://onishi-lab.jp/riken/index-e.html>; **c:** Aus „Investigation of Brain Activity during Interaction with Seal Robot by fNIRS,“ von Y. Kawaguchi, K. Wada, M. Okamoto, T. Tsujii, T. Shibata und K. Sakatani, 2011, *Proceeding of the International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, S. 308; **d:** Aus „The Huggable: A Therapeutic Robotic Companion for Relational, Affective Touch,“ von W. D. Stiehl, J. Lieberman, C. Breazeal, L. Basel, R. Cooper, H. Knight, L. Lalla, A. Maymin und S. Purchase, 2006 *Proceedings of the Consumer Communications and Networking Conference*, S. 1290; **e:** Aus „Design and Assessment of the Haptic Creature’s Affect Display,“ von S. Yohanan und K. E. MacLean, 2011, *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction*, S. 473 und S. 476 (oberes Bild Copyright: Martin Dee); **f:** Aus „Developing Play Scenarios for Tactile Interaction with a Humanoid Robot: A Case Study Exploration with Children with Autism,“ von B. Robins und K. Dautenhahn, 2010, *International Conference on Social Robotics*, S. 247; **g:** Aus „Automatic Categorization of Haptic Interactions - What are the Typical Haptic Interactions Between a Human and a Robot?,“ von T. Tajika, T. Miyashita, H. Ishiguro und N. Hagita, 2006, *Proceedings of the International Conference on Humanoids Robots*, S. 493; **h:** Aus „What makes people accept a robot in a social environment - discussion from six-week study in an office,“ von N. Mitsunaga, Z. Miyashita, K. Shinozawa, T. Miyashita, H. Ishiguro und N. Hagita, 2008, *International Conference on Intelligent Robots and Systems Acropolis Convention Center*, S. 3337.

wenige Erkenntnisse diesbezüglich liefern Untersuchungen mit dem humanoiden Serviceroboter Robovie, der über taktile Interaktionsmöglichkeiten verfügt. So kann er Nutzerinnen und Nutzer umarmen und ihnen die Hand geben (Kanda, Ishiguro, Imai, & Ono, 2004).

In ersten Beobachtungs-Experimenten mit Robovie-IIF (Abbildung 2.18, g) wurden folgende haptische Interaktionen beobachtet: (a) Robovie wurde am Kopf berührt, (b) umarmt und (c) der Roboterkörper wurde berührt, wie z. B. die Brust ertastet bzw. dagegen geklopft (Noda, Miyashita, Ishiguro, & Hagita, 2008; Tajika, Miyashita, Ishiguro, & Hagita, 2006; Mitsunaga et al., 2008). Detailliertere Ausführungen der Studie erfolgen im Kapitel 4.2.

Die wenigen Untersuchungen zu taktilen Interaktionen in diesem Bereich, zeigen ihre Relevanz für die Mensch-Roboter-Interaktion. Insbesondere die Sicht der Nutzerin und des Nutzers wurden bislang unzureichend betrachtet, obwohl diese einer der wichtigsten Aspekte für die Verbesserung der Mensch-Roboter-Interaktion ist. Daher ist die Untersuchung der taktilen Interaktion im Rahmen eines Lotsenroboterszenarios ein Ziel dieser Dissertation.

2.4.3 Robotersehen

Eine wichtige Frage in der Servicerobotik beschäftigt sich damit, herauszufinden, wie Serviceroboter aussehen sollen, damit sie für Nutzerinnen und Nutzer ansprechend sind und zugleich die Mensch-Roboter-Interaktion erleichtern. Diesbezüglich gibt es verschiedene Möglichkeiten einen Serviceroboter zu gestalten.

2.4.3.1 Gestaltungsmöglichkeiten bei Servicerobotern

Fong et al. (2003) unterscheiden zwischen funktionalen, tierischen, karikierten und menschlichen Servicerobotern. Funktionale Roboter umfassen all jene Roboter, bei denen ausschließlich die Funktion/Funktionen des Roboters im Fokus der Interaktion stehen, weshalb sie häufig eingeschränkte Interaktionsfähigkeiten haben. Sie weisen oft ein technisches Aussehen auf und werden z. B. im Gesundheitsbereich eingesetzt, um u. a. Transportdienste zu verrichten oder älteren oder behinderten Patientinnen und Patienten bei der Fortbewegung zu helfen, weshalb sie z. B. über Haltegriffe verfügen müssen (Pineau et al., 2003).

Die tierähnlichen Roboter sind häufig ihren tierischen Ebenbildern nachempfunden. Sie finden vorwiegend als Unterhaltungs-, Spielzeug- und persönliche Roboter, aber auch als Therapieroboter Anwendung. Das tierische Aussehen ist besonders von Bedeutung, wenn eine Beziehung zwischen Nutzerin und Nutzer und Roboter geschaffen werden soll, wie z. B. beim Therapieroboter Paro (Kawaguchi et al., 2011; Wada & Shibata, 2007; Wada et al., 2009; Shibata & Wada, 2011). Zugleich impliziert das tierische Aussehen, dass sich der Roboter wie das jeweilige Tier verhält, wodurch gleichzeitig funktionale Einschränkungen des Roboters verdeutlicht und keine falschen Erwartungen an die Funktionalität bei der Nutzerin oder dem Nutzer hervorgerufen werden (Fong et al., 2003). Zum Beispiel ist ein Hund teilweise in der Lage, Aspekte der menschlichen Sprache zu verstehen, aber die kommunikativen Fähigkeiten sind begrenzt, was die Qualität der Spracherkennungssoftware widerspiegelt (Hegel, Lohse, & Wrede, 2009).

Roboter mit einem karikierten Aussehen sind in erster Linie dafür entwickelt worden, den Fokus oder die Aufmerksamkeit der Nutzerin oder des Nutzers auf sehr spezifische Merkmale (wie z. B. Mund oder Augen) zu lenken, die für die Interaktion oder das Einsatzgebiet von Relevanz sind. Zugleich lenken sie von anderen Roboterfunktionen ab.

Anthropomorphe bzw. menschenähnliche Roboter haben ein menschenähnliches Aussehen, wodurch die Mensch-Roboter-Interaktion erleichtert und angenehm gestaltet werden soll (Fong et al., 2003).

2.4.3.2 Anthropomorphismus

Anthropomorphismus, aus dem Griechischen „Anthropos“ für Mensch und „morphe“ für Form/Struktur, beschreibt dabei die Tendenz des Menschen, nicht menschlichen Objekten menschliche Merkmale, Eigenschaften und mentale Zustände zuzuschreiben, um damit ihre Aktionen besser verstehen und sie erklären zu können (DiSalvo, Gemperle, Forlizzi, & Kiesler, 2002; Epley, Waytz, & Cacioppo, 2007; von Foerster, 1997). Die Aufgabe des Anthropomorphismus im Rahmen der Servicerobotik ist es, als eine Art Mechanismus zur Übersetzung zwischen Mensch und Roboter zu fungieren, durch den die soziale Mensch-Roboter-Interaktion erleichtert wird (Fong et al., 2003). Menschliche Merkmale und Verhaltensweisen dienen dabei als Designvorlagen für den Serviceroboter, da Menschen diese leichter verstehen und interpretieren können (Dautenhahn, 2007a; Fong et al., 2003; Qian et al., 2010b; Salvini et al., 2010; Satake et al., 2009).

2.4.3.3 Relevanz und Grenzen der Anthropomorphisierung bei Servicerobotern

Das Konzept des Anthropomorphismus spielt insbesondere eine wichtige Rolle, da Service-roboter mehr und mehr Einzug in unsere Arbeitswelt, aber auch unser Privatleben halten und damit die Interaktion zwischen Mensch und Roboter immer anspruchsvoller wird. In diesem Zusammenhang wird angenommen, dass ein menschenähnlich aussehender und sich verhaltender Roboter am einfachsten als Schnittstelle zum Menschen genutzt werden kann, um die Interaktion einfacher und intuitiver zu gestalten (Breazeal & Scassellati, 1999; Brooks, 2002). Dabei ist zu berücksichtigen, dass je menschenähnlicher ein Roboter ist, die Erwartungen der Nutzerinnen und Nutzer an den Roboter steigen (Duffy & Joue, 2004). Je mehr menschenähnliche Merkmale der Roboter dabei aufweist, desto menschlicher wird der Roboter wahrgenommen und desto höher sind die Erwartungen an seine Fähigkeiten und sein Verhalten (DiSalvo et al., 2002; Epley et al., 2007; Hegel, Krach, Kircher, Wrede, & Sagerer, 2008).

Besitzt der Serviceroboter z. B. ein menschenähnliches Gesicht mit Augen, Nase, Mund und Ohren, könnte der Anwender erwarten, dass das System ihn verstehen und mit ihm sprechen kann (Bartneck, Kanda, Mubin, & Mahmud, 2007).

Eine Theorie, die sich mit diesem Phänomen beschäftigt, ist die Theorie des „Uncanny Valley“ von Mori (1970). Sie besagt, dass je menschenähnlicher Roboter werden, desto

stärker steigt die Vertrautheit auf Seiten des Menschen an und somit auch die Akzeptanz gegenüber dem Roboter. Kurz vor dem Ideal der vollkommenen Menschenähnlichkeit bricht diese Kurve ein und die Vertrautheit schlägt um in Unheimlichkeit, genannt das „unheimliche Tal“ (siehe Abbildung 2.19).

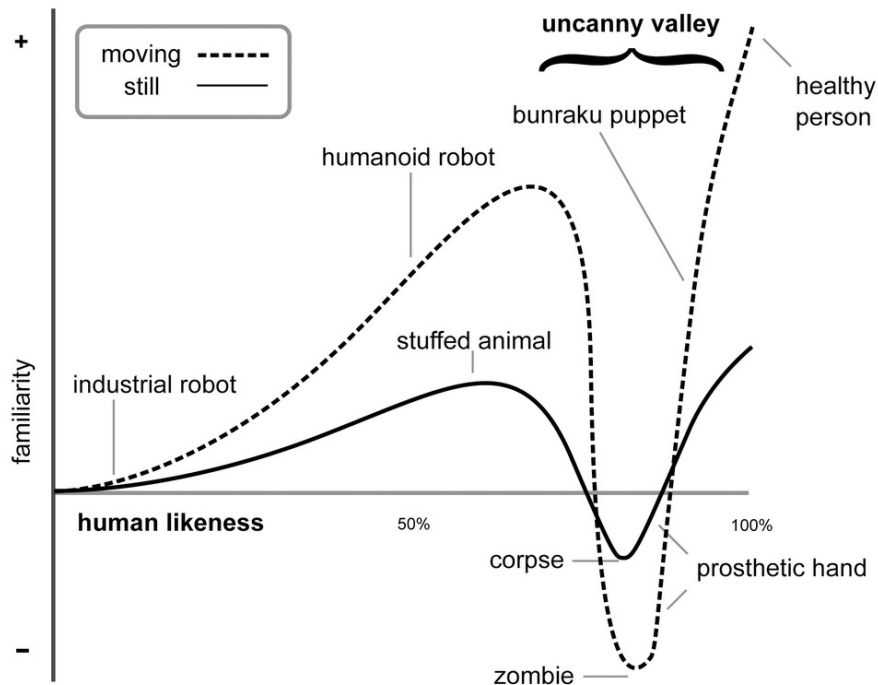


Abbildung 2.19. Uncanny Valley. In Anlehnung an „The Uncanny Valley“ von M. Mori (übersetzt von K. F. MacDorman und N. Kageki), 2012, *Robotics and Automation*, 19(2), S. 99.

Mori erklärt an einem Beispiel warum dies so ist: Man stelle sich vor, der Interaktionspartner habe eine Hand-Prothese. Zwar sind gut gefertigte Hand-Prothesen mittlerweile kaum mehr von menschlichen Händen zu unterscheiden, dennoch fehlt die übliche Körpertemperatur in dem künstlichen Material sowie die Haptik von menschlichem Gewebe. Der Anblick der Hand wird das Schema einer normalen Hand aktivieren, jedoch wird beim begrüßenden Schütteln der Hand diese den getriggerten Erwartungen nicht gerecht und beim Interaktionspartner stellt sich ein unangenehmes Gefühl ein (Mori, 1970, 2012).

Um Enttäuschungen bei Nutzerinnen und Nutzern zu vermeiden und das „Uncanny Valley“ zu umgehen, ist es daher entscheidend, eine Balance zwischen dem Grad der Anthropomorphisierung und den tatsächlichen Fähigkeiten des Serviceroboters zu finden (DiSalvo et al., 2002). Goetz, Kiesler und Powers (2003) nehmen an, dass die Akzeptanz gegenüber dem Serviceroboter zudem nicht am höchsten ist, wenn der größtmögliche Grad an Menschenähnlichkeit erreicht wurde und formulierten entsprechend die Passungshypothese. Diese besagt, dass das Aussehen und das Verhalten des Serviceroboters der Ernsthaftigkeit der Aufgabe (Dienstleistung) und Situation entsprechen muss.

Goetz et al. (2003) untersuchten dies in ihrer Studie und fanden heraus, dass Menschen

für Aufgaben von sozialer Natur (z. B. hinsichtlich Trainings- oder Lotsenaufgaben) lieber menschenähnliche Serviceroboter bevorzugen und sich für weniger soziale Aufgaben (z. B. im Zoll- und Sicherheitsbereich) einen maschinenähnlichen Serviceroboter wünschen (Goetz et al., 2003).

Auch in der Studie von Hegel, Lohse und Wrede (2009) zeigte sich, dass menschenähnliche funktionale Serviceroboter vorwiegend in den Bereichen Sicherheit, Forschung, Gesundheit und Assistenz gesehen werden. Speziell im Fall eines Lotsenszenarios werden menschenähnliche gegenüber maschinenähnlichen Robotern bevorzugt (Kanda et al., 2005; Iwamura et al., 2011).

2.4.4 Zusammenfassung zur Akzeptanzforschung in der Servicerobotik

Die vorgestellten Studien verdeutlichen die Relevanz von sozio-emotionalen Faktoren wie der extravertierten Roboterpersönlichkeit, dem menschenähnlichen Roboteraussehen und der taktilen Interaktionsfähigkeit von Robotersystemen für die Mensch-Roboter-Interaktion (Iwamura et al., 2011). Häufig beschränken sich die Studien jedoch auf Assistenzsysteme im häuslichen Bereich, die für Altenpflege oder als Haushaltsassistenten konzipiert wurden. Die Relevanz dieser Faktoren für einen Serviceroboter in einem öffentlichen Einsatzfeld, wie einem Einkaufsmarkt ist bislang kaum untersucht und soll im Rahmen dieses Forschungsvorhabens empirisch hinsichtlich ihrer sozialen Akzeptanz und Nutzungsintention untersucht werden, da die soziale Akzeptanz mehr in den Fokus der Akzeptanzforschung rückt.

Ein Serviceroboter muss demnach nicht nur einfach, schnell und intuitiv nutzbar sein, sondern er sollte auch auf angenehme, sympathische Art und Weise mit Nutzerinnen und Nutzern interagieren. Dabei wird, basierend auf der Dreikomponententheorie von Rosenberg und Hovland (1960), auf emotionaler Ebene die affektive Komponente angesprochen, welche mit zur Einstellungsakzeptanz führt und damit die Nutzungsintention und schließlich die Nutzung positiv beeinflussen kann. Sind Serviceroboter folglich durch ihre extravertierte Persönlichkeit, taktile Interaktionsfähigkeit und ihrem menschenähnlichen Aussehen der Nutzerin oder dem Nutzer sympathisch und freundlich, und empfinden diese dadurch die Interaktion als angenehmer als mit einem weniger extravertierten und äußerlich ansprechenden Serviceroboter, so werden sie diesem gegenüber eine höhere soziale Akzeptanz und Nutzungsintention zeigen.

Ziel ist es daher, zu untersuchen, welche der drei vorgestellten Akzeptanzfaktoren (siehe Abbildung 2.20) einen Einfluss auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention in dem konkreten Szenario eines Lotsenroboters im Einkaufszentrum haben. Dabei wird zudem jeweils der Einfluss der sozialen Akzeptanz auf die Nutzungsintention untersucht. Zusammenhänge zwischen den einzelnen Akzeptanzfaktoren, die bestehen können (siehe gestrichelte Linien in der Abbildung 2.20), werden im Rahmen dieser Dissertation nicht betrachtet.

Die Erkenntnisse der drei Studien sollen zur Entwicklung eines an Lotsenroboter angelehnten Roboter-Akzeptanz-Modells dienen.

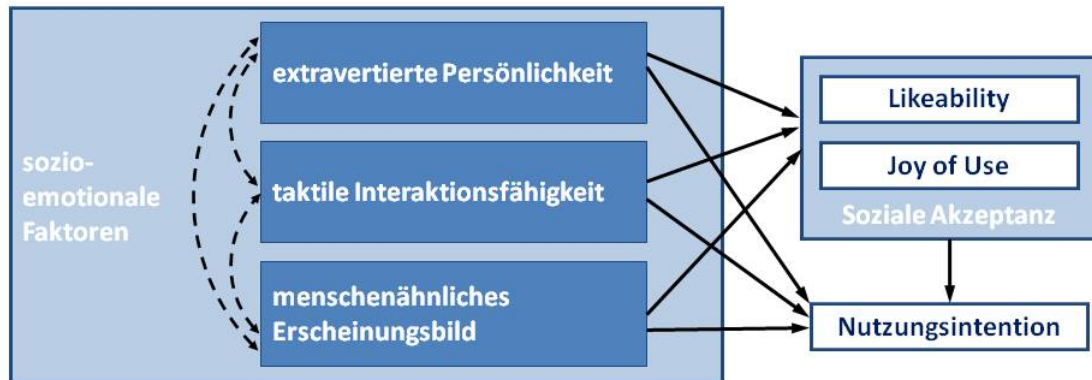


Abbildung 2.20. Akzeptanzfaktoren für Lotsenroboter (eigene Darstellung).

2.5 Hypothesen

Basierend auf dem bisherigen Forschungsstand werden die vorgestellten sozio-emotionalen Faktoren hinsichtlich ihre Relevanz für die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention von Lotsenrobotern im Einkaufszentrum untersucht. Dabei ergeben sich folgende Hypothesen:

- H1:** Ein Lotsenroboter mit extraviert gestalteter Persönlichkeit erzielt eine höhere soziale Akzeptanz als ein Lotsenroboter ohne extravertierte Persönlichkeit.
- H2:** Ein Lotsenroboter mit extraviert gestalteter Persönlichkeit erzielt eine höhere Nutzungsintention als ein Lotsenroboter ohne extravertierte Persönlichkeit.
- H3:** Je höher die soziale Akzeptanz, desto höher ist die Nutzungsintention bei einem Lotsenrobotern mit extraviert gestalteter Persönlichkeit.
- H4:** Ein Lotsenroboter mit taktilen Interaktionsfähigkeiten erzielt eine höhere soziale Akzeptanz als ein Lotsenroboter ohne taktile Interaktionsfähigkeiten.
- H5:** Ein Lotsenroboter mit taktilen Interaktionsfähigkeiten erzielt eine höhere Nutzungsintention als ein Lotsenroboter ohne taktile Interaktionsfähigkeiten.
- H6:** Je höher die soziale Akzeptanz, desto höher ist die Nutzungsintention bei einem Lotsenroboter mit taktiler Interaktionsfähigkeit.
- H7:** Ein Lotsenroboter mit stärker menschenähnlichem Aussehen erzielt eine höhere soziale Akzeptanz als ein Lotsenroboter mit einem weniger menschenähnlichem Aussehen.
- H8:** Ein Lotsenroboter mit stärker menschenähnlichem Aussehen erzielt eine höhere Nutzungsintention als ein Lotsenroboter mit einem weniger menschenähnlichem Aussehen.
- H9:** Je höher die soziale Akzeptanz, desto höher ist die Nutzungsintention bei einem Lotsenroboter mit stärker menschenähnlichem Aussehen.

Kapitel 3

Feldexperiment zur extravertierten Roboterpersönlichkeit

Teile des vorliegenden Kapitels wurden bereits in Ludewig & Döring, (2013) und Ludewig, Döring, & Exner (2012) publiziert.

Basierend auf den Erkenntnissen der Extraversionsforschung, wurde im Rahmen dieses Feldexperimentes untersucht, wie sich eine vorhandene extravertierte Persönlichkeit bei einem Serviceroboter auf die Mensch-Roboter-Interaktion und dabei speziell auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention auswirkt. Dafür wurde die Standardversion des Serviceroboters TOOMAS auf Basis eines eigens entwickelten Extraversionskonzepts so verändert, dass das Merkmal Extraversion stärker zum Ausdruck kommt. Die bereits im Einsatzfeld erprobte Version des Serviceroboters TOOMAS wurde dabei theorie- und empiriebasiert mit einer extravertierten Persönlichkeit ausgestattet.

3.1 Evaluationsgegenstand

TOOMAS ist ein 1,5 m großer und 75 kg schwerer Shoppingroboter, der Kundinnen und Kunden im Baumarkt bei ihrer Artikelsuche behilflich ist (siehe Abbildung 3.1). Ein am Torso des Roboters befestigter Touchscreen ermöglicht den Kundinnen und Kunden eine Produktsuche durchzuführen. Zusätzlich zu Grafiken und Text wird die Sprachausgabe genutzt, um die Suche zu unterstützen oder den Status des Roboters anzugeben, denn TOOMAS verfügt über eine Sprachausgabe mittels integrierter Stereolautsprecher, wodurch er mit Kundinnen und Kunden kommunizieren kann. Nach erfolgreicher Suche werden die Artikel und die aktuelle Position der Nutzerinnen und Nutzer auf einer Karte auf dem Display angezeigt. Die Kundinnen und Kunden können allein oder in Begleitung des Roboters zu den angezeigten Artikelstandorten gehen. Auf Wunsch der Nutzerin oder des Nutzers geleitet TOOMAS sie oder ihn auf der kürzesten Route durch den Baumarkt zum berechneten Artikelstandort. TOOMAS Geschwindigkeit entspricht dem üblichen Schritttempo der Kundinnen und Kunden. Mittels verschiede-

ner Sensoren, Kameras und gespeicherter Umgebungskarte orientiert und navigiert TOOMAS vollkommen autonom durch seine dynamische Einsatzumgebung (Groß et al., 2009). Durch Bewegungsmotoren im Kopfbereich können Kopf und Augenlieder bewegt werden. TOOMAS wurde von der MetraLabs GmbH in enger Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet der Neuroinformatik und Kognitive Robotik der Technischen Universität Ilmenau entwickelt. Während einer dreijährigen Testphase konnte bereits eine hohe Usability und damit eine gute instrumentale Interaktionsebene für die Nutzerinnen und Nutzer bei TOOMAS festgestellt werden (Pöschl, Döring, Böhme, & Martin, 2009). In einer Folgestudie, im Rahmen der vorliegenden Dissertationsschrift, wurde die Interaktion auf sozio-emotionaler Interaktionsebene optimiert. Dafür wurde der Serviceroboter mit extravertierten Merkmalen ausgestattet.



Abbildung 3.1. TOOMAS (eigenes Foto)

Der nachfolgende Abschnitt stellt zunächst den Entwicklungs- und Forschungsstand zur Konzeption eines extravertierten Serviceroboters vor. Dabei werden ein Überblick über die Persönlichkeitsdimension Extraversion und entsprechende extravertierte Merkmale bei Servicerobotern gegeben. Anschließend werden die aufgearbeiteten Gestaltungshinweise zur Konzeption von extravertierten Merkmalen im Persönlichkeitskonzept vorgestellt.

Zur technischen Umsetzung des Extraversionskonzept wurde eine Kooperation mit der Firma MetraLabs GmbH aus Ilmenau angestrebt, da diese den Serviceroboter vermarkten und teilweise weiterentwickeln.

3.2 Forschungsstand zur Darstellung einer extravertierten Persönlichkeit bei Servicerobotern

Wie bereits in Kapitel 2.4.1 erläutert, zählt die Extraversion als die am genauesten zu beobachtende Persönlichkeitsdimension (Henss, 1998; kyu Lee & suk Kim, 2006). Menschen können demnach die Züge der Extraversion innerhalb von fünf Sekunden wahrnehmen (Carney, Colvin, & Hall, 2007). Extravertierte Personen zeigen sich meist aufmerksam, gesellig, freundlich und gesprächig. Introvertierte Personen richten ihre Aufmerksamkeit auf das eigene Leben, sie wirken nach außen kühl und reserviert (Eysenck, 1953; Saum-Aldehoff, 2007).

Extraversion lässt sich während einer Interaktion anhand von verbalen und nonverbalen Interaktionselementen erkennen. Verbale Interaktionselemente sind u. a. eine Variation der Stimme in der Tonhöhe, eine erhöhte Sprechgeschwindigkeit und eine flüssige Sprechweise (Borkenau & Liebler, 1995; Lippa, 1998; Nass & Lee, 2001; Scherer, 2005). Extravertierte verwenden in Interaktionen eine emotional positive Wortwahl und einen lockeren Sprachstil.

Zu den nonverbalen Interaktionselementen zählen vorwiegend Gestik und Mimik. Extravertierte bewegen sich mit erhöhter Geschwindigkeit, nicken oft mit dem Kopf und suchen häufiger den Augenkontakt zu Anderen (Borkenau & Liebler, 1995; Lippa, 1998; Siegman, 1978). Die Mimik Extravertierter variiert sehr stark. Sie kommunizieren häufig mit verschiedenen Gesichtsausdrücken, welche meist Heiterkeit und Fröhlichkeit ausdrücken (Henss, 1998; Riggio & Friedman, 1986; Riggio, Lippa, & Salinas, 1990).

Im Bereich der Servicerobotik können die bereits vorhandenen verbalen und nonverbalen Interaktionselemente eines Serviceroboters zur Modellierung einer Serviceroboterpersönlichkeit genutzt werden. Hinweise zur Konzeption dieser liefern Untersuchungen aus dem Bereich der sozialen Robotik:



Abbildung 3.2. iCat der Firma Philips. Aus „Human-like user-interface prototype iCat to help users in their daily tasks.“ Von Philips, 2015, abgerufen am 19.04.2015 von <http://www.research.philips.com/downloads/pictures/systsoft-user-interfaces.html>.

3.2.1 Verbale Interaktionselemente

Meerbeek, Hoonhout, Bingley und Terken (2008) untersuchten im Rahmen eines Fernsehenszenarios, bei dem die iCat (eine interaktive Katze von Philips) die Nutzerin oder den Nutzer durch das Fernsehprogramm begleitete, welche iCat-Persönlichkeit dabei bevorzugt wurde. Dabei verwendete die extravertierte iCat eine ausdrucksvollere Sprache, war witziger und gab der Nutzerin oder dem Nutzer auch mal auf eine freundliche Art und Weise Befehle als die introvertierte

iCat. Insgesamt wurde dabei eine umfangreichere Sprache umgesetzt, bei der mehr Wörter und längere Sätze verwendet wurden, sowie ein lockerer Sprachstil. Die introvertierte iCat hingegen war zwar freundlich, aber weniger witzig und verwendete kürzere Sätze. Die Nutzerinnen und Nutzer bevorzugten die extravertierte iCat (Meerbeek et al., 2008).

Auch Park, Moshkina und Arkin (2010) implementierten dem Nao-Roboter (ein humanoider Roboter des französischen Roboterherstellers Aldebaran Robotics, siehe Abbildung 3.5) eine extravertierte Persönlichkeit, wodurch dessen Stimme lauter und die Sprechgeschwindigkeit schneller war und die Tonhöhen stärker variierten (Park, Moshkina, & Arkin, 2010). Gleiche Umsetzung wurde auch bei der Implementierung einer extravertierten Persönlichkeit bei dem Roboter I-Robi genutzt (So, Kim, & Oh, 2008).



Abbildung 3.3. I-Robi der Firma Yujin Robot. Aus „Irobi Series: Irobi.“ Von Yujin Robot, 2015, abgerufen am 19.04.2015 von <http://www.roboticstoday.com/robots/irobi>.

Lohse und Hanheide (2008) implementierten BIRON (eine auf der PeopleBot basierenden Roboterplattform), der im Rahmen eines Haushaltsassistentenszenarios mit einer Nutzerin durch die Wohnung

fährt, ebenfalls beide Persönlichkeiten. Die Interaktionen mit beiden Roboterversionen wurde auf Video aufgezeichnet und den Studienteilnehmerinnen und -teilnehmern gezeigt, die die Roboter anschließend einschätzen sollten. Der extravertierte BIRON war gesprächig und verwendete längere Sätze. Der introvertierte BIRON war weniger gesprächig und verwendete kürzere Sätze. Die unterschiedlichen Roboterpersönlichkeiten wurden von den Studienteilnehmerinnen und -teilnehmern wahrgenommen. Bevorzugt wurde der extravertierte BIRON (Lohse & Hanheide, 2008).

Tapus, Tapus und Mataric (2008) zeigten in ihrer Studie den wirkungsvollen Einfluss von verbalen Interaktionselementen in einem Pflegeroboterszenario. Demnach konnten Nutzerinnen und Nutzer des Roboters „ActiveMedia Pioneer 2-DX“, der sonst über keine expressiven Interaktionselemente verfügt (siehe Abbildung 3.4), aufgrund seiner verbalen Interaktionselemente (lautere Stimme, schnellere Sprechgeschwindigkeit, variierende Tonhöhen und herausfordernder Sprachstil) eine extravertierte bzw. bei entgegengesetzten Merkmalen eine introvertierte Persönlichkeit zuschreiben (Tapus, Tapus, & Mataric, 2008).



Abbildung 3.4. ActiveMedia Pioneer 2-DX. Aus „User-robot personality matching and robot behavior adaptation for post-stroke rehabilitation therapy. Intelligent Service Robotics,“ von A. Tapus, C. Tapus und M. J. Mataric, 2008, *Special Issue on Multidisciplinary Collaboration for Socially Assistive Robotics*, 1(2), S. 176.

Für einen extravertierten Serviceroboter sollten demnach die verbalen Interaktionselemente dahingehend angepasst werden, dass die Sprechgeschwindigkeit höher und schneller und die Stimme lauter eingestellt werden, die Tonhöhen stärker variieren und der Roboter einem dem Szenario angepassten Sprachstil erhält.

3.2.2 Nonverbale Interaktionselemente

In der Vergleichsstudie von Meerbeck, Hoonhout, Bingley und Terken (2006) wurde die iCat anhand von Kopf- und Augenbrauenbewegungen introvertiert bzw. extravertiert gestaltet. Die extravertierte iCat neigte dabei ihren Kopf schneller und häufiger zur Seite oder nickte. Ihre Mimik wurde dahingehend verändert, dass die extravertierte iCat häufiger die Augenbrauen bewegte und den Blickkontakt hielt, als die introvertierte iCat.

Park, Moshkina und Arkin (2010) nutzten die Möglichkeiten des Nao-Roboters neben dem Kopf auch den Körper für die Darstellung extravertierter Gesten heranzuziehen. Demnach erhielt der extravertierte Nao eine aufrechte Körperhaltung, einen erhobenen Kopf und schwingende Arme während des Laufens. Er winkte zur Begrüßung, nutzte beide Arme und Hände zur Kommunikation während der Interaktion (siehe Abbildung 3.5) und hielt einen geringen Abstand zu seiner Interaktionspartnerin oder seinem Interaktionspartner (Park et al., 2010).

Der extravertierte AIBO (ein Roboterhund von Sony) zeigte seine Persönlichkeit indem

er seine Körperbewegungen schneller, häufiger und in einem größeren Bewegungsradius ausführte. Anhand seiner im Gesicht befindlichen LEDs (Leuchtioden) veränderte er seine Mimik. Die LEDs des extravertierten AIBOs änderten sich häufiger und waren bunter, als beim introvertierten AIBO (Lee, Peng, Jin, & Yan, 2006).



Abbildung 3.5. Links: Endpose des extravertierten Naos; rechts: Endpose des introvertierten Naos. Aus „Recognizing nonverbal affective behavior in humanoid robots,“ von S. Park, L. Moshkina und R. C. Arkin, 2010, *Intelligent Autonomous Systems*, 11, S. 16.

Auch Kim, Kwak und Kim (2008) zeigten in ihren Untersuchungen, dass für eine extravertierte Roboterpersönlichkeit die Gestiken des Roboters schneller und häufiger stattfinden sollten (Kim et al., 2008).

In Bezug auf die nonverbalen Interaktionselemente sollten folglich Formen von Mimik und Gestik implementiert werden. Dies kann durch die Implementierung wichtiger Merkmale wie Augen, Augenlider, Nase und Mund realisiert werden (DiSalvo et al., 2002). Je mehr Merkmale dabei bei dem Serviceroboter umgesetzt werden, desto menschenähnlicher wird er wahrgenommen und desto positiver ist die erlebte Interaktion der Nutzerinnen und Nutzer mit ihm (Krach et al., 2008). So bewirkt der Augenkontakt bereits eine wahrnehmbare Aufmerksamkeit (Kozima, Nakagawa, & Yano, 2003).

Nach dem Forschungsstand sollten bei einem extravertierten Serviceroboter entsprechend die vorhandene Gestik und Mimik, wie z. B. Blinzeln, Bewegungen des Kopfes oder der Augen im Allgemeinen schneller, häufiger und im größeren Umfang erfolgen (Lee et al., 2006; Park et al., 2010).

3.3 Konzeption des extravertierten Serviceroboters

Für die Implementierung der extravertierten Persönlichkeit wurden insgesamt, basierend auf dem Forschungsstand, zehn Merkmale des Standardroboters im Rahmen des Extraversionskonzeptes verändert (siehe Tabelle 3.1). Diese werden nachfolgend kurz erläutert.

3.3.1 Verbale Interaktionselemente

Die Sprache und Stimme des Shoppingroboters wird anhand einer Sprachsynthese erzeugt.

Die Stimme

Für die Stimme des Shoppingroboters wird das Programm Loquendo TTS genutzt, um eine synthetische aber dennoch natürlich klingende Stimme zu erzeugen. Die Standardversion des Shoppingroboters verfügt über eine männliche, monoton klingende Stimme. Diese Stimme sollte bei der extravertierten Version lebendiger und freundlicher sein. Realisiert wurde dies mit bewussten Pausen, gezielten Setzen von Kommas, Ausrufezeichen und Punkten. Gleichzeitig wurde die Geschwindigkeit, Tonhöhe und Lautstärke verändert (siehe Tabelle 3.1).

Die Sprachausgabe

Da Extravertierte einen lockeren, ausdrucksvolleren Sprachstil haben (Meerbeek et al., 2008), wurden die Sätze des extravertierten Roboters inhaltlich freundlicher, euphorischer und selbstbewusster formuliert. Neben den längeren Sätzen, gibt er zusätzlich detailliertere Hilfestellungen bei der Produktsuche als die Standardversion. Darüber hinaus gibt er Hinweise zur Nutzung des Touchscreens und gibt Feedback, wenn die Kundin oder der Kunde die Suche zwischendurch anhält, er selbst wegen eines Hindernisses anhalten muss oder die Kundin oder der Kunde eine neue Suche startet.

3.3.2 Nonverbale Interaktionselemente

Extravertierte Serviceroboter erkennt man an ihrem Gesichtsausdruck, und ihren häufigen und schnellen Bewegungen (K. M. Lee, Peng, Jin, & Yan, 2006; Meerbeek et al., 2008). Der Shoppingroboter als Evaluationsgegenstand bietet allerdings nur wenige Möglichkeiten, seine extravertierte Persönlichkeit durch Bewegungen zum Ausdruck zu bringen. Durch fehlende Arme und Beine können keine Gestiken realisiert werden. Aus Sicherheitsgründen darf er nicht schneller als Schritttempo fahren. Im Kopfbereich verfügt er über bewegliche Elemente, wie Augen, die nach oben und unten und links und rechts bewegt werden können, und Augenlider, die sich schließen und wieder öffnen lassen.

Gesichtsausdruck

Um dem extravertierten Shoppingroboter einen stärkeren Gesichtsausdruck zu verleihen, wurden ihm die Elemente Pupille, Wimpern, Augenbrauen, Nase und Mund montiert (siehe Abbildung 3.6). Durch Hinzufügen des Mundes konnte bereits ein freundliches Lächeln umgesetzt werden. Darüber hinaus bekam die Iris des extravertierten Roboters einen wärmeren und helleren Blauton.

Um ein stimmiges und harmonisches Erscheinungsbild des Roboters beizubehalten, waren der Gestaltung Grenzen gesetzt (z. B. wurde auf die Verwendung von Lippen- und Wimpernfarbe verzichtet). Es galt eine zu prägnante Ausgestaltung einzelner Elemente zu vermeiden, die das Gesamtbild dominiert hätten. Bewegliche Elemente, wie z. B. be-



Abbildung 3.6. Interaktion mit TOOMAS (links, eigenes Foto); Kopfbereich der Standardversion (Mitte, eigenes Foto) und der extravertierten Version des Shoppingroboters (rechts, eigenes Foto).

wegliche Augenbrauen und Lippen, durch die verschiedene Gesichtsausdrücke möglich sind (Breazeal, 2003; Hegel, Eyssel, & Wrede, 2010; J. K. Lee & Breazeal, 2010), konnten aus forschungsökonomischen Gründen nicht implementiert werden.

Kopfbewegungen

Der Standard-Shoppingroboter bewegt seinen Kopf nur nach links oder rechts, um zu signalisieren in welche Richtung er fährt. Während der Interaktion mit einer Nutzerin oder einem Nutzer ist sein Kopf stets starr nach vorn gerichtet. Für die extravertierte Roboterversion wurden die Kopfbewegungen dahingehend erweitert, als dass er seinen Kopf während einer Interaktion leicht anhebt, um so den Eindruck zu vermitteln, dass er die Nutzerin bzw. den Nutzer anschaut. Dabei sollte die Blickrichtung in der Höhe von ca. 1,72 m erzeugt werden, da dies die Durchschnittsgröße der Deutschen ist (Statistisches Bundesamt, 2010). Dies war aus technischen Gründen jedoch nicht möglich, weshalb nur eine Höhe von 1,68 m realisiert werden konnte. Zusätzlich bewegt der Roboter seinen Kopf zwischen Nutzerin und Nutzer und Touchscreen auf und ab, je nachdem ob gerade eine Eingabe erfolgt oder nicht. Als Ausdruck der Zustimmung oder bei der Bestätigung einer Suchanfrage nickt er der Nutzerin oder dem Nutzer zu.

Textbasierte Kommunikation

Die bisherige Standardversion verfügte über eine Beschriftung auf dem Rumpf und eine Begrüßung auf dem Touchscreen. Beide wurden für den extravertierten Roboter verändert, um nicht nur freundlicher, sondern auch entschlossener und auffordernder zu wirken (siehe Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1

Die zehn veränderten Merkmale des Shoppingroboters TOOMAS gemäß Extraversionskonzept.

		Standardversion	Extravertierte Version
verbale Merkmale	Tonhöhe	monotone Tonhöhe	mehr Varianz in den Tonhöhen
	Lautstärke	durchschnittlich 75 db	durchschnittlich 80 db
	Sprechgeschwindigkeit (auf einer Text-to-Speech Engine Skala von 0 - 100)	60 (verglichen mit menschlicher Sprechgeschwindigkeit eher langsam)	variierend zw. 60 und 90 (verglichen mit menschlicher Sprechgeschwindigkeit langsam bis normal)
	Ausdrucksweise	neutral, z. B.: „Wenn ich Sie jetzt zum angezeigten Standort bringen soll, drücken Sie bitte auf ‘LOSFAHREN‘“	positive Wortwahl und lockerer Sprachstil, z. B.: „Ich würde mich freuen, wenn ich Sie zum angezeigten Standort führen darf. Drücken Sie einfach auf ‘LOSFAHREN‘, falls Sie damit einverstanden sind.“
non-verbale Merkmale	Gesichtsausdruck	Augen	Augen mit Pupille und Wimpern, Augenbrauen, Nase und Mund
	Blickrichtung	Blick stets nach vorn gerichtet	Blick nach vorn und leicht erhöht auf Nutzer/in gerichtet; Wechsel zwischen Blick auf Touchscreen bei Eingaben oder auf Nutzer/in
	Kopfnicken	1 x pro Interaktion	3 - 4 x pro Interaktion
	Lidschlag	1 x pro Interaktion	2 x pro Interaktion
	Rumpfbeschriftung	„Hallo, ich bin TOOMAS. Wie kann ich helfen?“	„Hallo, ich bin TOOMAS. Ich kann Ihnen helfen!“
	Bildschirmbeschriftung	Analog zum gesprochenen Text (siehe Zeile Ausdrucksweise)	

3.4 Hypothesen und Forschungsfragen

Um die Relevanz der extravertierten Roboterpersönlichkeit auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention zu untersuchen, wurden die beiden folgenden Hypothesen aufgestellt:

H1: Ein Lotsenroboter mit extraviert gestalteter Persönlichkeit erzielt eine höhere soziale Akzeptanz als ein Lotsenroboter ohne extravertierte Persönlichkeit.

H2: Ein Lotsenroboter mit extraviert gestalteter Persönlichkeit erzielt eine höhere Nutzungsintention als ein Lotsenroboter ohne extravertierte Persönlichkeit.

Zudem ist der Zusammenhang zwischen sozialer Akzeptanz und Nutzungsintention von Interesse, welcher mit folgender Hypothese untersucht wird:

H3: Je höher die soziale Akzeptanz, desto höher die Nutzungsintention bei einem Lotsenroboter mit extraviert gestalteter Persönlichkeit.

Daneben stellen sich die folgende Hypothese und Forschungsfrage, die sich auf die Wahrnehmung der Extraversion beziehen:

H1.1: Ein Lotsenroboter mit extraviert gestalteter Persönlichkeit wird extravertierter wahrgenommen als ein Lotsenroboter ohne extraviert gestalteter Persönlichkeit.

F1: Welche der extravertiert gestalteten Merkmale des Lotsenroboters (basierend auf den verbalen und nonverbalen Interaktionselementen) tragen zum Extraversionseindruck bei?

Nachfolgend wird das Methodische Vorgehen beschrieben, um die Hypothesen und die Forschungsfrage zu untersuchen.

3.5 Methodisches Vorgehen

In diesem Kapitel werden im Folgenden das Forschungsdesign (Kapitel 3.5.1) und die Stichprobenkonstruktion (Kapitel 3.5.3) sowie die Operationalisierung der Evaluationskriterien (Kapitel 3.5.2) und die Datenerhebung (Kapitel 3.5.4) vorgestellt. Des Weiteren wird auf die Vorgehensweise bei der Hypothesenüberprüfung eingegangen (Kapitel 3.5.5).

3.5.1 Forschungsdesign und Instrumente

Zur Untersuchung des Einflusses einer extravertierten Persönlichkeit des Roboters auf dessen soziale Akzeptanz und Nutzungsintention wurde im Februar 2011 ein Feldexperiment mit Querschnittsdesign in einem Baumarkt in Erfurt durchgeführt. Die Entscheidung für ein Experiment begründete sich darin, dass dadurch der Erklärungsgehalt der aufgestellten Kausalhypothesen eindeutiger festgestellt werden konnte als mit Hilfe einer Korrelationsstudie (Bortz & Döring, 2006, S. 491), da auftretende Effekte auf die Manipulation der unabhängigen Variablen zurückgeführt werden konnten. Die Untersuchung im Feld sollte ein natürliches Verhalten der Kundinnen und Kunden des Baumarktes im Umgang mit dem Serviceroboter in ihrer Alltagsumgebung gewährleisten (Schnell, Hill, & Esser, 2011, S. 218), da sich diese „während der Durchführung des Experiments und bei der Messung in ihrer gewohnten“ (Scholl, 2003, S. 92) und nicht in einer künstlich beeinflussten Umgebung befanden (Roth & Holling, 1999, S. 130).

So wurde in einem between-subjects-Design die standardisierte und die extravertierte Serviceroboterversion von den Versuchspersonen getestet und anschließend bewertet. Die Zuweisung der Roboterversion erfolgte randomisiert. Nach der Nutzung erfolgte eine mündliche Befragung zur durchgeführten Mensch-Roboter-Interaktion mittels eines halbstandardisierten Interviewleitfadens.

Der halbstandardisierte Interviewleitfaden ist ein effektives Instrument für diese Form der Datenerhebung, da mit ihm innerhalb kurzer Zeit und in knapper Form eine Vielzahl

von Daten gewonnen werden können (Habermehl, 1992, S. 195). Darüber hinaus lassen sich Schwierigkeiten im schriftlichen Ausdruck, Lesevermögen oder im Verständnis wie bei schriftlichen Befragungen reduzieren und Fragen können einfach wiederholt und kurz erläutert werden. Zudem kann das Risiko eines Abbruches oder falscher Angaben vermindert werden. Anhand festgelegter Frage- und Antwortformulierungen ermöglicht der Interviewleitfaden die Erfassung valider und reliabler Daten (Scholl, 2003, S. 76), welche eine Gleichheit der Interviewsituation gewährleisten und unterschiedliche Interpretationen der Antworten vermeiden. Dadurch sind die Antworten vergleichbar und quantitativ auswertbar (Schnell, Hill, & Esser, 2008, S. 301). Ferner ermöglicht der Interviewleitfaden ein individuelles Eingehen auf die Versuchsperson, um zusätzliche Daten zu erheben. Anregungen und Kritik, die über die Fragen des halbstandardisierten Interviewleitfadens hinausgehen, können festgehalten und hinterfragt werden. Darüber hinaus kann auf diese Weise ein natürliches und freies Gespräch zustande kommen, bei dem die Versuchspersonen weitere bislang nicht berücksichtigte Informationen äußern.

Ein Pretest des halbstandardisierten Interviewleitfadens diente dazu, die Realisierbarkeit des Designs und der Abfolge, sowie den Umfang und die Verständlichkeit zu überprüfen und gegebenenfalls zu verbessern. Dabei wurde darauf geachtet, die Testsituation an der realen Erhebung auszurichten.

Während der Interaktion mit dem Serviceroboter wurden die Versuchspersonen zusätzlich durch das Forschungsteam beobachtet. Die Beobachtung diente als Ergänzung zum halbstandardisierten Interviewleitfaden, um Reaktionen der Versuchspersonen (wie bspw. Berührungängste gegenüber dem Roboter oder unsicherer Umgang) oder auftretende technische Probleme mit dem Serviceroboter in der anschließenden Befragung aufgreifen und besprechen zu können. Die Versuchspersonen sollten dabei so geringfügig wie möglich vom Forscherteam in der Nutzung beeinflusst werden, weshalb auf die aktive und wissenschaftliche Beobachtung mittels Protokoll verzichtet wurde (Roth & Holling, 1999, S. 126). Stattdessen erfolgte die Beobachtung offen, nicht-teilnehmend und eher unstrukturiert (Schnell et al., 2008, S. 301). Zur Erfassung relevanter Daten dienten freie Notizfelder innerhalb des halbstandardisierten Interviewleitfadens.

Dieser unterteilte sich in fünf Punkte:

- Vermerk der Shoppingroboterversion, Datum und Zeit
- Beginn der Befragung anhand von Eisbrecherfrage (Nutzungshäufigkeit des Shoppingroboters)
- Beobachtung während der Artikelsuche (Dokumentation von technischen Problemen, ob der Artikel gefunden wurde und Aussagen der Versuchspersonen während der Interaktion)
- Befragung nach der Artikelsuche (Bewertung der wahrgenommenen extravertierten Persönlichkeit, der Persönlichkeits-Merkmale anhand der Likeability-Skala und der sozialen Akzeptanz und Nutzungsintention)

- Ende der Befragung (Erhebung der soziodemografischen Daten, siehe Anhang A.1).

Überwiegend handelte es sich um geschlossene Fragen, bei denen den Versuchspersonen alle Antwortmöglichkeiten - dominierend auf einer siebenstufigen Skala - vorgegeben wurden. Neben den geschlossenen, gab es wenige offene Fragen, die auf die Begründung einzelner Antworten zielten. Für die Auswertung wurden die halbstandardisierten Interviewleitfäden mittels SPSS ausgewertet. Die genaue Vorgehensweise der Auswertung wird in Kapitel 3.5.5 erläutert.

3.5.2 Operationalisierung

Um die Hypothesen und die Forschungsfrage zu beantworten, war es notwendig, die Persönlichkeitsmerkmale der Extraversion, sowie die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention zu operationalisieren. Eine vollständige Version des Erhebungsinstruments befindet sich im Anhang A.1.

Die Basis für die Operationalisierung der Wahrnehmung des Persönlichkeitsmerkmals der Extraversion bei dem Serviceroboter TOOMAS stellte eine Kurzversion des Big Five Inventory (BFI-K) von (Rammstedt & John, 2005) dar. Diese auf 21 Items verkürzte und standardisierte Batterie erfasst die Big-Five-Persönlichkeitsdimensionen mit Hilfe einer fünfstufigen Likert-Skala (1=„völlig unzutreffend“ bis 5=„völlig zutreffend“). Da das Forschungsinteresse auf die Wahrnehmung der Extraversion zielt, wurde die Skala auf diejenigen vier Extraversions-Items reduziert, welche gezielt dieses Merkmal messen. Dabei gaben die Versuchspersonen jeweils auf einer siebenstufigen Ratingskala (1: geringste bis 7: stärkste Ausprägung) an, wie gesellig, begeisterungsfähig, still und zurückhaltend der Serviceroboter auf sie wirkt. Es wurde dabei eine siebenstufige Ratingskala gewählt, da sich in dem Pretest zeigte, dass eine fünfstufige Skala von den Versuchspersonen als unzureichende Antwortmöglichkeit empfunden wurde. Zusätzlich wurde die Antwortmöglichkeit „keine Angabe“ für die Versuchspersonen aufgenommen, die sich an Merkmale nicht erinnern oder sie nicht bewerten konnten. Diese wurde allerdings nur als inoffizielle Antwortmöglichkeit auf Basis der freien Äußerung der Versuchspersonen von der Testleitung genutzt.

Die Einschätzung der einzelnen umgestalteten Extraversions-Merkmale (z. B. Gesichtsausdruck, Ausdrucksweise, Tonhöhe, siehe Tabelle 3.1) erfolgte anhand der Likeability-Skala, die sich aus den fünf Items: dislike/like, unfriendly/friendly, unkind/kind, unpleasant/pleasant und awful/nice zusammensetzt (Bartneck et al., 2009). Für die Erhebung wurden nur drei der fünf Items unpleasant/pleasant, unfriendly/friendly und awful/nice herangezogen, um den Interviewleitfaden kurz und prägnant zu halten. Das Item dislike/like der Likeability-Skala wurde als schwierig bewertbar erachtet, da der Interaktionszeitraum während des Feldexperimentes zu kurz war, um über ein „gern haben“ des Shoppingroboters bewerten zu können. Unkind/kind als nett oder höflich wurde dem Item unfriendly/friendly gleichgesetzt. Die einzelnen Items wurden aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt: Demnach bewerteten die Versuchspersonen jeweils auf einer siebenstufigen Skala, wie angenehm, freundlich und sympathisch sie die einzelnen Merkmale der Extraversion während der Interaktion mit dem Shoppingroboter empfanden.

Die Erhebung der sozialen Akzeptanz des Roboters insgesamt erfolgte anhand der Indikatoren *Likeability* und *Joy of Use*. *Likeability* wurde ebenfalls anhand der drei Items angenehm, freundlich und sympathisch der Likeability-Skala (Bartneck et al., 2009) erfasst und *Joy of Use* mit einem Einzelitem (Grad des Späkes während der Interaktion mit dem Roboter). Zusätzlich wurde die Nutzungsintention ebenfalls anhand eines Items erhoben (Grad der Nutzung in der Zukunft), da in verschiedenen Studien bezüglich der Akzeptanz von neuen Technologien (Davis, 1993; Venkatesh et al., 2003) und sozialen Servicerobotern (D. K. Lee, Kielser, Forlizzi, Srinivasa, & Rybski, 2010) diese als Indikator für die Akzeptanz herangezogen wurde (als Übersicht siehe Tabelle 3.2). Zu den erfassten soziodemografischen Daten der Versuchspersonen gehörte das Geschlecht und Alter.

3.5.3 Stichprobenkonstruktion

Der geplante Stichprobenumfang umfasste 200 Versuchspersonen. Für die Auswahl wurde die Gelegenheitsstichprobe gewählt. Zur Rekrutierung dieser wurden Baumarktkundinnen und -kunden im Eingangsbereich des Baumarktes angesprochen.

3.5.4 Datenerhebung

Die Untersuchung erfolgte im toom Baumarkt in Erfurt, da die Serviceroboter hier routinemäßig eingesetzt wurden. Das Feldexperiment wurde zwischen dem 16. und 19. Februar 2011 durchgeführt. Es wurde ganztägig an Wochentagen sowie am Wochenende erhoben, was die Ansprache eines breiten Kundinnen- und Kundenspektrums des Baumarktes ermöglichte. Die Untersuchungsdurchführung dauerte im Schnitt 15 Minuten und erfolgte pro Tag mit rund 50 Versuchspersonen.

Verlauf der Experimente

Die Interviewerin und der Interviewer warteten am Haupteingang des Baumarktes und begrüßten die Kundinnen und Kunden und versuchten sie als Versuchspersonen zu gewinnen.

Instruktion: Jene Kundinnen und Kunden, die sich für den Test bereit erklärten, wurden zu den Servicerobotern (Standardroboter und extravertierter Roboter) geführt, welche sich im Eingangsbereich des Baumarktes aufhielten. Die Versuchspersonen erhielten eine kurze Einweisung zum Experiment (Ablauf und Dauer). Dabei wurden die Versuchspersonen darauf hingewiesen, dass sie während des Tests beobachtet werden - dabei aber der Serviceroboter im Fokus der Beobachtung steht und nicht sie, um eine Veränderung im Verhalten zu vermeiden. Darüber hinaus wurden sie darüber aufgeklärt, dass die erhobenen und persönlichen Daten anonymisiert und nur für wissenschaftliche Zwecke genutzt werden. Um die Anonymisierung und den Datenschutz zu gewährleisten, wurden den einzelnen Versuchspersonen Codes zugewiesen. Anschließend nutzten die Versuchspersonen die jeweils randomisiert zugewiesene Serviceroboter-Version (Standardversion vs. extravertierte Version des Serviceroboters).

Tabelle 3.2

Übersicht der Items, Dimensionen und Subdimensionen.

Dimension	Subdimension	Anzahl Items	theoretische Basis
Extraversions- Items		4	In Anlehnung an die Kurzversion des Big Five Inventory (BFI-K) von Rammstedt and John (2005)
Extraversions- Merkmale	Tonhöhe	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
	Lautstärke	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
	Sprechgeschwindigkeit	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
	Ausdrucksweise	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
	Gesichtsausdruck	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
	Blickrichtung	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
	Kopfnicken	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
	Lidschlag	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
	Rumpfbeschriftung	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
	Bildschirmbeschriftung	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
soziale Akzeptanz	Likeability-Skala	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
	Joy of Use	1	Eigenes Item
Nutzungsintention		1	In Anlehnung an Akzeptanz-Modelle von Davis (1993) und Venkatesh et al. (2003)

Interaktion: Die Versuchspersonen interagierten selbstständig und ohne Hilfe des Interviewers mit dem jeweiligen Serviceroboter und suchten ihren gewünschten Artikel. Die Untersuchungsleiterinnen und -leiter blieben währenddessen im Hintergrund und beobachteten die Interaktion zwischen Testperson und Serviceroboter und protokollierten diese. Nach Erreichen des Artikelstandortes des gesuchten Artikels wurden die Versuchspersonen angewiesen den jeweiligen Serviceroboter noch einmal kurz zu betrachten und durch Bestätigen des entsprechenden Buttons sich von ihm zu verabschieden.

Interview zur Bewertung des Serviceroboters: Anschließend an die Artikelsuche mit dem Serviceroboter beantworteten die Versuchspersonen die Fragen des halbstandardisierten Interviewleitfadens (siehe Anhang A.1) zur Bewertung der wahrgenommenen Persönlichkeit und den Persönlichkeitsmerkmalen sowie der sozialen Akzeptanz und Nutzungsintention des Serviceroboters. Die Fragen wurden von der Interviewerin bzw. dem Interviewer gestellt und die Antworten direkt in den Interviewleitfaden eingetragen. Um Missverständnisse mit den jeweiligen Skalenausprägungen zu vermeiden, erhielten die Versuchspersonen während der Befragung eine Kopie der Antwortkategorien und Ratingskalen, die sie ablesen konnten. Die Antworten der Interviewleitfäden wurden zum Schluss in ein SPSS-Dokument übertragen.

3.5.5 Vorgehensweise bei der Datenanalyse

Dieser Abschnitt thematisiert die Aufbereitung, Transformierung und Herangehensweise bei der Auswertung der erhobenen Daten. Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe der Statistiksoftware „SPSS 14“.

3.5.5.1 Datenaufbereitung

Der Datensatz wurde zuerst einer Qualitätsprüfung unterzogen, bei der die Daten auf Vollständigkeit, Einheitlichkeit, doppelte Zeilen oder Werte und mögliche Ausreißer geprüft wurden (Schendera, 2007, S. 388). Die mittels SPSS durchgeführten Häufigkeitsauszählungen und Mittelwertsberechnungen aller Variablen ermöglichte die Analyse des Datensatzes (Raithel, 2006). Identifizierte Eingabefehler wurden mit dem Fragebogen abgeglichen und gegebenenfalls korrigiert. Die anschließende explorative Datenanalyse diente zur Identifizierung von Ausreißern. Dabei wurden die Fälle 13, 35, 94, 131, 153, 195 ausgeschlossen, aufgrund von inkonsistenten Antworten. Damit reduzierte sich der Datensatz von $N=200$ auf $n=194$ Versuchspersonen.

Im nächsten Schritt wurden die Items zur Bewertung des Roboters umkodiert, um die Ergebnisse besser veranschaulichen zu können. Ziel war es, hohe Zahlenwerte mit hohen Merkmalausprägungen zu versehen. Zudem wurden, für die Auswertung der Daten, die Antwortmöglichkeit „keine Angaben“ aus dem Datensatz entfernt, damit „nur Fälle mit vollständigen Angaben bei allen Variablen in die Analyse eingehen“ (Schnell et al., 2011, S. 470). Weiterhin wurden die beiden negativ formulierten Items *still* und *zurückhaltend* der Extraversion umgepolt.

Nach der Datenaufbereitung konnten die Items weiter verarbeitet werden. Zuvor jedoch wurden sie einer Verteilungs- und Itemanalyse unterzogen.

3.5.5.2 Überprüfung der verwendeten Skalen

Um die Qualität der verwendeten Skalen zu überprüfen wurden das Cronbachs Alpha und für die dazugehörigen Items die Eigentrennschärfe ermittelt, da es sich hierbei zwar

um publizierte Skalen handelte, die jedoch für den Untersuchungsgegenstand angepasst wurden. Cronbachs Alpha Werte ab einem Wert von 0,8 gelten als akzeptabel, da sie auf eine ausreichende Interne Konsistenz der Skala hinweisen (Bortz & Döring, 2006, S. 196). Der Trennschärfekoeffizient sollte ein Wert von 0,5 aufweisen, damit das entsprechende Item als für die Skalenbildung geeignet angesehen werden kann (Bortz & Döring, 2006, S. 219). In Fällen bei dem die Interne Konsistenz der Skala ohne ein bestimmtes Item, die Interne Konsistenz der Skala mit dem Item, überstieg, wurde dieses Item von der Skala ausgeschlossen. Dadurch wird die Interne Konsistenz der Skala erhöht. Als Maß für die Eigentrennschärfe wurde der part-whole-korrigierte Trennschärfekoeffizient verwendet.

Vor der Itemsanalyse wurde mit Hilfe der Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation) überprüft, ob die einzelnen Items der Skalen tatsächlich einem Faktor zugehörig waren.

Skala: Wahrnehmung der Extraversion

Die Faktorenanalyse ergab eine Ein-Faktoren-Lösung mit insgesamt 48% Varianzaufklärung.

Die Reliabilitätsanalyse zeigte, dass die vier Items zur Messung der Extraversion des BFI-K (Kurzversion des Big Five Inventory (BFI-K) von (Rammstedt & John, 2005)) ein *Cronbachs* α von 0,62 sowie mittelmäßige Trennschärfen 0,38 und 0,43 besaßen (siehe Tabelle 3.3). Diese geringen Werte können auf den Mix von negativ und positiv formulierten Items sowie auf die geringe Anzahl der Items für die Skala zurückgeführt werden. Da auch ein Weglassen von Items das *Cronbachs* α nicht erhöhte, wurde die Skala dennoch verwendet, auch wenn dies zu Einschränkungen in der Interpretierbarkeit führen kann.

Tabelle 3.3

Reliabilitätsstatistiken der Extraversion.

Skala	<i>Cronbachs</i> α	<i>Trennschärfe</i>	<i>n</i>
Zurückhaltend	.58	.38	186
Stiller Typ	.55	.42	186
Begeisterungsfähig	.55	.43	186
Gesellig	.54	.42	186

Skala: Extraversionen-Merkmale

Aufgrund der Ähnlichkeit der zehn veränderten Produktmerkmale, wie die Gesichts- oder Körpermerkmale, ergaben sich bei der Faktorenanalyse unterschiedliche Faktoren. Da die Untersuchung der einzelnen Merkmale jedoch von Interesse war und da die Skalen einzeln betrachtet hohe interne Konsistenzen aufwiesen (*Cronbachs* α lag zwischen 0,78 und 0,94 und die Trennschärfen zwischen 0,61 und 0,92; siehe Tabelle 3.4), wurden für jedes Roboter-

merkmal die auf siebenstufigen Skalen abgegebenen Bewertungen (Likeability-Indikatoren: angenehm, freundlich und sympathisch) jeweils zu einem Wert gemittelt (Tabelle 3.6). Daher wurde auf eine Strukturierung und Zusammenfassung der Items durch eine Faktorenanalyse verzichtet und folglich eine inhaltliche Strukturierung vorgenommen.

Skala: Soziale Akzeptanz

Die Faktorenanalyse ergab eine Ein-Faktoren-Lösung mit insgesamt 69% Varianzaufklärung.

Das Eigenkonstrukt der sozialen Akzeptanz, welches aus der Literatur hergeleitet wurde (siehe Kapitel 2.3.2 und 3.5.2), besteht aus den drei Bewertungsisems der Likeability-Skala und Joy of Use. Mit einem *Cronbachs* α von 0,85 und Trennschärfen zwischen 0,66 und 0,79 besaßen die Items eine gute interne Konsistenz (siehe Tabelle 3.5).

3.5.5.3 Vorgehensweise bei der Datenauswertung

Für die Datenauswertung kamen parametrische Testverfahren zur Anwendung.

Dabei wurde ein Signifikanzniveau von 5% zugrunde gelegt. Das bedeutet, Ergebnisse wurden erst dann als signifikant angesehen, wenn p kleiner 0,05 war. Um die praktische Relevanz der signifikanten Ergebnisse besser einschätzen zu können, wurde zudem die Effektstärke d nach Cohen (1988) berechnet. Die Berechnung wurde mit Hilfe des Programms G*Power durchgeführt. Anhand welcher Testverfahren genau die Analyse der Hypothesen und der Forschungsfrage vorgenommen wurde, wird im Folgenden kurz vorgestellt.

H1: Ein Lotsenroboter mit extraviert gestalteter Persönlichkeit erzielt eine höhere soziale Akzeptanz als ein Lotsenroboter ohne extravertierte Persönlichkeit.

H2: Ein Lotsenroboter mit extraviert gestalteter Persönlichkeit erzielt eine höhere Nutzungsintention als ein Lotsenroboter ohne extravertierte Persönlichkeit.

Die Normalverteilungsannahme wurde mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests überprüft, wobei keine normalverteilten Variablen festgestellt wurden (siehe Tabelle B.1 und B.2 im Anhang B.1). Aufgrund der hohen Stichprobenzahl von $n=194$ Versuchspersonen und gleicher Stichprobenumfänge in den Gruppen, wurde, statt des nonparametrischen Mann-Whitney-U-Tests, die Analyse mittels t-Tests durchgeführt, da das Verfahren gegenüber nicht normal-verteilter Variablen robust reagiert (Bortz & Schuster, 2010, S. 122).

H3: Je größer die soziale Akzeptanz, desto größer die Nutzungsintention bei einem Lotsenroboter mit extraviert gestalteter Persönlichkeit.

Zur Untersuchung des Zusammenhangs wurden beide Variablen, trotz nicht normal-verteilter Variablen (siehe Tabelle B.1 im Anhang B.1) mittels bivariater Korrelation nach Pearson, miteinander korreliert, aufgrund seiner Robustheit gegenüber Verletzungen der Normalverteilungsannahme (Bortz & Schuster, 2010, S. 162).

Tabelle 3.4
Reliabilitätsstatistiken der Extraversions-Merkmale.

Skalen	<i>Cronbachs α</i>	<i>Trennschärfe</i>	<i>n</i>
Tonhöhe	.88		
angenehm	.86	.73	191
freundlich	.79	.83	191
sympathisch	.84	.78	191
Lautstärke	.88		
angenehm	.68	.92	192
freundlich	.83	.79	192
sympathisch	.83	.78	192
Sprechgeschwindigkeit	.87		
angenehm	.81	.78	193
freundlich	.75	.86	193
sympathisch	.92	.70	193
Ausdrucksweise	.89		
angenehm	.86	.77	191
freundlich	.79	.83	191
sympathisch	.87	.77	191
Gesichtsausdruck	.93		
angenehm	.90	.83	186
freundlich	.85	.91	186
sympathisch	.93	.81	186
Blickrichtung	.94		
angenehm	.93	.86	160
freundlich	.88	.91	160
sympathisch	.93	.86	160
Kopfnicken	.94		
angenehm	.91	.86	77
freundlich	.87	.92	77
sympathisch	.94	.84	77
Lidschlag	.88		
angenehm	.81	.81	138
freundlich	.80	.86	138
sympathisch	.91	.71	138
Rumpfbeschriftung	.91		
angenehm	.86	.83	118
freundlich	.84	.85	118
sympathisch	.91	.79	118
Bildschirmbeschriftung	.78		
angenehm	.76	.61	163
freundlich	.58	.73	163
sympathisch	.76	.64	163

Tabelle 3.5

Reliabilitätsstatistiken der sozialen Akzeptanz für das Feldexperiment.

Skalen	<i>Cronbachs α</i>	<i>Trennschärfe</i>	<i>n</i>
Likeability	.85		
angenehm	.78	.76	191
freundlich	.81	.70	191
sympathisch	.80	.73	191
Joy of Use	.86	.58	191

H1.2: Ein Lotsenroboter mit extraviert gestalteter Persönlichkeit wird extravertierter wahrgenommen als ein Lotsenroboter ohne extraviert gestalteter Persönlichkeit.

Für die Skala der Extraversion lagen normalverteilte Variablen vor, weshalb ein t-Test für die Analyse herangezogen wurde.

F1: Welche der extravertiert gestalteten Merkmale des Shoppingroboters (basierend auf den verbalen und nonverbalen Interaktionselementen) tragen zum Extraversionseindruck bei?

Um zu untersuchen, welche der zehn veränderten Robotermerkmale für den Extraversionseindruck des Roboters besonders wichtig sind, wurde zunächst die Bewertung der einzelnen Merkmale anhand der Mittelwerte betrachtet. Diese lieferten einen ersten Überblick über die Bewertung der Extraversion-Merkmale. Um statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Roboterversionen zu analysieren, wurden, trotz nicht vorhandener normalverteilter Variablen (siehe Tabelle B.3 und B.4 im Anhang B.1), t-Tests für unabhängige Stichproben berechnet.

Zur genauen Analyse des Einflusses einzelner Extraversion-Merkmale auf den Gesamteindruck der Extraversion des Roboters erfolgten bivariate Korrelationen nach Pearson, da sich dieser Signifikanztest für Korrelationskoeffizienten gegenüber Verletzungen der Annahme der Normalverteilung als robust erweist (Bortz & Schuster, 2010, S. 162). Dabei wurden die Bewertungen der einzelnen Merkmale mit dem Extraversionseindruck korreliert. Als Vergleich sowohl für den extravertiert gestalteten Shoppingroboter (siehe Tabelle 3.7) und den Standardroboter (siehe Tabelle 3.8). Die Korrelationen zeigen die Stärke der Beziehungen zwischen den Merkmalen und dem Extraversionseindruck. Allerdings lassen sie nicht erkennen, welche Merkmale unter Berücksichtigung aller Merkmale am stärksten zum Extraversionseindruck beitragen. Um dies zu untersuchen wurde anschließend eine multiple lineare Regressionsanalyse gerechnet. Diese zeigt neben den Zusammenhängen gezielt, welche Extraversion-Merkmale unter Berücksichtigung aller Merkmale im Regressionsmodell eine bedeutsame Wirkung haben und in der Lage sind, den Gesamteindruck der Extraversion zu erklären.

Die Schätzung der Regressionsfunktion erfolgte dabei als erstes mit Hilfe der „Einschluss“-Methode, anschließend mit der „schrittweise“-Methode. Die „Einschluss“-Methode nimmt alle Prädiktoren (unabhängige Variablen) gleichberechtigt in das Regressionsmodell auf und betrachtet diese. Bei der „schrittweise“-Methode werden nur ausgewählte Prädiktoren, die einen Erklärungsbeitrag für das Kriterium (abhängige Variablen) leisten, in das Regressionsmodell aufgenommen. Dabei wird nicht nur die Aufnahme der Prädiktoren in das Regressionsmodell anhand eines statistischen Kriteriums festgelegt, sondern auch der Ausschluss von bereits aufgenommenen Prädiktoren. Durch den Vergleich der Regressionsmodelle beider Methoden können Interdependenzen, wie dem Suppressions-Effekt, identifiziert werden (Litz, 2000, S. 99-100). Dieser liegt vor, wenn ein Prädiktor nicht mit dem Kriterium, sondern mit einem anderen Prädiktor korreliert (eine sogenannte Prädiktorvariableninterkorrelation) und dadurch in das Modell aufgenommen wird und folglich die aufgeklärte Varianz erhöht (Bortz, 2004, S. 458). Der Vergleich beider Modelle verhilft daher zu einer genaueren Interpretation. Anschließend erfolgte die Prüfung der jeweiligen Regressionsfunktion, um zu analysieren, wie gut die Prädiktoren zur Erklärung des Kriteriums beitrugen.

Prüfung der Regressionsfunktion

Für diese Prüfung wurden die globale Prüfung der Regressionsfunktion und die Prüfung der Regressionskoeffizienten herangezogen. Während die globale Prüfung die Regressionsfunktion als Ganzes (d. h. ob und wie gut das Kriterium durch das Regressionsmodell erklärt wird) testet, wird bei der Prüfung der Regressionskoeffizienten die Frage untersucht, wie gut die einzelnen Prädiktoren des Regressionsmodells zur Erklärung des Kriteriums beitragen (Backhaus, Erichson, Plinke, & Weiber, 2005, S. 63). Die Prüfungen erfolgten mit verschiedenen Bestimmtheitsmaßen und Statistiken.

Für die globale Prüfung wurden die Bestimmtheitsmaße korrigiertes R^2 und F-Wert herangezogen. Das korrigierte R^2 dient der Beurteilung der Güte des Gesamtmodells, d.h. es misst die Güte der Anpassung der Regressionsfunktion an die empirischen Daten (Backhaus et al., 2005, S. 64). Dabei ermittelt das korrigierte R^2 den Anteil der gesamten Streuung des Modells, das durch die Prädiktoren erklärt wird. Das Bestimmtheitsmaß der F-Statistik dient der allgemeinen Prüfung, ob das Gesamtmodell statistisch überhaupt signifikant ist und folglich, ob die integrierten Prädiktoren gemeinsam einen regressionsanalytischen Beitrag leisten (Janssen & Laatz, 2007, S. 429). Dabei wird der empirische F-Wert berechnet und mit den theoretischen F-Werten des ausgewählten Signifikanzniveaus von 5% verglichen. Ist der empirische Wert größer, kann die Nullhypothese, die keinen Zusammenhang postuliert, verworfen werden und der vermutete Zusammenhang gilt als statistisch signifikant. Stellt die F-Statistik einen signifikanten Zusammenhang fest, werden in einem zweiten Schritt die einzelnen Regressionskoeffizienten mit Hilfe des t-Testes isoliert auf ihre Signifikanz geprüft. Auch hier werden der empirisch berechnete t-Wert mit den theoretischen t-Werten des ausgewählten Signifikanzniveaus von 5% verglichen.

Maße zur Prüfung der Regressionskoeffizienten

Neben der t-Statistik wurden die Beta-Werte der standardisierten Regressionskoeffizienten betrachtet. Nach Feststellung der Signifikanz der einzelnen Regressionskoeffizienten, wurde die Einflussstärke der Prädiktoren mit Hilfe des Beta-Wertes festgestellt. Größe und Vorzeichen der geschätzten Regressionskoeffizienten waren dabei entscheidend. Sprachen alle Prüfungen für die Korrektheit des Modells, erfolgte zuletzt die Prüfung der Modellprämissen (die Voraussetzungen bezüglich der verwendeten Daten), die an das Verfahren geknüpft sind, um Verzerrungen in der Schätzung zu vermeiden.

Prüfung der Modellprämissen

Eine detaillierte Beschreibung dieser Prämissen liefern Backhaus, Erichson und Weiber (2011, S. 84-97) und Janssen und Laatz (2007, S. 451-454). Die für die vorliegende Untersuchung zu erfüllenden Forderungen waren der Ausschluss der Multikollinearität unter den Prädiktoren sowie normalverteilte standardisierte Residuen. Multikollinearitäten bezeichnen dabei Beziehungen zwischen Prädiktoren, die sich durch lineare Abhängigkeiten äußern. Diese können sich auf die Abhängigkeit zum Kriterium verzerrend auswirken, so dass bei zunehmender Multikollinearität, die Standardfehler der Regressionskoeffizienten größer und damit deren Schätzer unzuverlässiger werden (Backhaus, Erichson, & Weiber, 2011, S. 94). Um Modellinstabilität und eine verminderte Präzision der Schätzwerte (Backhaus et al., 2011, S. 97) durch vorliegende Multikollinearitäten zu vermeiden, wird das Vorschalten einer Faktorenanalyse zur Reduktion der stark korrelierenden Variablen bzw. Prädiktoren zu Faktoren empfohlen (Hedderich & Sachs, 2012, S. 703), (Schneider, 2007, S. 192) und (Backhaus et al., 2011, S. 96). Zur Untersuchung der Multikollinearität wurde der Varianz-Inflations-Faktor (VIF) und die sogenannten Toleranz-Werte herangezogen. Liegen die VIF-Wert dabei unter fünf und die Toleranz-Werte eher bei eins als bei null, kann eine Multikollinearität ausgeschlossen werden (Litz, 2000, S. 111). Wobei auch bereits VIF-Werte von zwei problematisch sein können (Schneider, 2007, S. 187). Für die Untersuchung der Normalverteilung, die für die Anwendung der t-Statistik zur Signifikanzprüfung der Regressionskoeffizienten vorausgesetzt wird, wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test berechnet. Dabei zeigten sich keine Normalverteilungen (siehe Tabelle B.3 und B.4 im Anhang B.1). Den Abweichungen der Normalverteilung wurde jedoch keine weitere Bedeutung beigemessen, da die Stichprobe von $n=95$ im Vergleich zur Anzahl der Variablen (zehn UVs) groß genug war, um diese vernachlässigen zu können (Bortz, 2004, S. 450). Darüber hinaus zählt die Regression zu einem robusten Analyseverfahren, welches gegenüber kleinen Verletzungen der Prämissen unempfindlich ist (Backhaus et al., 2011, S. 96).

3.6 Ergebnisse

Im Folgenden wird die Stichprobe beschrieben und die Ergebnisse der Auswertung dargestellt. Es ist zu beachten, dass sich das n von Merkmal zu Merkmal unterscheidet. Dies begründet sich darin, dass einige Versuchspersonen bestimmte Eigenschaften nicht

erkannten bzw. wahrnahmen, da die Standardversion des Shoppingroboters weniger häufig Bewegungen wie bspw. Nicken und Zwinkern zeigte.

3.6.1 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt nahmen $n=194$ Kundinnen und Kunden (47% Frauen, 53% Männer) des Baumarktes im Alter von 18 bis 80 Jahren ($M=46,21$; $SD=16,54$) an dem Experiment teil.

3.6.2 H1.2 - Wahrnehmung der Extraversion

Hypothesenkonform wurde der extravertiert gestaltete Shoppingroboter als deutlich extravertierter wahrgenommen ($M=5,19$; $SD=0,99$; $n=97$) als der Standardroboter ($M=4,19$; $SD=1,07$; $n=97$), wobei die Differenz statistisch signifikant ist ($t=6,72$; $df=192$; $p<0,001$) und eine hohe Effektgröße aufweist ($d=1,00$). Demzufolge bewerteten die Nutzerinnen und Nutzer den extravertierten Shoppingroboter als deutlich *geselliger* und *begeisterungsfähiger*, gleichzeitig als weniger *still* oder *zurückhaltend*.

3.6.3 F1 - Einfluss der extravertiert gestalteten Merkmale auf den Extraversionseindruck

Alle Robotermerkmale wurden positiv bewertet ($M>5,00$), wobei die extravertierte Version durchgängig positiver abschnitt als die Standardversion (einzige Ausnahme: Merkmal *Lautstärke*). Am besten bewertet wurde bei der extravertierten Version der häufigere Lidschlag des Roboters ($M=6,23$). Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Roboterversionen ergaben sich hinsichtlich der Merkmale *Gesichtsausdruck*, *Blickrichtung* und *Lidschlag* (siehe t-Tests in Tabelle 3.6).

Bivariate Korrelationen nach Pearson

Alle veränderten Robotermerkmale des extravertierten Shoppingroboters korrelieren positiv und mit mittlerer Effektgröße mit dem Extraversionseindruck. Besonders stark trugen die nonverbalen Merkmale zum Extraversionseindruck des extravertierten Shoppingroboters bei (siehe Tabelle 3.7).

Im Gegensatz zum extravertierten Shoppingroboter korrelierten nicht alle Merkmale signifikant mit dem Gesamteindruck der Extraversion des Standardroboters. *Nicken* und *Blickrichtung* zeigten keine signifikanten Zusammenhänge. Von den insgesamt 10 untersuchten Merkmalen zeigten sich die Merkmale *Körper-* und *Bildschirmbeschriftung*, sowie *Tonhöhe* für den Extraversionseindruck des Standardroboters am wichtigsten (Tabelle 3.8).

Multiple lineare Regression

Die Voraussetzung des Vorliegens eines linearen Zusammenhangs zwischen den Prädiktoren und dem Kriterium wurde anhand bivariater Korrelationen nach Pearson bestätigt (siehe Tabelle B.5 im Anhang B.2).

Tabelle 3.6

Bewertung der einzelnen Robotermerkmale bei der Standardversion und der extravertierten Version.

		Extravertierte Version		Standardversion		Testgrößen		
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
verbale Merkmale	Tonhöhe	6.06	.72	5.99	.81	.63	.53	.01
	Lautstärke	6.00	.92	6.20	.77	-1.63	.10	.24
	Sprechgeschwindigkeit	6.22	.58	6.14	.76	.78	.44	.12
	Ausdrucksweise	6.14	.63	6.01	.89	1.18	.24	.17
non- verbale Merkmale	Gesichtsausdruck	6.05	.80	5.37	1.35	4.23*	.01	.61
	Blickrichtung	5.92	.86	5.48	1.28	2.58*	.01	.40
	Kopfnicken	6.08	.80	5.76	1.07	1.49	.14	.34
	Lidschlag	6.23	.74	5.90	.98	2.23*	.03	.38
	Rumpfbeschriftung	6.00	.62	5.71	1.01	1.75	.08	.35
	Bildschirmbeschriftung	6.15	.70	5.93	.75	1.93	.06	.30

Anmerkung. * $p < 0.05$. Bewertung erfolgte anhand einer 7stufigen Likeability-Skala, 1: *geringste* bis 7: *stärkste Ausprägung*. $n=194$.

Tabelle 3.7

Zusammenhänge der zehn veränderten Robotermerkmale mit dem Gesamteindruck der Extraversion (bivariate Korrelationen, der Größe nach abfallend geordnet).

		Robotermerkmale	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>n</i>
nonverbale Merkmale		Kopfnicken	.55*	<.001	42
		Lidschlag	.54*	<.001	74
		Gesichtsausdruck	.51*	<.001	95
		Rumpfbeschriftung	.48*	<.001	48
		Blickrichtung	.48*	<.001	84
		Bildschirmbeschriftung	.46*	<.001	82
	verbale Merkmale		Ausdrucksweise	.46*	<.001
		Sprechgeschwindigkeit	.39*	<.001	97
		Tonhöhe	.38*	<.001	96
		Lautstärke	.26*	.009	97

Anmerkung. * $p < 0.05$. Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit dem extravertierten Shoppingroboter interagierten ($n=97$).

Tabelle 3.8

Zusammenhänge der zehn veränderten Robotermerkmale mit dem Gesamteindruck der Extraversion (bivariate Korrelationen, der Größe nach abfallend geordnet).

	Robotermerkmale	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>n</i>
nonverbale Merkmale	Rumpfbeschriftung	0.50*	<.001	71
	Bildschirmbeschriftung	0.31*	.004	86
	Kopfnicken	0.31	.075	35
	Gesichtsausdruck	0.28*	.006	92
	Lidschlag	0.25*	.046	64
	Blickrichtung	0.22	.051	79
verbale Merkmale	Tonhöhe	0.36*	<.001	97
	Ausdrucksweise	0.29*	.004	97
	Sprechgeschwindigkeit	0.28*	.006	97
	Lautstärke	0.26*	.011	97

Anmerkung. * $p < 0.05$. Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit der Standardversion des Shoppingroboters interagierten ($n=97$).

Regressionsanalyse mittels „Einschluss“-Methode

Die Schätzung der Regressionsfunktion ergab kein statistisch signifikantes ($F=1,35$; $p=0,34$) Regressionsmodell ($R^2_{korrigiert}=0,16$; $SD=0,71$). Für eine genaue Übersicht der Ergebnisse siehe Tabelle B.6 im Anhang B.2. Bei der Prüfung der Modellprämissen konnten Multikollinearitäten der Prädiktoren bei VIF-Werten zwischen 2,96 und 13,92 sowie Toleranzwerten zwischen 0,07 und 0,34 festgestellt werden (siehe Tabelle B.6 und Tabelle B.5 im Anhang B.2).

Regressionsanalyse mittels „schrittweise“-Methode

Anders als bei der „Einschluss“-Regression, ergab die Schätzung der „schrittweise“-Regression ein statistisch signifikantes ($F=11,78$; $p=0,003$) Regressionsmodell, welches nur einen von zehn Prädiktoren einschloss, welcher 37% ($R^2_{korrigiert}=0,37$; $SD=0,61$) der Gesamtvarianz des Extraversionseindrucks erklärte (siehe Tabelle 3.9). Zu begründen war dies durch die bereits festgestellten Multikollinearitäten zwischen den Prädiktoren, die auch in diesem Modell noch teilweise vorzufinden waren (siehe Tabelle B.7 im Anhang B.2).

Um diesbezüglich eine Modellinstabilität zu vermeiden, wurden die zehn Persönlichkeitsmerkmale im Rahmen einer Faktorenanalyse zu Faktoren zusammengefasst. Bei der Auswertung mit einem Eigenwertkriterium von eins, ergaben sich in der dritten Iteration zwei Faktoren (siehe Tabelle 3.10).

Tabelle 3.9

Multiple lineare Regression („schrittweise“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des Shoppingroboters.

Prädiktoren	<i>B</i>	<i>R</i> ²	<i>R</i> ² _{korrigiert}	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Model		.41	.37*			
(<i>F</i> =11.78; <i>p</i> =.003; <i>df</i> ₁ =1; <i>df</i> ₂ =17)						
Konstante					.60	.56
Rumpfbeschriftung	.76			.64	3.43	.003

Anmerkung. * $p < 0.05$. Berücksichtigt wurden hierbei nur jene Versuchspersonen, die mit dem extravertiert gestalteten Shoppingroboter interagierten ($n=97$).

Tabelle 3.10

Übersicht der Faktorenladungen für die Items der Extraversion-Merkmale.

Item	Faktorenladungen	
	Faktor I	Faktor II
Rumpfbeschriftung	.85	.42
Bildschirmbeschriftung	.73	.29
Kopfnicken	.42	.72
Gesichtsausdruck	.45	.64
Lidschlag	.35	.71
Blickrichtung	.07	.92
Tonhöhe	.88	.31
Ausdrucksweise	.88	.21
Sprechgeschwindigkeit	.81	.22
Lautstärke	.77	.30

Anmerkung. Erklärte Gesamtvarianz: 74%. Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse, Werte nach Varimax-Rotation mit Kaisernormalisierung. Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit der extravertiert gestalteten Version des Shoppingroboters interagierten ($n=97$).

Bei den dabei teilweise vorliegenden Doppelladungen, wurden die Variablen nach der Höhe ihrer Faktorladung zugeordnet. Die beiden Faktoren *Verbalisierung* (Faktor I) und *Mimik/Gestik* (Faktor II) erklärten insgesamt 74% der Varianz des Extraversionseindrucks. Mit einem *Cronbachs* α von 0,93 und 0,92 sowie Trennschärfen zwischen 0,70 und 0,89 besaßen beide Faktoren sehr gute interne Konsistenzen (siehe Tabelle 3.11).

Tabelle 3.11

Reliabilitätsstatistik der Faktoren Verbalisierung und Mimik/Gestik (n=97).

Faktoren & Items	<i>Cronbachs α</i>	<i>Trennschärfe</i>	<i>n</i>
Verbalisierung	.93		
Rumpfbeschriftung	.91	.89	43
Bildschirmbeschriftung	.92	.79	43
Tonhöhe	.93	.70	43
Ausdrucksweise	.91	.86	43
Sprechgeschwindigkeit	.92	.82	43
Lautstärke	.92	.80	43
Mimik/Gestik	.92		
Kopfnicken	.89	.83	35
Gesichtsausdruck	.92	.76	35
Lidschlag	.89	.84	35
Blickrichtung	.89	.83	35

Faktor I: *Verbalisierung*

Hierunter sind alle Merkmale zusammengefasst, die Inhalte an die Nutzerinnen und Nutzer transportieren, wie bspw. Textnachrichten auf Oberflächen oder verbale Äußerungen von Informationen (die Art und Weise, wie diese Informationen überbracht werden).

Faktor II: *Mimik/Gestik*

Dieser Faktor umfasst alle Merkmale, die im Rahmen der Mensch-Roboter-Interaktion Mimiken und Gestiken nutzen. Der Vergleich der Regressionsanalysen mittels „Einschluss“- und „schrittweise“-Methode (siehe Tabellen 3.12 und 3.13) zeigte jeweils signifikante Regressionsmodelle bei denen der Prädiktor *Mimik/Gestik* eingeschlossen wurde. Ein Suppressions-Effekt konnte daher ausgeschlossen werden.

Die Regression mit der „Einschluss“-Methode zeigte mit einem korrigierten R^2 von 0,30 im Gegensatz zum R^2 von 0,29 bei der schrittweise-Regression eine leichte Erhöhung, die auf Multikollinearitäten zwischen den beiden Prädiktoren *Mimik/Gestik* und *Verbalisierung* schließen ließ. Auch der etwas erhöhte VIF-Wert von 1,90 und der etwas geringere Toleranzwert von 0,53 des Prädiktors *Verbalisierung* ließ auf eine Abhängigkeit auf den Prädiktor *Mimik/Gestik* schließen. Regressionen der einzelnen Prädiktoren gaben Aufschluss über ihren jeweiligen Varianzanteil an dem Kriterium Extraversionseindruck. Dabei zeigten alle beide Prädiktoren jeweils einen eigenen Varianzanteil auf (siehe Tabellen 3.14 und 3.15). Mit einem β -Wert von 0,55 ($p < 0,001$) liefert der Prädiktor *Mimik/Gestik* die meiste Erklärung für den Extraversionseindruck des Shoppingroboters. Weniger Erklärungskraft besaß der Prädiktor *Verbalisierung* ($\beta = 0,45$; $p = < 0,001$).

Tabelle 3.12

Multiple lineare Regression („Einschluss“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des Shoppingroboters anhand der reduzierten Prädiktoren.

Prädiktoren	<i>B</i>	<i>R</i> ²	<i>R</i> ² _{korrigiert}	<i>β</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Modell		.31	.30*			
(F=21.09; p<.001; df1=2; df2=93)						
Konstante					.04	.97
Mimik/Gestik	.57			.43	3.59	.001
Verbalisierung	.28			.17	1.44	.15

Anmerkung. * *p*<0.05. Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit dem extravertiert gestalteten Shoppingroboter interagierten (*n*=97).

Tabelle 3.13

Multiple lineare Regression („schrittweise“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des Shoppingroboters anhand der reduzierten Prädiktoren.

Prädiktoren	<i>B</i>	<i>R</i> ²	<i>R</i> ² _{korrigiert}	<i>β</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Modell		.30	.29*			
(F=39.63; p<.001; df1=1; df2=94)						
Konstante					1.11	.27
Mimik/Gestik	.78			.55	6.30	<.001

Anmerkung. * *p*<0.05. Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit dem extravertiert gestalteten Shoppingroboter interagierten (*n*=97).

Tabelle 3.14

Multiple lineare Regression („Einschluss“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des Shoppingroboters anhand des Prädiktors Mimik/ Gestik.

Prädiktoren	<i>B</i>	<i>R</i> ²	<i>R</i> ² _{korrigiert}	<i>β</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Modell		.30	.29*			
(F=39.63; p<.001; df1=1; df2=94)						
Konstante					1.11	.27
Mimik/Gestik	.78			.55	6.30	<.001

Anmerkung. * *p*<0.05. Berücksichtigt wurden hierbei nur jene Versuchspersonen, die mit dem extravertiert gestalteten Shoppingroboter interagierten (*n*=97).

Tabelle 3.15

Multiple lineare Regression („Einschluss“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des Shoppingroboters anhand des Prädiktors Verbalisierung.

Prädiktoren	<i>B</i>	R^2	$R^2_{korrigiert}$	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Model		.20	.19*			
($F=23.78$; $p<.001$; $df1=1$; $df2=95$)						
Konstante					.63	.53
Verbalisierung	.75			.45	4.88	<.001

Anmerkung. * $p<0.05$. Berücksichtigt wurden hierbei nur jene Versuchspersonen, die mit dem extravertiert gestalteten Shoppingroboter interagierten ($n=97$).

Insgesamt betrachtet, konnte mit den beiden Faktoren 48% der Gesamtvarianz des Extraversionseindrucks erklärt werden (29% durch den Prädiktor *Mimik/Gestik* und 19% durch den Prädiktor *Verbalisierung*). 52% der Gesamtvarianz des Extraversionseindrucks bleiben unerklärt. Der Extraversionseindruck ist folglich auch auf weitere andere Einflüsse, die in der Regressionsgleichung nicht erfasst wurden, zurückzuführen.

3.6.4 H1 und H2 - Einfluss der extravertierten Roboterpersönlichkeit auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention

Beide Hypothesen bestätigten sich. Der entstandene Extraversionseindruck wirkte sich zum einen positiv auf die *soziale Akzeptanz* des Shoppingroboters aus, wodurch die Nutzerinnen und Nutzer den extravertiert gestalteten Roboter insgesamt positiver bewerteten: sie empfanden die Interaktion mit ihm angenehmer und hatten mehr Freude bei der Nutzung. Zum anderen äußerten die Versuchspersonen eine stärkere Intention, den extravertiert gestalteten Shoppingroboter zukünftig zu nutzen (siehe Tabelle 3.16). Es handelte sich um Effekte mittlerer Größe.

3.6.5 H3 - Zusammenhang soziale Akzeptanz und Nutzungsintention

Hypothesenkonform zeigte sich bei den $n=97$ Versuchspersonen, die mit dem extravertiert gestalteten Shoppingroboter interagierten, ein mittlerer bis großer positiver Zusammenhang ($r=0,71$; $p<0,001$) zwischen der sozialen Akzeptanz dem Roboter gegenüber und der Intention diesen zukünftig zu nutzen. Wird entsprechend der Shoppingroboter sozial akzeptiert, wird er auch zukünftig genutzt. Je höher dabei die soziale Akzeptanz dem Roboter gegenüber ist, desto höher ist auch die Nutzungsintention. Die Forschungshypothese wurde mit einem Signifikanzniveau von 5% angenommen.

Tabelle 3.16

Vergleich der Standardversion mit der extravertiert gestalteten Version des Shoppingroboters hinsichtlich sozialer Akzeptanz und Nutzungsintention.

	Extravertierte		Standardversion		Testgrößen		
	Version		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>					
Soziale Akzeptanz	6.36	0.74	5.93	1.06	3.34*	.001	.47
Likeability	6.29	0.74	5.81	0.74	3.45*	.001	.50
angenehm	6.20	1.00	5.80	1.28	2.39*	.018	.35
freundlich	6.42	0.72	6.02	1.25	2.69*	.008	.39
sympathisch	6.24	0.87	5.61	1.41	3.74*	<.001	.54
Joy of Use	6.44	0.90	6.06	1.25	2.43*	.016	.35
Nutzungsintention	6.11	1.29	5.28	1.87	3.61*	<.001	.52

Anmerkung.

* $p < 0.05$. Bewertung erfolgte anhand einer 7stufigen Likeability-Skala, 1: geringste bis 7: stärkste Ausprägung; $n=194$.

3.7 Zusammenfassung und Diskussion des Feldexperimentes

Im Rahmen des Feldexperimentes wurde auf Basis eines Extraversionskonzeptes, dem etablierten Shoppingroboter TOOMAS eine extravertierte Persönlichkeit implementiert und die Standardversion (ohne extravertierte Persönlichkeit) mit der extravertierten Version des Roboters verglichen. Ziel war es herauszufinden, ob die extravertierte Version extravertierter wahrgenommen wird, welche Persönlichkeitsmerkmale dabei insbesondere den Extraversionseindruck beeinflussen und ob die extravertierte Roboterpersönlichkeit einen Einfluss auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention hat. Als unabhängige Variablen dienten die Roboterpersönlichkeit (extravertiert und Standard) sowie die veränderten Persönlichkeitsmerkmale des Roboters. Die abhängigen Variablen umfassten die Extraversion-Items der Kurzversion des Big Five Inventory (BFI-K) von (Rammstedt & John, 2005), die Likeability-Skala zur Bewertung der Persönlichkeitsmerkmale und die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention.

Es zeigte sich, dass der extravertiert gestaltete Serviceroboter als extravertierter wahrgenommen wurde. Sowohl die bivariaten Korrelationen nach Pearson, als auch die multiplen Regressionen zeigten, dass insbesondere die veränderten nonverbalen, weniger die verbalen Robotermerkmale, den Extraversionseindruck beeinflussten. Vor allem das verstärkte Kopfnicken und der häufigere Lidschlag, das den Roboter aufmerksam, sympathisch und humorvoll erscheinen lassen sollte, bewiesen einen starken Einfluss. Daneben trugen die

direkte Nutzer-Ansprache bei der Rumpf- und Bildschirmbeschriftung, sowie der anhand menschlicher Gesichtszüge konzipierte Gesichtsausdruck und die variierende Blickrichtung wesentlich zum Extraversionseindruck bei. Als etwas weniger wichtig erwiesen sich die variierenden Tonhöhen, eine schnellere Sprechgeschwindigkeit und eine höhere Lautstärke.

Insgesamt betrachtet wurde der extravertierte Shoppingroboter besser bewertet und erfuhr eine höhere soziale Akzeptanz. Zudem würden die Kundinnen und Kunden zukünftig lieber den extravertierten Roboter als den Standardroboter nutzen.

Mit einer recht großen Stichprobe von $n=194$ realisiert das Feldexperiment ein Untersuchungsdesign mit relativ hoher interner und externer Validität. Die externe Validität wird jedoch durch den Umstand eingeschränkt, dass durch die Akquise der Versuchspersonen eine Nutzung des Shoppingroboters unter realen Bedingungen nicht möglich war. Eine Verblindung der Versuchsleiterin bzw. des Versuchsleiters war nicht möglich, weshalb Versuchsleitereffekte nicht völlig ausgeschlossen werden können. Eine weitere Einschränkung des Experimentes war, dass die Merkmale der Extraversion aus forschungsökonomischen Gründen im Bündel und nicht separat oder in unterschiedlicher Kombination getestet wurden, da sie lediglich einer einzigen extravertierten Roboter-Version implementiert werden konnten. Typischerweise werden durch dieses Vorgehen statistisch validere Ergebnisse erzielt. Aber um im Rahmen dieses Feldexperimentes erste Hinweise zu erhalten, inwiefern eine extravertierte Persönlichkeit einen Einfluss auf die Bewertung des Roboters ausübt, wurde eine Kombination von verbalen und nonverbalen Merkmalen (die in Kombination eine abgestimmte Roboterpersönlichkeit ergaben) an einer großen Stichprobe getestet und mit dem Gesamteindruck der Extraversion korreliert. Dabei ist jedoch zu beachten, dass durch die Veränderung eines Merkmals ein anderer Shoppingroboter kreiert wird und sich dadurch die Ergebnisse verändern. Um weitere detaillierte und valide Ergebnisse zu erhalten, sollte in zukünftigen Studien ein kontrolliertes experimentelles Design realisiert werden.

Mit dem vorliegenden Extraversionskonzept konnten bereits signifikante Effekte mittlerer Größe nachgewiesen werden. Durch eine noch pointiertere Gestaltung einzelner Merkmale (farblich expressiveres Gesicht, noch häufigeres Zwinkern etc.) ließen sich diese vermutlich steigern. Auch die technische Erweiterung einzelner Merkmale, wie z. B. bewegliche Lippen oder Augenbrauen könnten stärkere Effekte hervorrufen. Des Weiteren ist es möglich, mittels verschiedener beweglicher Gesichtselemente, verschiedene Gesichtsausdrücke darzustellen, wodurch der Roboter verschiedene Emotionszustände darstellen bzw. auf den Menschen emotional reagieren könnte, was die Mensch-Roboter-Interaktion weiter verbessert (Breazeal, 2003; Hegel et al., 2010; J. K. Lee & Breazeal, 2010). Zukünftige Studien könnten darüber hinaus die Implementierung weiterer potenziell extravertiert wirkender Merkmale evaluieren, wie z. B. häufigeres Feedback während der Interaktion (kyu Lee & suk Kim, 2006) oder den Einsatz von Füllwörtern (Shiwa, Kanda, Imai, Ishiguro, & Hagita, 2009).

Kapitel 4

Laborexperiment zur taktilen Interaktionsfähigkeit

Ziel dieses Experimentes war es, zu untersuchen, inwiefern die Mensch-Roboter-Interaktion hinsichtlich der sozio-emotionalen Anforderung einer taktilen Interaktionsfähigkeit bei Lotsenrobotern verbessert und damit die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention bei Nutzerinnen und Nutzern gesteigert werden kann. Erste Studien zeigen bereits den positiven Einfluss der taktilen Interaktionsfähigkeit bei Servicerobotern auf die Mensch-Roboter-Interaktion (siehe Kapitel 2.4.2.2 und Kapitel 2.4.2.3).

Zu beachten ist, dass dieses Experiment weder die technische Umsetzung, wie in Stiehl et al. (2006), Argall and Billard (2010) und Tawil, Rye, and Velonaki (2011), noch die Perspektive, wenn Roboter Menschen berühren, wie in Chen, King, Thomaz, and Kemp (2011) und Ogawa, Morita, Kitagawa, Fuketa, and Aoe (2011) betrachtet. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde aus Nutzer-Perspektive untersucht, ob die taktile Interaktion in einer Situation des Einkaufens wichtig sein kann und ob es die Mensch-Roboter-Interaktion angenehmer gestaltet. Dabei ist unter taktile Interaktion die Berührung des Roboters durch den Menschen zu verstehen; speziell die Reaktion des Roboters auf die menschliche Berührung.

4.1 Evaluationsgegenstand

Um die taktile Interaktion eines Roboters zu testen, wurde die Roboterplattform Nao (Hertenstein et al., 2006) ausgewählt, da diese über taktile Sensoren verfügt. Das Laborexperiment mit dem Nao-Roboter sollte erste Hinweise in Bezug auf die Beurteilung der taktilen Interaktion im Rahmen eines Lotsenszenarios liefern.

Nao ist ein 58 cm hoher, 5 kg schwerer humanoider Roboter von Aldebaran Robotics, der interaktiv ist und autonom agiert. Er verfügt über Spracherkennung und Sprachausgabe, kann Gegenstände mit Hilfe seiner beiden HD-Kameras erkennen und diese mit seinen Händen (zwei Finger und ein Daumen) greifen. Er weicht mittels Sensoren an den Fußspit-

zen, Ultraschallsensoren und Sonar Hindernissen aus. Mit Hilfe seiner 25 Freiheitsgrade in Armen, Beinen und Hals kann Nao verschiedenste Bewegungen ausführen. Drucksensoren in den Füßen verhindern das Umfallen. Anhand der digitalen Kommunikation kann Nao via LAN oder WLAN ferngesteuert werden. Mit Hilfe der Software Choreograph können Verhaltensweisen und Interaktionen vorprogrammiert werden (Pluta, 2011).

4.2 Forschungsstand zur Realisierung taktiler Interaktion bei Servicerobotern

Wie bereits in Kapitel 2.4.2.3 erwähnt, gibt es bislang nur wenige Untersuchungen in Bereichen außerhalb der Gesundheitsrobotik, die sich mit der taktilen Interaktion zwischen Mensch und Roboter auseinandersetzen. Erste Erkenntnisse liefern Studien mit dem Roboter Robovie im Rahmen von Lotsenszenarien.

Robovie ist, wie bereits in Kapitel 2.1.3.1 beschrieben, ein humanoider Serviceroboter, der über taktile Interaktionsmöglichkeiten verfügt. Zum Beispiel umarmt er Nutzerinnen und Nutzer, wenn er anhand ihres menschlichen Verhaltens (ausgebreitete Arme oder Berührung an den Schultern) einstuft, ob diese umarmt werden möchten (Kanda et al., 2004). Robovie-II und -IIF haben jeweils taktile Sensoren in einer weichen künstlichen Haut eingebettet, die den gesamten Körper der Roboter bedecken.

Mit Hilfe dieser Sensoren wurde im Rahmen verschiedener Studien mit Robovie-IIF (Abbildung 2.18, g) untersucht, welche Arten von taktilen Interaktionen zwischen Mensch und Robovie-IIF vorkommen. In einem ersten explorativen Experiment wurden Nutzerinnen und Nutzer gebeten mit Robovie-IIF in einem Museum zu spielen, ohne Anweisungen der Versuchsleitung. Die Interaktionen sollten vollkommen frei erfolgen und wurden durch das Forscherteam lediglich beobachtet und protokolliert. Drei taktile Interaktionen wurden beobachtet: (a) Nutzerinnen und Nutzer tätschelten den Kopf des Roboters, (b) sie umarmten oder (c) berührten den Körper von Robovie-IIF (Noda et al., 2008). In einer weiteren Studie - bei der 284 Probanden frei mit Robovie-IIS in einem Einkaufszentrum interagierten - zeigte sich, dass die Nutzerinnen und Nutzer eher dazu neigten, (a) gegen die Brust des Roboters zu klopfen, (b) ihn am Kopf oder (c) an der Brust leicht mit der Handfläche zu berühren (Tajika et al., 2006).

In einer Langzeitstudie mit Robovie-IV (Abbildung 2.18, h) in einer Büroumgebung, wurde ebenfalls beobachtet, wie z. B. die Personen häufig im Vorbeigehen den Roboter auf den Kopf tätschelten (Mitsunaga et al., 2008). Ähnliches zeigte sich im Rahmen einer 8-tägigen Feldstudie in einem Bahnhof, bei der untersucht wurde, wie viele Passanten anhielten, um mit dem Roboter zu interagieren (Hayashi et al., 2007).

Diese ersten Erkenntnisse zeigen, dass Menschen dazu neigen, Roboter während der Interaktion zu berühren (z. B. an Kopf und Brust). Dabei stellt sich die bislang noch nicht untersuchte Frage, ob ein Roboter auch auf diese Berührungen eine Reaktion zeigen sollte und wenn ja, wie eine passende Reaktion aussehen könnte. Zudem sollte geklärt

werden, ob eine angemessene Reaktion des Roboters auf die Berührungen von Menschen die Mensch-Roboter-Interaktion tatsächlich angenehmer gestaltet und ob dadurch die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention gegenüber dem Roboter gesteigert werden kann.

In einer Kooperation zwischen der Technischen Universität Ilmenau und der Hochschule Ruhr West in Bottrop wurden diese Fragen untersucht.

4.3 Hypothesen und Forschungsfragen

H4: Ein Lotsenroboter mit taktilen Interaktionsfähigkeiten erzielt eine höhere soziale Akzeptanz als ein Lotsenroboter ohne taktile Interaktionsfähigkeiten.

H5: Ein Lotsenroboter mit taktilen Interaktionsfähigkeiten erzielt eine höhere Nutzungsintention als ein Lotsenroboter ohne taktile Interaktionsfähigkeiten.

Neben dem Einfluss der taktilen Interaktionsfähigkeit des Roboters auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention, ist die Klärung des Zusammenhangs zwischen sozialer Akzeptanz und Nutzungsintention von Bedeutung:

H6: Je höher die soziale Akzeptanz, desto höher die Nutzungsintention bei einem Lotsenroboter mit taktile Interaktionsfähigkeit.

Daneben stellen sich folgende Forschungsfragen, die sich auf einzelne Details der taktilen Interaktion beziehen:

F2: Wie wird der Nao-Roboter berührt?

F3: Wird die Reaktion bzw. Nicht-Reaktion des Nao-Roboters wahrgenommen?

F4: Wie wird es bewertet, dass der Roboter auf die Berührung reagiert bzw. nicht reagiert?

F5: Würden Nutzerinnen und Nutzer auch in der Realität, wenn Sie mit einem Roboter interagieren, diesen auf diese Art berühren?

F6: Wie sollte die taktile Interaktion verändert werden, damit die Mensch-Roboter-Interaktion angenehmer ist?

F7: Wie wird die taktile Interaktion im direkten Vergleich (Nao reagiert vs. Nao reagiert nicht) bewertet?

4.4 Methodisches Vorgehen

Nachfolgend werden das Forschungsdesign (Kapitel 4.4.1) und die Stichprobenkonstruktion (Kapitel 4.4.3) sowie die Operationalisierung der Evaluationskriterien (Kapitel 4.4.2) und die Datenerhebung (Kapitel 4.4.4) vorgestellt.

4.4.1 Forschungsdesign und Instrumente

Aufgrund des noch relativ unerforschten Themengebietes war eine explorative Untersuchung der Thematik erforderlich. Da der Roboter Nao mit einer Größe von 58 cm zu klein ist, um in einem realen Marktumfeld als Lotsenroboter zu agieren, wurde anstatt eines Feldexperimentes ein Laborexperiment durchgeführt. Dieses ermöglichte, neben der Prüfung der Kausalhypothesen, zugleich eine genauere Beobachtung der Mensch-Roboter-Interaktion. Das Laborexperiment wurde in einem Querschnittsdesign im Oktober 2012 an der Hochschule Ruhr West in Bottrop durchgeführt. Dabei wurde eine Einkaufssituation simuliert, bei der die Versuchspersonen mit Nao interagierten. Angelehnt an den Shoppingroboter TOOMAS, wurde das Labor einem kleinen Einkaufsmarkt nachempfunden umgestaltet, um eine angemessene Umgebung zu schaffen. Aufgrund seiner Größe lief Nao im Rahmen dieser Untersuchung auf einem Tisch entlang (siehe Abbildung 4.1).



Abbildung 4.1. Nao-Roboter im Labor (eigenes Foto).

Es wurden zwei Versionen des Nao-Roboters (Nao mit taktiler Interaktion vs. Nao ohne taktiler Interaktion) hinsichtlich der sozialen Akzeptanz und Nutzungsintention verglichen. Nach der Interaktion mit dem Roboter erfolgte eine mündliche Befragung zur durchgeführten Mensch-Roboter-Interaktion mittels eines halbstandardisierten Interviewleitfadens. Zusätzlich erfolgte eine nicht-teilnehmende und eher unstrukturierte Beobachtung (Schnell et al., 2008, S. 301). Beide Instrumente wurden aus den gleichen Gründen gewählt, wie bereits bei dem zuvor beschriebenen Feldexperiment im Kapitel 3.5.1.

Ein weiterer Grund für den halbstandardisierten Interviewleitfaden war, neben den Antworten der Versuchspersonen auch deren Kommentare und Erläuterungen festzuhalten, da neben der Interaktion mit dem Roboter auch das Interview auf Video aufgezeichnet wurde. Dieses Vorgehen ermöglicht es, im Rahmen dieser explorativen Untersuchung, zusätzlich

qualitative Daten zu erfassen, die zu einer detaillierteren Beschreibung der Ergebnisse dienen. Der halbstandardisierte Interviewleitfaden unterteilte sich in:

- Vorbefragung (Vermerk der Roboterversion und des Versuchspersonencodes, sowie Erfassung der Vorerfahrung und bisheriger Interaktionen mit Robotern)
- Beobachtung während der Artikelsuche (Dokumentation der Berührungsart und technischer Probleme)
- Nachbefragung (Bewertung der Interaktion insgesamt, Bewertung der Reaktion des Roboters auf die Berührung hinsichtlich der sozialen Akzeptanz und Nutzungsintention, Verbesserungsvorschläge)
- Soziodemografische Daten (Alter, Geschlecht, Berufsstatus; siehe Anhang A.2)

Vorwiegend handelte es sich um geschlossene Fragen, bei denen den Versuchspersonen alle Antwortmöglichkeiten - auf einer siebenstufigen Skala - vorgegeben wurden. Daneben gab es einige offene Fragen, die auf die Begründung einzelner Antworten zielten. Für die Auswertung wurden die halbstandardisierten Interviewleitfäden mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS ausgewertet. Die genaue Vorgehensweise der Auswertung wird in Kapitel 4.4.5 erläutert.

Für das Laborexperiment wurde die Interaktion von Nao vollständig mit der Software Choreographie von Aldebaran für beide Versionen vorprogrammiert (siehe Abbildungen 4.2 und 4.3), so dass die Interaktion nach einem Drehbuch erfolgte (siehe Tabellen 4.1 und 4.2). Anhand dieser Software können Bewegungen und Sätze des Nao-Roboters in einer bestimmten Reihenfolge (ähnlich einem Baukastenprinzip) Stück für Stück definiert werden. Wie diese einzelnen Schritte von dem Roboter ausgeführt werden, wird im Ansichten-Fenster (siehe Abbildungen 4.2 und 4.3, unten rechts) dargestellt. Die genutzte Nao-Version verfügte über eine eingeschränkte Sprachauswahl. Da die deutsche Sprache nicht im Repertoire des Roboters zur Verfügung stand, wurde die englische Sprache für die Interaktion mit Nao gewählt.

4.4.2 Operationalisierung

Wie bereits bei dem Feldexperiment, erfolgte die Bewertung der taktilen Interaktion auf Basis der Likeability-Skala (Bartneck et al., 2009). Auch hier wurden nur drei der fünf Items für die Beurteilung herangezogen. Die Versuchspersonen bewerteten auf einer siebenstufigen Skala (1: geringste bis 7: stärkste Ausprägung), wie freundlich, angenehm und sympathisch das Verhalten des Roboters basierend auf der Berührung der Versuchspersonen war. Auf selbiger Skala bewerteten die Versuchspersonen zudem, wie angenehm die Interaktion mit dem Roboter insgesamt und wie freundlich und sympathisch der Roboter dabei war.

Jene Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter ohne taktiler Interaktion interagierten, bewerteten diesen zusätzlich im Vergleich zum Nao-Roboter mit taktiler Interaktion.

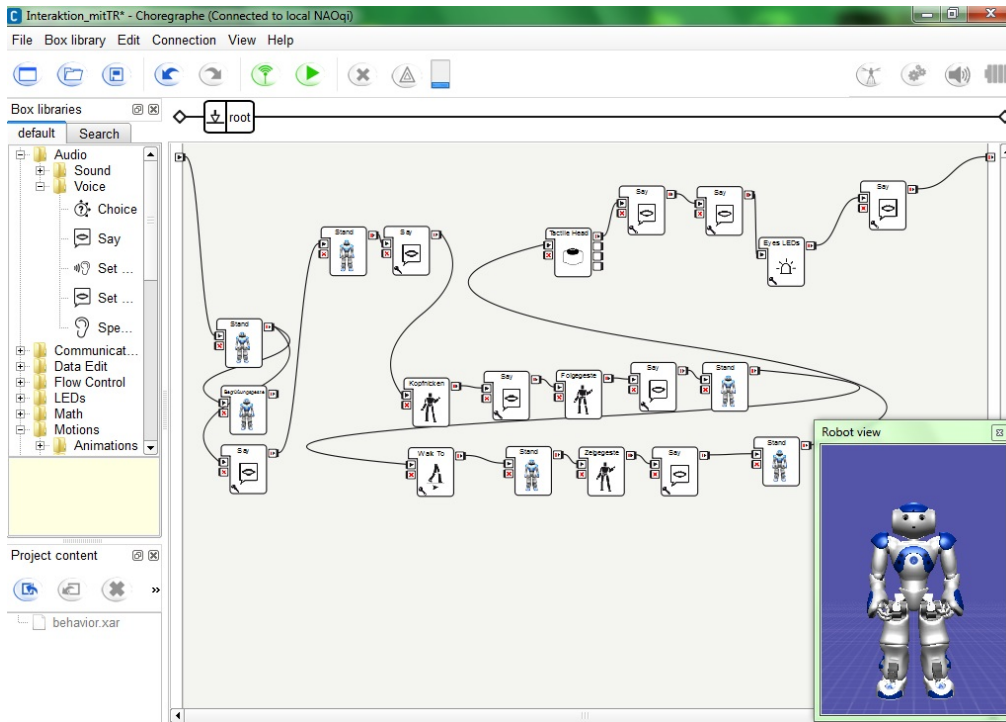


Abbildung 4.2. Umsetzung des Drehbuchs des Nao-Roboters mit taktilem Interaktion mit der Software Choregraphe (eigener Screenshot).

Tabelle 4.1

Drehbuch der Interaktion mit dem Nao-Roboter mit taktilem Interaktion.

Schritte	Bewegung	gesprochener Satz
1. Schritt	Stehen und rechten Arm zur Begrüßung heben	„Hello, my name is Nao, how can I help you?“
2. Schritt	Stehen bleiben	„The coffee is still over there. Should I bring you to the coffee?“
3. Schritt	Kopf nicken	„Ok.“
4. Schritt	Folgegeste	„Please follow me!“,
5. Schritt	45 Grad-Drehung, hinstellen, dann laufen	
6. Schritt	Stehen bleiben	
7. Schritt	Zeigegeste	„Here is the coffee!“
8. Schritt	Wieder gerade hinstellen	
9. Schritt	Aktivierung der Sensibilität der taktilen Sensoren am Kopf des Roboters	
10. Schritt	Änderung der Augenfarbe, nach Berühren des Kopfes	„Hmmm. You´re welcome.“
11. Schritt		„Good bye.“

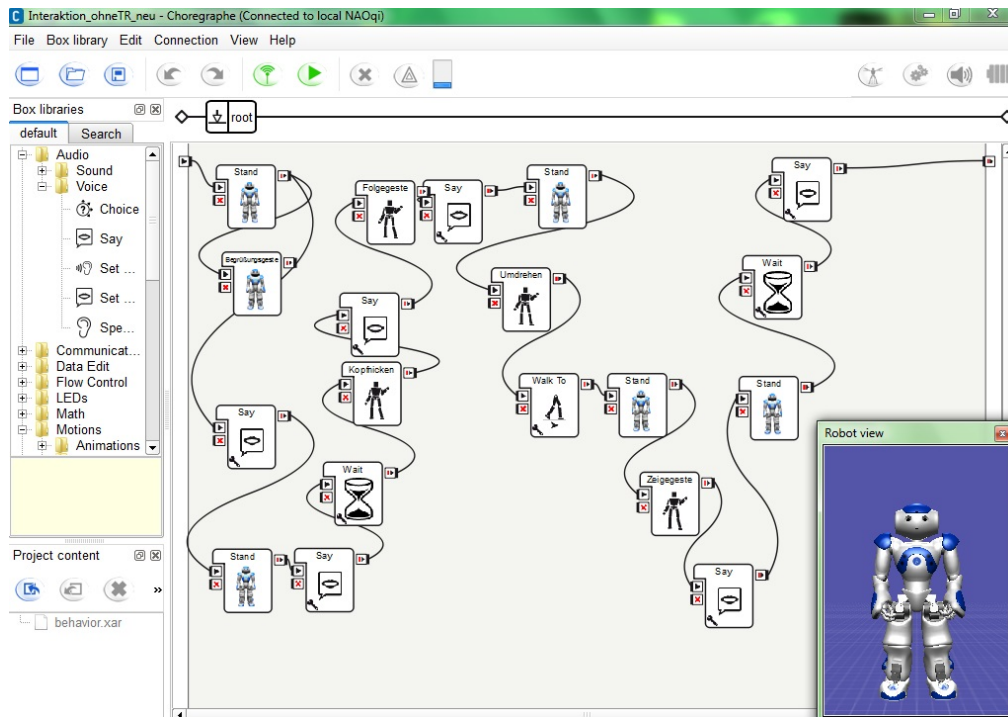


Abbildung 4.3. Umsetzung des Drehbuchs des Nao-Roboters ohne taktile Interaktion mit der Software Choregraphe.

Tabelle 4.2

Drehbuch der Interaktion mit dem Nao-Roboter ohne taktile Interaktion (eigener Screenshot)..

Schritte	Bewegung	gesprochener Satz
1. Schritt	Stehen und rechten Arm zur Begrüßung heben	„Hello, my name is Nao, how can I help you?“
2. Schritt	Stehen bleiben	„The coffee is still over there. Should I bring you to the coffee?“
3. Schritt	Kopf nicken	„Ok.“
4. Schritt	Folgegeste	„Please follow me!“,
5. Schritt	45 Grad-Drehung, hinstellen, dann laufen	
6. Schritt	Stehen bleiben	
7. Schritt	Zeigegeste	„Here is the coffee!“
8. Schritt	Wieder gerade hinstellen	
9. Schritt		„You´re welcome.“

Dabei wurde den Versuchspersonen die Reaktion des Roboters mit taktile Interaktion (verbaler Kommentar und Änderung der Augenfarbe) im Anschluss an das Leitfadeninterview gezeigt, welche sie offen bewerten sollten.

Die soziale Akzeptanz des Roboters wurde anhand der Indikatoren Likeability und Joy

of Use erfasst. Die Likeability wurde von den drei Items angenehm, freundlich und sympathisch erhoben (Bartneck et al., 2009). Joy of Use wurde durch eine Variable (Grad des Spaßes bei der Interaktion) erfasst. Auch die Nutzungsintention, den Roboter ferner zu nutzen, wurde durch eine Variable (Grad der Nutzung des Roboters in Zukunft) gemessen.

Die erfassten soziodemografischen Daten der Versuchspersonen umfassten das Geschlecht, das Alter und den aktuellen Bildungsstand.

Tabelle 4.3

Übersicht der Items, Dimensionen und Subdimensionen des Laborexperimentes.

Dimension	Subdimension	Anzahl Items	theoretische Basis
soziale Akzeptanz zur Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion	Likeability-Skala	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
Nutzungsintention	Joy of Use	1	Eigenes Item
		1	In Anlehnung an Akzeptanz-Modelle von Davis (1993) und Venkatesh et al. (2003)
soziale Akzeptanz zur Bewertung der taktilen Interaktion	Likeability-Skala	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
Nutzungsintention	Joy of Use	1	Eigenes Item
		1	In Anlehnung an Akzeptanz-Modelle von Davis (1993) und Venkatesh et al. (2003)

4.4.3 Stichprobenkonstruktion

Aus forschungsökonomischen Gründen wurde für das Laborexperiment eine Gelegenheitsstichprobe gezogen. Dabei wurde sich darauf beschränkt, nur Studentinnen und Studenten der Hochschule Ruhr West in Bottrop zu befragen. Auch wenn demnach starke Grenzen bezüglich der Übertragbarkeit der Ergebnisse vorhanden sind, ist diese Herangehensweise aufgrund des explorativen Studiencharakters vertretbar, um erste Anhaltspunkte in einer homogenen Stichprobe zu gewinnen. Angestrebt wurde eine Stichprobengröße von 60 Studierenden (30 pro Roboter-Version), da dies bei einem $\alpha = ,05$ und einem vermuteten mittleren Effekt ein angemessener Stichprobenumfang ist (Bortz & Döring, 2006, S. 629).

4.4.4 Datenerhebung

Das Laborexperiment fand in einem Raum der Hochschule Ruhr West in Bottrop statt, der dem Projektteam zur Verfügung gestellt wurde. Die Rekrutierung der Versuchspersonen erfolgte auf zwei Wegen. Zum einen wurden zwei Wochen vor Start des Laborexperimentes

die Studentinnen und Studenten der Hochschule Ruhr West in Bottrop mit Hilfe von Plakaten, die auf dem Campus verteilt wurden, auf die Untersuchung aufmerksam gemacht. Als Anreiz, an dem Experiment teilzunehmen, gab es die Verlosung eines Skydiving-Flugs in Bottrop. Zum anderen wurden während der Untersuchungswoche zusätzlich die Studentinnen und Studenten auf dem Campus vom Forscherteam angesprochen und versucht, sie als Versuchspersonen zu gewinnen.

Vor der Datenerhebung wurden Pretests durchgeführt, notwendiges Equipment (Laptop mit Internetzugang, Videokamera etc.) organisiert und ein Ablaufplan erstellt. Der Ablaufplan ermöglichte eine Standardisierung in Bezug auf die gesamte Untersuchungsdurchführung des Laborexperimentes und bestand aus den folgenden Phasen:

1. Begrüßung und Instruktion

Die Studentinnen und Studenten, die teilnahmen, wurden von der Versuchsleiterin begrüßt und anschließend angewiesen, sich in das Szenario zu versetzen, dass sie in einem Einkaufsmarkt seien und den Kaffee suchten. Um diesen schneller zu finden, sollten sie die Hilfe des Nao-Roboters nutzen. Dazu sollten sie Nao ansprechen und nach den Kaffee fragen und sich von Nao zum entsprechenden Artikelstandort bringen lassen. Nachdem sie den Kaffee gefunden hatten, sollten sich die Versuchspersonen bei Nao bedanken und ihn am Kopf berühren, als Zeichen der Dankbarkeit. Der Nao-Roboter mit taktile Interaktion bedankte sich verbal während die Teilnehmer ihn berührten und änderte zudem die Farbe seiner Augen von blau zu grün (nonverbale Reaktion). Der Nao ohne taktile Interaktion zeigte keine verbale oder nonverbale Reaktion. Die Zuweisung der Roboter-Versionen erfolgte randomisiert.

Die Versuchspersonen wurden darauf hingewiesen, dass sie während des Tests beobachtet und zusätzlich die Interaktionen auf Video aufgezeichnet werden - dabei aber der Roboter im Fokus der Beobachtung steht und nicht sie, um eine Veränderung im Verhalten zu vermeiden. Darüber hinaus wurden sie darüber aufgeklärt, dass die erhobenen und persönlichen Daten anonymisiert und nur für wissenschaftliche Zwecke genutzt werden. Um die Anonymisierung und den Datenschutz zu gewährleisten, wurden den einzelnen Versuchspersonen Codes zugewiesen.

2. Interaktion mit dem Nao-Roboter

Während der gesamten Interaktion blieb die Versuchsleiterin im Labor und beobachtete die Interaktion. Um die Versuchspersonen so geringfügig wie möglich während der Nutzung zu beeinflussen, wurde auf eine aktive und wissenschaftliche Beobachtung mittels Protokoll verzichtet (Roth & Holling, 1999, S. 126). Zur stattdessen angewandten offenen Beobachtung wurde die Interaktion zusätzlich digital aufgezeichnet. Die Beobachtung und Aufzeichnung dienten als Ergänzungen zum halbstandardisierten Interviewleitfaden. Zur Erfassung der Beobachtungsdaten dienten Notizfelder innerhalb des halbstandardisierten Interviewleitfadens.

3. Interview zur Bewertung des Roboters

Im Anschluss an die Suche mit dem Nao-Roboter beantworteten die Versuchspersonen die Fragen des halbstandardisierten Interviewleitfadens zur Bewertung der Interaktion und der Reaktion des Roboters auf die Berührung der Versuchspersonen (siehe Anhang A.2). Die Fragen wurden von der Versuchsleiterin gestellt und die Antworten direkt in den Interviewleitfaden eingetragen. Um Missverständnisse mit den jeweiligen Skalenausprägungen zu vermeiden, erhielten die Versuchspersonen während der Befragung eine Kopie der Ratingskalen, die sie ablesen konnten. Die Antworten der Interviewleitfäden wurden anschließend in ein SPSS-Dokument übertragen. Die aufgezeichneten Videos wurden in Teilen transkribiert. Verschriftet wurden die offenen Fragen. Die geschlossenen Fragen bezüglich der Bewertungen auf der siebenstufigen Skala wurden transkribiert, wenn zusätzlich eine Begründung für die Auswahl geäußert wurde.

4.4.5 Vorgehensweise bei der Datenanalyse

Die folgenden Abschnitte thematisieren die Aufbereitung, Transformierung und Herangehensweise bei der Auswertung der erhobenen Daten. Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe der Statistiksoftware SPSS 14.

4.4.5.1 Datenaufbereitung

Zuerst wurde die Qualität des Datensatzes geprüft. Dabei wurden die Daten auf Vollständigkeit, Einheitlichkeit, doppelte Zeilen oder Werte und mögliche Ausreißer kontrolliert (Schendera, 2007, S. 388). Die mittels SPSS durchgeführten Häufigkeitsauszählungen und Mittelwertberechnungen aller Variablen ermöglichte die Analyse des Datensatzes (Raithel, 2006). Vorhandene Fehler, wie Fehler bei der Dateneingabe, wurden mit dem Interviewleitfaden verglichen und gegebenenfalls korrigiert. Die anschließende explorative Datenanalyse diente zur Identifizierung von Ausreißern. Dabei gab es keine auffälligen Fälle, die aus dem Datensatz entfernt werden mussten.

Im nächsten Schritt wurden die Items zur Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion und taktilen Interaktion umkodiert. Um die Ergebnisse besser veranschaulichen zu können, wurden hohe Zahlenwerte auch mit hohen Merkmalsausprägungen versehen.

Um fehlerfreie Ergebnisse bei den anschließenden Analysen zu gewährleisten, wurden die Items der verwendeten Skala zur sozialen Akzeptanz noch einer Qualitätskontrolle unterzogen.

4.4.5.2 Überprüfung der verwendeten Skalen

Zur Überprüfung dieser Skala wurde das Cronbachs Alpha und für die dazugehörigen Items die Eigentrennschärfe ermittelt, da es sich hierbei um eine Skala handelte, die für die Untersuchung angepasst wurde. Cronbachs α Werte ab einem Wert von 0,8 wurden dabei als akzeptabel angesehen, da sie auf eine ausreichende Interne Konsistenz der Skala hinwiesen

(Bortz & Döring, 2006, S. 196). Trennschärfekoeffizienten der entsprechenden Items von einem Wert von 0,5 wurden als für die Skalenbildung als geeignet angesehen (Bortz & Döring, 2006, S. 219). Als Maß für die Eigentrennschärfe wurde der part-whole-korrigierte Trennschärfekoeffizient verwendet. In Fällen bei dem die interne Konsistenz der Skala ohne ein bestimmtes Item, die Interne Konsistenz der Skala mit dem Item, überstieg, wurde dieses Item von der Skala ausgeschlossen, um dadurch die Interne Konsistenz der Skala zu erhöhen.

Vor der Itemsanalyse wurde jedoch mit Hilfe der Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation) überprüft, ob die einzelnen Items der Skalen tatsächlich einem Faktor zugehörig waren.

Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion hinsichtlich der sozialen Akzeptanz

Die Faktorenanalyse ergab eine Ein-Faktoren-Lösung mit insgesamt 52% Varianzaufklärung.

Das Eigenkonstrukt der sozialen Akzeptanz, welches aus der Literatur hergeleitet wurde (siehe Kapitel 2.3.2 und 3.5.2), besteht aus den drei Bewertungsisems der Likeability-Skala (angenehm, freundlich und sympathisch) und Joy of Use. Mit einem *Cronbachs* α von 0,70 und vorwiegend Trennschärfen zwischen 0,50 und 0,53 besaßen die Items eine mittelmäßige interne Konsistenz. Besonders das Item Joy of Use wies eine geringe Eigentrennschärfe auf. Aufgrund der Relevanz des Items für die soziale Akzeptanz, der geringen Itemanzahl und der Tatsache, dass der Ausschluss des Items aus der Skala nur eine sehr geringe Steigerung der internen Konsistenz zur Folge hat, wurde die Skala beibehalten (siehe Tabelle 4.4).

Tabelle 4.4

Reliabilitätsstatistiken der sozialen Akzeptanz zur Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion für das Laborexperiment.

Skalen	<i>Cronbachs</i> α	<i>Trennschärfe</i>	<i>n</i>
Likeability	.70		
angenehm	.60	.52	48
freundlich	.60	.54	48
sympathisch	.62	.50	48
Joy of Use	.70	.36	48

Bewertung der taktilen Interaktion hinsichtlich der sozialen Akzeptanz

Die Faktorenanalyse ergab eine Ein-Faktoren-Lösung mit insgesamt 76% Varianzaufklärung.

Das Eigenkonstrukt der sozialen Akzeptanz besteht ebenfalls aus den drei Bewertungsisems der Likeability-Skala (angenehm, freundlich und sympathisch) und dem Item Joy of Use

Use. Mit einem *Cronbachs* α von 0,90 und Trennschärfen zwischen 0,68 und 0,88 besaßen die Items eine gute interne Konsistenz (siehe Tabelle 4.5).

Tabelle 4.5

Reliabilitätsstatistiken der sozialen Akzeptanz zur Bewertung der taktilen Interaktion für das Laborexperiment.

Skalen	<i>Cronbachs</i> α	<i>Trennschärfe</i>	<i>n</i>
Likeability	,90		
angenehm	,89	,70	48
freundlich	,85	,80	48
sympathisch	,82	,88	48
Joy of Use	,89	,68	48

4.4.5.3 Vorgehensweise bei der Datenauswertung

Für die Auswertung der Daten wurden deskriptive Statistiken sowie parametrische Testverfahren verwendet.

Die Forschungsfragen 2 bis 7 beziehen sich vorwiegend auf offene Fragen, die inhaltlich kategorisiert wurden, um sie anschließend über die Häufigkeitsverteilung darstellen zu können. Folgende Kategorien wurden dabei für die jeweiligen Forschungsfragen gebildet:

F2: Wie wird der Nao-Roboter berührt?

Es wurden sechs Varianten der Berührung beobachtet: Nao wurde (a) über den Kopf gestreichelt. (b) Die Versuchspersonen tippten Nao mit der Handinnenfläche oder (c) mit den Fingerspitzen kurz auf den Kopf. (d) Nao wurde mit den Fingerspitzen kurz über den Kopf gestreichelt, (e) mit der Handinnenfläche kurz (eine Sekunde) und (f) mit der Handinnenfläche länger (zwei bis drei Sekunden) auf dem Kopf berührt.

F3: Wird die Reaktion bzw. Nicht-Reaktion des Nao-Roboters wahrgenommen?

Für diese Fragestellung wurden für die Interaktionen mit dem Nao-Roboter mit taktiler Interaktion sechs Kategorien kodiert: (a) keine Erinnerung an eine Reaktion des Roboters, (b) eine falsche Reaktion des Roboters wurde wahrgenommen (wie Kopfnicken, Schließen der Augen, etc.), (c) keine Reaktion wurde wahrgenommen, (d) der verbale Kommentar des Roboters wurde wahrgenommen, (e) die veränderte Augenfarbe wurde wahrgenommen und (f) alle beide Reaktionen des Nao-Roboters wurden wahrgenommen (verbaler Kommentar und die veränderte Augenfarbe).

Für die Interaktionen mit dem Roboter ohne taktiler Interaktion wurde die Kategori-

sierung in (a) Roboter zeigte keine Reaktion, (b) Reaktionen wurden von Versuchspersonen nicht bewusst wahrgenommen und (c) Versuchspersonen erinnerten sich an falsche Reaktionen, vorgenommen.

Diese Kategorien wurden anschließend jeweils deskriptiv, anhand von Häufigkeitsverteilungen ausgewertet.

F4: Wie wird es bewertet, dass der Roboter auf die Berührung reagiert bzw. nicht reagiert?

Zusammenfassend wurde hier eine Kategorisierung in positiv, neutral und negativ vorgenommen, welche mit Zitaten verdeutlicht wurden.

F5: Würden die Versuchspersonen auch in der Realität, wenn Sie mit einem Roboter interagieren, diesen auf diese Art berühren?

Diese Frage wurde mit (a) ja, (b) teils/teils und (c) nein kategorisiert. Zusätzlich wurde betrachtet, wo und in welcher Art der Roboter bzw. warum er nicht berührt werden würde erhoben. Für das **Wo** wurden die Kategorien (a) an der Hand, (b) am Arm oder (c) an der Schulter berühren, gefunden. Für die **Art und Weise** der Berührung ergaben sich die Kategorien (a) Hand schütteln, (b) Kopf streicheln und (c) Schulter klopfen.

Antworten für die Frage, **warum** Versuchspersonen einen Roboter **nicht** in dieser Form in der Realität berühren würden, waren: (a) die empfundene Befremdlichkeit und (b) Unnatürlichkeit, (c) aus Sicherheitsgründen und (d) weil es für Nutzerinnen und Nutzer nur eine Maschine ist und sie darin keinen Sinn sehen.

F6: Wie sollte die taktile Interaktion verändert werden, damit die Mensch-Roboter-Interaktion angenehmer ist?

Diese Frage wurde an jene Versuchspersonen gerichtet, die den Roboter nicht in der Realität berühren würden oder die Reaktion als negativ bewerteten. Hierfür wurde die Fragestellung „Was wäre für Sie eine alternative Aktion in einer solchen Situation?“ kategorisiert. Dabei ergaben sich die Kategorien (a) eine verbale Verabschiedung, (b) auf die Schulter zu klopfen oder (c) die Hand zu geben.

F7: Wie wird die taktile Interaktion im direkten Vergleich (Nao reagiert vs. Nao reagiert nicht) bewertet?

Diese Frage wurde jenen Versuchspersonen gestellt, die mit dem Nao-Roboter ohne taktiler Interaktion interagiert hatten und denen zusätzlich die Reaktion des Naos auf ihre Berührung gezeigt wurde, welche sie dann im Vergleich bewerteten. Kategorisiert wurden dabei die Angaben: (a) positiver, (b) gleich bleibend/unverändert und (c) negativer. Im Detail ergaben sich zudem die Kategorien: (a) besser, (b) passend/angemessen und (c) schon besser, aber noch verbesserungswürdig.

Die **Hypothesen 4 und 5**, zur Überprüfung des Einflusses der taktilen Interaktion auf

die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention, wurden inferenzstatistisch ausgewertet. Die Überprüfung der Variablen auf Normalverteilung wurde mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests durchgeführt, wobei vorwiegend keine Normalverteilung der Variablen festgestellt wurde (siehe Tabellen B.9 und B.8 im Anhang B.2). Aufgrund vorliegender intervallskaliertter unabhängiger Variablen und homogener Gruppen (siehe Tabelle B.10 im Anhang B.2), die jeweils eine Stichprobengröße von $n > 20$ aufwiesen, wurde trotz nicht vorliegender normalverteilter Variablen ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Dabei wurde ein Signifikanzniveau von 5% zugrunde gelegt. Demnach wurden Ergebnisse erst dann als signifikant angesehen, wenn p kleiner 0,05 war. Um die praktische Relevanz der signifikanten Ergebnisse besser einschätzen zu können, wurde zudem die Effektstärke nach Cohen (1988) berechnet. Die Berechnung erfolgte mit Hilfe des Programms G*Power.

H6: Je größer die soziale Akzeptanz, desto größer die Nutzungsintention.

Zur Untersuchung des Zusammenhangs wurden beide Variablen, trotz nur teilweiser normalverteilter Variablen (siehe Tabelle B.8 im Anhang B.2 - soziale Akzeptanz ist normalverteilt, Nutzungsintention nicht) mittels bivariater Korrelation nach Pearson, miteinander korreliert.

4.5 Ergebnisse

Im Folgenden wird die Stichprobe beschrieben und die zentralen Ergebnisse der Auswertung dargestellt.

4.5.1 Stichprobenbeschreibung

Aufgrund der Tatsache, dass zum Zeitpunkt der Erhebung eine Projektwoche an der Hochschule Ruhr West statt fand und weniger Studierende an diesen Standort waren, konnte der geplante Stichprobenumfang nicht erreicht werden. Insgesamt nahmen $N=48$ Studentinnen und Studenten sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Hochschule Ruhr West (57% Männer, 43% Frauen) an dem Laborexperiment teil. Das Durchschnittsalter lag bei $M=25.41$ Jahre ($SD=6.82$) mit einer Spannweite von 19 bis 44 Jahren.

Die Mehrheit der Versuchspersonen (85%) hatte zum Zeitpunkt der Erhebung noch nie mit einem Roboter interagiert. Acht Prozent hatten Programmiererfahrungen in Bezug auf Roboter. Dabei handelte es sich jedoch nicht um Service-, sondern um Industrieroboter. Sechs Prozent hatten schon einmal mit einem Legoroboter gearbeitet bzw. mit dem Lotsenroboter Werner im Elektronikfachgeschäft Conrad Electronics interagiert.

4.5.2 F2 - Berührung des Nao-Roboters

Von den insgesamt 48 Versuchspersonen, die im Rahmen dieser Untersuchung mit dem Roboter Nao interagierten, berührten zwölf den Kopf des Roboters kurz (eine Sekunde) mit ihrer Handinnenfläche. Elf Versuchspersonen hatten den Kopf des Roboters gestreichelt, zehn tippten kurz mit ihren Fingerspitzen auf den Kopf des Roboters und sieben berührten

den Kopf länger (zwei bis drei Sekunden) mit ihrer Handfläche. Wenige Versuchspersonen tippten den Roboter mit ihrer Handinnenfläche auf den Kopf ($n=5$) oder streichelten Nao mit den Fingerspitzen über seinen Kopf ($n=2$).

4.5.3 F3 - Wahrnehmung der Reaktion bzw. Nicht-Reaktion des Nao-Roboters

Nao mit taktiler Interaktion

Fünf der 24 Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter mit taktiler Interaktion interagierten, nahmen beide Reaktionen - den verbalen Kommentar und die Veränderung der Augenfarbe - korrekt wahr. Elf erinnerten sich an die wechselnde Augenfarbe und vier an den verbalen Kommentar.

Eine Versuchsperson konnte sich an gar keine Reaktion erinnern. Und die drei Versuchspersonen, die sich falsch an die Reaktion erinnerten, glaubten, dass Nao den Kopf schüttelte ($n=1$) bzw. nickte ($n=2$).

Nao ohne taktiler Interaktion

Dreizehn der 24 Versuchspersonen, die mit dem Nao Roboter ohne taktiler Interaktion interagierten, erinnerten sich korrekt, dass der Roboter keine Reaktion zeigte. Acht Versuchspersonen konnten sich nicht daran erinnern, eine Reaktion wahrgenommen zu haben und drei implizierten eine falsche Reaktion: dass sich das Licht am Kopf verändert hat ($n=2$) bzw. Nao genickt ($n=1$) hat.

4.5.4 F4 - Bewertung der Reaktion bzw. Nicht-Reaktion des Roboters auf die Berührung

Nao mit taktiler Interaktion

Wie in Tabelle 4.6 zu sehen, bewertete die Mehrheit der Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter mit taktiler Interaktion interagierten, die Reaktion des Roboters auf die Berührung positiv. Dabei wurde die Interaktion vorwiegend als gut ($n=9$) und angenehm ($n=3$) empfunden. Zwei Versuchspersonen äußerten, dass durch diese Reaktion die Interaktion menschlicher erschien.

Tabelle 4.6

Bewertung der Reaktion bzw. Nicht-Reaktion des Nao-Roboters auf die Berührung.

Bewertung	Nao mit TI		Nao ohne TI		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
positiv	15	63	1	4	16	33
neutral	7	29	14	58	21	44
negativ	2	8	9	38	11	23
gesamt	24	100	24	100	48	100

„Recht angenehm und freundlich. Also, die Reaktion war angemessen.“
(Nutzer, 27 Jahre)

„Sympathisch und ... ja, positiv auf jeden Fall.“
(Nutzer, 22 Jahre)

„Ich fand das realistisch, weil jeder - angepasst am Menschen - kriegt leuchtende Augen, wenn er gelobt wird und sich freut oder wenn er irgendwie Anerkennung bekommt.“
(Nutzerin, 19 Jahre)

2 der 7 Befragten, die die Reaktion neutral bewerteten, erwähnten, dass sie eigentlich keine Reaktion erwartet hatten. Eine Befragte gab an, dass eine Reaktion für sie persönlich nicht wichtig, es aber generell von Bedeutung wäre:

„Das sehe ich wieder zu technisch. Also, ich finde schon wichtig, dass er überhaupt darauf reagiert, das ist in Ordnung. Wenn das jemand macht, ist das in Ordnung. Ich würde das nicht machen. Es kann aber andere motivieren, ihn öfter zu nutzen.“
(Nutzer, 43 Jahre)

Als unangenehm empfanden zwei Versuchspersonen die Reaktion des Roboters, weil es ungewohnt war bzw. die Interaktion mit einem Roboter generell nicht nötig ist.

„Eher unangenehm. [...] Naja, man kennt es ja jetzt nicht, dass ein Roboter auf einen reagiert. Wenn es normal ist, dass man weiß, dass er in jener Form auf einen reagiert, empfindet man es dann wahrscheinlich auch anders.“
(Nutzerin, 33 Jahre)

Nao ohne taktiler Interaktion

Jene Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter ohne taktiler Interaktion interagierten, bewerteten die Nicht-Reaktion des Roboters auf ihre Berührung vorwiegend neutral bis negativ (siehe Tabelle 4.6). Vierzehn Versuchspersonen äußerten, dass sie eine Reaktion auf die Berührung erwartet hätten, sechs nicht. Für sechs Versuchspersonen war es nicht wichtig bzw. notwendig, dass der Roboter reagiert.

„Er muss nicht auf meine Berührung reagieren. Er ist eine Maschine, die ihren Service verrichten soll. Von daher ist das ok.“
(Nutzer, 29 Jahre)

„Das war in Ordnung. Er muss nicht reagieren.“
(Nutzerin, 21 Jahre)

„Das war ein bisschen ungewohnt. Man hätte jetzt ein Nicken erwartet oder eben eine andere Reaktion.“
(Nutzerin, 20 Jahre)

„Das ist natürlich sehr unnatürlich, weil ein Mensch ja immer eine Reaktion zeigt [...]. Ja, also, wenn man ihn berührt, dann sollte er schon eine Reaktion zeigen.“
(Nutzer, 23 Jahre)

4.5.5 F5 - Berührung in Realität

Die Mehrheit der 48 Versuchspersonen (67%) würde in der Realität den Roboter nicht berühren. Vor allem nicht jene Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter ohne taktiler Interaktion interagierten (siehe Tabelle 4.7).

Tabelle 4.7

Würden Sie den Roboter auch in Realität berühren, wenn sie mit ihm interagieren?.

Bewertung	Nao mit TI		Nao ohne TI		Gesamt	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
ja	8	33	3	13	11	23
teils/teils	2	8	3	13	5	10
nein	14	58	18	75	32	67
gesamt	24	99	24	101	48	100

Jene Versuchspersonen, die einen Roboter auch in Realität berühren würden ($n=11$), bevorzugten dabei eher die Schultern ($n=8$), Hände ($n=8$) oder Arme ($n=3$).

Am ehesten würden die Versuchspersonen dabei die Hand schütteln ($n=8$) oder auf die Schulter klopfen ($n=3$), weniger den Kopf streicheln ($n=1$).

„Ich hätte ihn an Stellen berührt, wo ich auch andere Menschen berühren würde, bspw. am Arm, an der Hand, aber jetzt nicht unbedingt am Kopf.“
(Nutzerin, 44 Jahre, Interaktion mit Roboter ohne taktiler Interaktion)

„An der Schulter, also wie so ein Schulter klopfen. Weil auf dem Kopf berühren hat schon etwas von Streicheln oder Tätscheln von Tieren.“
(Nutzer, 25 Jahre, Interaktion mit Roboter ohne taktiler Interaktion)

Gründe dafür, dass die Versuchspersonen einen Roboter nicht berühren würden, waren, dass sie es als unnatürlich ($n=10$) und befremdlich ($n=7$) empfanden, ihn zu berühren. Daneben hielten es Versuchspersonen für unnötig, einen Roboter zu berühren, da es nur eine Maschine ist ($n=6$) oder sie hatten Angst, durch die Berührung etwas am Roboter kaputt zu machen ($n=4$). Drei Versuchspersonen würden ihn aus Sicherheitsgründen nicht berühren, da sie u. a. nicht wussten, wie der Roboter reagieren würde. Eine Versuchsperson gab keinen Grund an, würde ihn aber nutzen, wenn er dadurch eine bessere Leistung bringt.

„Also in einem Laden ist ein distanzierteres Verhalten angemessen. Ich würde einen Verkäufer oder Verkäuferin auch nicht berühren.“
(Nutzer, 43 Jahre, Interaktion mit Roboter mit taktiler Interaktion)

„Also, ich hab jetzt keine Berührungsängste oder so, aber es hat schon so etwas davon, wenn ich ein Tier tätschele. Eher unnatürlich.“
(Nutzer, 32 Jahre, Interaktion mit Roboter mit taktiler Interaktion)

„Nein, es ist eine Maschine. Es ist eine Maschine zu der ich keine Beziehung habe. Von daher würde ich auch keinen Kontakt, so gefühlsmäßigen Kontakt, aufsuchen.“
(Nutzerin, 44 Jahre, Interaktion mit Roboter ohne taktiler Interaktion)

4.5.6 F6 - Verbesserungsvorschläge zur taktilen Interaktion

Jene Versuchspersonen, die einen Roboter nicht berühren würden, gaben an, als Alternative verbale Kommentare (bedanken und verabschieden) zu bevorzugen ($n=24$) oder alternativ mit dem Kopf nicken ($n=1$) oder der Hand winken ($n=1$), anstatt einer Berührung.

4.5.7 F7 - Bewertung der taktilen Interaktion im Vergleich

Die Mehrheit der Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter ohne taktiler Interaktion interagierten, fand die Reaktion des Roboters im Vergleich positiver ($n=16$). Für sieben Versuchspersonen war die Reaktion in Ordnung, aber nicht notwendig, da sie keine Reaktion erwarten würden. Eine Versuchsperson bewertete die Reaktion des Roboters negativer, als die zuvor erlebte Nicht-Reaktion des Roboters, weil diese als unangenehm und ungewohnt erlebt wurde.

„Ja, das ist eine gute Reaktion. Da bekommt man wenigstens ein Feedback, das ist höflich. Spricht mich mehr an.“
(Nutzer, 21 Jahre)

„Die Reaktion ist natürlich netter, weil man dann auch ein Feedback bekommt.“
(Nutzer, 24 Jahre)

„Besser. Irgendwie freut man sich direkt, wenn er so reagiert“
(Nutzerin, 22 Jahre)

„Finde ich besser, als wenn er gar nichts macht.“
(Nutzer, 22 Jahre)

„Süß. Aber ich fände es noch süßer, wenn er den Kopf dazu bewegen würde, so leicht zur Seite, als Geste. So von wegen *Gern geschehen*.“
(Nutzerin, 21 Jahre)

4.5.8 H4 und H5 - Einfluss der taktilen Interaktionsfähigkeit auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention

Der Roboter mit taktiler Interaktion schnitt im Vergleich zum Roboter ohne taktiler Interaktion signifikant besser hinsichtlich der sozialen Akzeptanz und Nutzungsintention ab. Die Nutzerinnen und Nutzer bewerteten demnach die Interaktion mit dem Roboter mit taktiler

Interaktion angenehmer; sie fanden den Roboter freundlicher, sympathischer und hatten mehr Freude während der Interaktion mit ihm. Sie äußerten darüber hinaus eine stärkere Absicht, den Roboter in Zukunft zu nutzen. Diese Ergebnisse haben große Effektstärken, wie die nachfolgende Tabelle 4.8 zeigt.

Tabelle 4.8

Vergleich des Nao-Roboters mit taktilem Interaktion mit dem Nao-Roboter ohne taktilem Interaktion hinsichtlich sozialer Akzeptanz und Nutzungsintention.

	Nao mit taktilem Interaktion		Nao ohne taktilem Interaktion		Testgrößen		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Soziale Akzeptanz	5.75	0.84	4.07	0.88	6.76*	<.001	1.95
Likeability	5.68	0.90	3.90	0.85	7.01*	<.001	2.03
angenehm	5.50	1.29	3.83	0.76	5.47*	<.001	1.58
freundlich	5.92	0.97	3.92	1.14	6.54*	<.001	1.89
sympathisch	5.68	1.06	3.96	1.04	5.51*	<.001	1.64
Joy of Use	5.96	1.04	4.58	1.35	3.95*	<.001	1.14
Nutzungsintention	6.13	1.04	4.04	1.29	6.45*	<.001	1.95

Anmerkung. * $p < 0.05$. Bewertung erfolgte anhand einer 7stufigen Likeability-Skala, 1: geringste bis 7: stärkste Ausprägung; $n=48$.

4.5.9 H6 - Zusammenhang soziale Akzeptanz und Nutzungsintention

Hypothesenkonform zeigte sich bei den $n=24$ Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter mit taktilem Interaktion interagierten, ein positiver eher mittlerer Zusammenhang ($r=0,63$; $p=0,001$) zwischen der sozialen Akzeptanz dem Roboter gegenüber und der Intention diesen zukünftig zu nutzen. Die Forschungshypothese wurde mit einem Signifikanzniveau von 5% angenommen.

4.6 Zusammenfassung und Diskussion des Laborexperimentes

Im Rahmen des Laborexperimentes wurde der Einfluss der taktilen Interaktionsfähigkeit eines Roboters auf dessen Bewertung untersucht. Dabei wurden zwei Nao-Roboter-Versionen (Nao mit und ohne taktilem Interaktion) miteinander verglichen. Neben der Bewertung war weiterhin von Interesse explorativ zu untersuchen, wie der Roboter berührt und wie die Reaktion wahrgenommen und bewertet wird.

Als unabhängige Variable diente die taktile Interaktionsfähigkeit, als abhängige Variablen die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention.

Die Ergebnisse des vorliegenden Experimentes zeigen, dass die Reaktion eines Einkaufsroboters auf menschliche Berührungen einen Einfluss auf dessen Bewertung hat: der Roboter mit taktiler Interaktion wurde hinsichtlich der sozialen Akzeptanz besser bewertet und würde eher in Zukunft genutzt als der Roboter ohne taktiler Interaktion. Die Mehrheit der Versuchspersonen nahmen dabei die Veränderung der Augenfarbe, weniger den verbalen Kommentar des Roboters wahr. Die Berührungen waren mehrheitlich sehr kurz und dauerten nicht länger als eine bis zwei Sekunden. Vorwiegend berührten die Versuchspersonen den Kopf des Roboters mit ihrer Handinnenfläche, streichelten ihn oder tippten kurz mit ihren Fingerspitzen auf den Kopf des Roboters.

Nur 11 der 48 Versuchspersonen würden einen Lotsenroboter in einer solchen Situation tatsächlich berühren. Alternativ präferiert die Mehrheit eine verbale Verabschiedung am Ende einer Interaktion anstatt einer Berührung. Die taktile Interaktion, speziell die Reaktion des Roboters auf die Berührung, wird dennoch insgesamt als angenehme Ergänzung zur Mensch-Roboter-Interaktion gesehen, die für viele Versuchspersonen zwar nicht notwendig ist, die aber teilweise erwartet wird. Besonders der direkte Vergleich zeigte, dass, auch wenn eine Reaktion nicht erwartet, diese besser bewertet und von den Versuchspersonen im Nachhinein präferiert wird.

Eine Einschränkung dieses Experimentes ist, dass Versuchsleitereffekte nicht ausgeschlossen werden können. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass verschiedene Einflüsse (künstliche Umgebung und die Anweisung der Versuchsleiterin, den Roboter zu berühren) auf die Aussagekraft dieses Experimentes wirken. Durch die Laborumgebung konnten einerseits Störgrößen, durch die Standardisierung vorwiegend konstant gehalten werden, andererseits ist durch die Laborumgebung die externe Validität eingeschränkt. Die Ergebnisse sind folglich nicht auf das Verhalten der Versuchspersonen außerhalb des experimentellen Kontextes generalisierbar (Schnell et al., 2011, S. 218). Aufgrund der Tatsache, dass dieses Laborexperiment jedoch über eine Befragung und Interviews hinaus, die Thematik der taktilen Interaktion im Rahmen eines konkreten Anwendungsszenarios untersucht, liefern die gewonnen Erkenntnisse einen ersten Einblick, wie potenzielle Nutzerinnen und Nutzer die taktile Interaktion bei Servicerobotern bewerten, was sie dabei mögen oder nicht mögen und wie die Interaktion für das Szenario angepasst und verbessert werden kann.

Um detaillierte und validere Ergebnisse zu erzielen, muss eine kontrolliertere Versuchsanordnung mit höheren Fallzahlen in zukünftigen Studien durchgeführt werden.

Die Interaktionen zwischen Versuchspersonen und Einkaufsroboter dauerten etwa im Schnitt vier Minuten. In der Realität würde eine solche Art von Interaktion wahrscheinlich länger dauern und dadurch größere Effekte erzielen. Dieser Aspekt ist in zukünftigen Studien zu berücksichtigen.

Im Rahmen dieses Experimentes wurde, aufgrund der begrenzten Sensoren des Nao-Roboters, nur die Berührung am Kopf getestet. Andere wichtige Kontaktpunkte, wie an der Schulter oder das Händeschütteln könnten positivere Ergebnisse erzielen, da sie der

Klassifizierung von Jones' und Yarboroughs nach in die Kategorie der nicht empfindlichen Körperteile (wie Hand, Ellenbogen, Schulter, Arm oder oberer Rücken) fallen. Im Gegensatz dazu zählt der Kopf zu den empfindlichen Körperteilen (wie zudem Brust, Genitalien und Schenkel) (Jones & Yarbrough, 1985).

Neben der Definition relevanter oder angenehmer Berührungspunkte für eine taktile Interaktion, kann auch die Gestaltung des bestimmten Körperteils zu positiveren Ergebnissen führen. Zum Beispiel erhalten Roboter mit einem Tier-Aussehen während der Interaktion mehr Feedback via Berührungen der Nutzerinnen und Nutzer als ein humanoider Roboter. Ein Grund dafür ist z. B., dass eine solche Art von Roboter eher als Haustier-Roboter und damit als Familienangehöriger oder Mitbewohner gilt und mehr akzeptiert wird (Austermann et al., 2010; Robinson, MacDonald, Kerse, & Broadbent, 2012). Daher sollte der Roboter und vor allem die Teile des Roboters, die Nutzerinnen und Nutzer berühren sollen, so attraktiv und natürlich gestaltet sein, dass sich Nutzerinnen und Nutzer animiert fühlen diese zu berühren.

Kapitel 5

Online-Experiment zum Roboteraussehen

Im Rahmen dieses Experimentes wurde der Einfluss eines menschenähnlichen Roboteraussehens auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention untersucht. Aufgrund der Schwierigkeit, das Aussehen vorhandener Roboter wie z. B. der Shoppingroboter TOOMAS oder Nao für ein experimentelles Feld- oder Laborexperiment vielfältig variieren zu können, wurde für die Untersuchung ein Online-Experiment herangezogen. Dabei wurden zum einen zwei Roboter-Versionen eines Shoppingroboters, die sich hinsichtlich ihres menschenähnlichen Aussehens unterschieden, verglichen. Zum anderen wurde im Rahmen von vier Fallvignetten, die hinsichtlich des Einsatzgebietes und der Nutzungsintensität des Roboters variierten, jeweils das Aussehen des Roboters durch die Befragten bestimmt. Durch diesen Umstand konnte, anders als bei den Experimenten zuvor, die soziale Akzeptanz nur durch die Items der Likeability-Skala abgefragt werden, da keine Nutzung eines Roboters stattfand, die hinsichtlich des Spaßes bewertet werden konnte.

5.1 Forschungsstand zur Darstellung und Erhebung anthropomorpher Serviceroboter

Ein Ziel in der Servicerobotik ist es, Roboter menschenähnlich (anthropomorph) zu gestalten, was damit begründet wird, dass menschenähnliche Merkmale und Eigenschaften bei Servicerobotern die Mensch-Roboter-Interaktion erleichtern und diese angenehmer und intuitiver gestalten (Breazeal & Scassellati, 1999; Brooks, 2002; Fong et al., 2003; Dautenhahn, 2007a; Satake et al., 2009). Wie bereits im Kapitel 2.4.3 herausgestellt, sollten Serviceroboter folglich ihrem Einsatzfeld und ihren Aufgaben entsprechend gestaltet sein. Wobei sie in öffentlichen Bereichen des Lebens menschenähnlich aussehen sollten, da diese Form von Nutzerinnen und Nutzern bevorzugt wird (Hegel et al., 2009; Kanda et al., 2005; Iwamura et al., 2011).

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde daher den Fragen nachgegangen, ob durch

ein menschenähnliches Aussehen bei einem Lotsenroboter die Mensch-Roboter-Interaktion angenehmer gestaltet und damit die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention gesteigert werden kann. Zu klären war dabei zuerst, was im Rahmen der Servicerobotik als menschenähnlich verstanden wird und wie es dargestellt bzw. operationalisiert werden kann.

Eine erste Definition von maschinen- bzw. menschenähnlichen künstlichen Entitäten, liefern Gong und Nass (2007) bezogen auf animierte Agenten, wonach maschinenähnliche Entitäten maschinenähnlich aussehen und über keine menschlichen Merkmale verfügen. Hingegen weisen menschenähnliche Entitäten ein nicht exaktes menschenähnliches Aussehen auf, so dass sie noch als künstlich bzw. nicht-menschlich wahrgenommen werden. Zur Umsetzung der Menschenähnlichkeit dienen stilisierte, vereinfachte oder cartoon-artige Versionen menschlicher Merkmale, wie Kopf, Gesichtsmerkmale (Augen, Nase etc.), Arme, Hände und Beine (Gong & Nass, 2007).

Im Zuge der Anthropomorphisierung, also der Vermenschlichung von Robotern wird allerdings, wie bereits in Kapitel 2.4.3 ausgeführt, nicht nur die Zuweisung von menschlichen Merkmalen, sondern auch von menschlichen Verhaltensweisen auf nicht lebende Entitäten verstanden. Menschenähnlichkeit wird im Rahmen dessen als Maßstab zur Bewertung des Grades der erreichten Anthropomorphisierung herangezogen. Dabei gilt, je mehr menschliche Merkmale und Verhaltensweisen ein Roboter aufweist, desto menschenähnlicher wird er wahrgenommen und desto höher ist der Grad der Anthropomorphisierung. Am einfachsten lassen sich zum Beispiel Roboter vermenschlichen, indem sie menschenähnliche Gesichter und Körper haben (DiSalvo et al., 2002; Epley et al., 2007).

Für die Darstellung der Menschenähnlichkeit wurde sich daher im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit auf die Verwendung menschlicher Körper- und Gesichtsmerkmale beschränkt. Menschliche Verhaltensweisen, als Teil der Anthropomorphisierung, konnten aus forschungsökonomischen Gründen nicht berücksichtigt werden.

Welche menschlichen Körpermerkmale sind wichtig für die Darstellung von Menschenähnlichkeit?

Neben dem Körper, spielen Kopf und Arme für den Eindruck von Menschlichkeit eine wichtige Rolle (Cassell et al., 1999). Aber auch Roboteraugen sind wichtig (Iwamura et al., 2011), denn schon das Vorhandensein von zwei Augen macht die Interaktion angenehmer, so dass die Nutzerin oder der Nutzer intuitiv weiß, wohin sie oder er seine Aufmerksamkeit während der Interaktion richten soll (Duffy & Joue, 2004). Ohne Gesicht wird der Roboter als anonym wahrgenommen (Donath, 2001). Je mehr Gesichtsmerkmale (wie Augen, Nase, Mund etc.) ein Roboter hat, desto menschenähnlicher wird er wahrgenommen. Vor allem Nase, Augenlider und Mund sind nach DiSalvo, Gemperle, Forlizzi und Kiesler (2002) für die Bewertung der Menschenähnlichkeit von großer Bedeutung. Neben den Augen ist auch bei Looser und Wheatley (2010) der Mund ein wichtiges Kriterium der Menschenähnlichkeit (Looser & Wheatley, 2010). Aber auch das Verhältnis Breite/Höhe des Kopfes spielt eine

Rolle: je breiter und größer der Kopf im Verhältnis zu seiner Körpergröße ist, desto weniger menschenähnlich wird der Roboter durch die Nutzerin oder den Nutzer wahrgenommen (DiSalvo et al., 2002).

Auch die Körpergröße ist ein Merkmal, welches insbesondere für die Gestaltung einer angenehmen Mensch-Roboter-Interaktion relevant ist. Die Größe steht dabei im Zusammenhang mit dem Aussehen. Menschen lassen kleinere maschinenähnliche Serviceroboter näher an sich heran, als größere menschenähnliche Serviceroboter (Butler & Agah, 2001; Syrdal et al., 2007).

Bedeutung von Robotersehen und Einsatzgebiet

Erste Online-Studien, bei denen eine Vielzahl von Roboterabbildungen oder Videos genutzt wurden, stellten die Relevanz zwischen Aussehen und Einsatzgebiet heraus. Dabei wurde jeweils analysiert, welche Roboter auf Basis ihres Aussehens und ihrer Funktionalitäten für welche Einsatzgebiete aus Nutzerinnen- und Nutzersicht geeignet sind:

In der Online-Studie von Lohse, Hegel und Wrede (2008) sollten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die in Videos gezeigten Roboter hinsichtlich ihres Aussehens offen bewerten und Einsatzmöglichkeiten benennen. Dabei wurden die vier Roboter Aibo, iCat, Barthoc und BIRON (siehe zur Orientierung Abbildung 5.1) entsprechend den Kategorien funktional, tierisch, karikiert und menschlich nach Fong, Nourbakhsh und Dautenhahn (2003) gewählt. Aibo und iCat wurden vorwiegend als Spielzeugroboter oder im Gesundheitsbereich als Therapieroboter eingestuft. Barthoc und BIRON wurden in öffentlichen Einsatzgebieten gesehen: Barthoc für den Business Einsatz oder als öffentlicher Assistent, wie bspw. als Rezeptionist und BIRON als Assistenz- und Sicherheitsroboter oder als persönlicher Assistent für Zuhause (Lohse, Hegel, & Wrede, 2008).

Im Rahmen der Online-Studie von Hegel, Lohse und Wrede (2009) wurden den Teilnehmerinnen und Teilnehmern Videos von verschiedenen Robotern gezeigt, die sie ebenfalls einem Einsatzgebiet zuordnen sollten (siehe Abbildung 5.1). Für den Bereich „öffentlicher Assistent“, worunter Lotsen zählten, wurden Repliee Q2, Pearl und BIRON zugeordnet, die hinsichtlich ihres Aussehens teilweise als menschenähnlich und technisch/funktional klassifiziert wurden. Als persönliche Assistenten, z. B. als Butler, Organisator oder Haushaltsgehilfe wurden die Roboter Pearl, Asimo, BIRON und Robovie eingeordnet. Bis auf Asimo, der menschenähnlich und technisch/funktional eingestuft wurde, bewerteten die Versuchspersonen die anderen drei Roboter als mehr technisch/funktional.

Folglich sind dem menschlichen Ebenbild nachempfundene Serviceroboter für den Bereich in öffentlichen Einsatzumgebungen besser geeignet und präferiert, was die benannten Designmöglichkeiten nach Fong, Nourbakhsh und Dautenhahn (2003) einschränkt. Entsprechend sollten Serviceroboter nicht zu realistisch menschenähnlich aussehen (Dautenhahn et al., 2005; Scopelliti, Giuliani, D’Amico, & Fornara, 2004), aber auch nicht mit zu abstrakten, künstlichen Gesichtsmerkmalen gestaltet sein (Seyama & Nagayama, 2007).

Auf Basis dieser Erkenntnisse ergeben sich folgende Hypothesen und Forschungsfragen.

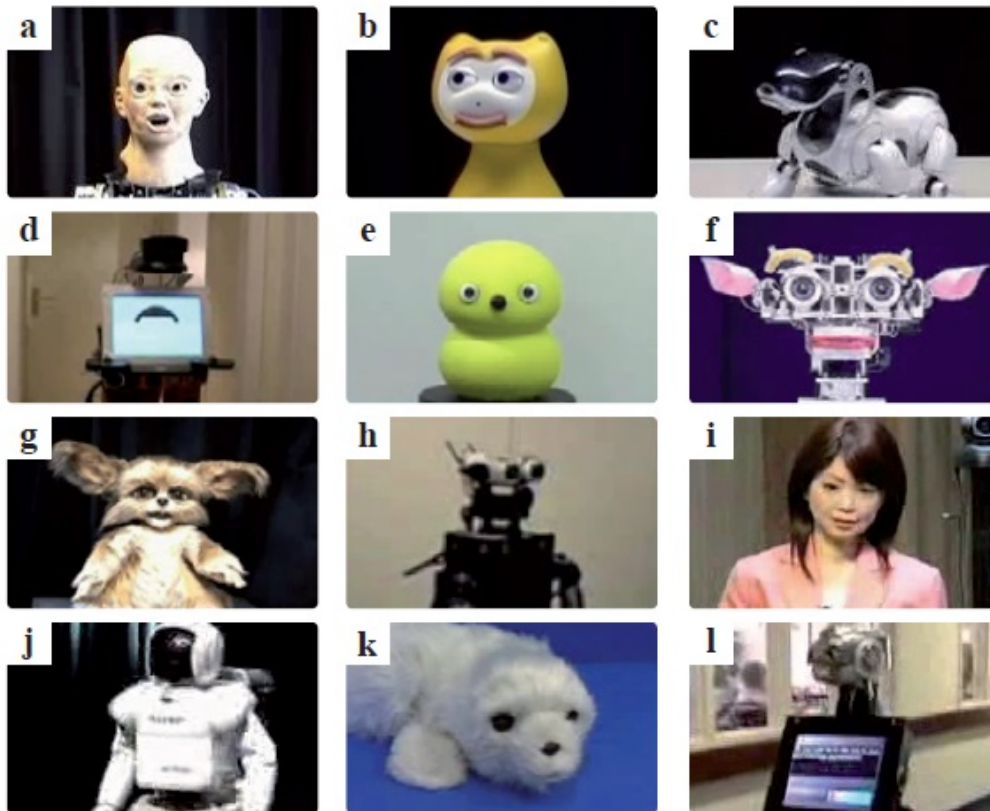


Figure 1. The twelve robots in the different videos presented to the participants:
 (a) Barthoc, (b) iCat, (c) AIBO, (d) BIRON, (e) Keepon, (f) Kismet,
 (g) Leonardo, (h) Robovie, (i) Repliee Q2, (j) ASIMO, (k) Paro, and (l) Pearl

Abbildung 5.1. Untersuchte Roboter bei Hegel, Lohse und Wrede (2009). Aus „Effects of Visual Appearance on the Attribution of Applications in Social Robotics,“ von F. Hegel, M. Lohse, B. Wrede, 2009, *International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, S. 66.

5.2 Hypothesen und Forschungsfragen

- H7:** Ein Lotsenroboter mit stärker menschenähnlichem Aussehen erzielt eine höhere Likeability¹ als ein Lotsenroboter mit weniger menschenähnlichem Aussehen.
- H8:** Ein Lotsenroboter mit stärker menschenähnlichem Aussehen erzielt eine höhere Nutzungsintention als ein Lotsenroboter mit weniger menschenähnlichem Aussehen.
- H9:** Je höher die soziale Akzeptanz, desto höher die Nutzungsintention bei einem Lotsenroboter mit stärker menschenähnlichem Aussehen.

Neben den beiden Hypothesen wurde zusätzlich den Fragen nachgegangen, inwiefern

¹Anpassung an den Umstand des Online-Experiments. Soziale Akzeptanz kann nur durch die Items der Likeability-Skala abgefragt werden, da keine Nutzung eines Roboters statt fand, die hinsichtlich des Spaßes bewertet werden konnte.

sich das Einsatzgebiet, aber auch die Nutzungsintensität auf das Aussehen bei Lotsenrobotern auswirken:

F8: Inwiefern unterscheidet sich das Aussehen von Lotsenrobotern in verschiedenen Einsatzgebieten?

F9: Inwiefern unterscheidet sich das Aussehen von Lotsenrobotern bei unterschiedlichen Nutzungsintensitäten?

5.3 Das Problem der Skala zur Messung der Wahrnehmung der Menschenähnlichkeit (Skala MWM) bei Servicerobotern

Betrachtet man einige Studien, die dieses Themenfeld untersuchten, wird deutlich, wie unterschiedlich Menschenähnlichkeit gemessen wird und menschenähnliche und maschinenähnliche Roboter aussehen und wahrgenommen werden. So werden einerseits automatenähnliche Roboter ohne Gesichtsmerkmale, aber auch Roboter mit einem Korpus, Kopf und Armen ohne Gesichtsmerkmale, selten auch mit Augen als maschinenähnliche Roboter (Kanda et al., 2005; Iwamura et al., 2011) eingestuft. Auf der anderen Seite zählen Roboter mit metallischem Korpus, Kopf ohne Gesichtsmerkmale, Armen und Beinen oder karikierte, puppenähnliche Roboter oder Roboter mit Korpus, Armen, Kopf und Augen als menschenähnliche Roboter (Kanda et al., 2005; Iwamura et al., 2011; Hinds, Roberts, & Jones, 2004).

Die starken Abweichungen zwischen den Roboterdarstellungen, vor allem bei Labor- und Feldstudien, sind häufig dem Umstand geschuldet, dass nur eine bestimmte Auswahl von Robotern den Forscherinnen und Forschern für ihre Untersuchungen zur Verfügung stand. Viele Experimente untersuchten die Bedeutung des Aussehens durch den Vergleich von zwei unterschiedlichen Robotern (Hinds et al., 2004; Iwamura et al., 2011; Kanda et al., 2005; Chee, Tazoon, Xu, Ng, & Tan, 2012; Robins, Dautenhahn, te Boekhorst, & Billard, 2004; Walters, Dautenhahn, te Boekhorst, Koay, & Woods, 2007), bei denen sich die maschinen- und menschenähnlichen Roboter stark voneinander unterschieden.

Die unterschiedliche Wahrnehmung von Menschenähnlichkeit lässt sich u. a. auch darauf zurückführen, dass häufig im Rahmen solcher Untersuchungen eine bipolar Menschlichkeitsskala, von menschenähnlich bis maschinenähnlich, genutzt wurde (Bartneck et al., 2009; MacDorman, 2006; Walters et al., 2007; Goetz et al., 2003; Kanda et al., 2005). Diese kann jedoch zu Verzerrungen der Ergebnisse führen, da ein Roboter sowohl menschen- als auch maschinenähnlich wahrgenommen werden kann. Besser ist dabei die Messung auf einer eindimensionalen Skala, um einschätzen zu lassen, ob ein Roboter mehr oder weniger menschen- oder maschinenähnlich ist, wie beispielsweise bei Hinds, Roberts und Jones (2004) und Hegel, Lohse und Wrede (2009).

Da Nutzerinnen und Nutzer bislang anhand vorgegebener Roboter die Bewertung der wahrgenommenen Menschen- bzw. Maschinenähnlichkeit dieser vornehmen konnten - meist auf einer bipolaren Skala - soll dies als Teil dieser Untersuchung berücksichtigt werden. Diesbezüglich soll die wahrgenommene Menschenähnlichkeit bei Robotern auf Basis einer eindimensionalen Skala mit entsprechenden Ausprägungen der Robotermerkmale bewertet werden. Basierend auf den Erkenntnissen werden dabei verschiedene Ausprägungen von Robotermerkmalen für eine Skala von wenig menschenähnlich bis menschenähnlich abgebildet. Bei der Auswahl wurden keine menschlichen Merkmale für die Merkmalsausprägung menschenähnlich genutzt, sondern nur Merkmale künstlicher Entitäten, die dem des Menschen sehr nahe kommen. Die Vorstudien zur Validierung der Robotermerkmale für die Skala zur Messung der wahrgenommenen Menschenähnlichkeit werden im nachfolgenden Kapitel 5.4 dokumentiert.

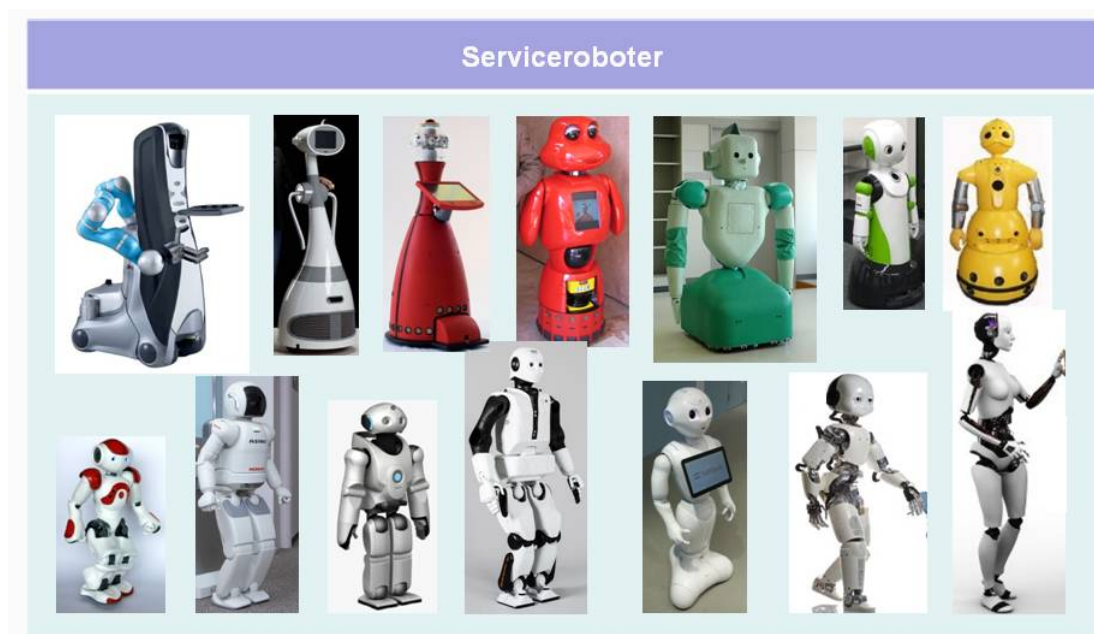


Abbildung 5.2. Serviceroboter, die zur Orientierung für die Entwicklung der einzelnen Robotermerkmale dienen. Von links oben nach rechts unten:

Care-o-Bot3 (aus „Produktblatt Care-o-Bot3 - Produktvision eines interaktiven Haushaltsassistenten.“ Von B. Graf und U. Reiser, 2009, abgerufen am 19.01.2014 von http://www.care-obot.de/content/dam/careobot/de/documents/Produktblaetter/PB_300_309_Produktblatt_Care-obot.pdf), **Luna** (aus „Mystery Robot Revealed: RoboDynamics Luna Is Fully Programmable Adult-Size Personal Robot.“ Von E. Ackerman und E. Guizzo, 2015, abgerufen am 15.01.2014 von <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/home-robots/robdynamics-luna-fully-programmable-adult-size-personal-robot> [Foto: RoboDynamics]), **TOOMAS** (aus „SCITOS A5.“ Von MetraLabs GmbH, 2012, abgerufen am 19.01.2014 von http://metralabs.com/index.php?option=com_content&view=article&id=77&Itemid=59), **Maggie** (aus „Aplicaciones y robots para ayudar a personas con dependencia.“ Von Mundinteractivos, S.A., 2007, aufgerufen am 18.01.2014 von <http://www.el-mundo.es/navegante/2007/04/20/tecnologia/1177084934.html> [Foto: Universidad Carlos III de Ma-

drid]), **Ri-Man** (aus „Whole Body Manipulation.“ Von F. Asano, o. A., angerufen am 21.01.2014 von http://www.jaist.ac.jp/~fasano/wbm/wbm_new.html), **Robovie** (aus „Robovie´s Plastic Butler Bot Gets An Upgrade, Goes on Sale.“ Von K. Eaton, 2010, abgerufen am 20.01.2014 von <http://www.fastcompany.com/1621586/robovies-plastic-butler-bot-gets-upgrade-goes-sale>), **Wakamaru** (aus „Wakamaru Bot at Your Service.“ Von E. Batista, 2003, abgerufen am 20.01.2014 von <http://archive.wired.com/techbiz/media/news/2003/04/58593>), **Nao** (von „The FEELIX GROWING Consortium“, o. A., aufgerufen am 20.01.2014 von <http://www.image.ece.ntua.gr/projects/feelix/?q=node/164>), **ASIMO** (aus „High Quality Photos.“ Von American Honda Motor Co. Inc., 2015, aufgerufen am 21.01.2014 von http://asimo.honda.com/ASIMO_DCTM/News/images/high-res/ASIMO_8_High_Res.jpg), **QRIO** (aus „Sony Qrio Robot Static.“ Von 3d_molier, 2012, abgerufen am 18.01.2014 von <http://www.turbosquid.com/3d-models/3d-sony-qrio-robot-static-model/674087>), **REEM-C** (aus „REEM-C walking stability improved with MTi-30 AHRS.“ Von Xsens, 2015, aufgerufen am 21.01.2014 von <https://www.xsens.com/customer-cases/reem-c-walking-stability-improved-mti-30-ahrs/>), **Pepper** (aus „GALLERY: Pepper the Robot in Harajuku, Tokyo.“ Von Akihabaranews, 2014, aufgerufen am 19.01.2014 von <http://akihabaranews.com/gallery/gallery-pepper-robot-harajuku-tokyo>), **iCube** (aus „i robot presto tra noi.“ Von acronimo, 2015, abgerufen am 08.03.2015 von http://acronimo.altervista.org/i-robot-presto-tra-noi/?doing_wp_cron=1439902522.4208040237426757812500), **Humanoider Roboter** (Lizenziert von: ©Can Stock Photo Inc. / [Artist: sarah5], heruntergeladen am 19.08.2015 von www.canstockphoto.de.)

5.4 Vorstudien zur Entwicklung und Validierung der Robotermerkmale bezüglich der Skalen zur Messung der wahrgenommenen Menschenähnlichkeit

Für die Entwicklung einer eindimensionalen *Skala zur Messung der wahrgenommenen Menschenähnlichkeit (Skala MWM)* von menschenähnlich bis wenig menschenähnlich wurden zuerst Robotermerkmale und entsprechende Ausprägungen dieser, anhand eines Benchmarks existierender Serviceroboter (siehe Abbildung 5.2), ausgewählt, die den Erkenntnissen der Studien von Lohse, Hegel und Wrede (2008, 2009) entsprachen. Die Zuordnung der Bilder der einzelnen Robotermerkmale zu den einzelnen Ausprägungen der Skala MWM erfolgte subjektiv. Um diese Zuordnung zu validieren und sie hinsichtlich der Generalisierbarkeit und Objektivität zu prüfen, wurden drei Vorstudien durchgeführt, die nachfolgend kurz vorgestellt werden:

1. **Vorstudie** (quantitativ, mit $N=77$ Befragten)
2. **Vorstudie** (qualitativ, mit $N=11$ Befragten)
3. **Vorstudie** (qualitativ, mit $N=4$ Befragten)

1. Vorstudie

Ziel der ersten Vorstudie war es ausschließlich, die Zuordnungen von Abbildungen und Ausprägungen zu validieren, weshalb eine große Stichprobe angestrebt wurde. Die Studie wurde im Rahmen von Seminargruppenstunden mit Studierenden der technischen Universität Ilmenau durchgeführt. Dabei wurde den Studierenden die Skala MWM für alle acht gewählten Robotermerkmale, wie Körper, Kopf, Augen etc., vorgelegt (der eingesetzte Testbogen ist im Anhang A.3.1 zu sehen). Über eine Powerpointpräsentation wurden den Studierenden nacheinander für jedes Merkmal jeweils sieben verschiedene, nummerierte Abbildungen gezeigt, die sie den vorgelegten Skalenausprägungen zuordnen sollten. Die Skala MWM umfasste dabei sieben Ausprägungen (von 1: sehr wenig menschenähnlich bis 7: sehr menschenähnlich). Alle Studierenden bewerteten bei allen acht Merkmalen jeweils wie menschenähnlich sie die entsprechenden Ausprägungen empfanden. Für die Auswertung wurden die Daten in ein SPSS-Dokument übertragen und mittels Häufigkeitsauszählungen ausgewertet. Zuvor wurden die Daten jedoch hinsichtlich Vollständigkeit und Antwortmustern geprüft, um diese gegebenenfalls auszuschließen. Insgesamt nahmen 77 Studierende teil.

Ergebnisse der 1. Vorstudie

Anhand der Häufigkeiten wurden alle Ausprägungen der acht Robotermerkmale hinsichtlich ihrer Streuung analysiert. Stark streuende Ausprägungen ließen auf eine schwierige Zuordenbarkeit und Polarisierung schließen, weshalb sie für die Skala ausgeschlossen wurden (siehe beispielhaft Abbildung 5.3, die vollständige Auswertung ist im Anhang B.3 zu finden). Um die Skala dabei immer im Gleichgewicht zu halten, wurden für jedes Merkmal zwei Ausprägungen entfernt: Zum einen die stark streuende und jeweils eine weitere gegensätzliche Ausprägung oder zwei stark streuende gegensätzliche Ausprägungen. Ausgewählt wurden die Ausprägungen entsprechend ihrer geringen Übereinstimmung bei der Häufigkeit. Die Skala MWM wurde dabei insgesamt auf fünf Stufen (von 1: wenig menschenähnlich bis 5: menschenähnlich) reduziert.

2. Vorstudie

Ziel der zweiten Vorstudie war es, die reduzierte Skala MWM zu validieren und dabei auf einzelne Details einzugehen, um die Trennschärfe zwischen den Ausprägungen zu verbessern. Im Rahmen dieser Vorstudie wurden daher Leitfadeninterviews (siehe Anhang A.3.2) mit elf Personen durchgeführt, die im Rahmen eines Forschungsseminars an der Technischen Universität Ilmenau und aus dem persönlichen Umkreis der Studienleiterin rekrutiert wurden. Der Interviewleitfaden umfasste drei Themenfelder:

- (1) Vorerfahrung und Relevanz des Aussehens: Dabei wurde die Bekanntheit und bisherige Nutzung von Servicerobotern, sowie die Relevanz des Aussehens von Servicerobotern im Rahmen eines konkreten Einsatzszenarios erfasst (dafür erhielten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine Fallvignette, bei der sie sich in eine Einkaufssituation versetzen sollten, in der sie einen Shoppingroboter zur Artikelsuche nutzten).



	1	2	3	4	5	6	7
	eher wenig menschenähnlich	wenig menschenähnlich	eher menschenähnlich	menschenähnlich	teils/teils	sehr wenig menschenähnlich	sehr menschenähnlich
sehr menschenähnlich	---	---	---	4%	---	---	96%
menschenähnlich	---	---	1%	96%	---	---	3%
eher menschenähnlich	4%	4%	74%	---	18%	---	---
teils/teils	25%	7%	14%	---	51%	4%	---
eher wenig menschenähnlich	23%	26%	9%	---	14%	27%	---
wenig menschenähnlich	36%	34%	1%	---	13%	16%	---
sehr wenig menschenähnlich	12%	30%	---	---	4%	53%	1%
Insgesamt	100%	101%	100%	100%	100%	100%	100%
N	77						

Abbildung 5.3. Skalentest der Skala zur Messung der wahrgenommenen Menschenähnlichkeit am Merkmal Roboterkopf.

Anmerkung. Kopf 1 und 2 wurden aufgrund der starken Streuung ausgeschlossen. Graue Felder kennzeichnen die für die Abbildung festgelegte Ausprägung (Bsp.: Kopf 1, der objektiv als eher wenig menschenähnlich klassifiziert wurde, wurde auch subjektiv durch die Befragten als eher wenig menschenähnlich definiert.)

- (2) Validierung der Skala MWM: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer bekamen für die Validierung die nummerierten Abbildungen der acht Merkmale und die Skalenausprägungen vorgelegt, die sie zuordnen sollten.
- (3) Diskussion und Verbesserungsvorschläge: Im Anschluss an die Zuordnung wurden die Abweichungen diskutiert, um zu analysieren, wie eine größere Trennschärfe erzielt werden kann (der eingesetzte Interviewleitfaden ist im Anhang A.3.2 einzusehen).

Für die Auswertung wurden die Daten in ein Excel-Dokument übertragen, aufgrund der offenen Fragen. Bezüglich dieser wurden Notizen im Interviewleitfaden durch die Studienleiterin gemacht bzw. vollständige Sätze als Zitate schriftlich erfasst.

Ergebnisse der 2. Vorstudie

Vorerfahrung und Relevanz des Roboteraussehens

Interviewt wurden vier Männer und sieben Frauen im Alter zwischen 25 und 45 Jahren ($M=31,45$; $SD=5,30$). Fünf der Befragten kannten keine Serviceroboter, sechs kannten den Shoppingroboter TOOMAS, den eine Befragte bislang häufiger genutzt hatte.

Für die Mehrheit der Befragten war das Aussehen eines Shoppingroboters im Einkaufsmarkt eher unwichtig ($n=5$) bzw. unwichtig ($n=4$), da für sie die Funktionalität des Roboters im Vordergrund stehe. Für zwei Befragte war das Aussehen insofern teils/teils wichtig bzw. wichtig, als dass es u. a. eher motiviert den Roboter zu nutzen.

Bei der Gestaltung eines Shoppingroboters sollte, den Befragten zufolge, dieser nicht zu menschlich sein ($n=6$), jedoch eine gewisse Menschlichkeit aufweisen ($n=6$), wie ein Gesicht ($n=2$) oder eine menschliche Stimme ($n=1$). Zwei Befragten würde ein Display für die Interaktion mit dem Roboter ausreichen.

„Einerseits reicht ein Kasten, aber andererseits erwartet man als Servicekraft etwas Menschenähnliches.“
(Männlich, 45 Jahre)

„Darf Maschine sein und so aussehen. Sollte aber menschenähnliche Stimme haben, wie Ansprache im Bus. Sollte höfliche Umgangsformen haben.“
(Weiblich, 28 Jahre)

„Nicht menschlich, aber Display mit Gesicht drauf.“
(Männlich, 35 Jahre)

„Einen Kasten nehme ich nicht ernst. Ich erwarte schon Menschlichkeit, da hätte ich mehr Vertrauen. Keine Puppe, aber auch keine Maschine, eher androgyn.“
(Weiblich, 28 Jahre)

„Nicht menschlich, aber Display mit Gesicht drauf. Corporate Design vom Markt, damit Zugehörigkeit ersichtlich ist.“
(Männlich, 35 Jahre)

„Sollte ansprechend, aber nicht zu technisch sein (keine Kabel sichtbar) mit Bildschirm. Corporate Design ist wichtig, sollte in den Markt passen.“
(Weiblich, 30 Jahre)

In Bezug auf ein konkretes Aussehen äußerten die Befragten mehrheitlich, dass der Roboter kleiner sein ($n=7$), einen runden oder kegelförmigen Körper ($n=6$) und keine Beine ($n=8$) und Arme ($n=4$) haben sollte. Hinsichtlich des Kopfes war häufig ein stilisiertes, nicht zu menschliches Gesicht gewünscht ($n=6$) oder ein Display mit Gesicht ($n=2$).

Die anderen Befragten äußerten, eine Kasten- oder Automatenform zu bevorzugen ($n=2$) und sprachen sich für Arme aus ($n=3$), damit der Roboter etwas tragen oder während der Interaktion mit Nutzenden Gesten einsetzen kann. Weitere Angaben wurden zur Thematik Aussehen nicht gemacht.

„Stilistisch, Züge von einem Gesicht, aber nicht zu menschlich.“
(Weiblich, 28 Jahre)

„Eigentlich keinen Kopf, aber es sollte irgendwie einen Blickpunkt geben, damit ich etwas habe, wo ich hin gucken kann.“
(Weiblich, 28 Jahre)

Validierung der Skala MWM

Bis auf das Merkmal Nase, bei dem die Zuordnungen fast vollständig übereinstimmen, gab es bei allen anderen Merkmalen einige Unstimmigkeiten bei der Zuordnung, die nachfolgend aufgezeigt werden.

Diskussion und Verbesserungsvorschläge

Körper: Die häufigsten Unstimmigkeiten zeigten sich zwischen dem wenig und eher wenig menschenähnlichen Roboterkörper, aufgrund des dunklen Absatzes des eher wenig menschenähnlichen Roboterkörpers. Dieser wurde für die nächste Studie verkürzt und heller dargestellt, so dass ein harmonischeres Bild entstand (siehe Abbildung 5.4).



Abbildung 5.4. Überarbeitung des wenig menschenähnlichen Körpers.

Arme: Bezüglich der Arme wurde der menschenähnliche Roboterarm verändert, da er zu künstlich und skelettartig aussah (siehe Abbildung 5.5).



Abbildung 5.5. Überarbeitung der menschenähnlichen Arme.

Köpfe: Bei den Köpfen wurde der teils/teils menschenähnliche Roboterkopf als zu transparent angesehen, weshalb er teilweise als eher wenig menschenähnlich zugeordnet wurde. Daher wurde dieser mit einem abstrakteren Kopf ausgetauscht, weshalb zugleich der eher wenig mit dem teils/teils menschenähnlichen Roboterkopf getauscht wurde (siehe Abbildung 5.6).

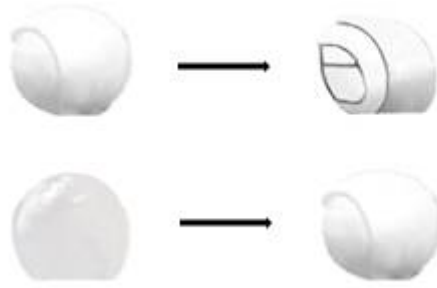


Abbildung 5.6. Überarbeitung des teils/teils menschenähnlichen Kopfes (Austausch der Köpfe).

Augen: Die teils/teils menschenähnlichen Augen wurden mit Augenlidern versehen, da diese sonst als eher wenig menschenähnlich wirkten. Zudem wurden die Wimpern der eher menschenähnlichen Augen gekürzt, da sie als zu übertrieben empfunden wurden (siehe Abbildung 5.7).



Abbildung 5.7. Überarbeitung der teils/teils und eher menschenähnlichen Augen.

Augenbrauen: Hier wurden die eher menschenähnlichen Augenbrauen etwas verlängert (siehe Abbildung 5.8), da diese den Befragten zu kurz waren und dadurch weniger menschenähnlich wahrgenommen wurden.



Abbildung 5.8. Überarbeitung der eher menschenähnlichen Augenbrauen.

Mund: Bezüglich der Münder wurde der eher wenig menschenähnliche Mund weniger geschwungen dargestellt, um den Eindruck eines Lächelns zu vermeiden und einen neutralen Ausdruck beizubehalten. Zudem wurden der teils/teils und der eher menschenähnliche Mund ausgetauscht, da der eher menschenähnliche Mund wie „geschminkt“ wirkte (siehe Abbildung 5.9).

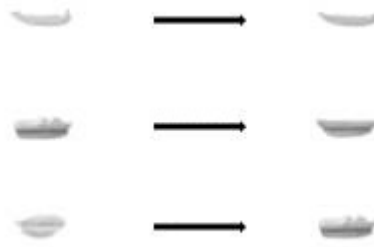


Abbildung 5.9. Überarbeitung des eher wenig, teils/teils und wenig menschenähnlichen Mundes.

Ohren: Bei den Ohren gab es die meisten Unstimmigkeiten zwischen den wenig, eher wenig und teils/teils menschenähnlichen Ohren, weshalb die teils/teils menschenähnlichen Ohren ausgetauscht wurden (siehe Abbildung 5.10).



Abbildung 5.10. Überarbeitung wenig, eher wenig und teils/teils menschenähnlichen Ohren.

3. Vorstudie

Im Rahmen der dritten Vorstudie wurde die Skala MWM und die zuvor vorgenommenen Veränderungen validiert. Dabei wurden vier Personen, die aus dem privaten und beruflichen Kreis der Studienleiterin rekrutiert wurden, die nummerierten Abbildungen und die Skalenausprägungen vorgelegt, die sie zuordnen sollten (der eingesetzte Testbogen ist im Anhang A.3.3 zu sehen).

Ergebnisse der 3. Studie

Bei den Merkmalen Körper, Arme, Augen, Mund und Nase gab es jeweils eine 100%ige Übereinstimmung. Die Robotermerkmale Kopf, Augenbrauen und Ohren wiesen jeweils eine Abweichung auf. Aufgrund der vorwiegend gefühlbasierten Begründungen (ohne konkrete Änderungsvorschläge), wurden keine weiteren Anpassungen an den abweichenden Ausprägungen vorgenommen. Die finalen Abbildungen entsprechend ihrer Ausprägungen sind im Anhang A.3.4 zu finden.

Mit Hilfe der entwickelten Skala MWM konnten die Fragestellungen der Hauptstudie untersucht werden.

5.5 Methodisches Vorgehen

Dieses Kapitel stellt nachfolgend das Forschungsdesign (Kapitel 5.5.1), die Operationalisierung der Evaluationskriterien (Kapitel 5.5.2), sowie die Stichprobenkonstruktion (Kapitel 5.5.3) und die Datenerhebung (Kapitel 5.5.4) vor. Daneben wird die Vorgehensweise bei der Hypothesenüberprüfung beschrieben (Kapitel 5.5.5).

5.5.1 Forschungsdesign und Instrumente

Um den Einfluss eines menschenähnlichen Roboteraussehens (unabhängige Variable) auf dessen Likeability und Nutzungsintention (abhängige Variablen), sowie den Einfluss des Einsatzszenarios und der Nutzungsintensität (unabhängige Variablen) auf das menschenähnliche Aussehen des Lotsenroboters (abhängige Variable) zu untersuchen, wurde im Mai 2013 ein Online-Experiment mit Querschnittsdesign mit Hilfe eines Online-Fragebogens durchgeführt. Als Methode der Datenerhebung diente die Befragung, die durch einen standardisierten Fragebogen mit verschiedenen Themenblöcken als Online-Befragung realisiert wurde.

Die Wahl des Online-Fragebogens begründete sich darin, dass dieser ein effektives Instrument ist, um eine große Anzahl von Teilnehmerinnen und Teilnehmern innerhalb kurzer Zeit erreichen zu können, die von beliebigen Orten aus über das Internet an dem Online-Experiment teilnehmen können und denen eine Vielzahl von Stimulus-Materialien, wie multimediale Inhalte, zur Verfügung gestellt werden kann. Dabei greifen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf einen Server zu, der ihnen das entsprechende Stimulus-Material über den Bildschirm zur Bearbeitung online zur Verfügung stellt (Gnams, 2010).

Um die Einflüsse zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen messen zu können, müssen verschiedene Gruppen miteinander verglichen werden. Diese Gruppen erhalten nach der Logik des Experiments unterschiedliche Stimuli, die sich in den Ausprägungen der unabhängigen Variablen unterscheiden (Brosius & Koschel, 2005, S. 177). Im Rahmen dieser Online-Befragung wurden zum einen zwei Lotsenroboterversionen (eher menschenähnlich vs. eher wenig menschenähnlich) anhand von Videos, und zum anderen, von den Befragten eigens gestaltete Lotsenroboter (hinsichtlich ihres Aussehens in verschiedenen Fallvignetten) verglichen. Die Zuweisung der Roboterversionen sowie der Fallvignetten, die hinsichtlich des Einsatzszenarios und der Nutzungsintensität variierten, erfolgte randomisiert. Der gesamte Ablauf, von der Instruktion der Befragten über die randomisierte Zuteilung zu den verschiedenen Stimulus-Materialien bis hin zur Verabschiedung, erfolgte online und ohne Eingreifen der Versuchsleiterin via Computer. Der Online-Fragebogen erforderte eine Bearbeitungszeit von etwa 35 Minuten.

Um Schwierigkeiten im schriftlichen Ausdruck, dem Lesevermögen oder Verständnis zu vermeiden, diente ein Pretest des Online-Fragebogens dazu, den Inhalt, Umfang und die Verständlichkeit der Fragen zu überprüfen und gegebenenfalls zu verbessern. Im Rahmen des Pretests mit $n=11$ Personen wurden die Hinweise und Anmerkungen aufgegriffen

und entsprechend einzelne Items, sowie Teile der Fallvignetten umformuliert. Der Online-Fragebogen unterteilte sich in vier Themenfelder:

- (1) Fallvignetten: Einsatz der Fallvignetten in Kombination mit dem Online-Konfigurator, durch den Lotsenroboter kreiert werden konnten (Kreation eines Shoppingroboters und eines Pflegeroboters). Anschließend Befragung zur Relevanz des Roboteraussehens, der Gestaltung der Lotsenroboter in zwei Einsatzszenarien und zur Bewertung der gestalteten Roboter hinsichtlich des Menschlichkeitsgrades, der Likeability und Nutzungsintention.
- (2) Vorerfahrung: Erhebung der Interaktionserfahrung und des Vorwissens (fiktive vs. reale Roboter).
- (3) Bewertung der beiden Lotsenroboter TOOMAS und Werner: Bewertung dieser anhand kurzer Videos, hinsichtlich des Menschlichkeitsgrades, der Likeability und Nutzungsintention, sowie die Entscheidung für einen von beiden.
- (4) Soziodemografische Angaben (vollständiger Online-Fragebogen im Anhang A.3.5).

Die Reihenfolge der Themenfelder orientierte sich an der inhaltlichen Thematik, die die Befragten jeweils bearbeiten sollten. Um eine Beeinflussung der eigenen Roboterkreationen der Befragten durch bereits gesehene Roboter zu vermeiden, wurden die Fallvignetten zu Beginn und die Bewertung der beiden Lotsenroboter TOOMAS und Werner an das Ende des Online-Fragebogens gestellt.

5.5.2 Operationalisierung

Bei dem Online-Fragebogen wurden vorwiegend geschlossene Fragen eingesetzt, bei denen den Teilnehmerinnen und Teilnehmern alle Antwortmöglichkeiten - dominierend auf einer siebenstufigen Ratingskala - vorgegeben wurden. Neben den geschlossenen, gab es nur wenige offene Fragen, die zur Begründung einzelner Antworten dienten. Eine vollständige Version des Online-Fragebogens befindet sich im Anhang A.3.5. Nachfolgend wird die Operationalisierung der einzelnen Themenfelder vorgestellt.

5.5.2.1 Zum Einsatz der Fallvignetten

Aus forschungsökonomischen Gesichtspunkten wurde sich im Rahmen dieser Untersuchung für den Einsatz von Fallvignetten entschieden, da sich die Befragten in eine Situation versetzen sollten, die in der Realität nur schwer umsetzbar ist. Es wird unterschieden zwischen bildlichen und verbalisierten Vignetten. Bildliche Vignetten sind visualisierte Abbildungen (Bildgeschichten). Verbalisierte Vignetten sind kleine Kurzgeschichten oder hypothetische Szenarien und Situationen, die z. B. im Rahmen von Befragungen als Stimulus eingesetzt werden, damit die Befragten darauf reagieren, und/oder die Situation bewerten und/oder situationsentsprechende Handlungsweisen angeben und dies begründen können (Abelson, 1976; Schnurr, 2003). Letzteres wurde im Rahmen des Online-Experimentes eingesetzt.

Mit Hilfe von Vignetten können verschiedene Situationen beschrieben, systematisch manipuliert und in einem kontrollierten Experiment getestet bzw. von den Befragten bewertet werden (Rossi & Anderson, 1982). Dabei ist es wichtig, dass davon ausgegangen werden kann, dass die Befragten die in der Vignette beschriebenen Situation und Umstände auch außerhalb ihrer Erfahrungen oder ihres Wissens verstehen. Entsprechend müssen die Vignetten, aber auch die dazugehörigen Fragestellungen möglichst kurz, schnell erfassbar und verständlich beschrieben werden.

Die eingesetzten verbalisierten Fallvignetten variierten hinsichtlich zwei Faktoren, so dass sich ein experimentelles 2 (Einsatzszenario) x 2 (Nutzungsintensität)-Design ergab. Die Entwicklung der spezifischen Situationsvignette erforderte zunächst die Erschließung realer Situationen für potenzielle Nutzerinnen und Nutzer von Lotsenrobotern. Beschrieben wurde dabei die Nutzung eines Lotsenroboters zur Unterstützung beim Auffinden von Artikeln in einem Lebensmittelmarkt oder Räumlichkeiten in einem Krankenhaus. Die zu Befragenden wurden instruiert, sich in die beschriebene Situation zu versetzen und anzugeben, wie im Rahmen dieser Situation der zu nutzende Lotsenroboter aussehen sollte.

Die nachfolgende Tabelle 5.1 zeigt die vier Fallvignetten im Wortlaut. Dabei sind die dem Versuchsplan entsprechenden Manipulationen von Einsatzgebiet und Nutzungsintensität jeweils hervorgehoben.

Bei den Fallvignetten galt es, einerseits, eine möglichst gleichstarke Verteilung der Befragten auf die vier Experimentalbedingungen zu erreichen. Andererseits musste sichergestellt werden, dass die Befragten den einzelnen experimentellen Bedingungen nach Zufall zugeteilt wurden (Randomisierung). Beides konnte bei der Programmierung des Online-Fragebogens mit Hilfe von Filterführungen und Zufallsmechanismen realisiert werden. Demnach erhielten die Befragten zufällig zwei der vier Fallvignetten (variiierend hinsichtlich des Einsatzgebietes, jeweils aus dem Szenario Einmal- oder Mehrfachnutzung) zugewiesen, mit der Anweisung, sich in die beschriebene Situation zu versetzen und aus Perspektive des dort beschriebenen Protagonisten anzugeben, wie wichtig ihnen hierbei das Aussehen des Lotsenroboters ist. Danach sollten sie den Lotsenroboter mittels eingesetztem Online-Konfigurator gestalten und anschließend hinsichtlich der wahrgenommenen Menschenähnlichkeit auf einer fünfstufigen Skala (1: wenig menschenähnlich bis 5: menschenähnlich) und hinsichtlich der Likeability und Nutzungsintension auf einer siebenstufigen Skala (1: geringste bis 7: stärkste Ausprägung) bewerten. Wie in den Experimenten zuvor, gaben die Befragten zur Erhebung der Likeability an, wie angenehm, freundlich und sympathisch sie den gestalteten Lotsenroboter bewerten. Anders als in den beiden Experimenten zuvor wurde das Item Joy of Use, welches neben der Likeability als Indikator der sozialen Akzeptanz diene, nicht erhoben. Dies begründet sich darin, dass die Befragten im Rahmen des Online-Experimentes nicht mit einem Roboter interagierten und dabei Spaß empfinden und dies bewerten konnten. Die Nutzungsintention wurde anhand eines Items (Grad der Nutzung in der Zukunft) auf einer siebenstufigen Skala (1: geringste bis 7: stärkste Ausprägung) erhoben (siehe Tabelle 5.2).

Tabelle 5.1

Fallvignetten des Szenarios Nutzungshäufigkeit des Lotsenroboters.

		Szenario 2: Nutzungshäufigkeit	
		Einmalige Nutzung	Mehrmalige Nutzung
Szenario 1: Einsatzgebiet	Krankenhaus	Sie sind einen Tag im Krankenhaus und müssen für eine Untersuchung in ein Behandlungszimmer auf einer anderen Station. Das Krankenhaus ist sehr groß und unübersichtlich und Sie wissen nicht, wo sich das Behandlungszimmer befindet. Daher nehmen Sie die Hilfe eines so genannten Lotsenroboters in Anspruch, der alle Behandlungszimmer auf den einzelnen Stationen kennt und Sie direkt zu dem entsprechenden Behandlungszimmer bringt. Daneben kontrolliert der Lotsenroboter zu Beginn der Interaktion <i>einmal</i> Ihre Vital-Daten (Blutdruck und Körpertemperatur).	Sie sind auf einem einwöchigen Krankenhausaufenthalt und müssen für einige Untersuchungen in verschiedene Behandlungszimmer auf anderen Stationen. Das <i>Krankenhaus</i> ist sehr groß und unübersichtlich und Sie wissen nicht, wo sich die Behandlungszimmer befinden. Daher nehmen Sie die Hilfe eines so genannten Lotsenroboters in Anspruch, der alle Behandlungszimmer auf den einzelnen Stationen kennt und Sie direkt zu den entsprechenden Behandlungszimmern bringt. Daneben kontrolliert der Lotsenroboter <i>zwei Mal am Tag</i> Ihre Vital-Daten (Blutdruck und Körpertemperatur).
	Kaufhaus	Sie müssen einmal die Woche Lebensmittel einkaufen. Bei den meisten Produkten auf ihrer Einkaufsliste kennen sie die Produktstandorte, abgesehen von einem Produkt. Der <i>Einkaufsmarkt</i> ist sehr groß und unübersichtlich und Sie wissen nicht, wo sich das Produkt befindet. Daher nehmen Sie die Hilfe eines so genannten Shoppingroboters in Anspruch, der alle Produktstandorte kennt und Sie zu Ihrem gesuchten Produkten bringt. Daneben gibt er Ihnen weitere Produktinformationen (Preis, Inhaltsstoffe, Bewertung der Stiftung Warentest, Bio-Siegel, etc.).	Sie müssen in der Woche häufiger Lebensmittel einkaufen. Bei den meisten Produkten auf ihren Einkaufslisten kennen sie die Produktstandorte, abgesehen von einigen wenigen Produkten. Der <i>Einkaufsmarkt</i> ist sehr groß und unübersichtlich und Sie wissen nicht, wo sich einige Ihrer Produkte befinden. Daher nehmen Sie die Hilfe eines so genannten Shoppingroboters in Anspruch, der alle Produktstandorte kennt und Sie zu Ihren gesuchten Produkt bringt. Daneben gibt er Ihnen weitere Produktinformationen (Preis, Inhaltsstoffe, Bewertung der Stiftung Warentest, Bio-Siegel, etc.).

Anmerkung. Manipulationen des Einsatzgebietes sind kursiv und Manipulationen der Nutzungsintensität fett hervorgehoben.

Als abhängige Variable diente die Häufigkeit gleich bzw. ähnlich gestalteter Lotsenroboter in dem jeweiligen Setting. Dabei wurden alle acht Robotermerkmale auf einer Skala von 1: wenig menschenähnlich bis 5: menschenähnlich (siehe Beispiel der Roboterköpfe: Abbildung 5.11) und zusätzlich das Merkmal Robotergröße auf einer fünfstufigen Skala von 1: zwei Köpfe größer bis 5: zwei Köpfe kleiner als der Nutzende erfasst. Die Befragten sahen dabei nur die Abbildungen der Merkmalsausprägung, nicht die jeweilige Zuordnung auf der Skala MWM, um eine Beeinflussung durch die Einteilung zu vermeiden. Zur Gestaltung der Lotsenroboter wurde ein Online-Konfigurator eingesetzt (siehe Abbildung 5.12).

Tabelle 5.2

Übersicht der Dimensionen und Items des Online-Experimentes.

Dimension	Anzahl Items	theoretische Basis
Likeability-Skala	3	In Anlehnung an die Likeability-Skala von Bartneck et al. (2009)
Nutzungsintention	1	In Anlehnung an Akzeptanz-Modelle von Davis (1993) und Venkatesh et al. (2003)



Abbildung 5.11. Getestete Roboterköpfe (Beispiel für die Gestaltung der Robotermerkmale und deren Ausprägung auf der Skala zur Messung der wahrgenommenen Menschenähnlichkeit).

5.5.2.2 Zum Einsatz des Online-Konfigurators

Der eingesetzte Online-Konfigurator diente dazu, dass die Befragten nicht nur aus einer Reihe von Bildern, wie bislang in Studien angewandt (siehe z. B. Hegel et al., 2009 und Lohse et al. 2008), Roboter hinsichtlich ihrer wahrgenommenen Menschenähnlichkeit zuordnen sollten, sondern frei ihren Roboter gestalten konnten.

In den Online-Fragebogen eingebundener Online-Konfigurator zur Gestaltung der Lotsenroboter:

Der Online-Konfigurator wurde im Rahmen der Untersuchung auf eine externe Webseite ausgegliedert. Die Verlinkung zwischen dem Online-Fragebogen und dem Online-Konfigurator erfolgte über, auf den jeweiligen Webseiten, eingebundene Links, als Buttons ersichtlich, so dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer jeweils weitergeleitet wurden. Auf beiden Webseiten wurde jeweils eine Identifikationsnummer erfasst, anhand derer die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dem jeweiligen Fall zugeordnet werden konnten. Die Merkmale enthielten jeweils sechs Ausprägungen. Am Beispiel der Köpfe (siehe Abbildung 5.12) sind es fünf verschiedene Köpfe und die Ausprägung „kein Kopf“, wenn der Roboter keinen Kopf haben sollte. Durch das Anklicken der jeweiligen Abbildung wurden diese ausgewählt. Über die obere Zeile konnte zwischen den einzelnen Merkmalen hin und her navigiert wer-

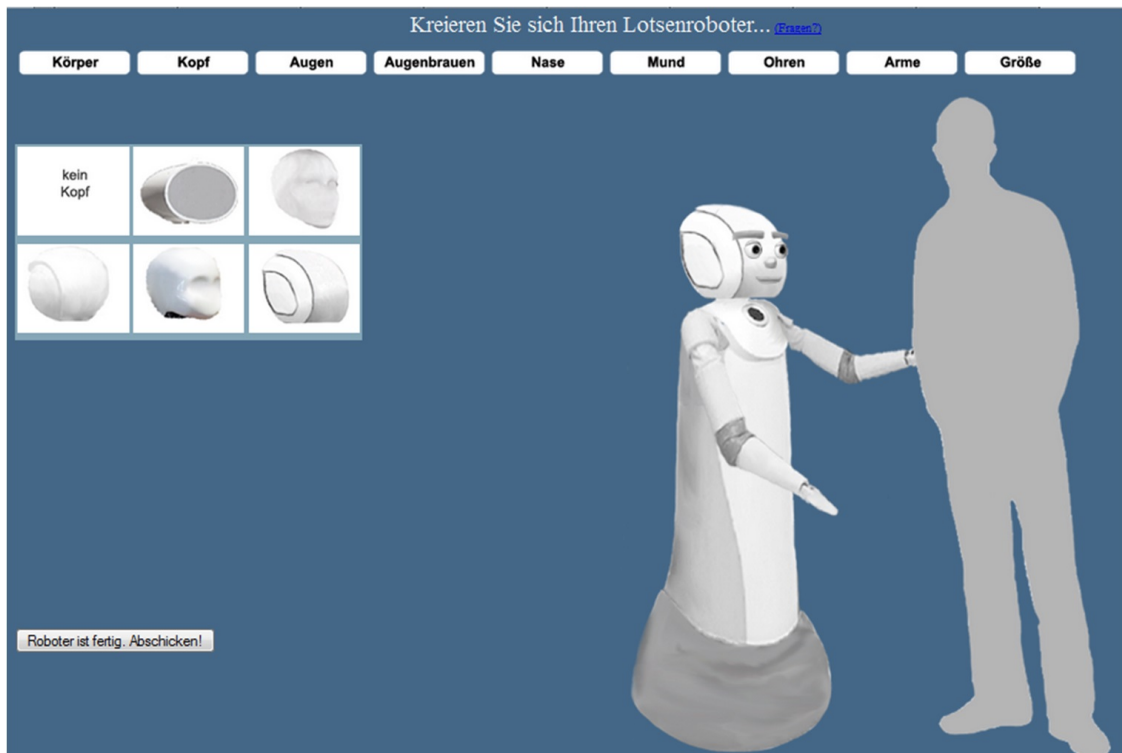


Abbildung 5.12. Eingesetzter Online-Konfigurator.

den. Die Daten des Online-Konfigurators wurden in einer SQL-Datenbank erfasst und gespeichert.

5.5.2.3 Zum Einsatz der Videos

Um die beiden Lotsenroboter Werner und TOOMAS (siehe Abbildung 5.13) hinsichtlich ihres Aussehens, der Likeability und Nutzungsintention bewerten lassen zu können, wurden den Teilnehmerinnen und Teilnehmern kurze Videos einer beispielhaften Interaktion der beiden Roboter jeweils randomisiert gezeigt. Die Wahl von Videos statt Bildern begründete sich darin, dass ein Video dem Betrachter ein besseres Gefühl für die Verkörperung und Aktionen des Roboters gibt und, wie im Kapitel 2.4.3 beschrieben, sind diese Aktionen und Verhaltensweisen genauso Bestandteil des Anthropomorphismus, wie das Aussehen des Roboters.

Beide Videos zeigten eine Interaktion zwischen einem Nutzer und dem jeweiligen Lotsenroboter, der den Nutzer zu einem gesuchten Produkt bringt. Die Interaktion dauerte jeweils etwa 70 Sekunden. Die Länge des zurückgelegten Weges und die Interaktionen der beiden Lotsenroboter waren identisch, um intervenierende Einflüsse, durch z. B. eine längere Interaktionsdauer oder andere Interaktionen größtenteils ausschließen und eine Vergleichbarkeit garantieren zu können. Da das Aussehen und die Bewegungen im Vordergrund der Bewertung lagen, wurden die Videos ohne Ton gezeigt, um zugleich ablenkende Stimmen und Hintergrundgeräusche zu vermeiden.



Abbildung 5.13. Die Lotsenroboter Werner aus dem Conrads Electronics Store (links) und TOOMAS aus dem toom Baumarkt (rechts).

5.5.3 Stichprobenkonstruktion

Für die Online-Befragung wurden, im Rahmen einer Gelegenheitsstichprobe, die Studentinnen und Studenten der Technischen Universität Ilmenau befragt. Trotz starker Grenzen bezüglich der Übertragbarkeit der Ergebnisse, wurde der Fokus auf die Homogenität der Gruppe gesetzt, um innerhalb der Gruppe der Studierenden eindeutige Aussagen treffen zu können. Darüber hinaus ist diese Herangehensweise aufgrund des explorativen Studiencharakters vertretbar, um erste Anhaltspunkte zu gewinnen.

Durch die Wahl eines 2x2-Designs in den Fallvignetten hat die Untersuchung vier verschiedene Treatmentgruppen. Daraus ergibt sich für die Stichprobe ein minimaler Umfang von 120 Teilnehmern (30 Teilnehmerinnen und Teilnehmer pro Gruppe), um einen mittleren Effekt bei einem $\alpha = ,05$ feststellen zu können (Bortz & Döring, 2006, S. 629).

5.5.4 Datenerhebung

Der Online-Fragebogen wurde mit Hilfe der Befragungssoftware EFS Survey auf dem Server des Anbieters Unipark erstellt. Die Online-Befragung fand vom 25.02.2013 bis 30.04.2013 statt. Befragt wurden nur Studierende der Technischen Universität Ilmenau.

Die Rekrutierung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer erfolgte durch eine persönliche E-Mail über den E-Mailverteiler der Technischen Universität Ilmenau, um möglichst

viele Studierende ansprechen und zur Online-Befragung einladen zu können. In der Einladungsmail erhielten die Studierenden einige Informationen zur Befragung und wurden darüber aufgeklärt, dass die erhobenen und persönlichen Daten anonymisiert und nur für wissenschaftliche Zwecke genutzt würden. Um die Anonymisierung und den Datenschutz zu gewährleisten, wurde den Teilnehmerinnen und Teilnehmern, die der Einladung und dem zur Online-Befragung weiterführenden Link folgten, jeweils ein Code zugewiesen. Dieser Code diente zugleich dazu, die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den Datensätzen des Online-Befragungstools und des Online-Konfigurators zuzuordnen, da sich dieser auf einer externen Webseite befand und die Befragten dahin weitergeleitet wurden.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden mit Hilfe von Instruktionen durch den Online-Fragebogen geleitet. Eine vollständige Version des Online-Fragebogens befindet sich im Anhang A.3.5. Nach etwa vier Wochen wurde am 16. April 2013 ein Reminder an den studentischen E-Mailverteiler der Technischen Universität Ilmenau versandt. Nach etwa acht Wochen wurde der Link des Online-Fragebogens insgesamt 191mal aufgerufen, davon haben 140 Befragte den Fragebogen vollständig ausgefüllt (73%). 27% haben den Fragebogen nur in Teilen beantwortet bzw. abgebrochen. Nur die vollständig ausgefüllten Fragebögen flossen in die Auswertung ein.

5.5.5 Vorgehensweise bei der Datenanalyse

Dieser Abschnitt thematisiert die Aufbereitung, Transformierung und Herangehensweise bei der Auswertung der erhobenen Daten. Dies umfasst die Überprüfung der Gütekriterien der verwendeten Variablen und die Prüfung der statistischen Voraussetzungen für die Anwendung von Auswertungsverfahren. Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe der Statistiksoftware SPSS 14.

5.5.5.1 Datenaufbereitung

Die $n=140$ vollständigen Fragebögen wurden zuerst hinsichtlich der formalen und logischen Richtigkeit der Daten überprüft. Neun unplausible Fälle wurden aus der Auswertung ausgeschlossen, um Verzerrungen und Fehler bei der Datenauswertung zu vermeiden. Mittels explorativer Datenanalyse wurden keine Ausreißer identifiziert, so dass insgesamt eine Stichprobengröße von $n=131$ Fällen für die Datenanalyse vorlag.

Im nächsten Schritt wurden die Items zur Bewertung des Roboters umkodiert. Dabei wurden hohe Zahlenwerte auch mit hohen Merkmalsausprägungen versehen.

5.5.5.2 Überprüfung der verwendeten Skalen

Wie bereits bei den Experimenten zuvor, wurden zur Überprüfung der Skalen jeweils das Cronbachs Alpha und für die dazugehörigen Items die Eigentrennschärfe ermittelt, nachdem eine Faktoranalyse durchgeführt wurde, um zu überprüfen, ob die einzelnen Items der Skalen tatsächlich einem Faktor zugehörig sind.

Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion hinsichtlich der Likeability im Rahmen der Videos

Für den Roboter TOOMAS

Die Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation) ergab eine Ein-Faktoren-Lösung mit insgesamt 83% Varianzaufklärung.

Mit einem *Cronbachs* α von 0,89 und vorwiegenden Trennschärfen zwischen 0,73 und 0,84 besaßen die drei Items der Likeabilityskala eine gute interne Konsistenz. Das Item *angenehm* wies eine geringe Eigentrennschärfe auf. Aufgrund der Relevanz des Items für die Likeabilityskala, der geringen Itemanzahl und der Tatsache, dass der Ausschluss des Items aus der Skala nur eine geringe Steigerung der internen Konsistenz zur Folge hat, wurde die Skala beibehalten (siehe Tabelle 5.3).

Tabelle 5.3

Reliabilitätsstatistiken der Likeabilityskala zur Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion des Videos von TOOMAS für das Online-Experiment.

Skala	<i>Cronbachs</i> α	<i>Trennschärfe</i>	<i>n</i>
Likeability	.89		
angenehm	.90	.73	131
freundlich	.81	.84	131
sympathisch	.84	.81	131

Für den Roboter Werner

Die Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation) ergab eine Ein-Faktoren-Lösung mit insgesamt 78% Varianzaufklärung.

Mit einem *Cronbachs* α von 0,86 und vorwiegenden Trennschärfen zwischen 0,64 und 0,79 besaßen die drei Items der Likeabilityskala eine gute Interne Konsistenz. Wie zuvor, weist das Item *angenehm* eine geringere Eigentrennschärfe auf, wurde jedoch ebenfalls in der Likeability-Skala beibehalten (siehe Tabelle 5.4).

5.5.5.3 Vorgehensweise bei der Datenauswertung

Zur Prüfung der Unterschiedshypothesen wurden t-Tests bei verbundenen Stichproben durchgeführt. Diese wurden trotz teilweise nicht vorliegender Normalverteilungen der Variablen (siehe Tabellen B.11 und B.12 im Anhang B.3 - Likeability ist normal-verteilt, Nutzungsintention nicht) angewandt, aufgrund der jeweils hinreichend großen Stichproben von $n > 20$. Für die t-Tests wurde jeweils ein Signifikanzniveau (α) von 5% zugrundegelegt. Zur besseren Einschätzung der praktischen Relevanz der signifikanten Ergebnisse wurde darüber hinaus die Effektstärke nach Cohen (1988) mit dem Programms G*Power berechnet.

Tabelle 5.4

Reliabilitätsstatistiken der Likeabilityskala zur Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion des Videos von Werner für das Online-Experiment.

Skala	<i>Cronbachs α</i>	<i>Trennschärfe</i>	<i>n</i>
Likeability	.86		
angenehm	.88	.64	131
freundlich	.75	.79	131
sympathisch	.76	.77	131

Zur Prüfung der Zusammenhangshypothese wurden die beiden Variablen Likeability und Nutzungsintention, trotz ebenfalls nur teilweiser normal-verteilter Variablen (siehe Tabelle B.11 im Anhang B.3) mittels bivariater Korrelation nach Pearson, miteinander korreliert.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen, ob es Unterschiede hinsichtlich des Roboter-aussehens in den vier Settings gibt, wurden Clusteranalysen ausgewählt, da dieses Struktur-entdeckende Verfahren es ermöglicht, neben Variablen auch Objekte (im vorliegenden Fall die Befragten) zu bündeln. Denn Ziel dieser Forschungsfrage ist es, herauszufinden, welche Kombinationen der Robotermerkmale (ob wenig menschenähnlich bis menschenähnlich) im jeweiligen Setting am häufigsten auftreten. Die Objekte (Befragte) werden dabei so zu Gruppen (Clustern) zusammengefasst, „dass die Objekte in einer Gruppe möglichst ähnlich und die Gruppen untereinander möglichst unähnlich sind“ (Backhaus et al., 2011, S. 19).

Entgegen der Empfehlung, vor der Anwendung einer Clusteranalyse, stark korrelierende Variablen auszuschließen bzw. hochkorrelierende Variablen mittels explorativer Faktorenanalyse zu reduzieren (Backhaus et al., 2011, S. 450), wurde im vorliegenden Fall davon abgesehen, da selbstverständlich einzelne Variablen, wie die der Gesichtsmerkmale untereinander korrelieren. Die Kombination der einzelnen Ausprägungen dieser Variablen ist jedoch genau das, was untersucht werden sollte. Eine Zusammenfassung dieser Variablen zu Faktoren würde hier die Aussagekraft zum Roboter-aussehen stark einschränken und es ließen sich nur Aussagen über die Relevanz kombinierter Merkmale treffen. Es würde folglich zu einem Informationsverlust führen, da die extrahierten Faktoren inhaltlich nicht mehr den Ausgangsdaten entsprechen (Schendera, 2007, S. 19). Von daher wurde hier die Gefahr von korrelierenden Variablen und damit einer möglichen Verzerrung der Ergebnisse eingegangen.

Aufgrund der vorliegenden ordinalskalierten Variablen der Robotermerkmale (wie z. B. Kopf, Rumpf, Augen etc.) und der Ausprägung 0 (kein Merkmal ausgewählt) wurden die Variablen in binäre (Hilfs-)Variablen umgewandelt, um Verzerrungen bei der Analyse

zu vermeiden. Jeder Merkmalsausprägung wurde dabei der Wert 1 (Eigenschaft vorhanden) oder 0 (Eigenschaft nicht vorhanden) zugewiesen (Backhaus et al., 2011, S. 407). Für die Clusteranalyse wurde die Methode Linkage innerhalb der Gruppen und das Verfahren Simple-Matching gewählt, da dieses Maß sowohl die vorhandenen als auch die nicht vorhandenen Übereinstimmungen zählt (Backhaus et al., 2011, S. 405). Da es für die Analyse wichtig ist, auch zu erfassen, wenn eine Merkmalsausprägung bzw. ein Merkmal (wie z. B. Ohren) nicht ausgewählt wurde, wurde dieses Maß als das geeignetste erachtet.

Die Bestimmung der Clusteranzahl wurde anhand der Zuordnungsübersicht (des dabei ausgegebenen Distanz-Koeffizienten) und des Dendogramms getroffen. Die Distanz-Koeffizienten zeigen bei einer großen Abweichung der Werte einen sogenannten „Sprung“, der als Anhaltspunkt zur Bestimmung der Clusterzahl herangezogen wird (Backhaus et al., 2011, S. 436). Das Dendogramm liefert eine grafische Verdeutlichung des Fusionierungsprozesses, bei dem die einzelnen Cluster abgebildet werden (Backhaus et al., 2011, S. 443).

Die anschließende Beschreibung und visuelle Darstellung der Cluster erfolgte jeweils mit Hilfe des Modalwertes (bei einer empirischen Häufigkeitsverteilung der häufigste Wert).

Vor der Durchführung der Clusteranalysen wurden die Ergebnisse deskriptiv ausgewertet. Dabei wurden die Häufigkeiten der einzelnen Robotermerkmale nach den einzelnen Settings betrachtet, um einen ersten Einblick über die erhobenen Daten zu veranschaulichen. Daneben wurden die Relevanz und die subjektive Einschätzung der wahrgenommenen Menschenähnlichkeit dargestellt.

5.6 Ergebnisse

5.6.1 Stichprobenbeschreibung

Für das Online-Experiment lagen insgesamt $n=131$ vollständige Fragebögen für die Auswertung vor. Bei den Befragten handelte es sich um 56% Männer und 44% Frauen, im Alter zwischen 18 und 48 Jahren ($M=24$ Jahre, $SD=4,47$). Von den Befragten waren 120 Studierende und 11 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Technischen Universität Ilmenau. Die Mehrheit der Befragten kannte aus Film und Fernsehen die fiktiven Roboter R2D2 (92%), C3PO (86%), iRobot (79%), Eva (73%) und Malvin (53%). Nur wenige kannten die realen Roboter Nao (18%), iCat (12%), CareObot (12%), Robovie (11%) und Flobi (5%). 31% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer hatten bereits schon einmal mit einem Roboter interagiert, 69% nicht.

Die Befragten verteilten sich hinsichtlich der Fallvignetten des Online-Experimentes wie in Tabelle 5.5 dargestellt. Aufgrund des Mixes von between- und within-subject-, sowie des 2x2-Designs ergab sich für die Fallvignetten insgesamt eine Stichprobengröße von $n=262$.

Tabelle 5.5

Design der Experimente unter Einbindung der Fallvignetten und des Online-Konfigurators.

Untersuchungsdesign		
UV 1: Einsatzgebiet		
	Einkaufsmarkt	Krankenhaus
UV 2:		
Nutzungsintensität		
einmalig	$n=75$	$n=75$
mehrmals	$n=56$	$n=56$

5.6.2 Deskriptive Auswertung der Fallvignetten

Nachfolgend werden die erhobenen Daten der Fallvignetten deskriptiv vorgestellt, um einen ersten Überblick zu geben. Es wird dargestellt, wie wichtig das Aussehen des Lotsenroboters für die Befragten war, welche Merkmale in welchem Szenario am häufigsten ausgewählt wurden und ob die subjektive Bewertung der Lotsenroboter hinsichtlich ihrer wahrgenommenen Menschenähnlichkeit mit der objektiven Zuordnung anhand der eingesetzten Skalen zur Messung der wahrgenommenen Menschenähnlichkeit (Skalen MWM) der Robotermerkmale übereinstimmen.

5.6.2.1 Relevanz des Roboteraussehens

Tabelle 5.6

Bewertung der Relevanz des Roboteraussehens in den Szenarien.

Relevanz des Roboter- aussehens	Szenarien									
	Einkaufszentrum				Krankenhaus				gesamt	
	einmalig		mehrmals		einmalig		mehrmals		n	$\%$
	n	$\%$	n	$\%$	n	$\%$	n	$\%$	n	$\%$
sehr wichtig	7	9	6	11	16	21	4	7	33	13
wichtig	17	23	7	13	23	31	26	46	73	28
eher wichtig	18	24	15	27	12	16	11	20	56	21
weder noch	15	20	13	23	9	12	10	18	47	18
eher unwichtig	15	20	11	20	13	17	4	7	43	16
unwichtig	2	3	0	0	1	1	0	0	3	1
vollkommen unwichtig	1	1	4	7	1	1	1	2	7	3
gesamt	75	100	56	100	75	100	56	100	262	100

Für die Mehrheit der Befragten war das Aussehen des Lotsenroboters wichtig (28%) bzw. eher wichtig (21%). Unterschiede zeigten sich dabei vor allem beim Einsatzszenario. Im Rahmen eines Krankenseinsatzes war das Aussehen des Lotsenroboters für die Befragten wichtiger als bei einem Einsatz im Einkaufszentrum. Hinsichtlich der Nutzungsintensität zeigten sich nur geringe Unterschiede, aber keine eindeutige Tendenz. Sowohl bei der einmaligen, als auch bei der mehrmaligen Nutzung war das Aussehen den Befragten mehrheitlich wichtig bzw. eher wichtig. Nur für wenige Befragte war das Aussehen des Lotsenroboters unwichtig (1%) oder vollkommen unwichtig (3%).

„Es ist nicht super wichtig, wie der Roboter aussieht, da es hauptsächlich um die Funktion geht und dass er mir tatsächlich weiter helfen kann. Dennoch ist es nicht komplett unwichtig, wie der Roboter aussieht, da ich mich in der Kaufsituation auch wohl fühlen möchte. [...]

Im Krankenhaus fühlt man sich unwohl und ist traurig/unglücklich. Ein freundlich und sympathisch aussehender Roboter kann nicht nur den Klinik-Alltag, sondern auch insbesondere die angesprochenen Untersuchungen auflockern/ angenehmer gestalten.“

(Studentin, 25 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung in beiden Einsatzgebieten; Relevanz des Aussehens: eher wichtig in beiden Einsatzgebieten; Auswahl: eher wenig menschenähnlich (mä.) Körper, Arme und Augen, teils/teils mä. Kopf und Ohren, wenig mä. Mund)

„Im Krankenhaus habe ich wohl eher andere Probleme als das Aussehen eines Lotsenroboters. Ich kann aber verstehen, dass es dazu beitragen kann, den Patienten zu beruhigen. Also wie eine Foltermaschine soll der Roboter nicht aussehen.“

(Studentin, 23 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung im Krankenhaus; Relevanz des Aussehens: eher weniger wichtig; Auswahl: eher wenig mä. Körper und teils/teils mä. Kopf)

„Ich bin wahrscheinlich emotional unter Stress, da ich krank bin und mich nicht gut fühle. Vielleicht bin ich auch beunruhigt, weil ich die Ursachen meiner Erkrankung nicht kenne. Es wäre mir sehr wichtig, dass das Wesen, das ich für Untersuchungen an mich heran lasse, das mir den Weg zeigen soll (ich muss also vertrauen), ein freundliches und vertrauenswürdiges Aussehen hat.“

(Studentin, 23 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung in beiden Einsatzgebieten; Relevanz des Aussehens: eher wichtig im Einkaufszentrum und sehr wichtig im Krankenhaus; Auswahl: wenig mä. Körper, Augen und Mund, eher wenig mä. Kopf)

„Ich will mich nicht unbehaglich in der Gegenwart eines Lotsenroboters fühlen, nur weil er komisch oder beängstigend aussieht.“

(Studentin, 27 Jahre; Szenario: mehrmalige Nutzung im Krankenhaus; Relevanz des Aussehens: wichtig; Auswahl: eher wenig mä. Körper, Kopf und Nase, mä. Arme, teils/teils mä. Augen und Augenbrauen, wenig mä. Mund)

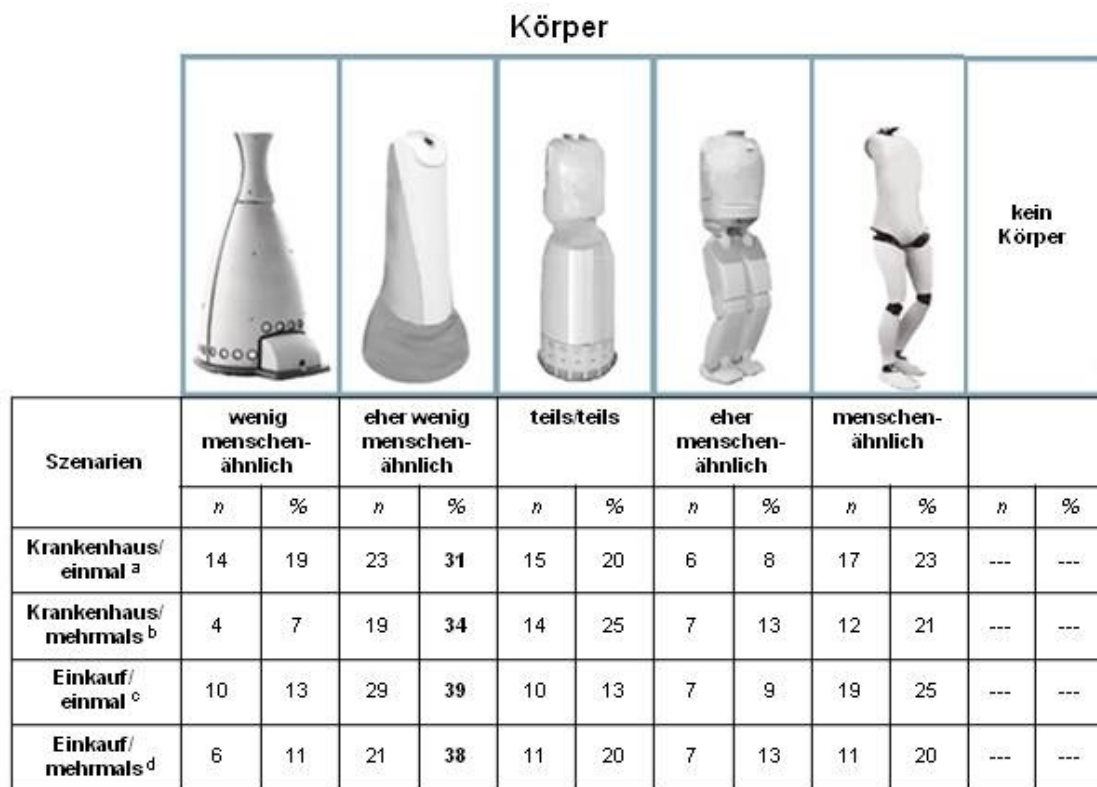
„Bei einem Einkauf will ich von dem Roboter nur Informationen erfahren. Er erfüllt nur den Zweck. Bei einem Krankenhausaufenthalt würde der Roboter mir vielleicht Kraft geben und aufbauen, weil er sympathisch und freundlich aussieht.“

(Studentin, 20 Jahre; Szenario: mehrmalige Nutzung im Einkaufszentrum; Relevanz des Aussehens: vollkommen unwichtig; Auswahl: wenig mä. Körper, Arme, Augen, Nase und Mund, eher wenig mä. Kopf, teils/teils mä. Augenbrauen und Ohren)

5.6.2.2 Betrachtung der Robotermerkmale in den einzelnen Szenarien

Roboterkörper

Hinsichtlich der Roboterkörper zeigten sich zwischen den Szenarien kaum Unterschiede (siehe Abbildung 5.14). Die Mehrheit der Befragten wählte szenarienübergreifend den eher wenig menschenähnlichen Roboterkörper aus. Betrachtet man die zweit häufigsten Angaben, ergeben sich geringe Unterschiede bezüglich der Nutzungsintensität. Demnach wählten die Befragten bei der einmaligen Nutzung in beiden Szenarien (Krankenhaus und Einkaufszentrum) einen menschenähnlichen Roboterkörper, bei der mehrmaligen Nutzung im Einkaufsszenario einen menschenähnlichen bzw. teils/teils menschenähnlichen und im Krankenhausszenario einen teils/teils menschenähnlichen Roboterkörper. Am wenigsten wählten die Befragten, bei einer mehrmaligen Nutzung in beiden Einsatzgebieten, den wenig menschenähnlichen Roboterkörper aus. Bei der einmaligen Nutzung war es der eher menschenähnliche Körper.



a: n=75; b: n=56; c: n=75; d: n=56

Abbildung 5.14. Häufigkeitsverteilung der Roboterkörper.

Roboterarme

Die Mehrheit der Befragten wählte Roboterarme aus (siehe Tabelle 5.7). Dabei zeigten sich Unterschiede im Rahmen der Nutzungsintensität. Für die einmalige Nutzung in beiden Einsatzszenarien wurden die menschenähnlichen, für die mehrmalige Nutzung die teils/teils menschenähnlichen Roboterarme gewählt. Am wenigsten wurden szenarienübergreifend we-


nig menschenähnliche Roboterarme ausgesucht. Für einen Teil der Befragten (variierend zwischen 11% und 19%) sind Roboterarme in allen Szenarien nicht relevant (siehe Abbildung 5.15).

Tabelle 5.7

Übersicht der gewählten Robotermerkmale in den Szenarien.

Robotermerkmale	Szenarien							
	Einkaufszentrum				Krankenhaus			
	einmalig		mehrmals		einmalig		mehrmals	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Roboterkörper	75	100	56	100	75	100	56	100
Roboterarme	61	81	49	88	64	31	50	89
Roboterkopf	75	100	56	100	73	97	56	100
Roboter Augen	61	81	47	84	61	81	49	88
Roboter Augenbrauen	36	48	30	54	36	48	31	55
Roboter Nase	48	27	25	45	31	41	28	50
Roboter Mund	51	68	36	64	49	65	37	66
Roboterohren	48	27	25	45	29	39	23	41

Arme



Szenarien	wenig menschenähnlich		eher wenig menschenähnlich		teils/teils		eher menschenähnlich		menschenähnlich		keine Arme	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Krankenhaus/ einmal ^a	3	4	13	17	13	17	12	16	23	31	11	15
Krankenhaus/ mehrmals ^b	1	2	6	11	20	36	10	18	13	23	6	11
Einkauf/ einmal ^c	1	1	11	15	13	17	16	21	20	27	14	19
Einkauf/ mehrmals ^d	2	4	4	7	17	30	12	21	14	25	7	13


a: *n*=75; b: *n*=56; c: *n*=75; d: *n*=56

Abbildung 5.15. Häufigkeitsverteilung der Roboterarme.

Roboterköpfe

Auch bei den Roboterköpfen zeigten sich keine Unterschiede bezüglich der Nutzungsintensität und des Einsatzgebiets. In allen vier Szenarien entschieden sich die Befragten am häufigsten für den teils/teils menschenähnlichen Roboterkopf (siehe Abbildung 5.16). Nur im Szenario mehrmalige Nutzung im Krankenhaus wählten genauso viele Befragte den eher wenig menschenähnlichen Roboterkopf aus. Auch bei Betrachtung der zweit häufigsten Auswahl fällt diese in allen anderen Szenarien ebenfalls auf den eher wenig menschenähnlichen Roboterkopf. Am seltensten wurde der eher menschenähnliche Roboterkopf gewählt. Drei Prozent bevorzugten keinen Kopf bei ihren Lotsenrobotern (siehe Tabelle 5.7).

Kopf



Szenarien	wenig menschenähnlich		eher wenig menschenähnlich		teils/teils		eher menschenähnlich		menschenähnlich		kein Kopf	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Krankenhaus/ einmal ^a	15	20	16	21	24	32	5	7	13	17	2	3
Krankenhaus/ mehrmals ^b	9	16	18	32	18	32	6	11	5	9	---	---
Einkauf/ einmal ^c	15	20	15	20	23	31	8	11	14	19	---	---
Einkauf/ mehrmals ^d	12	21	16	29	19	34	4	7	5	9	---	---

a: $n=75$; b: $n=56$; c: $n=75$; d: $n=56$

Abbildung 5.16. Häufigkeitsverteilung der Roboterköpfe.

Roboter Augen

Bezüglich der Augen präferierte die Mehrheit der Befragten in allen Szenarien die wenig menschenähnlichen Roboter Augen. Es zeigten sich sonst keine weiteren Präferenzen. Am wenigsten wurden szenarienübergreifend die menschenähnlichen Roboter Augen ausgewählt (siehe Abbildung 5.17). Auffällig ist, dass in allen Szenarien etwa ein Fünftel der Befragten sich gegen Roboter Augen entschied (siehe Tabelle 5.7).

Roboter Augenbrauen

Die Mehrheit, jeweils etwa die Hälfte der Befragten, entschied sich in allen Szenarien gegen Roboter Augenbrauen (siehe Tabelle 5.7). Die Wahl für Roboter Augenbrauen fiel szenarienübergreifend auf die menschenähnlichen Roboter Augenbrauen. Am seltensten wurden die weniger menschenähnlichen Roboter Augenbrauen gewählt (siehe Abbildung 5.18).

Augen

Szenarien	wenig menschen-ähnlich		eher wenig menschen-ähnlich		teils/teils		eher menschen-ähnlich		menschen-ähnlich		keine Augen	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
	Krankenhaus/ einmal ^a	19	25	14	19	14	19	10	13	4	5	14
Krankenhaus/ mehrmals ^b	15	27	11	20	9	16	11	20	3	5	7	13
Einkauf/ einmal ^c	19	25	18	24	11	15	11	15	2	3	14	19
Einkauf/ mehrmals ^d	15	27	8	14	9	16	11	20	4	7	9	16

a: *n*=75; b: *n*=56; c: *n*=75; d: *n*=56

Abbildung 5.17. Häufigkeitsverteilung der Roboteraugen.





Augenbrauen

Szenarien	wenig menschen-ähnlich		eher wenig menschen-ähnlich		teils/teils		eher menschen-ähnlich		menschen-ähnlich		keine Augenbrauen	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
	Krankenhaus/ einmal ^a	1	1	3	4	4	5	10	13	18	24	39
Krankenhaus/ mehrmals ^b	1	2	1	2	4	7	9	16	16	29	25	45
Einkauf/ einmal ^c	---	---	2	3	4	5	12	16	18	24	39	52
Einkauf/ mehrmals ^d	2	4	---	---	6	11	7	13	15	27	26	46

a: *n*=75; b: *n*=56; c: *n*=75; d: *n*=56

Abbildung 5.18. Häufigkeitsverteilung der Roboteraugenbrauen.

Nase

	..										keine Nase	
Szenarien	wenig menschenähnlich		eher wenig menschenähnlich		teils/teils		eher menschenähnlich		menschenähnlich			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Krankenhaus/ einmal ^a	4	5	10	13	6	8	5	7	6	8	44	59
Krankenhaus/ mehrmals ^b	8	14	9	16	4	7	4	7	3	5	28	50
Einkauf/ einmal ^c	3	4	12	16	4	5	5	7	3	4	48	64
Einkauf/ mehrmals ^d	7	13	9	16	3	5	3	5	3	5	31	55

a: *n*=75; b: *n*=56; c: *n*=75; d: *n*=56

Abbildung 5.19. Häufigkeitsverteilung der Roboternase.

Roboternase

Auch beim Merkmal Nase entschied sich mehr als die Hälfte der Befragten szenarienübergreifend gegen eine Roboternase. Befragte, die sich für eine Nase entschieden, wählten in allen Szenarien die eher wenig menschenähnliche Roboternase aus (siehe Tabelle 5.19).

Robotermond

Etwa ein Drittel der Befragten wählte keinen Mund für die beiden Krankenhausszenarien und das Szenario der einmaligen Nutzung im Einkaufszentrum. Bei dem Szenario mehrmalige Nutzung im Einkaufszentrum entschieden sich die Befragten, mit einer knappen Mehrheit, für einen wenig menschenähnlichen Mund, was auch szenarienübergreifend die häufigste Wahl jener war, die sich für einen Robotermond entschieden. Am meisten wurde der menschenähnliche Mund gewählt (siehe Tabelle 5.20).






Roboterohren

Mehr als die Hälfte der Befragten in allen Szenarien entschieden sich gegen Roboterohren. Die Auswahl jener, die sich für Ohren entschieden, fiel auf die teils/teils menschenähnlichen Roboterohren (siehe Tabelle 5.21).

Robotergröße

Szenarien übergreifend wählten die Befragten ihren kreierte Roboter mehrheitlich einen Kopf kleiner als die Nutzerinnen und Nutzer. Im Szenario mehrmalige Nutzung im Krankenhaus wurden gleichermaßen die Ausprägungen ein Kopf und zwei Köpfe kleiner als Nutzerinnen und Nutzer ausgewählt (siehe Tabelle 5.22).






Mund

											kein Mund	
Szenarien	wenig menschen-ähnlich		eher wenig menschen-ähnlich		teils/teils		eher menschen-ähnlich		menschen-ähnlich			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Krankenhaus/ einmal ^a	21	28	4	5	10	13	6	8	8	11	26	35
Krankenhaus/ mehrmals ^b	15	27	5	9	8	14	2	4	7	13	19	34
Einkauf/ einmal ^c	25	33	7	9	9	12	3	4	7	9	24	32
Einkauf/ mehrmals ^d	14	25	3	5	8	14	2	4	9	16	20	36

a: n=75; b: n=56; c: n=75; d: n=56

Abbildung 5.20. Häufigkeitsverteilung der Roboter Mund.

Ohren

											keine Ohren	
Szenarien	wenig menschen-ähnlich		eher wenig menschen-ähnlich		teils/teils		eher menschen-ähnlich		menschen-ähnlich			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Krankenhaus/ einmal ^a	2	3	4	5	11	15	6	8	6	8	46	61
Krankenhaus/ mehrmals ^b	3	5	4	7	6	11	4	7	6	11	33	59
Einkauf/ einmal ^c	---	---	5	7	10	13	6	8	6	8	48	64
Einkauf/ mehrmals ^d	4	7	4	7	10	18	2	4	5	9	31	55

a: n=75; b: n=56; c: n=75; d: n=56

Abbildung 5.21. Häufigkeitsverteilung der Roboter Ohren.

Größe

Szenarien	Mensch zwei Köpfe kleiner		Mensch ein Kopf kleiner		gleich groß		Mensch ein Kopf größer		Mensch zwei Köpfe größer		keine Größe	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
	Krankenhaus/ einmal ^a	2	3	1	1	9	12	38	51	23	31	2
Krankenhaus/ mehrmals ^b	1	2	---	---	9	16	22	39	22	39	2	4
Einkauf/ einmal ^c	1	1	2	3	8	11	38	51	23	31	3	4
Einkauf/ mehrmals ^d	---	---	---	---	9	16	24	43	20	36	3	5

a: *n*=75; b: *n*=56; c: *n*=75; d: *n*=56

Abbildung 5.22. Häufigkeitsverteilung der Robotergröße.

Insgesamt betrachtet gibt es szenarienübergreifend hinsichtlich der mehrheitlichen Auswahl nur wenige Unterschiede zwischen den ausgewählten Merkmalen. Die stärksten Abweichungen zeigten sich bei den Roboterarmen, wobei bei der einmaligen Nutzung in beiden Einsatzgebieten die menschenähnlichen, hingegen bei der mehrmaligen Nutzung die teils/teils menschenähnlichen Roboterarme ausgewählt wurden. Bei allen anderen Merkmalen entschieden sich die Befragten mehrheitlich in allen Szenarien für einen eher wenig menschenähnlichen Roboterkörper, einen teils/teils menschenähnlichen Roboterkopf, wenig menschenähnliche Roboteraugen, keine Augenbrauen, keine Nase, keine Ohren und teilweise keinen Mund, abgesehen im Szenario der einmaligen Nutzung im Einkaufszentrum (wenig menschenähnlicher Mund).

5.6.2.3 Subjektiv wahrgenommene Menschenähnlichkeit

Die Mehrheit der Befragten bewertete ihre gestalteten Lotsenroboter im Rahmen der einmaligen Nutzung in beiden Einsatzgebieten als eher menschenähnlich. Bei der mehrmaligen Nutzung wurden die Lotsenroboter sowohl im Einkaufs- als auch im Krankenhausszenario als teils/teils menschenähnlich eingeordnet (siehe Tabelle 5.8).

Eine differenzierte Übersicht der subjektiven Bewertungen der kreierte Lotsenroboter hinsichtlich ihrer wahrgenommenen Menschenähnlichkeit in den einzelnen Szenarien und der dabei gewählten Merkmalsausprägungen geben die nachfolgenden Tabellen und Erläuterungen im Kapitel 5.6.2.4. Dabei wird ersichtlich, inwiefern die subjektive Wahrnehmung der Menschenähnlichkeit und die objektive Zuordnung der gestalteten Lotsenroboter an-

Tabelle 5.8

Wahrgenommene Menschenähnlichkeit der gestalteten Lotsenroboter in den Szenarien.

Bewertung Menschen- ähnlichkeit	Szenarien									
	Einkaufszentrum				Krankenhaus					
	einmalig		mehrmals		einmalig		mehrmals		gesamt	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
menschenähnlich	6	8	5	9	9	12	5	9	25	10
eher menschenähnlich	23	31	14	25	25	33	10	18	72	28
teils/teils menschenähnlich	19	25	22	39	15	20	30	54	86	33
eher wenig menschenähnlich	16	21	7	13	14	19	7	13	44	17
wenig menschenähnlich	11	15	8	14	12	16	4	7	35	13
gesamt	75	100	56	100	75	100	56	100	262	100

hand der gewählten Ausprägungen übereinstimmen, und die eingesetzten Skalen valide sind.

5.6.2.4 Betrachtung der subjektiv wahrgenommenen Menschenähnlichkeit versus der gewählten Menschenähnlichkeitsausprägungen

Gewählte Ausprägungen für die als menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien:

Für die von den Befragten als menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter ($n=25$) stimmte die objektive Zuordnung mit der häufigst gewählten Ausprägung überwiegend in allen Szenarien überein: Jene Befragte, die folglich den Lotsenroboter als menschenähnlich wahrnahmen, wählten bei der Gestaltung vorwiegend die menschenähnlichen, teilweise auch die eher oder teils/teils menschenähnlichen Merkmalsausprägungen aus. Insbesondere Körper, Arme, Kopf, Augenbrauen und Mund stimmten überein. Abweichungen gab es vor allem bei den Augen und Ohren, bei denen neben menschenähnlichen und eher menschenähnlichen, auch teils/teils und wenig menschenähnliche Merkmale ausgewählt wurden (siehe Tabelle 5.9).

Leichte Unterschiede gibt es hinsichtlich der Nutzungsintensität: hier stimmten, jeweils in beiden Einsatzgebieten, bei der einmaligen Nutzung vier bis fünf und der mehrmaligen Nutzung fünf bis sechs von acht Robotermerkmalen überein.

Tabelle 5.9

Übersicht der gewählten Ausprägungen für die als menschenähnlich wahrgenommenen Lot-
senroboter in allen Szenarien.

Merkmale	Szenarien											
	Einkaufszentrum						Krankenhaus					
	einmalig ^a			mehrmals ^b			einmalig ^c			mehrmals ^d		
	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP
Körper												
1. Häufigkeit	6	100	5	3	60	5	7	78	5	4	80	5
2. Häufigkeit	—	—	—	2	40	4	1	11	1;3	1	20	4
Arme												
1. Häufigkeit	5	83	5	3	60	5	7	78	5	4	80	5
2. Häufigkeit	1	17	4	2	40	4	1	11	1;4	1	20	4
Kopf												
1. Häufigkeit	5	83	5	2	40	1;5	6	67	5	3	60	5
2. Häufigkeit	1	17	4	1	20	3	2	22	3	1	20	1;4
Augen												
1. Häufigkeit	2	33	4;5	2	40	5	2	22	1;3;4;5	2	40	4;5
2. Häufigkeit	1	17	1;2	1	20	1;2;3	1	11	0	1	20	3
Augenbrauen												
1. Häufigkeit	4	67	5	2	40	0;5	3	33	4	3	60	5
2. Häufigkeit	2	33	4	1	20	3	2	22	0;5	1	20	3;4
Nase												
1. Häufigkeit	4	67	4	2	40	1;4	3	33	4	2	40	4
2. Häufigkeit	2	33	0	1	20	0	2	22	0;3;5	1	20	1;3;5
Mund												
1. Häufigkeit	2	33	1;5	3	60	5	4	44	5	3	60	5
2. Häufigkeit	1	17	2;3	1	20	0;3	2	22	1	1	20	2;3
Ohren												
1. Häufigkeit	2	33	3;4	2	40	0;4	3	33	3;4	3	60	4
2. Häufigkeit	1	17	0;5	1	20	5	2	22	5	2	40	5

Anmerkung. Die Bewertung erfolgte anhand einer 5-stufigen Skala von 1: *wenig menschenähnlich* bis 5: *menschenähnlich* und 0: *keine Ausprägung*. gAP: gewählte Ausprägung (von 0 bis 5). ^a: *n*=6; ^b: *n*=5; ^c: *n*=9; ^d: *n*=5. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden nur die erst und zweit häufigsten Nennungen (1. Häufigkeit = Modalwert; 2. Häufigkeit = zweit häufigst gewählte Ausprägung) abgebildet, weshalb Abweichungen bei den Fallzahlen auftreten können. Bei Multimodalität wurden alle Modalwerte angegeben, weshalb teilweise mehrere Ausprägungen in der Spalte gAP aufgeführt sind.

Auf die Frage, warum die Befragten ihren Roboter so gestalteten, antworteten sie zum Beispiel:

„Ein menschliches Aussehen wirkt auf Menschen freundlicher und nicht so fremd. Der Roboter sollte auch nicht größer als der Kunde sein, damit er ihn

nicht einschüchtert. Zu klein sollte er auch nicht sein, um nicht übersehen zu werden. Arme mit Händen sind wichtig, um den Kunden den Weg zeigen zu können. Gestik und Mimik sind ebenfalls wichtig, um das Vertrauen der Kunden zu gewinnen. Deswegen ein Gesicht, um mehr darstellen zu können.“

(Student, 19 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung in beiden Einsatzgebieten; Relevanz des Aussehens: wichtig; Auswahl: mä. Körper, Kopf, Arme und Augenbrauen, eher wenig mä. Augen und Mund, teils/teils mä. Ohren)

„Durch die menschlichen Aufgaben, die er erledigen muss, muss er kompetent und sehr viel menschlicher wirken als der Shoppingroboter.“

(Studentin, 24 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung im Krankenhausszenario; Relevanz des Aussehens: wichtig; Auswahl: mä. Körper, Kopf, Arme, Augen, Nase, Ohren und Mund, eher mä. Augenbrauen)

Gewählte Ausprägungen für die als eher menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien:

Bei jenen Befragten, die den Lotsenroboter als eher menschenähnlich wahrnahmen ($n=72$), stimmten die Zuordnungen über die ausgewählten Merkmalsausprägungen kaum überein (siehe Tabelle 5.10). Lediglich bei den Roboterarmen und einmal beim Roboterkopf wurde die eher menschenähnliche Ausprägung gewählt. Erst bei den zweiten Häufigkeiten wurde zehn Mal die eher menschenähnliche Ausprägung zur Gestaltung herangezogen. Dabei vorwiegend bei den Roboterkörpern, -armen und -augen; insbesondere bei den Krankenhausszenarien.

Tendenzen von Präferenzen bezüglich der Robotermerkmale gab es bei den Roboterkörpern und -armen, bei denen vorwiegend die menschenähnlichen Ausprägungen gewählt wurden, sowie bezüglich des Mundes (wenig menschenähnlich) und der Nasen und Ohren (nicht ausgewählt). Übereinstimmungen oder Tendenzen im Rahmen der einzelnen Szenarien gab es kaum. Im Szenario einmalige Nutzung im Einkaufszentrum wurden häufig menschenähnliche Merkmale ausgewählt. In allen anderen Szenarien variierten die gewählten Merkmale stark (gesamte Skala von wenig menschenähnlich bis menschenähnlich).

„Ein menschliches Aussehen ist positiver und ansprechender als ein mechanisches Etwas. Man muss jedoch darauf achten, dass auch die Bewegungen und die Stimme dazu passen und nicht zu mechanisch wirken.“

(Student, 20 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung in beiden Einsatzgebieten; Relevanz des Aussehens: sehr wichtig; Auswahl: mä. Körper und Kopf, eher mä. Arme, Nase und Augenbrauen, teils/teils mä. Ohren und wenig mä. Mund)

„Der Roboter sieht so aus, da er menschlich wirken soll aber nicht allzu menschlich sein sollte. Denn man sollte ihn noch von Menschen unterscheiden können. Sonst haben besonders ältere Bürger es schwer zwischen Personal und Roboter zu unterscheiden.“

(Student, 20 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung im Krankenhausszenario; Relevanz des Aussehens: sehr wichtig; Auswahl: eher mä. Körper, Kopf, Arme, Augen, Nase und Mund, mä. Augenbrauen und Ohren)

„Der Roboter sieht ansprechend und nicht Furcht einflößend aus.“

(Studentin, 19 Jahre; Szenario: mehrmalige Nutzung im Krankenhaus; Relevanz des Aussehens: wichtig; Auswahl: eher mä. Körper, Arme, Augen, eher wenig mä. Kopf und Nase, mä. Augenbrauen)

Tabelle 5.10

Übersicht der gewählten Ausprägungen für die als eher menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien.

Merkmale	Szenarien											
	Einkaufszentrum						Krankenhaus					
	einmalig ^a			mehrmals ^b			einmalig ^c			mehrmals ^d		
	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP
Körper												
1. Häufigkeit	9	39	5	6	43	5	8	32	3	5	50	5
2. Häufigkeit	5	22	2	3	21	2;4	4	16	2;4	2	20	2;4
Arme												
1. Häufigkeit	7	30	4;5	6	43	4	10	40	5	4	40	5
2. Häufigkeit	4	17	2;3	5	36	5	6	24	4	3	30	3;4
Kopf												
1. Häufigkeit	8	35	3	6	43	2	9	36	3	3	30	2;4
2. Häufigkeit	7	30	5	3	21	3;5	6	24	5	2	20	3;5
Augen												
1. Häufigkeit	7	30	5	5	36	1	8	32	2	3	30	1;2;3
2. Häufigkeit	6	26	2;3	4	29	3	7	28	4	1	10	4
Augenbrauen												
1. Häufigkeit	8	35	0;5	4	29	0;5	10	40	0	5	50	0
2. Häufigkeit	3	13	4	3	21	4	7	28	5	3	30	5
Nase												
1. Häufigkeit	11	48	0	5	36	0	14	56	0	3	30	0
2. Häufigkeit	4	17	2	2	14	1;2;3;5	4	16	2	2	20	1;2;3
Mund												
1. Häufigkeit	7	30	1	6	43	1	7	28	1	6	60	1
2. Häufigkeit	5	22	5	3	21	3;5	6	24	0	1	10	2;3;4;5
Ohren												
1. Häufigkeit	13	57	0	6	43	0	14	56	0	4	40	0
2. Häufigkeit	4	17	5	4	29	5	4	16	3;5	3	30	5

Anmerkung. Die Bewertung erfolgte anhand einer 5-stufigen Skala von 1: *wenig menschenähnlich* bis 5: *menschenähnlich* und 0: *keine Ausprägung*. gAP: gewählte Ausprägung (von 0 bis 5). ^a: *n*=23; ^b: *n*=14; ^c: *n*=25; ^d: *n*=10. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden nur die erst und zweit häufigsten Nennungen (1. Häufigkeit = Modalwert; 2. Häufigkeit = zweit häufigst gewählte Ausprägung) abgebildet, weshalb Abweichungen bei den Fallzahlen auftreten können. Bei Multimodalität wurden alle Modalwerte angegeben, weshalb teilweise mehrere Ausprägungen in der Spalte gAP aufgeführt sind.

Gewählte Ausprägungen für die als teils/teils menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien:

Bezüglich der als teils/teils menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter (*n*=86) gab es zu etwa 50% Übereinstimmungen mit der Skala MWM, vor allem beim Kopf, teilwei-

Tabelle 5.11

Übersicht der gewählten Ausprägungen für die als teils/teils menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien.

Merkmale	Szenarien											
	Einkaufszentrum						Krankenhaus					
	einmalig ^a			mehrmals ^b			einmalig ^c			mehrmals ^d		
	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP
Körper												
1. Häufigkeit	7	37	2	11	50	2	7	47	3	12	40	2
2. Häufigkeit	4	21	3	5	23	3	2	13	1;3;4;5	10	33	3
Arme												
1. Häufigkeit	6	32	4	9	41	3	5	33	4	11	37	3
2. Häufigkeit	5	26	3	3	14	2	4	27	3	5	17	2;4;5
Kopf												
1. Häufigkeit	8	42	3	12	55	3	7	47	3	14	47	3
2. Häufigkeit	4	21	1;2	5	23	2	3	20	2	9	30	2
Augen												
1. Häufigkeit	7	37	1	9	41	4	5	33	3	8	27	4
2. Häufigkeit	5	26	2	4	18	2	4	27	2	7	23	1;2
Augenbrauen												
1. Häufigkeit	12	63	0	9	41	0;5	7	47	0	11	37	0
2. Häufigkeit	4	21	4	2	9	4	6	40	5	10	33	5
Nase												
1. Häufigkeit	11	58	0	13	59	0	7	47	0	14	47	0
2. Häufigkeit	6	32	2	4	18	2	4	27	2	6	20	1;2
Mund												
1. Häufigkeit	9	47	1	6	27	0	4	27	0;1;3	11	37	0
2. Häufigkeit	4	21	0	5	23	1	1	7	2;4;5	7	23	1
Ohren												
1. Häufigkeit	12	63	0	10	46	0	8	53	0	18	60	0
2. Häufigkeit	5	26	3	6	27	3	4	27	3	5	17	3

Anmerkung. Die Bewertung erfolgte anhand einer 5-stufigen Skala von 1: *wenig menschenähnlich* bis 5: *menschenähnlich* und 0: *keine Ausprägung*. gAP: gewählte Ausprägung (von 0 bis 5). ^a: *n*=19; ^b: *n*=22; ^c: *n*=15; ^d: *n*=30. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden nur die erst und zweit häufigsten Nennungen (1. Häufigkeit = Modalwert; 2. Häufigkeit = zweit häufigst gewählte Ausprägung) abgebildet, weshalb Abweichungen bei den Fallzahlen auftreten können. Bei Multimodalität wurden alle Modalwerte angegeben, weshalb teilweise mehrere Ausprägungen in der Spalte gAP aufgeführt sind.

se auch bei den ausgewählten Armen (mehrmalige Nutzung in beiden Einsatzszenarien). Abweichungen gab es vor allem beim Körper, der eher wenig menschenähnlich, sowie bei den Augen und teilweise den Armen, die eher menschenähnlich gestaltet wurden. Stärkste Übereinstimmung, mit drei bis vier von vier bis fünf tatsächlich gewählten Roboter-

merkmalen (nicht gewählte Ausprägungen ausgenommen), gibt es beim Szenario einmalige Nutzung im Krankenhaus (siehe Tabelle 5.11).

Die Mehrheit entschied sich szenarienübergreifend gegen die Merkmale Nase und Ohren, teilweise auch gegen Augenbrauen und einen Mund.

„Einfach und trotzdem ansprechend, sympathisch.“

(Studentin, 26 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung in beiden Einsatzgebieten; Relevanz des Aussehens: teils/teils wichtig im Einkaufsszenario und wichtig im Krankenhausszenario; Auswahl: teils/teils mä. Kopf, Arme, Nase, Ohren und Mund, eher wenig mä. Körper und Augen)

„Er sollte einem Menschen nicht zu sehr ähneln, es ist immer noch ein Gebrauchsgegenstand/Hilfsmittel für Menschen.“

(Studentin, 27 Jahre; Szenario: mehrmalige Nutzung in beiden Einsatzgebieten; Relevanz des Aussehens: wichtig im Einkaufsszenario und eher wichtig im Krankenhausszenario; Auswahl: teils/teils mä. Körper, Kopf, Arme und Augen, wenig mä. Nase und mä. Augenbrauen)

„Roboter sollte menschenähnlich, aber noch klar als Roboter erkenntlich sein. Kleiner als der Durchschnittsmensch, um niemanden zu erschrecken.“

(Student, 23 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung in beiden Einsatzgebieten; Relevanz des Aussehens: eher wichtig in beiden Einsatzgebieten; Auswahl: wenig mä. Körper, teils/teils wenig mä. Kopf, Arme, Augen, Nase, Ohren und Mund, eher mä. Augenbrauen)

Gewählte Ausprägungen für die als eher wenig menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien:

Bei jenen Befragten, die den Lotsenroboter als eher wenig menschenähnlich wahrnahmen ($n=44$), stimmten die Zuordnungen bezüglich der ausgewählten Merkmalsausprägungen zu 50% überein. Alle Körper und teilweise Arme waren mehrheitlich eher wenig menschenähnlich. Abweichungen gab es insbesondere beim Kopf und den Augen, bei denen die Befragten die menschenähnlichen oder teil/teils menschenähnlichen Merkmalsausprägungen gewählt hatten. Größte Übereinstimmung gab es bei drei von vier gewählten Merkmalen im Szenario einmalige Nutzung im Einkaufszentrum. In den beiden Krankenhausszenarien stimmten jeweils zwei von vier gewählten Robotermerkmalen überein.

In allen Szenarien entschied sich die Mehrheit der Befragten gegen Augenbrauen, Nase, Mund und Ohren. In den Szenarien mehrmalige Nutzung in beiden Einsatzgebieten wurde zudem auf Augen verzichtet (siehe Tabelle 5.12).

„Der Körper ist kleiner als der Mensch, um den Roboter weniger bedrohlich erscheinen zu lassen. Außerdem kann ein großer Mensch immer auf den Roboter runter gucken, ein kleiner Mensch muss sich unter Umständen strecken, um mit dem Roboter zu interagieren. Arme sind als Stummelarme ausgeführt, weil eine Mechanik mit Greifmechanismus/feingliedrigen Fingern recht kompliziert ist und wenig Mehrwert bringt, wenn sie dem Kunden nicht helfen können, ein Produkt zu ihm zu bringen und nur als Richtungsanzeige genutzt werden. Sie sind optisch ansprechender als nackte Stangen und potentiell unfallsicherer (Hängenbleiben an Kleidung/Netzen). Arme sind aber meiner Meinung nach kein Muss. Persönlich finde ich, dass Arme ohne Funktion platzfressende Staubfänger sind. Das Design insgesamt erinnert an EVE aus Wall-E.“

(Studentin, 23 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung im Einkaufszentrum; Relevanz des Aussehens: teils/teils wichtig; Auswahl: eher wenig mä. Körper, Kopf und Arme, wenig mä. Augen und Mund, mä. Augenbrauen)

Tabelle 5.12

Übersicht der gewählten Ausprägungen für die als eher wenig menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien.

Merkmale	Szenarien											
	Einkaufszentrum						Krankenhaus					
	einmalig ^a			mehrmals ^b			einmalig ^c			mehrmals ^d		
	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP
Körper												
1. Häufigkeit	11	69	2	4	57	2	6	43	2	4	57	2
2. Häufigkeit	2	13	1;3	2	29	3	5	36	1	2	29	3
Arme												
1. Häufigkeit	5	31	2	4	57	0	6	43	2	5	71	3
2. Häufigkeit	4	25	0;5	2	29	3	3	21	5	2	29	0
Kopf												
1. Häufigkeit	6	38	1,3	3	43	1;3	6	43	1	4	57	2
2. Häufigkeit	3	19	2	1	14	2	4	29	2;3	2	29	3
Augen												
1. Häufigkeit	6	38	2	3	43	0	6	43	1	3	43	0;1
2. Häufigkeit	5	31	1	2	29	1	4	29	0	1	14	2
Augenbrauen												
1. Häufigkeit	9	56	0	6	86	0	10	71	0	6	86	0
2. Häufigkeit	3	19	4;5	1	14	3	2	14	5	1	14	3
Nase												
1. Häufigkeit	15	94	0	6	86	0	11	79	0	7	100	0
2. Häufigkeit	1	6	2	1	14	1	1	7	1;2;3	—	—	—
Mund												
1. Häufigkeit	8	50	0	6	86	0	7	50	0	5	71	0
2. Häufigkeit	5	31	1	1	14	1	5	36	1	1	14	1;2
Ohren												
1. Häufigkeit	12	75	0	7	100	0	12	86	0	7	100	0
2. Häufigkeit	2	13	2;3	—	—	—	1	7	1;2	—	—	—

Anmerkung. Die Bewertung erfolgte anhand einer 5-stufigen Skala von 1: *wenig menschenähnlich* bis 5: *menschenähnlich* und 0: *keine Ausprägung*. gAP: gewählte Ausprägung (von 0 bis 5). ^a: *n*=16; ^b: *n*=7; ^c: *n*=14; ^d: *n*=7. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden nur die erst und zweit häufigsten Nennungen (1. Häufigkeit = Modalwert; 2. Häufigkeit = zweit häufigst gewählte Ausprägung) abgebildet, weshalb Abweichungen bei den Fallzahlen auftreten können. Bei Multimodalität wurden alle Modalwerte angegeben, weshalb teilweise mehrere Ausprägungen in der Spalte gAP aufgeführt sind.

„Der Roboter sollte nicht zu menschlich wirken, da es meiner Meinung nach einerseits sinnlos ist. Andererseits könnte dies auch ab einem gewissen Grad an Detailähnlichkeit zu ethischen/gesellschaftlichen Problemen führen. Ein Roboter wird schließlich (vermutlich) immer ein Roboter bleiben, kein lebendiges organisches Wesen, und das ist auch gut so.“

(Student, 22 Jahre; Szenario: mehrmalige Nutzung in beiden Einsatzgebieten; Relevanz des Aussehens: teils/teils wichtig im Einkaufsszenario und eher wichtig im Krankenhausszenario; Auswahl: eher wenig mä. Körper, Kopf und Arme, wenig mä. Augen und Ohren, teils/teils mä. Nase)

Gewählte Ausprägungen für die als wenig menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien:

Hinsichtlich der als wenig menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter ($n=35$) gab es teilweise Übereinstimmungen mit der Skala MWM beim Roboterkörper und -kopf: Auswahl des wenig bis eher wenig menschenähnlichen Körpers bzw. Kopfes. Abweichungen gab es bei den Armen, wobei die Befragten zwischen allen Ausprägungen, bis auf die Ausprägung menschenähnlich, wählten. Stärkste Übereinstimmung gab es bei den Krankenhausszenarien mit etwa zwei bis drei der drei bis vier gewählten Merkmale.

Die Mehrheit in allen Szenarien entschied sich gegen die Merkmale Augenbrauen, Nase, Mund, Ohren und teilweise Augen (siehe Tabelle 5.13).

„Er sollte nicht zu menschlich wirken, sondern einen Niedlichkeitsfaktor aufweisen, daher die großen Augen. Ich denke, dass zu menschlich wirkende Roboter eher abschrecken könnten, während bewusst liebenswürdig aber weniger menschlich gestaltete Roboter freundlich und sympathisch wirken.“

(Studentin, 24 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung im Einkaufszentrum; Relevanz des Aussehens: wichtig; Auswahl: wenig mä. Körper, eher wenig mä. Kopf, mä. Arme, teils/teils mä. Augen und einen eher wenig mä. Mund)

„Roboter ist kein Mensch und soll daher auch nicht so aussehen, Roboter etwas kleiner als Mensch, da er sonst bedrohlich wirkt, aber nicht zu klein, damit der Kunde sich nicht bücken muss.“

(Student, 25 Jahre; Szenario: einmalige Nutzung in beiden Einsatzgebieten; Relevanz des Aussehens: teils/teils wichtig im Einkaufszentrum und eher weniger wichtig im Krankenhaus; Auswahl: eher wenig mä. Körper, wenig mä. Kopf, Augen und Mund)

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass es häufig noch Abweichungen zwischen subjektiv wahrgenommener und objektiv zugeordneter Menschenähnlichkeit bei den gestalteten Lotsenrobotern gibt. Die Übereinstimmung bei den menschenähnlichen Lotsenrobotern war am größten, gefolgt von den als teils/teils und eher wenig menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenrobotern, bei denen es etwa zur Hälfte Übereinstimmungen gab. Die größten Abweichungen gab es bei den als eher menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenrobotern, wobei alle Ausprägungen von den Befragten genutzt wurden.

Die häufigsten Übereinstimmungen hinsichtlich der Merkmale gab es bezüglich der Roboterkörper, bei den menschenähnlichen und eher wenig menschenähnlichen Lotsenrobotern.

Die stärksten Streuungen der Skalen zeigten sich bezüglich der Köpfe bei den menschenähnlichen, teils/teils und teilweise dem wenig menschenähnlichen Lotsenroboter; bezüglich der Arme bei den menschenähnlichen und teilweise den eher, teils/teils und eher wenig menschenähnlichen Lotsenroboter; bezüglich der Augen und dem Mund bei den menschenähnlichen Lotsenroboter.

Tabelle 5.13

Übersicht der gewählten Ausprägungen für die als wenig menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenroboter in allen Szenarien.

Merkmale	Szenarien											
	Einkaufszentrum						Krankenhaus					
	einmalig ^a			mehrmals ^b			einmalig ^c			mehrmals ^d		
	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP	<i>n</i>	%	gAP
Körper												
1. Häufigkeit	6	55	2	3	38	2	6	50	1	1	25	1;2;3;4
2. Häufigkeit	5	46	1	2	25	1;3	5	42	2	—	—	—
Arme												
1. Häufigkeit	5	46	0	3	38	3	4	33	0	1	25	1;2;3;4
2. Häufigkeit	3	27	5	2	25	1	3	25	3	—	—	—
Kopf												
1. Häufigkeit	6	55	2	6	75	1	4	33	1;2	3	75	1
2. Häufigkeit	3	27	1	2	25	2	2	17	0;3	1	25	2
Augen												
1. Häufigkeit	6	55	0	4	50	0	7	58	0	2	50	0;1
2. Häufigkeit	2	18	1	3	38	1	4	33	1	—	—	—
Augenbrauen												
1. Häufigkeit	10	91	0	5	63	0	10	83	0	3	75	0
2. Häufigkeit	1	9	3	2	25	4	1	8	2;5	1	25	4
Nase												
1. Häufigkeit	9	82	0	6	75	0	10	83	0	4	100	0
2. Häufigkeit	1	9	2;3	1	13	1;2	1	8	1;2	—	—	—
Mund												
1. Häufigkeit	8	73	0	5	63	0	9	75	0	3	75	0
2. Häufigkeit	2	18	1	2	25	1	3	25	1	1	25	1
Ohren												
1. Häufigkeit	10	91	0	6	75	0	11	92	0	4	100	0
2. Häufigkeit	1	9	2	1	13	2;3	1	8	1	—	—	—

Anmerkung. Die Bewertung erfolgte anhand einer 5-stufigen Skala von 1: *wenig menschenähnlich* bis 5: *menschenähnlich* und 0: *keine Ausprägung*. gAP: gewählte Ausprägung (von 0 bis 5). ^a: *n*=11; ^b: *n*=8; ^c: *n*=12; ^d: *n*=4. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden nur die erst und zweit häufigsten Nennungen (1. Häufigkeit = Modalwert; 2. Häufigkeit = zweit häufigst gewählte Ausprägung) abgebildet, weshalb Abweichungen bei den Fallzahlen auftreten können. Bei Multimodalität wurden alle Modalwerte angegeben, weshalb teilweise mehrere Ausprägungen in der Spalte gAP aufgeführt sind.

Insgesamt wurde ein Lotsenroboter weniger menschenähnlich wahrgenommen, je weniger Robotermerkmale er aufwies: Beim menschenähnlichen Lotsenroboter wurden alle acht Merkmale zur Gestaltung genutzt, beim eher menschenähnlichen sechs (keine Nase und Ohren), beim teils/teils menschenähnlichen vier bis fünf (keine Augenbrauen, Nase, Ohren)

und teilweise Mund), beim eher wenig menschenähnlichen vier (keine Augenbrauen, Nase, Mund und Ohren) und bei dem wenig menschenähnlichen - bis auf eine Ausnahme im Szenario mehrmalige Nutzung im Krankenhaus - zwei bis drei (keine Augenbrauen, Nase, Mund, Ohren und Augen) Merkmale.

Die vorgestellten deskriptiven Ergebnisse geben einen Überblick über die gestalteten Lotsenroboter in den einzelnen Szenarien. Eindeutige Tendenzen für ein bestimmtes menschenähnliches Roboteraussehen konnten nicht identifiziert werden, da es hierfür notwendig ist, jene Fälle zu betrachten, die ähnliche Ausprägungen für die Gestaltung gewählt hatten. Eine erste Überprüfung der Daten mit Hilfe einer SQL-Abfrage ergab, dass keine identischen Fälle im Datensatz vorlagen. Alle gestalteten Lotsenroboter unterschieden sich in den einzelnen Szenarien voneinander. Um dennoch ähnliche Fälle zu identifizieren wurden Clusteranalysen herangezogen. Ziel war es dabei, herauszufinden, inwiefern sich das Einsatzgebiet und die Nutzungsintensität auf das Roboteraussehen auswirken.

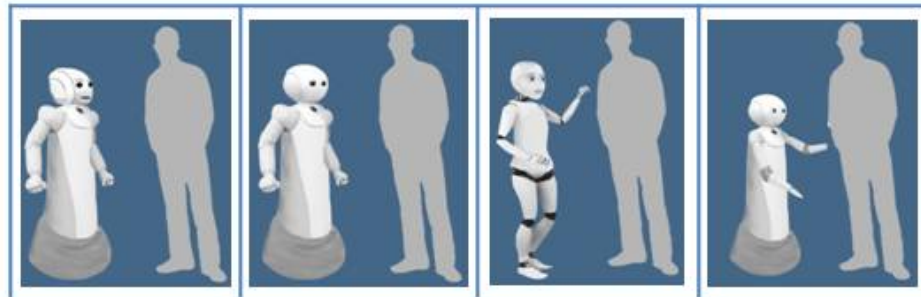
5.6.3 F8 und F9 - Unterschiede des menschenähnlichen Aussehens von Lotsenrobotern in verschiedenen Einsatzgebieten und bei unterschiedlichen Nutzungsintensitäten

Gegenüberstellung der Lotsenroboter in den Szenarien einmalige Nutzung im Einkaufszentrum und Krankenhaus:

Die Berechnung ergab für die Fallvignetten des Einsatzgebietes jeweils Clusteranalysen mit vier Clustern. Dargestellt wurden nur die absoluten Häufigkeiten für die am häufigst gewählten Merkmale in den Clustern. Für die visuelle Darstellung wurde ein Merkmal ausgewählt, wenn mindestens ein Drittel der Fälle das Merkmal ausgewählt hatte oder eine eindeutige Mehrheit vorlag (in speziellen Fällen, wenn die Auswahl breit gestreut war).

Im Rahmen des Szenarios der einmaligen Nutzung des Lotsenroboters im Einkaufszentrum (siehe Abbildung 5.23) zeigen sich durch den größten Cluster (Cluster 2) Präferenzen der Befragten zu einen teils/teils menschenähnlichen Lotsenroboter, der zwei Köpfe kleiner als die Nutzerin bzw. der Nutzer ist. Abgesehen vom Körper des Lotsenroboters, sind alle gewählten Merkmale (Arme, Kopf und Augen) teils/teils menschenähnlich. Cluster 3 zeigt Präferenzen für einen menschenähnlichen Lotsenroboter, der einen Kopf kleiner sein sollte, als die Nutzerin bzw. der Nutzer. Abgesehen von Nase und Ohren, wurden alle Merkmale ausgewählt. Bei den Clustern 1 und 2 sind die Merkmalsausprägungen sehr unterschiedlich, so dass keine Präferenz der Befragten festgestellt werden kann.

Im Szenario einmalige Nutzung im Krankenhaus (siehe Abbildung 5.24) ergaben sich zwei ähnliche Cluster (2 und 4), die eine Präferenz der Befragten zu menschenähnlichen und eher menschenähnlichen Lotsenrobotern zeigen. Dabei stimmen vor allem die Körpermerkmale überein, sowie die Größe des Roboters, der jeweils ein Kopf kleiner sein sollte als die Nutzerin bzw. der Nutzer. Unterschiede zeigen sich besonders hinsichtlich der Gesichtsmerkmale. Beide Cluster sind im Vergleich recht klein. Cluster 1 ist mit $n=40$ der größte

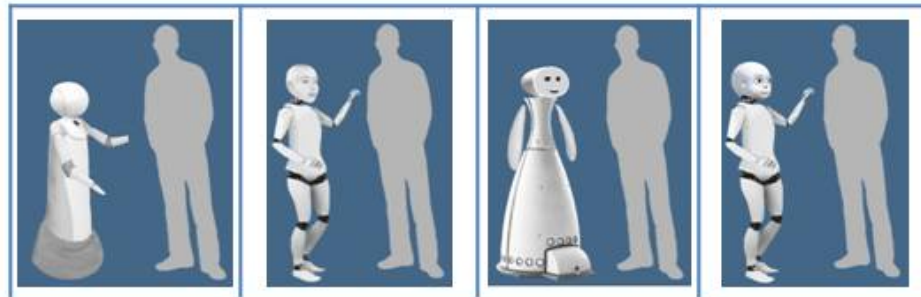


Merkmale	Cluster1 (n=16)		Cluster2 (n=17)		Cluster3 (n=12)		Cluster4 (n=30)	
	n	Ausprägung	n	Ausprägung	n	Ausprägung	n	Ausprägung
Körper	5	2	14	2	12	5	10	2
Arme	6	4	5	4	12	5	8	3
Kopf	6	2	8	3	9	5	11	3
Augen	13	1	11	2	7	4	9	3
Augenbrauen	6	5	9	0	6	5	19	0
Nase	11	0	11	0	4	0	21	0
Mund	12	1	7	0	4	3; 5*	15	0
Ohren	10	0	9	0	4	0	25	0
Größe	13	4	13	4	5	4	20	5

Abbildung 5.23. Cluster im Szenario einmalige Nutzung im Einkaufszentrum ($n=75$).
 Anmerkung. Die Robotermerkmale wurden auf einer Skala von 1: *wenig menschenähnlich* bis 5: *menschenähnlich* und 0: *keine Auswahl* erhoben. Die Größe wurde auf einer Skala von 1: *zwei Köpfe größer* bis 5: *zwei Köpfe kleiner* als die Nutzerin bzw. der Nutzer erhoben. Angegeben wurden die Modalwerte. *Bei Multimodalität eines Merkmals wurden alle Modalwerte angegeben. Für die grafische Darstellung wurde beispielhaft eine Ausprägung ausgewählt (fett hervorgehoben). Daher ist zu beachten, dass andere Kombinationen der Robotermerkmale möglich sind und sich das Roboteraussehen entsprechend verändert.

Cluster. Bei diesem zeigt sich eine Tendenz der Befragten in Richtung eines teils/teils bis eher wenig menschenähnlichen Lotsenroboters, der zwar über Augen und Arme verfügen sollte, die aber aufgrund zu starker Varianzen nicht eindeutig zugeordnet werden konnten. Auch in Cluster 3 konnten die Arme nicht eindeutig zugeordnet werden. Ansonsten präferierten die Befragten dieses Clusters einen wenig bis eher wenig menschenähnlichen Lotsenroboter.

Beim objektiven Vergleich der Cluster im Rahmen der beiden Einsatzgebiete zeigen sich nur geringe Unterschiede. In beiden Einsatzgebieten wurden vorwiegend teils/teils bis eher wenig menschenähnliche Lotsenroboter kreiert. Nur wenige der Befragten gestalteten eher menschenähnliche bis menschenähnliche Lotsenroboter im Rahmen der einmaligen Nutzung.



Merkmale	Cluster1 (n=40)		Cluster2 (n=10)		Cluster3 (n=21)		Cluster4 (n=4)	
	n	Ausprägung	n	Ausprägung	n	Ausprägung	n	Ausprägung
Körper	21	2	8	5	11	1	3	5
Arme	8	2; 3; 5*	8	5	5	2; 4*	3	5
Kopf	23	3	10	5	10	1	2	4
Augen	10	0; 1*	3	5	7	2	4	4
Augenbrauen	27	0	4	5	10	0	3	4
Nase	29	0	5	5	12	0	2	2
Mund	17	0	4	5	8	1	3	3
Ohren	29	0	4	5	15	0	1	0; 2; 4; 5*
Größe	22	5	5	4	18	4	4	4

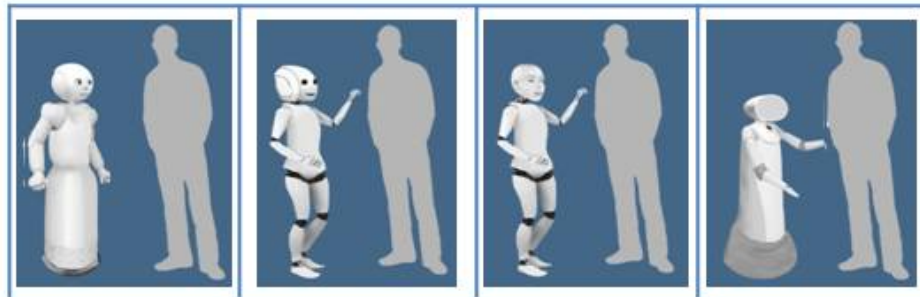
Abbildung 5.24. Cluster im Szenario einmalige Nutzung im Krankenhaus ($n=75$).

Anmerkung. Die Robotermerkmale wurden auf einer Skala von 1: *wenig menschenähnlich* bis 5: *menschenähnlich* und 0: *keine Auswahl* erhoben. Die Größe wurde auf einer Skala von 1: *zwei Köpfe größer* bis 5: *zwei Köpfe kleiner* als die Nutzerin bzw. der Nutzer erhoben. Angegeben wurden die Modalwerte. *Bei Multimodalität eines Merkmals wurden alle Modalwerte angegeben. Für die grafische Darstellung wurde beispielhaft eine Ausprägung ausgewählt (fett hervorgehoben). Daher ist zu beachten, dass andere Kombinationen der Robotermerkmale möglich sind und sich das Roboteraussehen entsprechend verändert.

Gegenüberstellung der Lotsenroboter in den Szenarien mehrmalige Nutzung im Einkaufszentrum und Krankenhaus:

Im Szenario mehrmalige Nutzung im Einkaufszentrum ist Cluster 4 mit $n=25$ Fällen am größten (siehe Tabelle 5.25). Hiernach präferieren die Befragten einen eher wenig bis teils/teils menschenähnlichen Lotsenroboter als Einkaufshilfe, der über keine Gesichtsm征kmale verfügen und zwei Köpfe kleiner als die Nutzerin oder der Nutzer sein soll. Cluster 1 umfasst alle Fälle, die einen teils/teils bis eher menschenähnlichen Lotsenroboter im Einkaufszentrum präferieren. In Cluster 2 sind jene Fälle, die einen vom Körperbau menschenähnlichen, aber vom Gesicht her einen eher wenig bis wenig menschenähnlichen Lotsenroboter bevorzugen. Bei dem Cluster 3 zeigt sich eine Präferenz der Befragten für menschenähnliche Lotsenroboter für ihren Einkauf.

Im Rahmen des Szenarios der mehrmaligen Nutzung eines Lotsenroboters im Krankenhaus zeigt sich bei Cluster 1 eine Präferenz für einen eher teils/teils bis eher wenig



Merkmale	Cluster1 (n=12)		Cluster2 (n=15)		Cluster3 (n=4)		Cluster4 (n=25)	
	n	Ausprägung	n	Ausprägung	n	Ausprägung	n	Ausprägung
Körper	5	3	7	5	4	5	14	2
Arme	5	4	6	5	4	5	10	3
Kopf	11	3	11	2	2	5	12	1
Augen	4	4	8	1	2	5	8	0
Augenbrauen	10	0	7	0	3	5	13	0
Nase	5	2	10	0	2	4	17	0
Mund	3	0; 3; 5*	10	1	3	5	14	0
Ohren	5	0	8	0	2	4	17	0
Größe	11	4	6	4	3	4	14	5

Abbildung 5.25. Cluster im Szenario mehrmalige Nutzung im Einkaufszentrum ($n=56$).
 Anmerkung. Die Robotermerkmale wurden auf einer Skala von 1: *wenig menschenähnlich* bis 5: *menschenähnlich* und 0: *keine Auswahl* erhoben. Die Größe wurde auf einer Skala von 1: *zwei Köpfe größer* bis 5: *zwei Köpfe kleiner* als die Nutzerin bzw. der Nutzer erhoben. Angegeben wurden die Modalwerte. *Bei Multimodalität eines Merkmals wurden alle Modalwerte angegeben. Für die grafische Darstellung wurde beispielhaft eine Ausprägung ausgewählt (fett hervorgehoben). Daher ist zu beachten, dass andere Kombinationen der Robotermerkmale möglich sind und sich das Roboteraussehen entsprechend verändert.

menschenähnlichen Lotsenroboter, der hauptsächlich über Arme und Augen verfügen, aber keine weiteren Gesichtsmerkmale aufweisen und zwei Köpfe kleiner als die Nutzerin bzw. der Nutzer sein soll (siehe Tabelle 5.26). Die zweit größte Gruppe (Cluster 2) umfasst jene Befragten, die einen Lotsenroboter bevorzugen, der körperlich menschenähnlich, aber hinsichtlich des Gesichts vorwiegend wenig bis eher wenig menschenähnlich ist. Cluster 3 und 4 weisen jeweils sehr geringe Fallzahlen von jeweils $n=3$ auf. Die Auswahl der Merkmalsausprägungen in den beiden Clustern ist teilweise sehr unterschiedlich, wodurch keine klaren Präferenzen für eine Form des Roboteraussehens deutlich werden.

Ein objektiver Vergleich der Cluster im Rahmen der mehrmaligen Nutzung in beiden Einsatzgebieten zeigt, dass bei beiden am häufigsten eher wenig bis teils/teils menschenähnliche Lotsenroboter bevorzugt werden, welche Arme, aber keine Gesichtsmerkmale, bis auf Augen im Krankenhausszenario, haben sollen. Teilweise werden bei beiden aber auch



Merkmale	Cluster1 (n=38)		Cluster2 (n=12)		Cluster3 (n=3)		Cluster4 (n=3)	
	n	Ausprägung	n	Ausprägung	n	Ausprägung	n	Ausprägung
Körper	17	2	5	5	1	3; 4; 5*	2	3
Arme	14	3	5	5	1	0; 4; 5*	2	4
Kopf	16	3	9	2	2	5	2	3
Augen	12	1	3	1; 4*	3	4	2	3
Augenbrauen	20	0	6	5	3	4	1	0; 2; 5*
Nase	24	0	4	0	2	5	3	2
Mund	19	0	8	1	2	3	2	4
Ohren	27	0	6	0	3	5	3	2
Größe	20	5	12	4	2	5	3	4

Abbildung 5.26. Cluster im Szenario mehrmalige Nutzung im Krankenhaus ($n=56$).
 Anmerkung. Die Robotermerkmale wurden auf einer Skala von 1: *wenig menschenähnlich* bis 5: *menschenähnlich* und 0: *keine Auswahl* erhoben. Die Größe wurde auf einer Skala von 1: *zwei Köpfe größer* bis 5: *zwei Köpfe kleiner* als die Nutzerin bzw. der Nutzer erhoben. Angegeben wurden die Modalwerte. *Bei Multimodalität eines Merkmals wurden alle Modalwerte angegeben. Für die grafische Darstellung wurde beispielhaft eine Ausprägung ausgewählt (fett hervorgehoben). Daher ist zu beachten, dass andere Kombinationen der Robotermerkmale möglich sind und sich das Roboteraussehen entsprechend verändert. Grau hervorgehobene Abbildung: hier sind aufgrund unterschiedlich gewählter Ausprägungen bei zwei Merkmalen viele Kombinationen möglich, weshalb die Abbildung nur ein Beispiel von vielen ist, und aus Gründen der Vollständigkeit dargestellt wurde.

Lotsenroboter präferiert, die einen menschenähnlichen Körper und Arme, jedoch einen eher weniger menschenähnlichen Kopf mit vorwiegend wenig menschenähnlichen Gesichtsmerkmalen haben. Insgesamt sind diese im Szenario mehrmalige Nutzung im Krankenhaus etwas menschenähnlicher als im Szenario mehrmalige Nutzung im Einkaufszentrum.

Gegenüberstellung der Lotsenroboter in den Einkaufsszenarien hinsichtlich einmaliger und mehrmaliger Nutzung:

Bei der Betrachtung der Szenarien hinsichtlich der unterschiedlichen Nutzungshäufigkeit im Einkaufszentrum (Vergleich Abbildungen 5.23 und 5.25) zeigen sich bei den größten Clustern deutliche Unterschiede. Während bei der einmaligen Nutzung teils/teils

menschenähnliche Lotsenroboter mit Körper, Armen, Kopf und Augen präferiert werden, bevorzugen die Versuchspersonen bei der mehrmaligen Nutzung Lotsenroboter, die einen eher wenig menschenähnlichen Körper, teils/teils menschenähnliche Arme, und einen wenig menschenähnlichen Kopf und keine Gesichtsmerkmale haben. Beide Lotsenroboter sollen zwei Köpfe kleiner sein als die Nutzerin bzw. der Nutzer. Bei der Betrachtung der kleineren Cluster zeigt sich, dass für die Nutzung als Lotse bei der mehrmaligen Nutzung im Einkaufszentrum menschenähnlichere Lotsenroboter (speziell vom Körperbau menschenähnlich und vom Kopf- und Gesichtsbereich eher wenig menschenähnlich) bevorzugt werden; bei der einmaligen Nutzung eher weniger menschenähnliche Lotsenroboter. Nur wenige Befragte möchten menschenähnliche Lotsenroboter für die Nutzung als Einkaufshilfe.

Bezüglich der Nutzungsintensität im Krankenhaus zeigt sich beim Vergleich (siehe Abbildungen 5.24 und 5.26), dass sowohl bei der einmaligen als auch bei der mehrmaligen Nutzung eher wenig bis teils/teils menschenähnliche Lotsenroboter, mit Armen und Augen, bevorzugt werden. Wenige präferieren einen menschenähnlichen bis eher menschenähnlichen Lotsenroboter. Dabei jedoch bei der einmaligen Nutzung einen menschenähnlichen (in allen acht Merkmalen) und bei der mehrmaligen Nutzung einen vom Körper menschenähnlichen, aber vom Kopf und Gesicht einen eher wenig menschenähnlichen Roboter.

Resümierend kann festgehalten werden, dass es nur wenige Unterschiede zwischen den Präferenzen des Roboteraussehens in den vier Szenarien gibt. Vorwiegend bevorzugen die Befragten szenarienübergreifend teils/teils bis eher wenig menschenähnliche Merkmale bei den Lotsenrobotern. Dabei wurde häufig der eher wenig menschenähnliche Körper, die teils/teils menschenähnlichen Arme und der teils/teils menschenähnliche Kopf gewählt, außer im Szenario mehrmalige Nutzung im Einkaufszentrum, wo der Kopf wenig menschenähnlich ist. Zudem wurden in diesem Szenario, als einziges, bei der Betrachtung der größten Cluster, keine Augen ausgewählt. Generell unterschieden sich die Gesichtsmerkmale: Im Szenario einmalige Nutzung im Einkaufszentrum wurden teils/teils menschenähnliche Augen, bei der mehrmaligen Nutzung im Krankenhausszenario wenig menschenähnliche und der einmaligen Nutzung im Krankenhausszenario keine bzw. wenig menschenähnliche Augen bevorzugt. Szenarienübergreifend waren bei allen großen Clustern die Lotsenroboter zwei Köpfe kleiner als die Nutzerin bzw. der Nutzer. In allen anderen Clustern (außer Cluster 3 des Szenarios mehrmalige Nutzung im Krankenhaus) waren die Lotsenroboter ein Kopf kleiner als die Nutzenden.

„Als Pflegepersonal sollte der Roboter eventuell menschliche Züge annehmen, um Vertrauen zu schaffen. Allgemein sollten Roboter, die direkt mit Menschen zu tun haben, ansprechend gestaltet sein.“
(Studentin, 23 Jahre)

„Einkaufsroboter sollte schon freundlich aussehen, muss aber nicht so viel Ähnlichkeit mit einem Menschen haben.“
(Student, 24 Jahre)

„Der Einkaufsroboter sollte zunächst zweckdienlich konstruiert sein und in diesem Rahmen so hübsch wie möglich.“
(Studentin, 22 Jahre)

5.6.4 H7 und H8 - Einfluss des Aussehens bei Lotsenrobotern auf die Likeability und Nutzungsintention

Hypothesenkonform schnitt der eher menschenähnliche Roboter TOOMAS im Vergleich zum eher weniger menschenähnlichen Roboter Werner signifikant besser hinsichtlich der Likeability und Nutzungsintention ab. Die Befragten bewerteten demnach TOOMAS im Rahmen der gezeigten Interaktion als angenehmer, freundlicher und sympathischer. Sie würden darüber hinaus eher TOOMAS als Werner in Zukunft nutzen. Diese Ergebnisse haben mittlere bis große Effektstärken, wie die nachfolgende Tabelle 5.14 zeigt.

Tabelle 5.14

T-Test bei gepaarten Stichproben: Vergleich des eher menschenähnlichen Roboters TOOMAS mit dem eher wenig menschenähnlichen Roboter Werner hinsichtlich Likeability und Nutzungsintention.

	TOOMAS		Werner		<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>			
Likeability	4.42	1.32	3.08	1.02	11.01*	<.001	.57
angenehm	4.41	1.45	3.30	1.16	8.19*	<.001	.43
freundlich	4.52	1.44	2.94	1.19	11.57*	<.001	.60
sympathisch	4.34	1.48	3.00	1.13	9.79*	<.001	.51
Nutzungsintention	4.68	1.61	3.79	1.45	7.52*	<.001	.29

* $p < 0.05$. Bewertung erfolgte anhand einer 7stufigen Likeability-Skala, 1: *geringste* bis 7: *stärkste Ausprägung*; $n=135$.

5.6.5 H9 - Zusammenhang Likeability und Nutzungsintention

Hypothesenkonform zeigte sich bei den $n=131$ Versuchspersonen, die das Video des Shoppingroboters TOOMAS bewerteten, ein positiver mittlerer bis großer Zusammenhang ($r=0,68$; $p < 0,05$) zwischen der Likeability und der Nutzungsintention. Die Forschungshypothese wurde mit einem Signifikanzniveau von 5% angenommen.

82% der Befragten haben sich für den Shoppingroboter TOOMAS entschieden und würden diesen lieber für ihren Einkauf nutzen, weil:

„TOOMAS sieht freundlicher aus ... weniger verrückt.“
(Studentin, 24 Jahre)

„Werner sieht etwas bedrohlich aus durch den Kopf.“
(Student, 25 Jahre)

„Werner ist mit irgendwelchen Teilen geschmückt, die ihn so wirken lassen, als ob die Designer besonders lustig sein wollten. Unglücklicherweise bewirkt das Aussehen bei mir, dass ich ihn absolut lächerlich finde.“

(Studentin, 23 Jahre)

„Ich würde TOOMAS bevorzugen. Er wirkt wesentlich ansprechender durch das Gesicht und es wirkt eher als würde er auf einen eingehen und mit einem interagieren. So wirkte es meiner Meinung nach eher, als könnte er, ähnlich einer realen Servicekraft, besser auf meine Probleme eingehen. Werner wirkt durch die herunter hängenden Kabel eher als ob er noch nicht fertig ist und etwas ramschig/unaufgeräumt. Bei solch einem Gefühl habe ich eher Zweifel, ob er dann seine Aufgaben richtig erfüllen kann.“

(Studentin, 23 Jahre)

18% entschieden sich für ihren Einkauf für den Shoppingroboter Werner, weil:

„Die Lüfter als Augen sehen doch recht lustig aus ;)“

(Student, 22 Jahre)

„Er wirkt witziger auf mich, während ich mit der Glashülle um den Kopf des zweiten nicht ganz klar komme.“

(Studentin, 24 Jahre)

„TOOMAS ist bei dem Versuch menschlicher zu erscheinen eher gruselig. Ihm menschlich wirkende Augen zu geben und ihn dann seinen Kopf um 180° drehen zu lassen passt nicht zusammen.“

(Student, 23 Jahre)

5.7 Zusammenfassung und Diskussion des Online-Experimentes

Ziel dieses Online-Experimentes war zum einen herauszufinden, inwiefern das Roboteraussehen einen Einfluss auf die Likeability und Nutzungsintention hat. Zum anderen wurde untersucht, inwiefern verschiedene Einsatzgebiete und Nutzungsintensitäten einen Einfluss auf das Roboteraussehen haben. Dazu wurden einerseits zwei Videos von Shoppingrobotern eingesetzt, und andererseits Fallvignetten entwickelt, die eine Situationsbeschreibung hinsichtlich einer Nutzung eines Lotsenroboters beinhalteten.

Die Ergebnisse zeigten, dass das Aussehen eines Roboters einen Einfluss auf dessen Bewertung hat: der eher menschenähnliche Roboter TOOMAS wurde hinsichtlich der Likeability besser bewertet und würde eher in Zukunft verwendet als der eher wenig menschenähnliche Roboter Werner.

Die Ergebnisse bezüglich der Fallvignetten, die mittels Clusteranalysen ausgewertet wurden, zeigten nur geringe Unterschiede hinsichtlich der gestalteten Lotsenroboter in Bezug auf die verschiedenen Einsatzgebiete (Einkaufszentrum vs. Krankenhaus) und Nutzungsintensitäten (einmalige vs. mehrmalige Nutzung). In allen Szenarien wurden vorwiegend (bei Betrachtung der jeweils größten Cluster) teils/teils bis eher wenig menschenähnliche Lotsenroboter gestaltet, die nur wenige Robotermerkmale (Körper, Arme, Kopf und teilweise Augen) aufwiesen. Unterschiede gab es bei der Auswahl der Augen: In den Szenarien einmalige Nutzung im Einkaufszentrum und mehrmalige Nutzung im Krankenhaus waren diese teils/teils menschenähnlich; im Szenario einmalige Nutzung im Krankenhaus wurden keine bzw. wenig menschenähnliche Augen gewählt. Interessant ist, dass einzig im Szenario mehrmalige Nutzung im Einkaufszentrum keine Augen ausgewählt wurden.

Kleinere Unterschiede zeigten sich in den kleineren Clustern, bei denen menschenähnliche bis eher menschenähnliche Lotsenroboter bevorzugt wurden, die sich hinsichtlich des Kopfes und Gesichtsbereichs unterschieden. Dabei waren die Gesichtsmerkmale bei der einmaligen Nutzung etwas menschenähnlicher als bei der mehrmaligen Nutzung in beiden Einsatzgebieten.

Insgesamt nutzten die Befragten, für die Gestaltung der Lotsenroboter im Rahmen der Fallvignetten, am häufigsten die Auswahl der Körper, Arme, Köpfe und teilweise Augen. Am seltensten wurden Nase und Ohren, hin und wieder Mund und Augenbrauen ausgewählt. Neben Körper, Kopf und Arme, sind folglich bei den Gesichtsmerkmalen vorwiegend Augen relevant. Zu Berücksichtigen ist, dass die Relevanz an den ausgewählten Merkmalen gemessen, jedoch nicht explizit erhoben wurde.

Szenarienübergreifend wurden mehrheitlich der eher wenig menschenähnliche Körper, der teils/teils menschenähnliche Kopf, und die wenig menschenähnlichen Augen zur Gestaltung der Lotsenroboter genutzt. Hinsichtlich der Arme wählten die Befragten bei der einmaligen Nutzung in beiden Einsatzgebieten menschenähnliche und bei der mehrmaligen Nutzung teils/teils menschenähnliche Arme.

In Bezug auf die Roboterarme ist zu beachten, dass diese im Rahmen der Fallvignetten impliziert wurden. Die Fallvignetten wurden so formuliert, dass anzunehmen wäre, dass der Roboter Arme haben müsste, um seine Zusatzdienste ausführen zu können. Diese könnten jedoch auch durch Instrumentarien am Roboter realisiert werden. Das Vorhandensein von Armen ist daher nicht zwingend erforderlich, wie der Shoppingroboter TOOMAS beweist, welcher Nutzerinnen und Nutzern eine Preisauskunft anbietet. Dies wurde in den Fallvignetten jedoch nicht deutlich gemacht, da es von Interesse war, herauszufinden, für wie viele Befragte der Roboter demzufolge Arme haben soll und wie menschenähnlich diese sind. Interessanterweise wurde als Begründung für Roboterarme teilweise angegeben, dass der Roboter somit den Weg oder das Produkt via Zeigegesten beschreiben kann.

In Bezug auf die entwickelten Skalen zur Messung der Wahrnehmung der Menschenähnlichkeit (Skalen MWM) für die Robotermerkmale zeigte sich, dass es häufig noch Ab-

weichungen zwischen subjektiv wahrgenommener und objektiv zugeordneter Menschenähnlichkeit bei den gestalteten Lotsenrobotern gibt. Die meiste Übereinstimmung (fünf bis sechs von acht übereinstimmenden Merkmalen) gab es bei den als menschenähnlich (mehrmalige Nutzung in beiden Einsatzgebieten) wahrgenommenen Lotsenrobotern. Es ist anzunehmen, dass hier die Abbildungen den entsprechenden Ausprägungen entsprachen. Bei den teils/teils und eher wenig menschenähnliche wahrgenommenen Lotsenrobotern gab es etwa zur Hälfte Übereinstimmungen. Die größten Abweichungen gab es bei den als eher menschenähnlich wahrgenommenen Lotsenrobotern. Wie in den Ausführungen in Kapitel 5.4, scheinen für Nutzerinnen und Nutzer Roboter bereits menschenähnlich, wenn diese menschenähnliche Merkmale wie Körper- und Gesichtsmerkmale besitzen, unabhängig davon, ob diese abstrakt oder realistisch menschenähnlich sind. Das bloße Vorhandensein dieser Merkmale macht den Roboter bereits menschenähnlich. Dies spiegelt sich ebenfalls in dem Vergleich der objektiven Zuordnung zwischen Merkmalsausprägung und Einordnung auf der Skala MWM mit der subjektiven Wahrnehmung des Roboteraussehens hinsichtlich ihrer Menschenähnlichkeit durch die Befragten wider. Dabei zeigte sich, dass, je mehr Robotermerkmale der Lotsenroboter aufwies, desto menschenähnlicher wurde er wahrgenommen: Beim wenig menschenähnlichen Roboter wurden nur drei, beim menschenähnlichen Roboter alle acht Robotermerkmale zur Gestaltung genutzt. Folglich bestätigt sich die Annahme in der Literatur, dass die Menschenähnlichkeit mit der Anzahl der vorhandenen Merkmale abgebildet werden kann.

Hinsichtlich der Merkmale gab es die meisten Übereinstimmungen bezüglich der Körper, Köpfe und Arme. Folglich entsprachen hier die Abbildungen den zugeordneten Ausprägungen. Die meisten Abweichungen zeigten sich bei den Augen, Mund, einzeln beim Kopf (eher menschenähnliche Lotsenroboter), Ohren (menschenähnliche Lotsenroboter), sowie Körper und Arme (wenig menschenähnliche Lotsenroboter).

Insgesamt zeigten die deskriptiven Ergebnisse, dass die entwickelten Skalen zur Messung der Wahrnehmung der Menschenähnlichkeit der einzelnen Robotermerkmale teilweise nicht valide genug die Menschenähnlichkeit abbilden und weiter überarbeitet werden müssen. Aufgrund der teilweise sehr geringen Fallzahlen in den einzelnen Clustern ist es jedoch schwierig, die Ergebnisse zu interpretieren. Zudem ist die subjektive Wahrnehmung von dem Empfinden der oder des Befragten abhängig, so dass subjektive Wahrnehmung und objektive Zuordnung der Robotermerkmale nicht zwangsläufig übereinstimmen müssen. Bereits das Vorhandensein eines Merkmals kann den Roboter für die oder den Befragten bereits menschenähnlich erscheinen lassen, auch wenn das gewählte Merkmal einer eher wenig oder wenig menschenähnlichen Merkmalsausprägung zugeordnet ist.

Eine Einschränkung dieses Experimentes ist die unkontrollierte Erhebungs- bzw. Untersuchungssituation, was eine geringere interne Validität zur Folge haben kann (Bortz & Döring, 2006; Gnambs, 2010). Potenzielle Störeinflüsse wie Unterbrechungen, die Beein-

flussung durch anwesende Dritte oder Ablenkungen in der Umgebung während des Untersuchungsablaufes konnten folglich nicht ausgeschlossen werden (Reips, 1997). Zugleich konnten durch dieses Design weitestgehend Versuchsleitereffekte ausgeschlossen werden.

Aufgrund der Stichprobenziehung, die nur die Studierenden der Technischen Universität Ilmenau umfasst, konnte eine homogene Gruppe und damit eine hohe externe Validität erzielt werden. Diese ist jedoch durch den Umstand der eingesetzten Fallvignetten eingeschränkt, aufgrund der dadurch geschaffenen künstlichen Situation: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollten sich in eine Situation hinein versetzen und diese bewerten. Allgemeingültige Aussagen über die Ergebnisse können folglich nicht getroffen werden.

Des Weiteren fand vorwiegend eine Selbstselektion der Studierenden statt, wodurch sich die Ergebnisse verzerren können, da eventuell vorwiegend am Themengebiet interessierte Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Befragung teilnahmen.

Der eingesetzte Online-Konfigurator diente dazu, dass die Befragten nicht nur aus einer Reihe von Bildern bzw. Videos, wie in anderen Studien angewandt (siehe Lohse et al. 2009, Hegel et al., 2008), Robotern Kategorien zuordnen, sondern sie frei ihren Roboter gestalten konnten. Natürlich waren dabei Grenzen bei der Variationsvielfalt gesetzt, was wiederum zu Verzerrungen in den Ergebnissen führen kann. Folglich könnten Robotermerkmale ausgewählt worden sein, die nur zum Rest der bereits gewählten Merkmale passten, aber nicht dem Wunsch der Teilnehmerin oder des Teilnehmers entsprachen. Um dem zu entgegen, wurde bereits bei der Entwicklung der Skalen auf eine harmonische Abstimmung aller Robotermerkmale und deren Ausprägung geachtet. Dennoch kann dies subjektiv unterschiedlich wahrgenommen und empfunden werden.

Zur Erfassung des komplexen Konstrukts der Wahrnehmung der Menschenähnlichkeit, sollte in anschließenden Studien mehr als nur ein Item zur Erhebung genutzt werden, wie bspw. bei Hinds et al. (2004), der zur Erfassung der Menschlichkeit sieben Items (sieht aus wie eine Maschine, sieht aus wie eine Person, hat menschliche Merkmale, hat maschinenähnliche Merkmale etc.) auf einer Zustimmungsskala bewerten ließ.

Kapitel 6

Zusammenfassung der Ergebnisse, Diskussion und Ausblick

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Einfluss der sozio-emotionalen Akzeptanzfaktoren *Roboterpersönlichkeit*, *taktile Interaktionsfähigkeit* und *Robotersehen* auf die *soziale Akzeptanz* und *Nutzungsintention* zu untersuchen, denn der Forschungsstand zeigte, dass nicht nur eine gute Usability einen Einfluss auf die Akzeptanz von Servicerobotern hat, sondern zunehmend sozio-emotionale Faktoren, die bei Lotsenrobotern von Bedeutung sein können.

Diesbezüglich wurden drei Experimente durchgeführt, die jeweils einen der genannten Akzeptanzfaktoren untersuchten. Die Entscheidung für die Durchführung von experimentellen Untersuchungen begründete sich darin, die vermuteten Kausalitäten eindeutiger prüfen zu können, als bspw. mit Hilfe von Korrelationsstudien. Durch die bewusste Manipulation der Versuchsbedingungen kann der Einfluss der unabhängigen Variablen auf die jeweilige abhängige Variable schlüssig aufgezeigt werden.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen eines Feldexperimentes wurde dem etablierten Shoppingroboter TOOMAS auf Basis eines zuvor entwickelten Extraversions-Konzeptes eine extravertierte Persönlichkeit implementiert und diese mit einer Standardversion des Roboters verglichen. 194 Versuchspersonen ließen sich im Rahmen des Feldexperimentes von dem extravertierten Roboter oder der Standardversion des Roboters TOOMAS durch einen Baumarkt führen. Dabei wurde der extravertiert gestaltete Roboter auch von den Versuchspersonen als extravertiert wahrgenommen und erfuhr insgesamt eine höhere soziale Akzeptanz und Nutzungsintention als der Standardroboter.

In dem Laborexperiment wurde die taktile Interaktionsfähigkeit anhand des Nao-Roboters anhand von $n=48$ Versuchspersonen untersucht. Die taktile Interaktion meint dabei speziell die Reaktion des Nao-Roboters auf die Berührung der Versuchsperson am Ende der Interaktion. Für die Untersuchung wurden einem Nao-Roboter zwei Interaktionsabläufe programmiert (Nao mit taktile vs. Nao ohne taktile Interaktion), die jeweils bei

der Interaktion mit einer Versuchsperson abgespielt wurden. Beide Versionen wurden miteinander verglichen. Dabei zeigte sich, dass der Nao mit taktiler Interaktion signifikant positiver hinsichtlich der sozialen Akzeptanz und Nutzungsintention bewertet wurde als der Nao-Roboter ohne taktiler Interaktion.

Zuletzt diente ein Online-Experiment, an der $n=131$ Befragte teilnahmen, dazu, das Roboteraussehen mit Hilfe zweier Videos zu untersuchen. Verglichen wurde dabei der eher menschenähnliche Shoppingroboter TOOMAS mit dem eher weniger menschenähnlichen Shoppingroboter Werner. Es zeigte sich, dass der eher menschenähnliche Shoppingroboter eine höhere soziale Akzeptanz und Nutzungsintention erfuhr, als der eher weniger menschenähnliche Shoppingroboter. Darüber hinaus wurde im Rahmen des Online-Experimentes untersucht, inwiefern sich das Roboteraussehen in verschiedenen Einsatzgebieten und bei unterschiedlichen Nutzungsintensitäten unterscheidet. Um dabei das Roboteraussehen nicht auf Abbildungen von Robotern zu beschränken, wurde ein Online-Konfigurator eingesetzt, mit dessen Hilfe die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Roboter selbst kreieren konnten. Die Kreationen basierten auf Fallvignetten, bei denen sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in verschiedene Situationen hinein versetzen sollten (Nutzung im Krankenhaus vs. Einkaufszentrum und einmalige vs. mehrmalige Nutzung). Es zeigten sich kaum Unterschiede. Szenarienübergreifend wurden vorwiegend teils/teils bis eher wenig menschenähnliche Roboter gestaltet. Häufigst genutzte Gestaltungselemente waren dabei Roboterkörper, -arme, -kopf und -augen. Nase und Mund wurden teilweise und Augenbrauen und Ohren am seltensten für die Gestaltung der Roboter verwendet.

Insgesamt konnte die Relevanz der untersuchten sozio-emotionalen Akzeptanzfaktoren für die Mensch-Roboter-Interaktion mit einem Lotsenroboter bestätigt werden. Alle drei übten einen positiven Einfluss auf die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention aus. Darüber hinaus zeigte sich hypothesenkonform bei allen drei Faktoren, dass bei steigender sozialer Akzeptanz (bzw. Likeability beim Faktor *Roboteraussehen*) auch die Nutzungsintention stieg.

Methodische Einschränkungen

Im Rahmen der Untersuchungen wurde versucht durch die Ansprache der affektiven Komponente die Einstellungsakzeptanz positiv zu beeinflussen, die wiederum Einfluss auf das Verhalten und damit die Nutzung hat. Kritisch zu betrachten ist jedoch, dass nicht immer die Einstellung mit dem Verhalten konform ist. So kann es vorkommen, dass Nutzerinnen und Nutzer zwar eine positive Einstellung gegenüber Servicerobotern haben, sie aber dennoch nicht nutzen, aufgrund diverser Ursachen (z. B. weil sie keine Notwendigkeit darin sehen ihn zu nutzen, sie lieber mit Menschen interagieren etc.). Zum Beispiel können auch soziale Werte und Normen das Verhalten beeinflussen. Wenn Serviceroboter als Ersatz für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gesehen werden, kann man zwar Servicerobotern gegenüber positiv eingestellt sein, dennoch nutzt man sie nicht, weil man nicht möchte, dass dadurch Arbeitsplätze eingespart werden. Dieser Fakt wurde in der TRA von Fishbein (1975) berücksichtigt und neben der Einstellung als weitere Komponente (normative

Komponente) in der Theorie aufgenommen. Sowohl Einstellungen als auch soziale Werte und Normen waren nicht Teil der Untersuchungen und können entsprechend einen Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse haben. Aufgrund des jeweiligen Umfangs der einzelnen Experimente, wurde darauf verzichtet, die Einstellung im Detail (da das jeweilige System beurteilt wurde) und die Wertevorstellung als Variablen zu erheben. Eine Beeinflussung kann aufgrund dessen nicht ausgeschlossen werden und die Ergebnisse sind folglich unter Vorbehalt zu betrachten.

Viele der Versuchspersonen nutzten einen Serviceroboter zum ersten Mal, weshalb ein Novitätseffekt nicht ausgeschlossen werden kann. Dabei können Versuchspersonen dazu neigen, den Untersuchungsgegenstand positiver zu bewerten als wenn er ihnen bereits bekannt ist.

Weitere Beeinflussungen der Ergebnisse könnten durch Versuchsleitereffekte und die direkte Akquise der Testpersonen in dem Feld- und Laborexperiment entstanden sein. Im Zuge dessen sei auch auf die nicht mögliche Verblindung der Versuchsleiterinnen und Versuchsleiter hingewiesen. Im Rahmen des Online-Experimentes konnten diese Umstände ausgeschlossen werden. Zugleich lag jedoch eine unkontrollierte Erhebungs- bzw. Untersuchungssituation vor, da die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den Online-Fragebogen an den unterschiedlichsten Orten ausfüllten, was die interne Validität verringert (Bortz & Döring, 2006; Gnambs, 2010). Zudem konnte die Ernsthaftigkeit beim Hineinversetzen in die beschriebenen Situationen der Fallvignetten nicht überprüft werden. Diese stellen darüber hinaus - ebenso wie die Interaktion mit dem Roboter im Laborexperiment - keine realen, sondern stets künstliche Situationen dar, weshalb die Ergebnisse des Labor- und Online-Experimentes nicht mit Mensch-Roboter-Interaktionen in realen Situationen gleichgesetzt werden können.

Des Weiteren kann bei allen drei Experimenten nicht von repräsentativen Nutzerinnen und Nutzern ausgegangen werden, da es sich jeweils um Ad-Hoc-Stichproben handelt, die zugleich eine Selbstselektion aufwiesen. Im Rahmen des Feldexperimentes waren dies, die sich gerade im Baumarkt befindenden Kundinnen und Kunden. Im Falle des Labor- und Online-Experimentes jeweils Studierende und Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Hochschule Ruhr-West und der Technischen Universität Ilmenau.

Bezüglich der Fragebogenkonstruktion ist anzumerken, dass in anschließenden Untersuchungen zur Erhebung des komplexen Konstrukts Menschenähnlichkeit, der Nutzungsintention und des Nutzsparbes mehr als nur ein Item genutzt werden sollte, wie bspw. bei Hinds, Roberts und Jones (2004), die zur Erfassung der Menschlichkeit sieben Items (sieht aus wie eine Maschine, sieht aus wie eine Person, hat menschliche Merkmale, hat maschinenähnliche Merkmale etc.) auf einer Zustimmungsskala bewerten ließen oder wie bei Iwamura, Shiomi, Kanda, Ishiguro und Hagita (2011) und Heerink, Kröse, Evers und Wielinga (2010), die jeweils drei Items zur Messung der Nutzungsintention und fünf Items für den Nutzsparbes heranzogen.

Bezüglich des Feldexperimentes ist noch anzumerken, dass die Extraversions-Merkmale

aus forschungsökonomischen Gründen im Bündel und nicht separat oder in unterschiedlicher Kombination getestet wurden, da lediglich ein Roboter zur Verfügung stand, um die extravertierten Merkmale zu implementieren. Es ist davon auszugehen, dass durch die Veränderungen eines Merkmals ein anderer Shoppingroboter kreiert wird und sich dadurch die Ergebnisse verändern. Für den Erhalt validerer Ergebnisse sollte in zukünftigen Untersuchungen ein kontrolliertes experimentelles Design realisiert werden.

Ausblick

In dem Bestreben, die soziale Akzeptanz und Nutzungsintention von Lotsenrobotern zu steigern, sind neben dem Persönlichkeitsmerkmal der Extraversion, der taktilen Interaktionsfähigkeit und dem Robotersehen auch andere Faktoren zu betrachten, wie beispielsweise ein sozial verträgliches Navigationsverhalten. So spielen Rücksichtnahme und Höflichkeit im Zusammenhang mit dem Navigationsverhalten eines mobilen Serviceroboters eine wichtige Rolle (z.B. Einhaltung einer angemessenen Interaktionsdistanz, Anpassung des Fahrtempos an die Gehgeschwindigkeit der Nutzerin und des Nutzers und rechtzeitiges Ausweichen; (Qian et al., 2010b; Satake et al., 2009)).

Natürlich bieten auch die, im Rahmen dieser Arbeit, untersuchten Faktoren weiteres Forschungspotenzial. So können bewegliche Gesichtselemente die Mensch-Roboter-Interaktion dahingehend weiter optimieren, als dass der Roboter in der Lage ist, Gesichtsausdrücke und Emotionszustände darzustellen (Breazeal, 2003; Hegel et al., 2010). Zukünftige Studien könnten darüber hinaus die Implementierung weiterer potenziell extravertiert wirkender Merkmale evaluieren, wie z. B. das Geben von häufigerem Feedback während der Interaktion (kyu Lee & suk Kim, 2006) oder den Einsatz von Füllwörtern (Shiwa et al., 2009).

Bezüglich der taktilen Interaktion können in weiteren Studien andere wichtige Kontaktpunkte, wie die Schulter oder Hand, die nach Jones' und Yarboroughs (1985) in die Kategorie der nicht empfindlichen Körperteile (wie Hand, Ellenbogen, Schulter, Arm oder oberen Rücken) fallen, untersucht werden, um festzustellen, ob diese positivere Ergebnisse erzielen.

Anhang A

Interviewleitfäden und Online-Fragebogen

Anhang A.1

Testpersonen-Nr.:	Uhrzeit:	Datum:
--------------------------	-----------------	---------------

Guten Tag,

wir führen gerade eine Studie über Serviceroboter durch. Hätten Sie vielleicht Lust und Zeit, den Serviceroboter für Ihre Artikelsuche kurz zu testen? Im Anschluss würde ich Ihnen dann ein paar Fragen zu Ihrer Artikelsuche stellen. Ihre Angaben werden selbstverständlich vertraulich behandelt und nur für Forschungszwecke verwendet.

1. Wie oft hatten Sie schon Kontakt mit dem Roboter TOOMAS?				
sehr oft	oft	ab und zu	selten	nie
()	()	()	()	()

Aufgabe: Bitte suchen Sie ihr Produkt mit Hilfe von TOOMAS.

BEOBACHTUNG	
B1. Wurde der Artikel mit Hilfe des Roboters gefunden?	
ja	nein
()	()
Warum:	
B2. Gab es Probleme während der Suche?	
ja	nein
()	()
Warum:	
B3. Wurde die Suche abgebrochen?	
ja	nein
()	()
Warum:	

Ich nenne Ihnen jetzt ein paar Aussagen zu TOOMAS und möchte gerne von Ihnen wissen, inwiefern Sie diesen Aussagen zustimmen oder nicht zustimmen.

(Skala vorlegen!)

2. Wie würden Sie den Serviceroboter <i>TOOMAS</i> einschätzen?								
	stimme voll und ganz zu	stimme zu	stimme eher zu	weder noch	stimme eher nicht zu	stimme nicht zu	stimme gar nicht zu	keine Angabe
<i>TOOMAS</i> ist begeisterungsfähig und kann andere leicht mitreißen.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
<i>TOOMAS</i> ist eher zurückhaltend, reserviert.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
<i>TOOMAS</i> geht aus sich heraus, ist gesellig.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
<i>TOOMAS</i> ist eher der „stille Typ“, wortkarg.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)

3. Wie hat <i>TOOMAS</i> auf Sie gewirkt?								
	stimme voll und ganz zu	stimme zu	stimme eher zu	weder noch	stimme eher nicht zu	stimme nicht zu	stimme gar nicht zu	keine Angabe
<i>TOOMAS</i> wirkt auf mich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)

4. Wie empfinden Sie folgende Merkmale von TOOMAS?								
	stimme voll und ganz zu	stimme zu	stimme eher zu	weder noch	stimme eher nicht zu	stimme nicht zu	stimme gar nicht zu	keine Angabe
4.1 Die Kontaktaufnahme mit TOOMAS finde ich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
4.2 Die Ansprache durch die Rumpfbeschriftung finde ich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
4.3 Die Ansprache durch den Bildschirmtext finde ich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
4.4 Den Gesichtsausdruck von TOOMAS finde ich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
4.5 Das Blinzeln von TOOMAS finde ich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
4.6 Das Zwinkern von TOOMAS finde ich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
4.7 Das Kopfnicken von TOOMAS finde ich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
4.8 Die Sprechgeschwindigkeit von TOOMAS finde ich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)

4.9 Die Lautstärke von TOOMAS finde ich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
4.10 Die Ausdrucksweise von TOOMAS finde ich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
4.11 Den Klang von TOOMAS` Stimme finde ich...								
angenehm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
freundlich	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
sympathisch	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)

5. Bitte geben Sie an, wie Sie zu folgenden Aussagen stehen.								
	stimme voll und ganz zu	stimme zu	stimme eher zu	weder noch	stimme eher nicht zu	stimme nicht zu	stimme gar nicht zu	keine Angabe
Es hat mir Spaß gemacht, TOOMAS zu nutzen.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
Ich werde TOOMAS auch in Zukunft nutzen.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
Ich werde TOOMAS zukünftig für die Produktsuche dem Personal vorziehen.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
Ich war mit dem Umgang mit TOOMAS insgesamt zufrieden.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(88)
Warum sind Sie zufrieden/ unzufrieden?								

Geschlecht (nicht erfragen)	
männlich	weiblich
()	()

Darf ich Sie fragen, wie alt Sie sind?

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Anhang A.2

Testpersonen-Nr.:

VORBEFRAGUNG

1. Vorerfahrung und Interaktion

1.1. Kennen Sie Serviceroboter?

ja	nein
()	()

1.2. Hatten Sie schon einmal mit einem/mehreren Roboter/n interagiert?

ja	nein
()	()
In welchem Rahmen? _____ _____ _____	

1.3. Mit welchen Roboter/n hatten sie schon einmal interagiert?

_____ _____

1.4. Wie oft / Wie viele Male hatten Sie mit dem/n Roboter/n interagiert?

TESTABLAUF

Einführung

Das ist der Roboter Nao. Er kann, mit Hilfe einfacher Sätze, mit Ihnen kommunizieren. Zurzeit kann er allerdings nur Englisch sprechen, lassen Sie sich davon bitte nicht beirren. Sie können mit ihm ganz normal deutsch reden. Nao bewegt sich vollkommen autonom fort. Im Rahmen dieser Studie möchten wir das Verhalten des Roboters untersuchen. Dabei möchten wir untersuchen, wie gut Nao als Shoppingassistent, der Kundinnen und Kunden zu gesuchten Produkten führt, geeignet ist. Um dies beobachten zu können, sollen Sie mit Nao interagieren.

Interaktion mit Nao

Stellen Sie sich dazu vor, Sie sind in einem Supermarkt und suchen den Kaffee, wissen aber nicht, wo er sich befindet. Da keine Verkäuferin und kein Verkäufer in der Nähe ist, wenden Sie sich für Ihre Suche nach dem Kaffee an den Roboter Nao, der Ihnen helfen kann. Am Ende Ihrer Suche bedanken Sie sich bei Nao und berühren ihn, als Zeichen der Dankbarkeit, am Kopf.

BEOBACHTUNG

B.1 Wie wurde der Roboter berührt? (z.B. streicheln, kurze Berührung des Kopfes etc.)

B.2 Gab es technische Probleme?

ja

nein

B.2.1 Wenn ja, welche?

B.3 Gab es Auffälligkeiten bei der Interaktion? (Hier auch Kommentare der Versuchspersonen zur Interaktion erfassen)

NACHBEFRAGUNG

Instruktion: Da der Roboter Nao zurzeit nur Englisch sprechen kann, möchte ich Sie bitten bei der nun anschließenden Befragung nur das Verhalten des Roboters bei Ihren Antworten und Bewertungen zu berücksichtigen.

1. Bewertung der Interaktion

1.1. Wie empfanden Sie die Interaktion mit Nao?

1.2. Was hat Ihnen dabei gut gefallen?

1.3. Was hat Ihnen dabei nicht so gut gefallen?

1.4. Wie angenehm bzw. unangenehm fanden Sie die Interaktion mit dem Roboter Nao?

sehr angenehm	angenehm	eher angenehm	teils/ teils	eher unangenehm	unangenehm	sehr unangenehm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

1.5. Wie freundlich bzw. unfreundlich wirkte der Roboter Nao auf Sie während der Interaktion mit ihm?

sehr freundlich	freundlich	eher freundlich	teils/ teils	eher unfreundlich	unfreundlich	sehr unfreundlich
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

1.6. Wie sympathisch bzw. unsympathisch wirkte der Roboter Nao auf Sie während der Interaktion mit ihm?						
sehr sympathisch	sympathisch	eher sympathisch	teils/ teils	eher unsympathisch	unsympathisch	sehr unsympathisch
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

1.7. Hat es Ihnen Spaß gemacht mit dem Roboter Nao zu interagieren?						
sehr viel Spaß	Spaß	eher Spaß	teils/ teils	eher keinen Spaß	keinen Spaß	überhaupt keinen Spaß
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

1.8. Würden Sie den Roboter zukünftig für eine Artikelsuche nutzen?						
ja, definitiv	ja	eher ja	teils/ teils	eher nein	nein	definitiv nicht
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

2. Bewertung der Roboterreaktion

2.1 Ist Ihnen am Ende der Interaktion (als Sie den Roboter berührten) etwas aufgefallen?	
ja	nein
()	()
_____	_____
_____	_____

2.2 Würden Sie in der Realität auch einen Roboter berühren, um ihm Ihre Dankbarkeit bzw. Ihre Würdigung für seine getane Arbeit oder seinen Service auszudrücken?	
ja	nein
()	()
2.2.1 Wo und in welcher Art und Weise würden Sie ihn berühren? _____	2.2.2 Warum nicht? _____
_____	_____

<p>2.2.3 Welche Reaktion würden Sie dann von dem Roboter erwarten?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>2.2.4 Was wäre für Sie eine alternative Aktion in einer solchen Situation?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
---	--

Anmerkung: Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter mit taktiler Interaktion interagierten und sich nicht an eine Reaktion erinnerten, sollen den Roboter noch mal berühren, um die Reaktion zu sehen.

Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter ohne taktiler Interaktion interagierten, bestätigen, dass der Roboter keine Reaktion bzw. eine Reaktion in Form einer Nicht-Reaktion gezeigt hat.

<p>2.3 Wie fanden Sie diese Reaktion (bzw. Nicht-Reaktion) des Roboters Nao auf Ihre Berührung?</p>
<p>_____</p> <p>_____</p>

Instruktion: Ich möchte Sie nun bitten, nachfolgend nur den Moment zu bewerten, als Sie den Nao-Roboter berührten und er reagierte (bzw. nicht reagierte).

2.4. Wie angenehm bzw. unangenehm fanden Sie die Reaktion des Roboters Nao?						
sehr angenehm	angenehm	eher angenehm	teils/ teils	eher unangenehm	unangenehm	sehr unangenehm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

2.5. Wie freundlich bzw. unfreundlich wirkte der Roboter Nao durch seine Reaktion auf Sie?						
sehr freundlich	freundlich	eher freundlich	teils/ teils	eher unfreundlich	unfreundlich	sehr unfreundlich
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

2.6. Wie sympathisch bzw. unsympathisch wirkte der Roboter Nao durch seine Reaktion auf Sie?						
sehr sympathisch	sympathisch	eher sympathisch	teils/ teils	eher unsympathisch	unsympathisch	sehr unsympathisch
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

2.7. Hat es Ihnen in dem Moment Spaß gemacht, mit dem Roboter Nao zu interagieren?						
sehr viel Spaß	Spaß	eher Spaß	teils/ teils	eher keinen Spaß	keinen Spaß	überhaupt keinen Spaß
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

2.8. Würden Sie den Roboter, aufgrund der Tatsache, dass er auf Berührungen reagiert, zukünftig für eine Artikelsuche nutzen?						
ja, definitiv	ja	eher ja	teils/ teils	eher nein	nein	definitiv nicht
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

Anmerkung: Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter ohne taktiler Interaktion interagierten, sollen den Roboter noch mal berühren, um die Reaktion zu sehen.

Instruktion: Ich möchte Sie bitten, dass Sie den Roboter noch einmal am Kopf berühren.

2.9. Wie fanden Sie jetzt die Reaktion des Roboters Nao auf Ihre Berührung?
<hr/> <hr/> <hr/>

SOZIODEMOGRAFISCHE ANGABEN

Geschlecht (nicht erfragen)	
männlich	weiblich
()	()

Darf ich Sie fragen, wie alt Sie sind?

Anhang A.3.1

1. Studie zur Skalvalidierung

SKALENÜBERPRÜFUNG

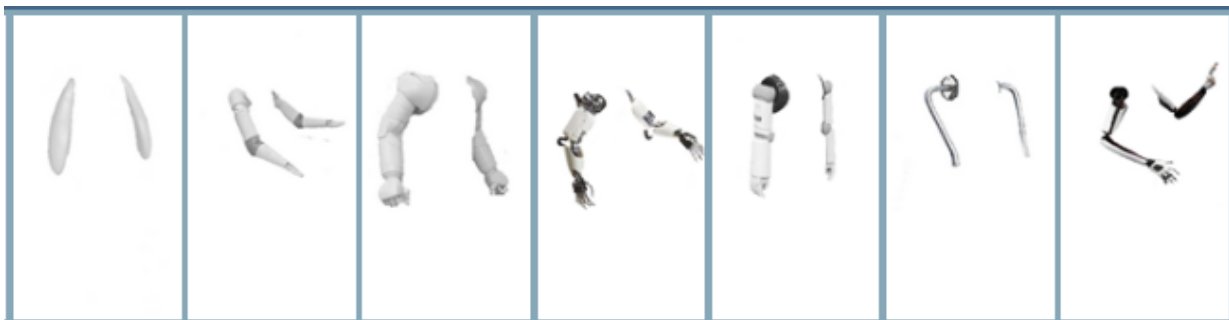
Ordnen Sie bitte die dargestellten Abbildungen der einzelnen Robotermerkmale den nachfolgenden Ausprägungen zu!

Körper



1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Arme



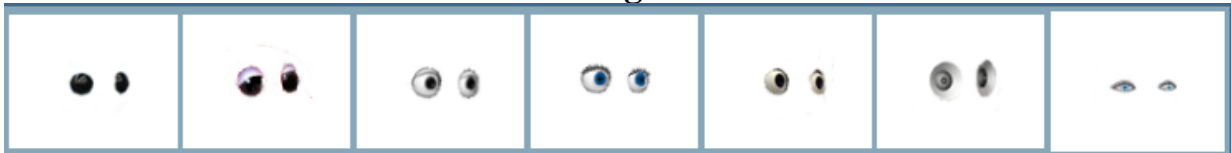
1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Kopf



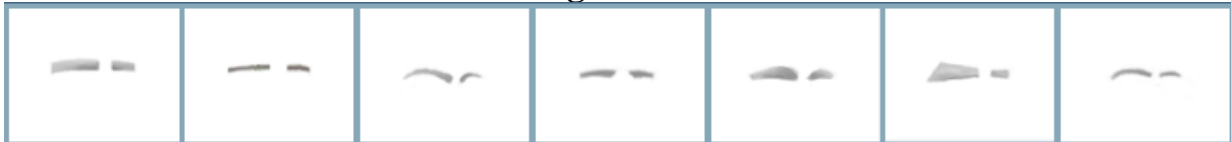
1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Augen



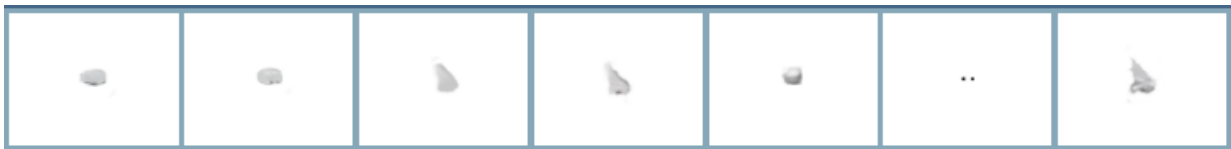
1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Augenbrauen



1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Nase



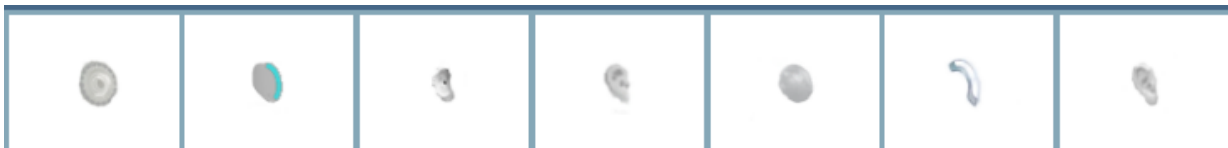
1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Mund



1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Ohren



1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Abbildungen von Körpern

sehr wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich	sehr menschen-ähnlich

Abbildungen von Armen

sehr wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich	sehr menschen-ähnlich

Abbildungen von Köpfen

sehr wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich	sehr menschen-ähnlich

Abbildungen von Augen

sehr wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich	sehr menschen-ähnlich

Abbildungen von Augenbrauen

sehr wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich	sehr menschen-ähnlich

Abbildungen von Nasen

sehr wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich	sehr menschen-ähnlich

Abbildungen von Mündern

sehr wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich	sehr menschen-ähnlich

Abbildungen von Ohren

sehr wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich	sehr menschen-ähnlich

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Anhang A.3.2

2. Studie zur Skalvalidierung

Testpersonen-Nr.:

VORBEFRAGUNG

1. Vorerfahrung und Interaktion

1.1. Kennen Sie Serviceroboter?

ja	nein
()	()

1.2. Hatten Sie schon einmal mit einem/mehreren Roboter/n interagiert?

ja	nein
()	()
In welchem Rahmen? _____ _____ _____	

1.3. Mit welchem/n Roboter/n hatten sie schon einmal interagiert?

1.4. Wie oft / Wie viele Male hatten Sie mit dem/n Roboter/n interagiert?

FALLVIGNETTE

Stellen Sie sich vor, Sie sind in einem Einkaufsmarkt und suchen ein bestimmtes Produkt. Der Einkaufsmarkt ist sehr groß und unübersichtlich und Sie wissen nicht, wo sich das Produkt befindet und eine Mitarbeiterin/ ein Mitarbeiter ist nicht in Ihrer Nähe, die/ den Sie fragen könnten. Daher nehmen Sie die Hilfe eines so genannten Shoppingroboters in Anspruch, der alle Produktstandorte kennt und Sie zu Ihrem gesuchten Produkt bringt. Daneben gibt er Ihnen weitere Produktinformationen (Preis, Inhaltsstoffe, Bewertung der Stiftung Warentest, Bio-Siegel, etc.).

1.5. Wie wichtig ist Ihnen dabei das Aussehen des Shoppingroboters?

sehr wichtig	wichtig	eher wichtig	egal	eher unwichtig	unwichtig	vollkommen unwichtig
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Warum ist es wichtig/ unwichtig?		<hr/> <hr/>				

1.6. Wie sollte der Shoppingroboter aussehen? Welche Merkmale sollte er haben?

<hr/> <hr/>	
Warum?	<hr/> <hr/>

SKALENÜBERPRÜFUNG

Ordnen Sie bitte die dargestellten Abbildungen der einzelnen Robotermerkmale den nachfolgenden Ausprägungen zu!

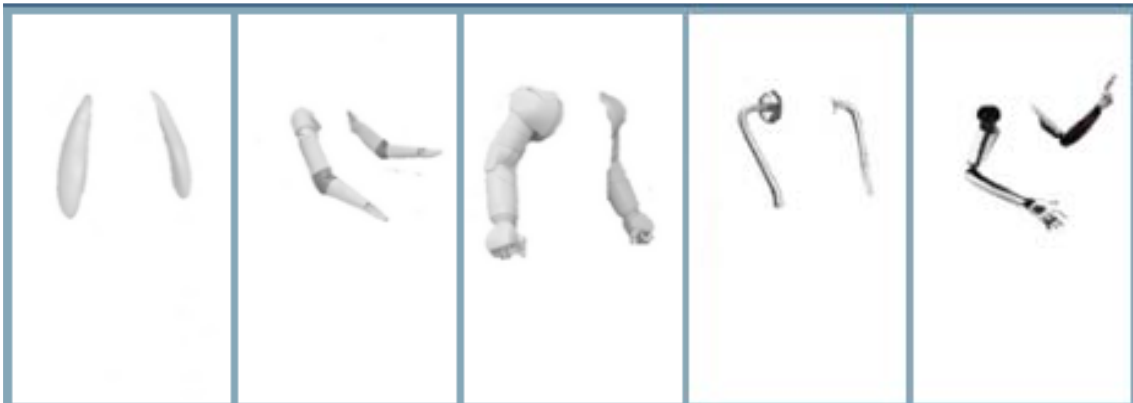
Anmerkung: Abbildungen werden jeweils randomisiert gezeigt!

Körper



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Arme



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Kopf



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Augen



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Augenbrauen



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Nase



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Mund



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Ohren



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Abbildungen von Körpern

wenig menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschenähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Armen

wenig menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschenähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Köpfen

wenig menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschenähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Augen

wenig menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschenähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Augenbrauen

wenig menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschenähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Nasen

wenig menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschenähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Mündern

wenig menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschenähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Ohren

wenig menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschenähnlich	menschenähnlich

Anmerkung: Abweichungen zwischen Abbildung und ausgewählter Ausprägung hinterfragen!

SOZIODEMOGRAFISCHE ANGABEN

Geschlecht (nicht erfragen)	
------------------------------------	--

männlich	weiblich
----------	----------

()	()
-----	-----

Darf ich Sie fragen, wie alt Sie sind?

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Anhang A.3.3

3. Studie zur Skalvalidierung

Körper



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Arme



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Kopf



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Augen



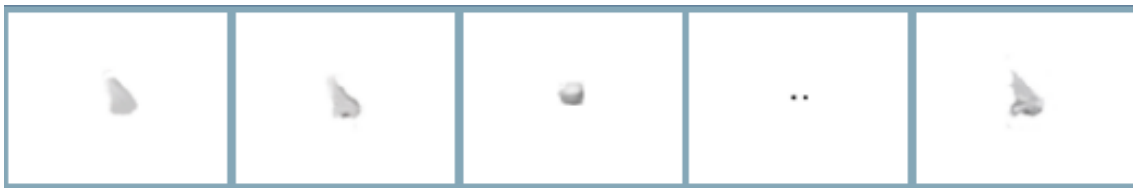
1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Augenbrauen



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Nase



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Mund



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Ohren



1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Abbildungen von Körpern

wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Armen

wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Köpfen

wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Augen

wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Augenbrauen

wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Nasen

wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Münder

wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschenähnlich

Abbildungen von Ohren

wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschenähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschenähnlich

Anhang A.3.4

Finale Skalen für den Online-Konfigurator

Körper



wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich
------------------------	-----------------------------	--------------	-----------------------	------------------

Arme



wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich
------------------------	-----------------------------	--------------	-----------------------	------------------

Kopf



wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich
------------------------	-----------------------------	--------------	-----------------------	------------------

Augen



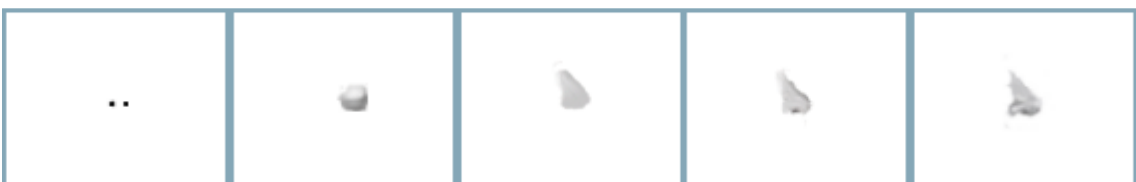
wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich
------------------------	-----------------------------	--------------	-----------------------	------------------

Augenbrauen



wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich
------------------------	-----------------------------	--------------	-----------------------	------------------

Nase



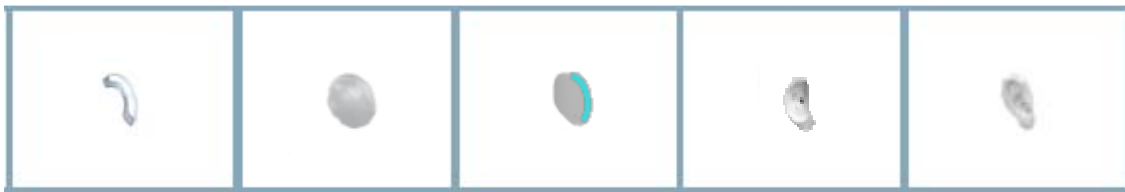
wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich
------------------------	-----------------------------	--------------	-----------------------	------------------

Mund



wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich
------------------------	-----------------------------	--------------	-----------------------	------------------

Ohren



wenig menschen-ähnlich	eher wenig menschen-ähnlich	teils/ teils	eher menschen-ähnlich	menschen-ähnlich
------------------------	-----------------------------	--------------	-----------------------	------------------

Anhang A.3.5

Online-Fragebogen

EINLEITUNG

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

in Zukunft erwarten uns viele neue Technologien, unter anderem auch **Serviceroboter**, die verschiedene Dienstleistungen für uns verrichten. Dabei stellt sich bei der Entwicklung die Frage, wie diese Serviceroboter aussehen sollen.

In dieser Studie geht es daher um Ihre Präferenzen bezüglich des Aussehens von Servicerobotern. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten, Ihre persönliche Meinung zählt. Ihre Teilnahme ist selbstverständlich **freiwillig**, die Ergebnisse werden jedoch umso aussagekräftiger, je mehr Personen den Fragebogen ausfüllen. Die Bearbeitung dauert üblicherweise nicht länger als **ca. 20 Minuten**, je nachdem, wie kreativ Sie bei der Gestaltung Ihres persönlichen Serviceroboters werden.

Die Befragung ist natürlich vollkommen **anonym**. Ihre Angaben dienen rein wissenschaftlichen Zwecken. Bitte füllen Sie den Fragebogen sorgfältig aus und beachten Sie die Hinweise.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung und viel Spaß!

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an yvonne.ludewig@tu-ilmenau.de

FALLVIGNETTEN & ONLINEKONFIGURATOR

Anmerkung: Fallvignetten werden je nach Setting und jeweils innerhalb der Settings randomisiert zugeordnet (Versuchspersonen erhalten jeweils zwei Fallvignetten: immer beide Einsatzszenarien, entweder zur Einmalnutzung oder mehrfachen Nutzung des jeweiligen Roboters).

1. Setting: Variation des Einsatzszenarios Krankenhaus vs. Einkaufsmarkt (Einmalnutzung)

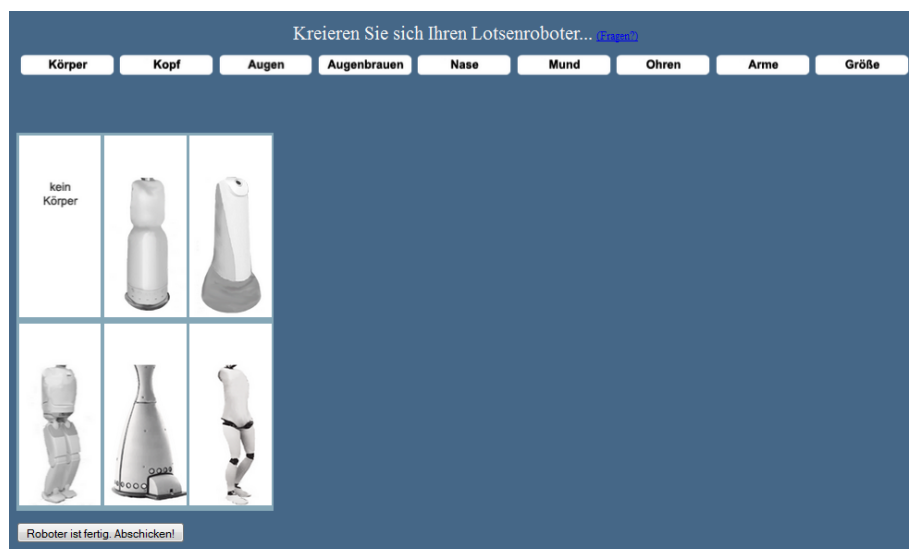
Bitte stellen Sie sich folgende Situation vor:

Sie sind einen Tag im Krankenhaus und müssen für eine Untersuchung in ein Behandlungszimmer auf einer anderen Station. Das Krankenhaus ist sehr groß und unübersichtlich und Sie wissen nicht, wo sich das Behandlungszimmer befindet. Daher nehmen Sie die Hilfe eines so genannten Lotsenroboters in Anspruch, der alle Behandlungszimmer auf den einzelnen Stationen kennt und Sie direkt zu dem entsprechenden Behandlungszimmer bringt. Daneben kontrolliert der Lotsenroboter zwei Mal am Tag Ihre Vital-Daten (Blutdruck und Körpertemperatur).

1.1. Wie wichtig ist Ihnen dabei das Aussehen des Lotsenroboters?						
sehr wichtig	wichtig	eher wichtig	egal	eher unwichtig	unwichtig	vollkommen unwichtig
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Warum ist es wichtig/unwichtig?		<hr/> <hr/>				

Kreieren Sie nachfolgend Ihren persönlichen Lotsenroboter, der Sie im Krankenhaus zu der entsprechenden Station bringen soll.

Anmerkung: Automatische Weiterleitung zur Webseite des Onlinekonfigurators:
<http://tf.weimarnetz.de/lotsenroboter/index.php>



Anmerkung: Nach Klicken des Buttons „Roboter ist fertig. Abschicken!“, automatische Weiterleitung zurück zum Online-Fragebogen:

1.2. Warum haben Sie Ihren Lotsenroboter so gestaltet? Welche weiteren Gestaltungsmöglichkeiten hätten Sie sich noch gewünscht?
<hr/> <hr/>

1.3. Wie soll Ihr kreierter Lotsenroboter farblich gestaltet sein? Welche Farbe/n soll Ihr Lotsenroboter haben? Warum?

<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black;"/>

Bitte bewerten Sie nun Ihren kreierten Lotsenroboter!

1.4. Als wie menschenähnlich bewerten Sie Ihren kreierten Lotsenroboter?

menschen-ähnlich	eher menschen-ähnlich	teils/teils	eher wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Inwiefern stimmen Sie den nachfolgenden Aussagen zu?

Instruktion: Lesen Sie dazu bitte jede Aussage genau durch und kreuzen Sie als Antwort die Kategorie an, die Ihre Sichtweise am besten ausdrückt. Lassen Sie keine Aussage aus. Auch wenn Ihnen einmal die Entscheidung schwer fällt, kreuzen Sie trotzdem immer eine Antwort an, und zwar die, welche für Sie noch am ehesten zutrifft.

	stimme voll und ganz zu	stimme zu	stimme eher zu	weder noch	stimme eher nicht zu	stimme nicht zu	stimme gar nicht zu
Das äußere Erscheinungsbild des Lotsenroboters ist angenehm.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Lotsenroboters wirkt dieser freundlich.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Lotsenroboters wirkt dieser sympathisch.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Ich würde den Lotsenroboter zukünftig nutzen.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	<i>→ weiter mit Frage 1.6.</i>						

1.5. Warum würden Sie den Lotsenroboter zukünftig nicht nutzen?

<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black;"/>

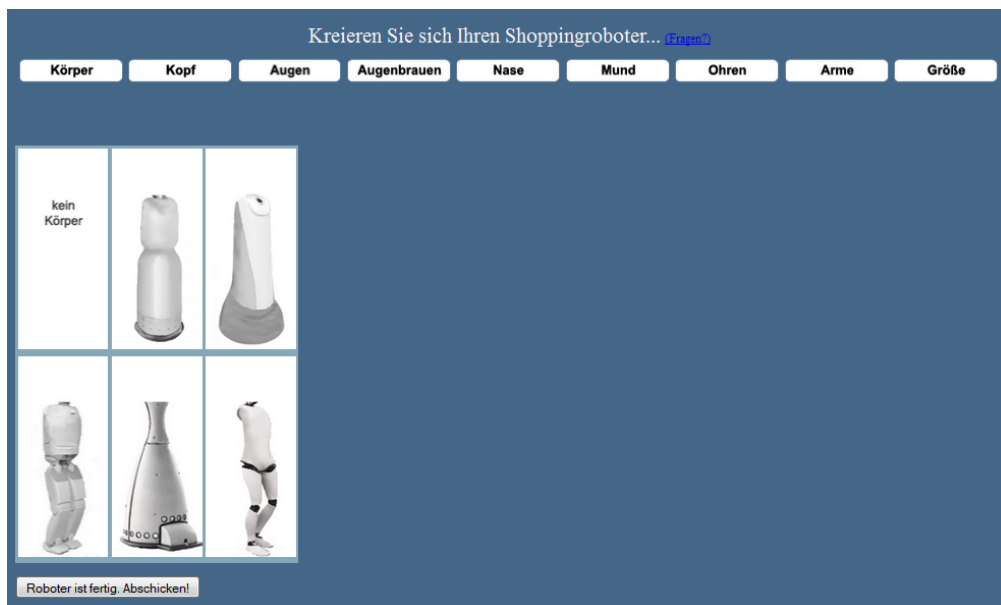
Bitte stellen Sie sich folgende weitere Situation vor:

Sie sind in einem Einkaufsmarkt und suchen ein bestimmtes Produkt. Der Einkaufsmarkt ist sehr groß und unübersichtlich und Sie wissen nicht, wo sich das Produkt befindet. Daher nehmen Sie die Hilfe eines so genannten Shoppingroboters in Anspruch, der alle Produktstandorte kennt und Sie zu Ihrem gesuchten Produkt bringt. Daneben gibt er Ihnen weitere Produktinformationen (Preis, Inhaltsstoffe, Bewertung der Stiftung Warentest, Bio-Siegel, etc.).

1.6. Wie wichtig ist Ihnen dabei das Aussehen des Shoppingroboters?						
sehr wichtig	wichtig	eher wichtig	egal	eher unwichtig	unwichtig	vollkommen unwichtig
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Warum ist es wichtig/ unwichtig?		<hr/> <hr/>				

Kreieren Sie nachfolgend Ihren persönlichen Shoppingroboter, der Sie im Einkaufsmarkt zu Ihrem gesuchten Artikel bringen soll.

Anmerkung: Automatische Weiterleitung zur Webseite des Onlinekonfigurators:
<http://tf.weimarnetz.de/lotsenroboter/index.php>



Anmerkung: Nach Klicken des Buttons „Roboter ist fertig. Abschicken!“, automatische Weiterleitung zurück zum Online-Fragebogen:

1.7. Warum haben Sie Ihren Shoppingroboter so gestaltet? Welche weiteren Gestaltungsmöglichkeiten hätten Sie sich noch gewünscht?
<hr/> <hr/>

1.8. Wie soll Ihr kreierter Shoppingroboter farblich gestaltet sein? Welche Farbe/n soll Ihr Shoppingroboter haben? Warum?

Bitte bewerten Sie nun Ihren kreierten Shoppingroboter!

1.9. Als wie menschenähnlich bewerten Sie Ihren kreierten Shoppingroboter?

menschen-ähnlich	eher menschen-ähnlich	teils/teils	eher wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Inwiefern stimmen Sie den nachfolgenden Aussagen zu?

Instruktion: Lesen Sie dazu bitte jede Aussage genau durch und kreuzen Sie als Antwort die Kategorie an, die Ihre Sichtweise am besten ausdrückt. Lassen Sie keine Aussage aus. Auch wenn Ihnen einmal die Entscheidung schwer fällt, kreuzen Sie trotzdem immer eine Antwort an, und zwar die, welche für Sie noch am ehesten zutrifft.

	stimme voll und ganz zu	stimme zu	stimme eher zu	weder noch	stimme eher nicht zu	stimme nicht zu	stimme gar nicht zu
Das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters ist angenehm.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters wirkt dieser freundlich.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters wirkt dieser sympathisch.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Ich würde den Shoppingroboter zukünftig nutzen.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	<i>→ weiter mit Frage 2.1.</i>						

1.10. Warum würden Sie den Shoppingroboter zukünftig nicht nutzen?

2. *Setting: Variation des Einsatzszenarios Krankenhaus vs. Einkaufsmarkt (mehrfache Nutzung)*

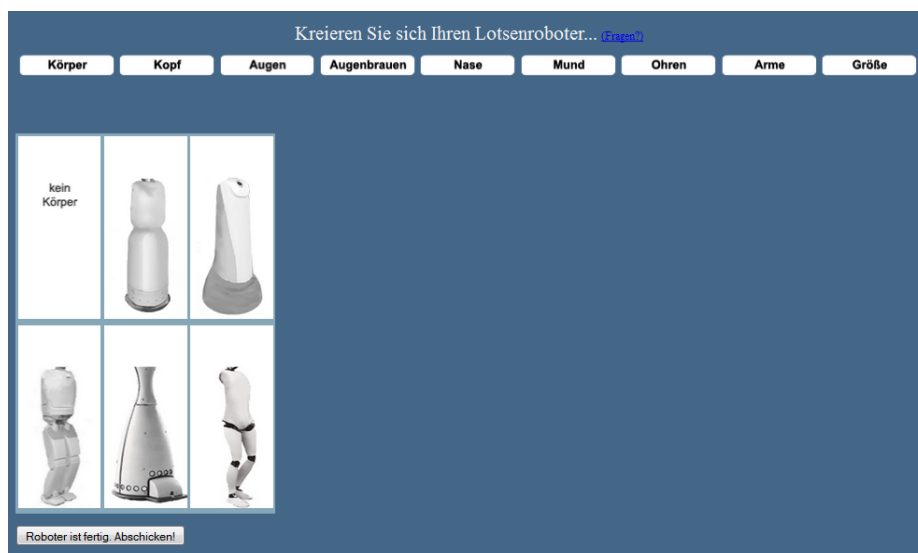
Bitte stellen Sie sich folgende Situation vor:

Sie sind auf einem einwöchigen Krankenhausaufenthalt und müssen für einige Untersuchungen in verschiedene Behandlungszimmer auf anderen Stationen. Das Krankenhaus ist sehr groß und unübersichtlich und Sie wissen nicht, wo sich die Behandlungszimmer befinden. Daher nehmen Sie die Hilfe eines so genannten Lotsenroboters in Anspruch, der alle Behandlungszimmer auf den einzelnen Stationen kennt und Sie direkt zu den entsprechenden Behandlungszimmern bringt. Daneben kontrolliert der Lotsenroboter zwei Mal am Tag Ihre Vital-Daten (Blutdruck und Körpertemperatur).

2.1. Wie wichtig ist Ihnen dabei das Aussehen des Lotsenroboters?						
sehr wichtig	wichtig	eher wichtig	egal	eher unwichtig	unwichtig	vollkommen unwichtig
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Warum ist es wichtig/ unwichtig?		<hr/> <hr/>				

Kreieren Sie nachfolgend Ihren persönlichen Lotsenroboter, der Sie im Krankenhaus zu der entsprechenden Station bringen soll.

Anmerkung: Automatische Weiterleitung zur Webseite des Onlinekonfigurators:
<http://tf.weimarnetz.de/lotsenroboter/index.php>



Anmerkung: Nach Klicken des Buttons „Roboter ist fertig. Abschicken!“, automatische Weiterleitung zurück zum Online-Fragebogen:

2.2. Warum haben Sie Ihren Lotsenroboter so gestaltet? Welche weiteren Gestaltungsmöglichkeiten hätten Sie sich noch gewünscht?
<hr/> <hr/>

2.3. Wie soll Ihr kreierter Lotsenroboter farblich gestaltet sein? Welche Farbe/n soll Ihr Lotsenroboter haben? Warum?

<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black;"/>

Bitte bewerten Sie nun Ihren kreierten Lotsenroboter!

2.4. Als wie menschenähnlich bewerten Sie Ihren kreierten Lotsenroboter?

menschen-ähnlich	eher menschen-ähnlich	teils/teils	eher wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Inwiefern stimmen Sie den nachfolgenden Aussagen zu?

Instruktion: Lesen Sie dazu bitte jede Aussage genau durch und kreuzen Sie als Antwort die Kategorie an, die Ihre Sichtweise am besten ausdrückt. Lassen Sie keine Aussage aus. Auch wenn Ihnen einmal die Entscheidung schwer fällt, kreuzen Sie trotzdem immer eine Antwort an, und zwar die, welche für Sie noch am ehesten zutrifft.

	stimme voll und ganz zu	stimme zu	stimme eher zu	weder noch	stimme eher nicht zu	stimme nicht zu	stimme gar nicht zu
Das äußere Erscheinungsbild des Lotsenroboters ist angenehm.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Lotsenroboters wirkt dieser freundlich.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Lotsenroboters wirkt dieser sympathisch.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Ich würde den Lotsenroboter zukünftig nutzen.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	<i>→ weiter mit Frage 2.6.</i>						

2.5. Warum würden Sie den Lotsenroboter zukünftig nicht nutzen?

<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black;"/>

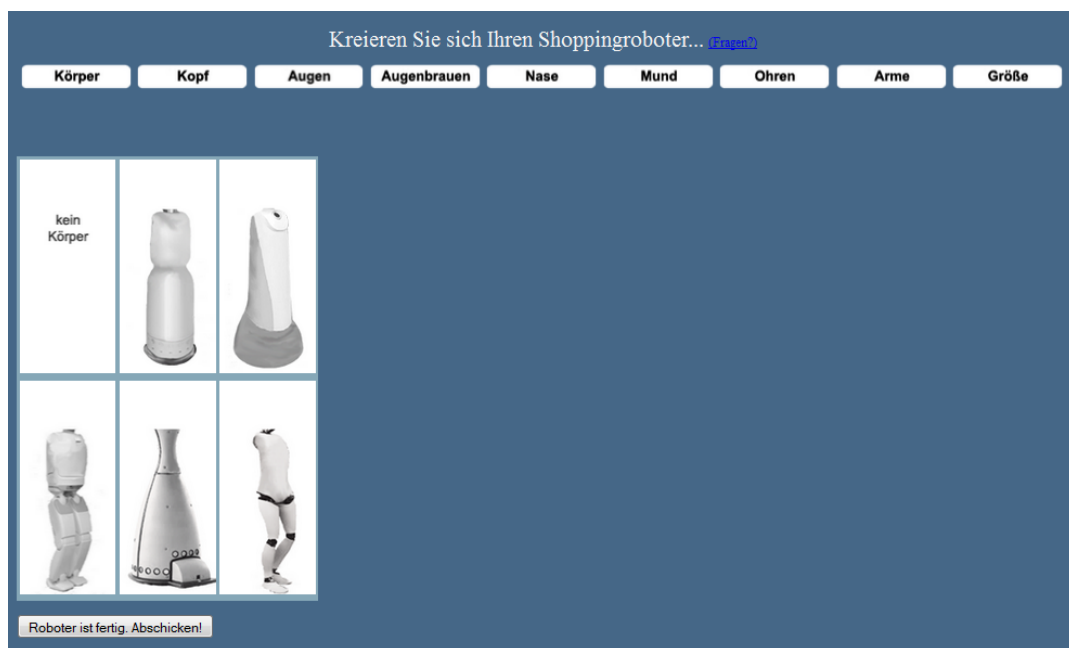
Bitte stellen Sie sich folgende weitere Situation vor:

Sie müssen in der Woche häufiger Lebensmittel einkaufen. Der Einkaufsmarkt ist sehr groß und unübersichtlich und Sie wissen nicht, wo sich einige Ihrer Produkte befinden. Daher nehmen Sie die Hilfe eines so genannten Shoppingroboters in Anspruch, der alle Produktstandorte kennt und Sie zu Ihren gesuchten Produkten bringt. Daneben gibt er Ihnen weitere Produktinformationen (Preis, Inhaltsstoffe, Bewertung der Stiftung Warentest, Bio-Siegel, etc.).

2.6. Wie wichtig ist Ihnen dabei das Aussehen des Shoppingroboters?						
sehr wichtig	wichtig	eher wichtig	egal	eher unwichtig	unwichtig	vollkommen unwichtig
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Warum ist es wichtig/ unwichtig?		<hr/> <hr/>				

Kreieren Sie nachfolgend Ihren persönlichen Shoppingroboter, der Sie im Einkaufsmarkt zu Ihrem gesuchten Artikel bringen soll.

Anmerkung: Automatische Weiterleitung zur Webseite des Onlinekonfigurators:
<http://tf.weimarnetz.de/lotsenroboter/index.php>



Anmerkung: Nach Klicken des Buttons „Roboter ist fertig. Abschicken!“, automatische Weiterleitung zurück zum Online-Fragebogen:

2.7. Warum haben Sie Ihren Shoppingroboter so gestaltet? Welche weiteren Gestaltungsmöglichkeiten hätten Sie sich noch gewünscht?
<hr/> <hr/>

2.8. Wie soll Ihr kreierter Shoppingroboter farblich gestaltet sein? Welche Farbe/n soll Ihr Shoppingroboter haben? Warum?

<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black;"/>

Bitte bewerten Sie nun Ihren kreierten Shoppingroboter!

2.9. Als wie menschenähnlich bewerten Sie Ihren kreierten Shoppingroboter?

menschen-ähnlich	eher menschen-ähnlich	teils/teils	eher wenig menschen-ähnlich	wenig menschen-ähnlich
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Inwiefern stimmen Sie den nachfolgenden Aussagen zu?

Instruktion: Lesen Sie dazu bitte jede Aussage genau durch und kreuzen Sie als Antwort die Kategorie an, die Ihre Sichtweise am besten ausdrückt. Lassen Sie keine Aussage aus. Auch wenn Ihnen einmal die Entscheidung schwer fällt, kreuzen Sie trotzdem immer eine Antwort an, und zwar die, welche für Sie noch am ehesten zutrifft.

	stimme voll und ganz zu	stimme zu	stimme eher zu	weder noch	stimme eher nicht zu	stimme nicht zu	stimme gar nicht zu
Das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters ist angenehm.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters wirkt dieser freundlich.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters wirkt dieser sympathisch.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Ich würde den Shoppingroboter zukünftig nutzen.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	<i>→ weiter mit Frage 3.1.</i>						

2.10. Warum würden Sie den Shoppingroboter zukünftig nicht nutzen?

<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black;"/>

VORERFAHRUNG

3.1. Hatten Sie schon einmal mit einem/mehreren Roboter/n interagiert?

ja	nein
(1)	(2) → weiter mit Frage 3.4.

3.2. Mit welchem/n Roboter/n hatten sie schon einmal interagiert?

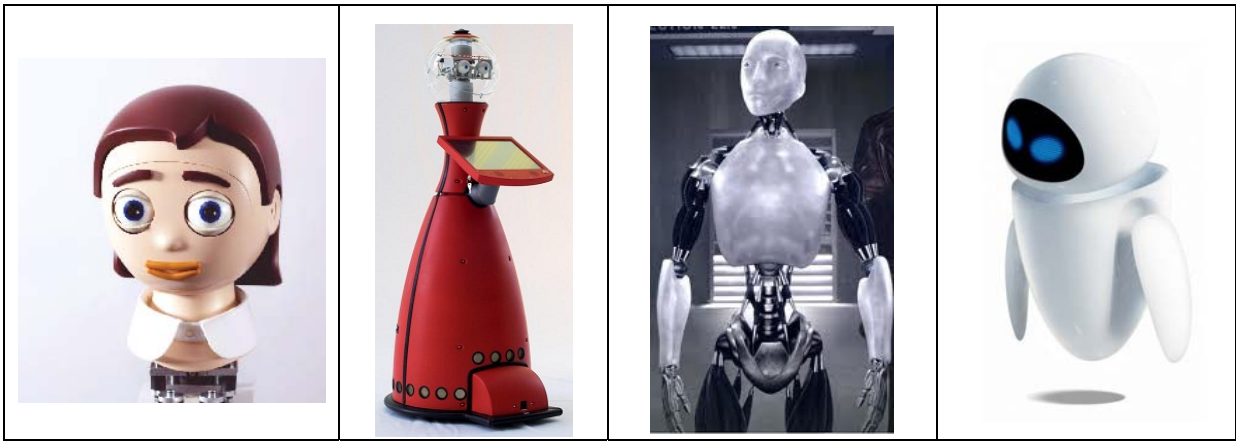
3.3. Wie viele Male hatten Sie mit dem/n Roboter/n interagiert?

3.4. Welche von den nachfolgenden Robotern kennen Sie?

Instruktion: Klicken Sie dazu die Ihnen bekannten Roboter an! Mehrfachantworten sind möglich.

Anmerkung: Abbildungen werden randomisiert.





3.5. Welche weiteren Roboter kennen Sie?

VERGLEICH DER BEIDEN SHOPPINGROBOTER (VIA VIDEOS)

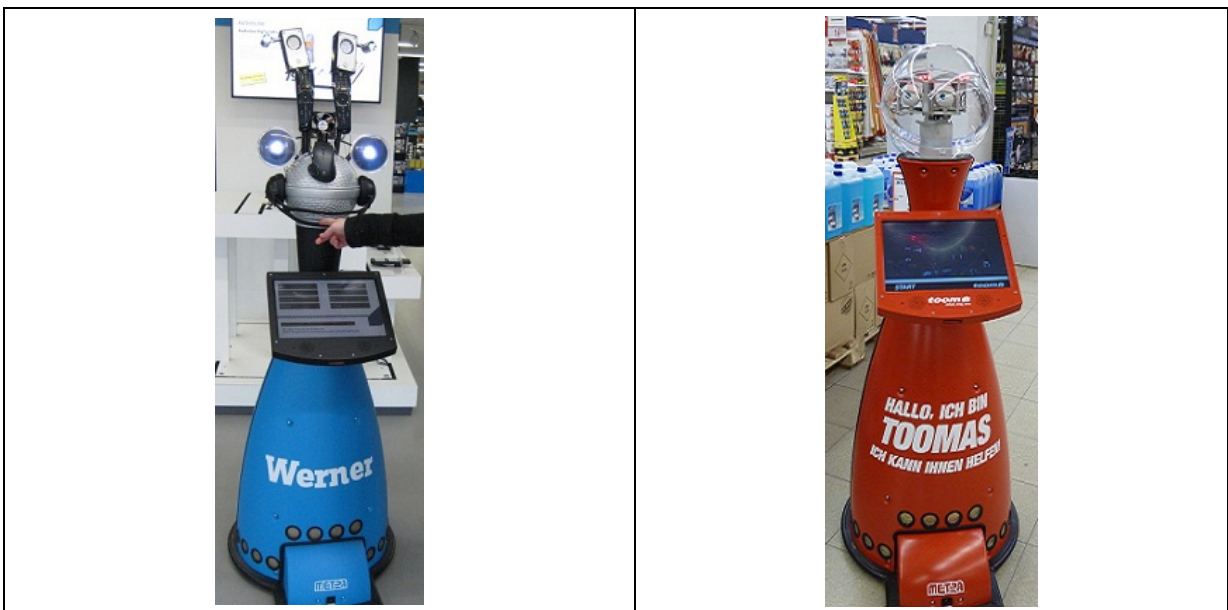
Sie sehen jetzt im Anschluss zwei Videos von Shoppingrobotern. Bitte bewerten Sie diese wieder hinsichtlich des Aussehens!

Beide Videos haben dabei keinen Ton, damit Sie sich voll und ganz auf das Aussehen der Shoppingroboter konzentrieren können.

Instruktion: Schauen Sie sich bitte das nachfolgende Video an und bewerten Sie anschließend den gesehenen Shoppingroboter!

(Es kann einen Moment dauern, bis das Video vollständig geladen ist.)

Anmerkung: die Videos werden randomisiert zugeordnet und anschließend bewertet.



1. VIDEO

4. Inwiefern stimmen Sie den nachfolgenden Aussagen zu?

Instruktion: Lesen Sie dazu bitte jede Aussage genau durch und kreuzen Sie als Antwort die Kategorie an, die Ihre Sichtweise am besten ausdrückt. Lassen Sie keine Aussage aus. Auch wenn Ihnen einmal die Entscheidung schwer fällt, kreuzen Sie trotzdem immer eine Antwort an, und zwar die, welche für Sie noch am ehesten zutrifft.

	stimme voll und ganz zu	stimme zu	stimme eher zu	weder noch	stimme eher nicht zu	stimme nicht zu	stimme gar nicht zu
Das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters ist angenehm.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters wirkt dieser freundlich.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters wirkt dieser sympathisch.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Ich würde den Shoppingroboter zukünftig nutzen.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

2. VIDEO

5. Inwiefern stimmen Sie den nachfolgenden Aussagen zu?

Instruktion: Lesen Sie dazu bitte jede Aussage genau durch und kreuzen Sie als Antwort die Kategorie an, die Ihre Sichtweise am besten ausdrückt. Lassen Sie keine Aussage aus. Auch wenn Ihnen einmal die Entscheidung schwer fällt, kreuzen Sie trotzdem immer eine Antwort an, und zwar die, welche für Sie noch am ehesten zutrifft.

	stimme voll und ganz zu	stimme zu	stimme eher zu	weder noch	stimme eher nicht zu	stimme nicht zu	stimme gar nicht zu
Das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters ist angenehm.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters wirkt dieser freundlich.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Durch das äußere Erscheinungsbild des Shoppingroboters wirkt dieser sympathisch.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

Ich würde den Shopping-roboter zukünftig nutzen.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

6. Welchen der beiden Shoppingroboter würden Sie zukünftig für Ihren Einkauf bevorzugen?

Instruktion: Klicken Sie dazu das entsprechende Bild an!



Warum?

7. Würden Sie an Ihrem eben ausgewählten Shoppingroboter noch etwas verbessern, verändern oder hinzufügen?

ja	nein
(1)	(2)

→ weiter mit Fragen Soziodemografie

Was würden Sie verbessern, verändern oder noch hinzufügen?

SOZIODEMOGRAFISCHE ANGABEN

Sie sind:

männlich	weiblich
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie alt sind Sie?

Was ist Ihr gegenwärtiger Status?

Instruktion: Sie können mehrere Alternativen wählen!

Schüler/in	<input type="checkbox"/>
Student/in	<input type="checkbox"/>
Auszubildende/r	<input type="checkbox"/>
berufstätig	<input type="checkbox"/>
geringfügig beschäftigt	<input type="checkbox"/>
Mutter-/Vaterschaftsurlaub	<input type="checkbox"/>
Hausfrau/-mann	<input type="checkbox"/>
z.Zt. nicht berufstätig	<input type="checkbox"/>

An dieser Stelle endet dieser Fragebogen.

Für Fragen und Anregungen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung. Falls Sie Interesse an den Ergebnissen der Studie oder Fragen haben, schicken Sie bitte eine E-Mail an: yvonne.ludewig@tu-ilmenau.de.

Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme!

Anhang B

Statistische Tabellen

B.1 Ergebnistabellen des Feldexperimentes

Normalverteilungstests

Tabelle B.1

Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Feldstudie (Standardroboter).

Skala	Items	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Kolmogorov-Smirnov-Z</i>	<i>p</i>
Soziale	Likeability	97	5.81	1.15	1.92*	<.001
Akzeptanz	Joy of Use	96	6.06	1.25	2.87*	<.001
Nutzungsabsicht		97	5.27	1.88	2.44*	<.001

* $p < 0.05$

Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit der Standardversion des Shoppingroboters interagierten ($n=97$).

Tabelle B.2

Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Feldstudie (extravertierter Roboter).

Skala	Items	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Kolmogorov-Smirnov-Z</i>	<i>p</i>
Soziale	Likeability	97	6.29	0.74	1.99*	<.001
Akzeptanz	Joy of Use	97	6.44	0.90	3.15*	<.001
Nutzungsabsicht		97	6.11	1.29	2.65*	<.001

* $p < 0.05$

Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit der extravertierten Version des Shoppingroboters interagierten ($n=97$).

Tabelle B.3

Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der unabhängigen Variablen für die Feldstudie (Standardroboter).

Skalen	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Kolmogorov-Smirnov- <i>Z</i>	<i>p</i>
Tonhöhe	97	5.99	0.81	3.13*	<.001
Lautstärke	97	6.20	0.77	2.91*	<.001
Sprechgeschwindigkeit	97	6.14	0.76	2.12*	<.001
Ausdrucksweise	97	6.01	0.89	2.95*	<.001
Gesichtsausdruck	92	5.37	1.35	2.04*	<.001
Blickrichtung	79	5.48	1.28	2.36*	<.001
Kopfnicken	35	5.76	1.07	2.13*	<.001
Augenzwinkern	64	5.90	0.98	1.72*	.006
Rumpfbeschriftung	71	5.71	1.01	2.66*	<.001
Bildschirmbeschriftung	86	5.93	0.75	2.28*	<.001

* $p < 0.05$

Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit der Standardversion des Shoppingroboters interagierten ($n=97$).

Tabelle B.4

Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der unabhängigen Variablen für die Feldstudie (extravertierter Roboter).

Skalen	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Kolmogorov-Smirnov- <i>Z</i>	<i>p</i>
Tonhöhe	96	6.06	0.72	2.62*	<.001
Lautstärke	97	6.00	0.92	2.79*	<.001
Sprechgeschwindigkeit	97	6.22	0.58	3.04*	<.001
Ausdrucksweise	96	6.14	0.63	2.80*	<.001
Gesichtsausdruck	95	6.05	0.80	2.05*	<.001
Blickrichtung	84	5.92	0.85	2.54*	<.001
Kopfnicken	42	6.08	0.80	1.60*	.012
Augenzwinkern	74	6.23	0.74	2.11*	<.001
Rumpfbeschriftung	48	6.00	0.62	2.02*	<.001
Bildschirmbeschriftung	82	6.14	0.70	2.01*	<.001

* $p < 0.05$

Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit der extravertierten Version des Shoppingroboters interagierten ($n=97$).

Bivariate Korrelationen der unabhängigen Variablen

Tabelle B.5

Bivariate Korrelation nach Pearson der unabhängigen Variablen für die Feldstudie (extravertierter Roboter).

		TH	LS	SGK	ADW	GA	BR	KN	AA	RB	BSB
Extra-versions-eindruck	<i>r</i>	.38*	.26*	.39*	.46*	.51*	.48*	.51*	.54*	.48*	.46*
	<i>p</i>	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
	<i>n</i>	97	96	97	06	95	84	42	74	48	82
Tonhöhe	<i>r</i>	1	.61*	.69*	.68*	.55*	.49*	.50*	.52*	.73*	.50*
	<i>p</i>		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	.001	<.001	<.001	<.001
	<i>n</i>	96	96	96	96	95	84	42	74	47	81
Lautstärke	<i>r</i>	.61*	1	.70*	.68*	.43*	.41*	.60*	.40*	.74*	.53*
	<i>p</i>	<.001		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
	<i>n</i>	96	97	97	96	95	84	42	74	48	82
Sprechgeschwindigkeit	<i>r</i>	.69*	.70*	1	.76*	.55*	.52*	.70*	.53*	.68*	.72*
	<i>p</i>	<.001	<.001		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
	<i>n</i>	96	97	97	96	95	84	42	74	48	82
Ausdrucksweise	<i>r</i>	.68*	.68*	.76*	1	.56*	.59*	.62*	.61*	.76*	.66*
	<i>p</i>	<.001	<.001	<.001		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
	<i>n</i>	96	96	96	96	95	84	42	74	47	81
Gesichtsausdruck	<i>r</i>	.55*	.26*	.39*	.46*	1	.70*	.66*	.66*	.60*	.55*
	<i>p</i>	<.001	<.001	<.001	<.001		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
	<i>n</i>	95	95	95	95	95	83	42	74	47	80
Blickrichtung	<i>r</i>	.49*	.41*	.52*	.59*	.70*	1	.75*	.69*	.59*	.59*
	<i>p</i>	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001		<.001	<.001	<.001	<.001
	<i>n</i>	84	84	84	84	83	84	40	65	39	69
Kopfnicken	<i>r</i>	.50*	.60*	.70*	.62*	.66*	.75*	1	.82*	.57*	.54*
	<i>p</i>	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001		<.001	.005	<.001
	<i>n</i>	42	42	42	42	42	40	42	37	22	38
Augenzwinkern	<i>r</i>	.52*	.38*	.53*	.61*	.66*	.69*	.82*	1	.50*	.54*
	<i>p</i>	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001		<.001	<.001
	<i>n</i>	74	74	74	74	74	65	37	74	37	66
Rumpfbeschriftung	<i>r</i>	.73*	.74*	.68*	.76*	.60*	.59*	.57*	.50*	1	.72*
	<i>p</i>	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001		<.001
	<i>n</i>	47	48	48	47	47	39	22	37	48	44
Bildschirmbeschriftung	<i>r</i>	.50*	.53*	.72*	.66*	.55*	.59*	.54*	.54*	.72*	.46*
	<i>p</i>	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	1
	<i>n</i>	81	82	82	81	80	69	38	66	44	82

* $p < 0.05$

Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit der extravertierten Version des Shoppingroboters interagierten ($n=97$).

Multiple lineare Regressionen

Tabelle B.6

Multiple lineare Regression („Einschluss“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des extravertierten Shoppingroboters.

Prädiktoren	<i>B</i>	<i>R</i> ²	<i>R</i> ² korrigiert	β	<i>t</i>	<i>p</i>	Toleranz	VIF
Model		0.63	0.16					
<i>(F=1.34; p=.34; df1=10; df2=8)</i>								
Konstante					-0.21	.84		
Rumpfbeschriftung	-1.72			1.44	1.79	.11	0.07	13.92
Bildschirmbeschriftung	0.17			0.12	0.22	.83	0.16	6.13
Gesichtsausdruck	-0.17			-0.20	-0.49	.64	0.27	3.74
Blickrichtung	0.06			0.06	0.16	.87	0.34	2.96
Zwinkern	0.13			0.08	0.20	.84	0.29	3.45
Kopfnicken	-0.54			-0.44	-0.81	.44	0.16	6.43
Sprechgeschwindigkeit	0.31			0.22	0.49	.64	0.24	4.18
Ausdrucksweise	-0.02			-0.02	-0.03	.98	0.19	5.19
Lautstärke	-0.00			-0.04	-0.01	.99	0.16	6.11
Stimme	-0.65			-0.77	-1.26	.24	0.13	7.93

Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit dem extravertiert gestalteten Shoppingroboter interagierten ($n=97$).

Tabelle B.7

Multiple lineare Regression („schrittweise“-Methode) zur Vorhersage des Extraversionseindrucks des extravertierten Shoppingroboters.

Prädiktoren	<i>B</i>	<i>R</i> ²	<i>R</i> ² korrigiert	β	<i>t</i>	<i>p</i>	Toleranz	VIF
Model		0.41	0.37*					
<i>(F=11.78; p=.003; df1=1; df2=17)</i>								
Konstante					0.60	.58		
Rumpfbeschriftung	0.76			0.64	3.43	.003	1.00	1.00
Bildschirmbeschriftung	0.36			0.36	1.25	.23	0.41	2.42
Gesichtsausdruck	0.01			0.01	0.02	.98	0.51	1.98
Blickrichtung	-0.14			-0.14	-0.62	.54	0.77	1.30
Zwinkern	-0.14			-0.14	-0.62	.54	0.77	1.30
Kopfnicken	-0.45			-0.45	-2.08	.05	0.61	1.63
Sprechgeschwindigkeit	-0.09			-0.09	-0.35	.73	0.53	1.89
Ausdrucksweise	-0.01			-0.01	-0.04	.97	0.34	2.93
Lautstärke	-0.38			-0.38	-1.27	.22	0.38	2.61
Stimme	-0.62			-0.62	-1.64	.12	0.22	4.59

Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit dem extravertiert gestalteten Shoppingroboter interagierten ($n=97$).

B.2 Ergebnistabellen des Laborexperimentes

Normalverteilungstests

Tabelle B.8

Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Laborstudie (Nao mit taktilem Interaktion).

Skala	Items	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Kolmogorov-Smirnov-Z	<i>p</i>
Soziale Akzeptanz		24	5.75	0.84	0.13	.20
	Likeability	24	5.68	0.90	0.14	.20
	<i>angenehm</i>	24	5.50	1.29	0.24*	.001
	<i>freundlich</i>	24	5.92	0.97	0.28*	.001
	<i>sympathisch</i>	24	5.63	1.06	0.22*	.003
	Joy of Use	24	5.96	1.04	0.27*	.001
----- Nutzungsintention		24	6.13	1.04	0.29*	<.001

* $p < 0.05$

Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter mit taktilem Interaktion interagierten ($n=24$).

Tabelle B.9

Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Laborstudie (Nao ohne taktilem Interaktion).

Skala	Items	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Kolmogorov-Smirnov-Z	<i>p</i>
Soziale Akzeptanz		24	4.07	0.88	0.17	.07
	Likeability	24	3.90	0.85	0.18	.04
	<i>angenehm</i>	24	3.83	0.76	0.30*	<.001
	<i>freundlich</i>	24	3.92	1.14	0.24*	.001
	<i>sympathisch</i>	24	3.96	1.04	0.28*	<.001
	Joy of Use	24	4.58	1.40	0.33*	<.001
----- Nutzungsintention		24	4.00	1.14	0.25*	<.001

* $p < 0.05$

Berücksichtigt wurden nur jene Versuchspersonen, die mit dem Nao-Roboter ohne taktilem Interaktion interagierten ($n=24$).

Tabelle B.10

Levene-Statistik zur Überprüfung der Varianzhomogenität der Gruppen.

Skala	Items	<i>F</i>	<i>df1</i>	<i>df2</i>	<i>p</i>
Soziale Akzeptanz		.72	4	23	.59
	Likeability	konstant			
	<i>angenehm</i>	konstant			
	<i>freundlich</i>	2.30	2	31	.12
	<i>sympathisch</i>	2.19	3	33	.11
	Joy of Use	3.55*	4	43	.014
Nutzungsintention		3.62*	3	31	.024

* $p < 0.05$; $n = 48$.

B.3 Ergebnistabellen des Onlineexperimentes

Skalentest der Menschlichkeitsskala (Ergebnisse der 1. Vorstudie)



	1	2	3	4	5	6	7
	eher wenig menschenähnlich	wenig menschenähnlich	eher menschenähnlich	menschenähnlich	teils/teils	sehr wenig menschenähnlich	sehr menschenähnlich
sehr menschenähnlich	---	---	---	7%	---	---	94%
menschenähnlich	---	---	5%	88%	---	---	7%
eher menschenähnlich	---	---	92%	4%	4%	---	---
teils/teils	21%	20%	---	---	52%	8%	---
eher wenig menschenähnlich	27%	29%	---	---	18%	25%	---
wenig menschenähnlich	31%	42%	---	---	13%	14%	---
sehr wenig menschenähnlich	20%	10%	3%	1%	13%	53%	---
Insgesamt	99%	101%	100%	100%	100%	100%	101%
N	77						



	1	2	3	4	5	6	7
	wenig menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	eher menschenähnlich	menschenähnlich	teils/teils	sehr wenig menschenähnlich	sehr menschenähnlich
sehr menschenähnlich	---	---	13%	23%	5%	---	58%
menschenähnlich	---	4%	26%	55%	3%	---	13%
eher menschenähnlich	---	3%	52%	17%	1%	1%	27%
teils/teils	5%	46%	5%	1%	43%	---	---
eher wenig menschenähnlich	1%	43%	3%	4%	47%	1%	---
wenig menschenähnlich	57%	---	1%	---	1%	40%	1%
sehr wenig menschenähnlich	36%	5%	---	---	---	57%	---
Insgesamt	99%	101%	100%	100%	100%	99%	99%
N	77						



	1	2	3	4	5	6	7
	eher wenig menschenähnlich	wenig menschenähnlich	eher menschenähnlich	menschenähnlich	teils/teils	sehr wenig menschenähnlich	sehr menschenähnlich
sehr menschenähnlich	---	---	---	4%	---	---	96%
menschenähnlich	---	---	1%	96%	---	---	3%
eher menschenähnlich	4%	4%	74%	---	18%	---	---
teils/teils	25%	7%	14%	---	51%	4%	---
eher wenig menschenähnlich	23%	26%	9%	---	14%	27%	---
wenig menschenähnlich	36%	34%	1%	---	13%	16%	---
sehr wenig menschenähnlich	12%	30%	---	---	4%	53%	1%
Insgesamt	100%	101%	100%	100%	100%	100%	100%
N	77						



	1	2	3	4	5	6	7
	wenig menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	eher menschenähnlich	menschenähnlich	teils/teils	sehr wenig menschenähnlich	sehr menschenähnlich
sehr menschenähnlich	4%	5%	1%	5%	7%	---	79%
menschenähnlich	---	---	13%	66%	4%	---	14%
eher menschenähnlich	---	4%	54%	18%	20%	---	4%
teils/teils	3%	8%	25%	9%	56%	---	1%
eher wenig menschenähnlich	22%	61%	5%	1%	9%	1%	---
wenig menschenähnlich	41%	1%	---	---	1%	65%	1%
sehr wenig menschenähnlich	30%	21%	1%	---	4%	34%	---
Insgesamt	100%	100%	99%	99%	101%	100%	99%
N	77						



	1	2	3	4	5	6	7
	wenig menschenähnlich	teils/teils	sehr menschenähnlich	eher menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	sehr wenig menschenähnlich	menschenähnlich
sehr menschenähnlich	1%	11%	16%	16%	1%	1%	53%
menschenähnlich	---	1%	73%	3%	1%	---	22%
eher menschenähnlich	---	20%	8%	45%	12%	---	15%
teils/teils	5%	35%	1%	19%	31%	---	5%
eher wenig menschenähnlich	8%	28%	---	18%	42%	3%	4%
wenig menschenähnlich	72%	4%	---	---	7%	16%	1%
sehr wenig menschenähnlich	14%	---	1%	---	5%	80%	---
Insgesamt	100%	99%	99%	101%	99%	100%	100%
N	74						



	1	2	3	4	5	6	7
	eher wenig menschenähnlich	teils/teils	eher menschenähnlich	menschenähnlich	wenig menschenähnlich	sehr wenig menschenähnlich	sehr menschenähnlich
sehr menschenähnlich	---	---	7%	12%	---	---	82%
menschenähnlich	---	---	7%	79%	---	---	15%
eher menschenähnlich	1%	5%	83%	8%	---	---	3%
teils/teils	59%	16%	1%	---	21%	3%	---
eher wenig menschenähnlich	25%	13%	1%	---	50%	7%	---
wenig menschenähnlich	9%	63%	1%	---	28%	1%	---
sehr wenig menschenähnlich	5%	3%	---	1%	---	90%	1%
Insgesamt	99%	100%	99%	100%	99%	101%	101%
N	76						



	1	2	3	4	5	6	7
	wenig menschenähnlich	teils/teils	menschenähnlich	eher menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	sehr wenig menschenähnlich	sehr menschenähnlich
sehr menschenähnlich	---	1%	15%	3%	---	1%	80%
menschenähnlich	1%	13%	33%	48%	1%	---	3%
eher menschenähnlich	3%	33%	23%	20%	9%	3%	1%
teils/teils	32%	24%	---	---	52%	3%	---
eher wenig menschenähnlich	3%	25%	28%	25%	1%	---	16%
wenig menschenähnlich	52%	---	---	3%	29%	16%	---
sehr wenig menschenähnlich	9%	4%	1%	1%	7%	78%	---
Insgesamt	100%	100%	99%	100%	99%	101%	100%
N	75						



	1	2	3	4	5	6	7
	wenig menschenähnlich	eher wenig menschenähnlich	eher menschenähnlich	menschenähnlich	teils/teils	sehr wenig menschenähnlich	sehr menschenähnlich
sehr menschenähnlich	---	---	1%	16%	---	---	83%
menschenähnlich	---	---	3%	79%	1%	---	17%
eher menschenähnlich	4%	4%	86%	3%	4%	---	---
teils/teils	28%	34%	1%	---	24%	12%	---
eher wenig menschenähnlich	26%	26%	5%	1%	38%	4%	---
wenig menschenähnlich	32%	30%	3%	---	26%	9%	---
sehr wenig menschenähnlich	11%	5%	1%	1%	7%	75%	---
Insgesamt	101%	99%	100%	100%	100%	100%	100%
N	76						

Normalverteilungstests

Tabelle B.11

Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Online-Studie (Video des Roboters TOOMAS).

Skala	Items	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Kolmogorov-Smirnov-Z	<i>p</i>
Likeability		131	4.42	1.32	1.45*	.030
	angenehm	131	4.41	1.45	2.72*	<.001
	freundlich	131	4.52	1.44	2.41*	<.001
	sympathisch	131	4.34	1.48	2.29*	<.001
Nutzungsintention		131	4.68	1.61	2.08*	<.001

* $p < 0.05$

Tabelle B.12

Normalverteilungstest (Kolmogorov-Smirnov-Test) der abhängigen Variablen für die Online-Studie (Video des Roboters Werner).

Skala	Items	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Kolmogorov-Smirnov-Z	<i>p</i>
Likeability		131	3.08	1.02	1.17	.125
	angenehm	131	3.30	1.16	2.17*	<.001
	freundlich	131	2.94	1.19	1.99*	.001
	sympathisch	131	3.00	1.13	1.95*	.001
Nutzungsintention		131	3.79	1.45	1.67*	.007

* $p < 0.05$

Literaturverzeichnis

- Abelson, R. P. (1976). Script Processing in Attitude Formation and Decision Making. In J. S. Carroll & J. W. Payne (Eds.), *Cognition and Social Behavior*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Amirabdollahian, F., Robins, B., & Dautenhahn, K. (2009). Robotic Skin Requirements Based on Case Studies on Interacting with Children with Autism. In *Proceedings of the Tactile Sensing Workshop at IEEE Humanoids*.
- Argall, B., & Billard, A. (2010). A survey of Tactile Human-Robot Interactions. *Robotics and Autonomous Systems*, 58(10), 1159-1176. doi: 10.1016/j.robot.2010.07.002
- Asendorpf, J., & Banse, R. (2000). *Die Psychologie der Beziehung*. Göttingen: Verlag Hans Huber.
- Austermann, A., Yamada, S., Funakoshi, K., & Nakano, M. (2010). Does the Appearance of a Robot Affect Users Ways of Giving Commands and Feedback? In *Proceedings of the International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (p. 234 - 239). IEEE Press. doi: 10.1109/ROMAN.2010.5598628
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2005). *Multivariate Analysemethoden: eine anwendungsorientierte Einführung* (11th ed.). Berlin Heidelberg New York: Springer Verlag. Springer-Lehrbuch Series.
- Backhaus, K., Erichson, W., B.and Plinke, & Weiber, R. (2011). *Multivariate Analysemethoden: eine anwendungsorientierte Einführung* (13. überarbeitete Auflage ed.). Berlin Heidelberg New York: Springer Verlag.
- Bartneck, C. (2008). Who like androids more: Japanese or US Americans? In *International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (p. 553-557). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2008.4600724
- Bartneck, C., Kanda, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2007). Is The Uncanny Valley An Uncanny Cliff? In *International Symposium on Robot and Human interactive Communication* (p. 368-373). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2007.4415111
- Bartneck, C., Kanda, T., Mubin, O., & Mahmud, A. A. (2007). The Perception of Animacy and Intelligence Based on a Robots Embodiment. In *Proceedings of the International Conference on Humanoid Robots* (p. 300-305). doi: 10.1109/ICHR.2007.4813884
- Bartneck, C., Kulic, D., Croft, E., & Zoghbi, S. (2009). Measurement Instruments for the Anthropomorphism, Animacy, Likeability, Perceived Intelligence, and Perceived Safety of Robots. *International Journal of Social Robotics*, 1(1), 71-81. doi: 10.1007/s12369-008-0001-3

- Bente, G., & Krämer, N. C. (2001). Psychologische Aspekte bei der Implementierung und Evaluation nonverbal agierender Interface-Agenten. In H. Oberquelle, R. Oppermann, & J. Krause (Eds.), *Mensch & Computer 2001* (Vol. 55, p. 275-285). Vieweg+Teubner Verlag. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-322-80108-1_29 doi: 10.1007/978-3-322-80108-1_29
- Bhattacharya, S., Floreen, P., Forsblom, A., Hemminki, S., Myllymaki, P., Nurmi, P., ... Salovaara, A. (2012). Massive - An Intelligent Mobile Grocery Assistant. In *Proceedings of the International Conference on Intelligent Environments* (p. 165-172). Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. Retrieved from <https://wiki.aalto.fi/download/attachments/66851830/bhattacharya-et-al-2012-massive.pdf> doi: 10.1109/IE.2012.21
- Bickmore, T. W., Fernando, R., Ring, L., & Schulman, D. (2010). Empathic Touch by Relational Agents. In *Journal of the IEEE Transactions on Affective Computing* (Vol. 1, p. 60-71). IEEE Computer Society Press. doi: 10.1109/T-AFFC.2010.4
- Böhme, H.-J. (2001). *Service Roboter und intuitive Mensch-Roboter-Interaktion*. Ilmenau. (Habilitationsschrift)
- Borkenau, P., & Liebler, A. (1995). Observable Attributes as Manifestations and Cues of Personality and Intelligence. *Journal of Personality*, 63(1), 1-25. doi: 10.1111/j.1467-6494.1995.tb00799.x
- Bortz, J. (2004). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6. ed.). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. ed.). Heidelberg: Springer.
- Bortz, J., & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (Vol. 7. Auflage). Heidelberg: Springer-Verlag GmbH.
- Breazeal, C. (2003). Emotion and sociable humanoid robots. *International Journal of Human Computer Interaction*, 59(1-2), 119-155. doi: 10.1016/S1071-5819(03)00018-1
- Breazeal, C., & Scassellati, B. (1999). How to build robots that make friends and influence people. In *Proceedings of the International Conference on Intelligent Robots and Systems*. IEEE.
- Brooks, R. (2002). Humanoid robots. *Communications of the ACM*, 45(3), 33-38.
- Brosius, H.-B., & Koschel, F. (2005). *Methoden der empirischen Kommunikationsforschung* (3. Auflage ed.). Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Butler, J. T., & Agah, A. (2001). Psychological Effects of Behavior Patterns of a Mobile Personal Robot. *Autonomous Robots*, 10(2), 185-202. doi: 10.1023/A:1008986004181
- Carney, D., Colvin, C., & Hall, J. (2007). A thin slice perspective on the accuracy of first impressions. *Journal of Research in Personality*, 1054-1072. doi: 10.1016/j.jrp.2007.01.004
- Cassell, J., Bickmore, T., Billinghurst, M., Campbell, L., Chang, K., Vilhjalmsson, H., & Yan, H. (1999). Embodiment in conversational interfaces. In *Proceedings of the*

- SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (p. 520-527). ACM Press. doi: 10.1145/302979.303150
- Chee, B. T. T., Taezoon, P., Xu, Q., Ng, J., & Tan, O. (2012). Personality of social robots perceived through the appearance. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41(1), 272-276. doi: 10.3233/WOR-2012-0168-272
- Chen, T. L., King, C.-H., Thomaz, A. L., & Kemp, C. C. (2011). Touched by a robot: an investigation of subjective responses to robot-initiated touch. In *Proceeding of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 457-464). IEEE Press. doi: 10.1145/1957656.1957818
- Coan, J. A., Schaefer, H. S., & Davidson, R. J. (2006). Lending a hand: Social regulation of the neural response to threat. *Psychological Science*, 17(12), 1032-1039.
- Costa, P. T., & McCrae, R. R. (1992). NEO PI-R professional manual [Computer software manual]. Odessa, FL.
- Dahlbäck, N., Jönsson, A., & Ahrenberg, L. (1993). Wizard of Oz studies - why and how. *Knowledge Based Systems*, 6(4), 258-266. doi: 10.1016/0950-7051(93)90017-N
- Datta, C., Kapuria, A., & Vijay, R. (2011). A pilot study to understand requirements of a shopping mall robot. In *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 127-128). doi: 10.1145/1957656.1957694
- Datta, C., & Vijay, R. (2010). Neel: An intelligent shopping guide using web data for rich interactions. In *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 87-88). IEEE Press. doi: 10.1109/HRI.2010.5453256
- Dautenhahn, K. (2004). Robots We Like to Live With?! - A Developmental Perspective on a Personalized, Life-Long Robot Companion. In *Proceedings of the International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (p. 17-22). IEEE Press. doi: 10.1109/ROMAN.2004.1374720
- Dautenhahn, K. (2007a). Methodology and themes of Human-Robot Interaction: A growing Research Field. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 4(1), 103-108. doi: 10.5772/5702
- Dautenhahn, K. (2007b). Socially intelligent robots: dimensions of human-robot interaction. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 362, 679-704.
- Dautenhahn, K., Woods, S., Kaouri, C., Walters, M., Koay, K., & Werry, I. (2005). What is a Robot Companion - Friend, Assistant or Butler? In *Proceedings of the International Conference on Intelligent Robots and Systems* (p. 1192 - 1197). IEEE Press. doi: 10.1109/IROS.2005.1545189
- Davis, F. D. (1993). User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International Journal of Man-Machine Studies*, 38(3), 475-487. doi: 10.1006/imms.1993.1022
- de Ruyter, B., Saini, P., Markopoulos, P., & van Breemen, A. (2005). Assessing the effects of building social intelligence in a robotic interface for the home. *Integrating with Computers*, 17(5), 522-541. doi: 10.1016/j.intcom.2005.03.003
- DiSalvo, C. F., Gemperle, F., Forlizzi, J., & Kiesler, S. (2002). All Robots Are Not

- Created Equal: The Design and Perception of Humanoid Robot Heads. In *Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques* (p. 321-326). New York, NY, USA: ACM. Retrieved from <http://doi.acm.org/10.1145/778712.778756> doi: 10.1145/778712.778756
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., & Beale, R. (2004). *Human-Computer Interaction*. Harlow: Pearson Education Limited.
- Donath, J. (2001). Mediated Faces. In M. Beynon, C. Nehaniv, & K. Dautenhahn (Eds.), *Cognitive Technology: Instruments of Mind*.
- Duffy, B., & Joue, G. (2004). I, robot being. In *Intelligent autonomous systems conference*.
- ECOVACS Robotics. (2014). *Starkes Leistungspaket. Das vielseitige Allround-System der Superlative*. Retrieved from <http://www.ecovacs.com/de/features/DeeBot-D76.html>
- Epley, N., Waytz, A., & Cacioppo, J. (2007). On Seeing Human: A Three-Factor Theory of Anthropomorphism. *Psychological Review*, *114*, 864-886.
- Eysenck, H. J. (1953). *The structure of human personality*. London: Methuen.
- Ezer, N. (2008). *Is a robot an appliance, teammate, or friend? age-related differences in expectations of and attitudes towards personal home-based robots* (Doctoral dissertation). Georgia Institute of Technology, Atlanta.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Boston: Addison-Wesley Publishing Company.
- Fisher, J. D., Rytting, M., & Heslin, R. (1976). Hands touching hands: Affective and evaluative effects of an interpersonal touch. *Sociometry*, *39*, 416-421.
- Fong, T., Nourbakhsh, I. R., & Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. *Robotics and Autonomous Systems*, *42*(3), 143-166. doi: 10.1016/S0921-8890(02)00372-X
- Funder, D. C., & Drobny, K. M. (1987). Differences Between Traits: Properties Associated with Interjudge Agreement. *Journal of Personality and Social Psychology*, *52*(2), 409-418. doi: 10.1037/0022-3514.52.2.409
- Gharpure, C., & Kulyukin, V. A. (2008). Robot-Assisted Shopping for the Blind: Issues in Spatial Cognition and Product Selection. *Intelligent Service Robotics*, 237-251.
- Gnambs, B. (2010). Internetbasierte Methoden [Aufsatz / Paper in Sammelwerk (referiert)]. In *Handbuch der Psychologischen Methoden und Evaluation* (p. 191-200). Göttingen: Hogrefe.
- Goetz, J., Kiesler, S., & Powers, A. (2003). Matching robot appearance and behavior to tasks to improve human-robot cooperation. In *Proceedings of the 12th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (p. 55-60). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2003.1251796
- Göller, M., Kerscher, T., Zöllner, J., & Dillmann, R. (2009). Robot Motion and Control 2009, Lecture Notes in Control and Information Sciences. In K. Kozłowski (Ed.), (Vol. 396, p. 463-472). Springer Berlin / Heidelberg. doi: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-84882-985-5_43

- Göller, M., Kerscher, T., Zöllner, J., Dillmann, R., Devy, M., Germa, T., & Lerasle, F. (2009). Setup and control architecture for an interactive shopping cart in human all day environments. In *International Conference on Advanced Robotics* (p. 1-6).
- Göller, M., Steinhardt, F., Kerscher, T., Zöllner, M. J., & Dillmann, R. (2010). Proactive avoidance of moving obstacles for a service robot utilizing a behavior-based control. In *International Conference on Intelligent Robots and Systems* (p. 5984-5989).
- Gong, L., & Nass, C. (2007). When a Talking-Face Computer Agent Is Half-Human and Half-Humanoid: Human Identity and Consistency Preference. *Journal of Human and Communication Research*, *33*, 163-193.
- Goodrich, M. A., & Schultz, A. C. (2007). Human-Robot Interaction: A Survey. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, *1*(3), 203-275.
- Graf, B., & Barth, O. (2002). Entertainment Robotics: Examples, Key Technologies and Perspectives. In *Proceedings of the International Conference on Intelligent Robots and Systems-Workshop Robots in Exhibitions*.
- Graf, B., & Reiser, U. (2009). Produktblatt Care-O-bot3 - Produktvision eines interaktiven Haushaltsassistenten [Computer software manual]. Stuttgart. Retrieved from http://www.care-o-bot.de/content/dam/careobot/de/documents/Produktblaetter/PB_300_309_Produktblatt_Care-o-bot.pdf
- Groß, H.-M., Böhme, H., Schröter, C., Müller, S., König, A., Einhorn, E., ... Bley, A. (2009). TOOMAS: Interactive Shopping Guide Robots in Everyday Use - Final Implementation and Experiences from Long-term Field Trials. In *Proceedings of the IEEE/RJS International Conference on Intelligent Robots and Systems* (p. 2005-2012). St. Louis, USA.
- Gueguen, N., Jacob, C., & Boulbry, G. (2007). The effect of touch on compliance with a restaurants employee suggestion. *International Journal of Hospitality Management*, *26*(4), 1019-1023.
- Gueguen, N., & Vion, M. (2009). The effect of a practitioner's touch on a patient's medication compliance. *Psychology, Health & Medicine*, *14*(6), 689-694.
- Habermehl, W. (1992). *Angewandte Sozialforschung*. Wien: Oldenbourg Verlag.
- Hayashi, K., Sakamoto, D., Kanda, T., Shiomi, M., Koizumi, S., Ishiguro, H., ... Hagita, N. (2007). Humanoid robots as a passive-social medium: a field experiment at a train station. In *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 137-144). doi: 10.1145/1228716.1228735
- Hedderich, J., & Sachs, L. (2012). *Angewandte Statistik. Methodensammlungen mit R* (14. Auflage ed.). Berlin Heidelberg: Springer Verlag. doi: 10.1007/978-3-642-24401-8
- Heerink, M., Kröse, B., Evers, V., & Wielinga, B. (2008). The influence of social presence on acceptance of a companion robot by older people. *Journal of Physical Agents*, 33-40.
- Heerink, M., Kröse, B., Evers, V., & Wielinga, B. (2010). Assessing Acceptance of Assistive Social Agent Technology by Older Adults: the Almere Model. *International Journal of Social Robotics*, *2*, 361-375. doi: 10.1007/s12369-010-0068-5

- Heerink, M., Kröse, B., Wielinga, B., & Evers, V. (2006). Human-Robot User Studies in Eldercare: Lessons Learned. In *Proceedings of the International Conference on Smart Homes and Health Telematics* (p. 31-38).
- Hegel, F., Eyssel, F., & Wrede, B. (2010). The Social Robot Flobi: Key Concepts of Industrial Design. In *Proceedings of the International Symposium in Robot and Human Interactive Communication* (p. 107-112). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2010.5598691
- Hegel, F., Krach, S., Kircher, T., Wrede, B., & Sagerer, G. (2008). Theory of Mind (ToM) on Robots: A Neuroimaging Study. In *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 335-342). IEEE.
- Hegel, F., Lohse, M., & Wrede, B. (2009). Effects of Visual Appearance on the Attribution of Applications in Social Robotics. In *International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (p. 64-71). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2009.5326340
- Henss, R. (1998). *Gesicht und Persönlichkeitseindruck*. Göttingen: Hogrefe.
- Hertenstein, M. J., Keltner, D., App, B., Bulleit, B., & Jaskolka, A. (2006). Touch communicates distinct emotions. *Emotion*, 6(3), 528-533. doi: 10.1037/1528-3542.6.3.528
- Hinds, P. J., Roberts, T. L., & Jones, H. (2004). Whose job is it anyway? a study of human-robot interaction in a collaborative task. *Human-Computer Interaction*, 19(1), 151-181. doi: 10.1207/s15327051hci1901\&2_7
- Ho, C.-C., & MacDorman, K. F. (2010). Revisiting the uncanny valley theory: Developing and validating an alternative to the Godspeed indices. *Computers in Human Behavior*, 26(6), 1508-1518. doi: 10.1016/j.chb.2010.05.015
- Ichbiah, D. (2005). *Roboter: Geschichte - Technik - Entwicklung*. Genf: Knesebeck GmbH.
- Intuitive Surgical, Inc. (2014). *Das da Vinci-Chirurgiesystem*. Retrieved from <http://www.davincisurgery.com/de/da-vinci-chirurgie/da-vinci-chirurgiesystem/>
- Ishiguro, H., Ono, T., Imai, M., Maeda, T., Kanda, T., & Nakatsu, R. (2001). Robovie: an interactive humanoid robot. *Industrial Robot: An International Journal*, 28(6), 498-504. doi: 10.1108/01439910110410051
- Iwamura, Y., Shiomi, M., Kanda, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2011). Do elderly people prefer a conversational humanoid as a shopping assistant partner in supermarkets? In *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 449-456). ACM Press. doi: 10.1145/1957656.1957816
- Izard, C. E. (2007). Basic Emotions, Natural Kinds, Emotion Schemas, and a New Paradigm. *Perspectives on Psychological Science*, 2(3), 260-280.
- Izard, C. E. (2009). Emotion Theory and Research: Highlights, Unanswered Questions, and Emerging Issues. *Annual Review of Psychology*, 60, 1-25.
- Jäckel, M. (1997). Interaktion. In M. Gottschlich & W. Langenbucher (Eds.), *Publizistikwissenschaft und Kommunikationswissenschaft. Ein Textbuch zur Einführung in ihre Teildisziplinen* (p. 91-103). Wien, Österreich: Braumüller.
- Janssen, J., & Laatz, W. (2007). *Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows: eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul exakte Tests* (6th ed.). Berlin Heidelberg New York: Springer Verlag.

- Jones, S., & Yarbrough, A. (1985). A naturalistic study of the meanings of touch. *Communication monographs*, 52.
- Kanda, T., Ishiguro, H., Imai, M., & Ono, T. (2004). Development and evaluation of interactive humanoid robots. In *Proceedings of the International Conference on Human Interactive Robot for Psychological Enrichment* (Vol. 92, p. 1839-1850). IEEE. doi: 10.1109/JPROC.2004.835359
- Kanda, T., Ishiguro, H., Ono, T., Imai, M., & Nakatsu, R. (2002). Development and Evaluation of an Interactive Humanoid Robot Robovie. In *Proceedings of the International Conference on Robotics and Automation* (Vol. 2, p. 1848-1855). doi: 10.1109/ROBOT.2002.1014810
- Kanda, T., Miyashita, T., Osada, T., Haikawa, Y., & Ishiguro, H. (2005). Analysis of humanoid appearances in human-robot interaction. In *International Conference on Intelligent Robots and Systems* (p. 899-906). doi: 10.1109/IROS.2005.1544960
- Kanda, T., Shiomi, M., Miyashita, Z., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2009). An affective guide robot in a shopping mall. In *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 173-180). New York, NY, USA: ACM. doi: 10.1145/1514095.1514127
- Kanda, T., Shiomi, M., Miyashita, Z., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2010). A Communication Robot in a Shopping Mall. In *International Intelligent Robotics and Communication Laboratories* (Vol. 26, p. 897-913). IEEE Press. doi: 10.1109/TRO.2010.2062550
- Kawaguchi, Y., Wada, K., Okamoto, M., Tsujii, T., Shibata, T., & Sakatani, K. (2011). Investigation of brain activity during interaction with seal robot by fNIRS. In *Proceeding of the International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (p. 308-313). IEEE Press. doi: 10.1109/ROMAN.2011.6005290
- Kerscher, T., Göller, M., Ziegenmeyer, M., Ronnau, A., Zöllner, J., & Dillmann, R. (2009). Intuitive control for the mobile service robot inbot using haptic interaction. In *Proceedings of the International Conference on Advanced Robotics* (p. 1-6).
- Kim, H., Kwak, S. S., & Kim, M. (2008). Personality Design of Sociable Robots by Control of Gesture Design Factors. In *Proceedings of the International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (p. 494-499). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2008.4600715
- Knight, H., Toscano, R. L., Stiehl, W. D., Chang, A., Wang, Y., & Breazeal, C. (2009). Real-time social touch gesture recognition for sensate robots. In *Proceedings of the International Conference on Intelligent Robots and Systems* (p. 3715-3720). IEEE. doi: 10.1109/IROS.2009.5354169
- Knorr-Cetina, K. (1997). Sociality with Objects: Social Relations in Postsocial Knowledge Societies. *Theory, Culture & Society*, 14(4), 1-30. doi: 10.1177/026327697014004001
- Kozima, H., Nakagawa, C., & Yano, H. (2003). Attention Coupling as a prerequisite for social interaction. In *Proceedings of the International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (p. 109-114). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2003.1251814

- Krach, S., Hegel, F., Wrede, B., Sagerer, G., Binkofski, F., & Kircher, T. (2008). Can machines think? Interaction and perspective taking with robots investigated via fMRI. *PLoS ONE*, *3*(7). doi: 10.1371/journal.pone.0002597
- kyu Lee, D., & suk Kim, M. (2006). Reaction Feedback as a lifelike idle Interaction. In *International Conference on Kansei Engineering & Intelligent Systems*.
- Lee, D. K., Kielser, S., Forlizzi, J., Srinivasa, S., & Rybski, P. (2010). Gracefully Mitigating Breakdowns in Robotic Services. In *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 203-210). IEEE Press.
- Lee, J. K., & Breazeal, C. (2010). Human social response toward humanoid robots head and facial features. In *Proceeding of the International Conference on Human Factors in Computing Systems* (p. 4237-4242). ACM Press. doi: 10.1145/1753846.1754132
- Lee, K. M., Peng, W., Jin, S.-A., & Yan, C. (2006). Can robots manifest personality? an empirical test of personality recognition, social responses, and social presence. *Journal of Communication*, *56*(4), 754-772. doi: 10.1111/j.1460-2466.2006.00318.x
- Lepak, T., & Schilberg, R. (2013). *METRO Future Store. Die Einkaufswelt der Zukunft*. Retrieved from <http://www.digitalestadtduesseldorf.de/metro-future-store/>
- Lersch, P. (1965). *Der Mensch als soziales Wesen: Eine Einführung in die Sozialpsychologie*. München: J.A. Barth Verlag.
- Libin, A., & Libin, E. (2004). Person-Robot Interactions From the Robopsychologists Point of View: The Robotic Psychology and Rotherapy Approach. In *Proceedings of the IEEE* (Vol. 92, p. 1789-1803). doi: 10.1109/JPROC.2004.835366
- Lippa, R. (1998). The Nonverbal Display and Judgment of Extraversion, Masculinity, Femininity, and Gender Diagnosticity: A Lens Model Analysis. *Journal of Research in Personality*, *32*(1), 80-107. doi: 10.1006/jrpe.1997.2189
- Litz, H. P. (2000). *Multivariate statistische Methoden*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Litzenberger, G. (2014). *World Robotics 2014: Executive Summary*. Retrieved from http://www.worldrobotics.org/uploads/media/Executive_Summary_WR_2014_02.pdf
- Lohse, M., & Hanheide, M. (2008). Evaluating a social home tour robot applying heuristics. In *International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, Workshop Robots as Social Actors*.
- Lohse, M., Hegel, F., & Wrede, B. (2008). Domestic Applications for social robots - a user study on appearance and function. *Journal of Physical Agents*, *2*, 21-32.
- Looije, R., Cnossen, F., & Neerincx, M. A. (2006). Incorporating guidelines for health assistance into a socially intelligent robot. In *Proceedings of the International Symposium on Robots and Human Interactive Communications* (p. 515- 520). doi: 10.1109/ROMAN.2006.314441
- Looser, C. E., & Wheatley, T. (2010). The tipping point of animacy: how, when, and where we perceive life in a face. *Psychology Science*, *21*, 1854-1862. doi: 10.1177/0956797610388044

- Ludewig, Y. (2009). *TOOMAS, der neue Shopping-Assistent im Baumarkt? Studie zur Nutzerakzeptanz eines mobilen Shopping-Assistenten* (Unpublished master's thesis). Technische Universität Ilmenau, Ilmenau.
- Ludewig, Y., & Döring, N. (2013). Konzeption und Evaluation des Merkmals "Extraversion" bei einem Shopping-Roboter. *i-com: Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien*, 12(1), 23-31. doi: 10.1524/icom.2013.0004
- Ludewig, Y., Döring, N., & Exner, N. (2012). Design and Evaluation of the Personality trait Extraversion of a Shopping Robot. In *International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (p. 372-379). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2012.6343781
- MacDorman, K. F. (2006). Subjective ratings of robot video clips for human likeness, familiarity, and eeriness: An exploration of the uncanny valley. In *ICCS/CogSci-2006 Long Symposium: Toward Social Mechanisms of Android Science* (p. 26-29).
- Meerbeek, B., Hoonhout, J., Bingley, P., & Terken, J. (2008). The influence of robot personality on perceived and preferred level of user control. *Interaction Studies*, 9(2), 204-229. doi: 10.1075/is.9.2.04mee
- Meerbeek, B., Saerbeck, M., & Bartneck, C. (2009). Iterative design process for robots with personality. In *Proceedings of the Symposium on New Frontiers in Human-Robot Interaction* (p. 94-101).
- Mitsunaga, N., Miyashita, T., Shinozawa, K., Miyashita, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2008). What makes people accept a robot in a social environment - discussion from six-week study in an office. In *Proceedings of the International Conference on Intelligent Robots and Systems* (p. 3336-3343). doi: 10.1109/IROS.2008.4650785
- Montagu, A. (1986). *Touching: The human significance of the skin*. New York: Harper & Row.
- Montemerlo, M., Pineau, J., Roy, N., Thrun, S., & Verma, V. (2002). Experiences with a Mobile Robotic Guide for the Elderly. In *Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence* (p. 587-592).
- Mori, M. (1970). The Uncanny Valley. *Energy*, 7(4), 33-35.
- Mori, M. (2012). The Uncanny Valley (übersetzt von K. F. MacDorman & N. Kageki). *IEEE Robotics and Automation*, 19(2), 98-100. doi: 10.1109/MRA.2012.2192811
- Moshkina, L., & Arkin, R. (2005). Human Perspective on Affective Robotic Behavior: A Longitudinal Study. In *Proceedings of the International Conference on Intelligent Robots and Systems* (p. 1444-1451). IEEE. doi: 10.1109/IROS.2005.1545343
- Mukai, T., Onishi, M., Odashima, T., Hirano, S., & Luo, Z. W. (2008). Development of the Tactile Sensor System of a Human-Interactive Robot RI-MAN. In *Transactions on Robotics* (Vol. 24, p. 505-512). IEEE Press. doi: 10.1109/TRO.2008.917006
- Müller-Böling, D., & Müller, M. (1986). *Akzeptanzfaktoren der Bürokommunikation*. München: Oldenbourg.
- Myers, D. G. (2008). *Psychologie*. Berlin: Springer.
- Nakagawa, K., Shiomi, M., Shinozawa, K., Matsumura, R., Ishiguro, H., & Hagita, N.

- (2011). Effect of robots active touch on peoples motivation. In *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 465-472). ACM. doi: 10.1145/1957656.1957819
- Nass, C., & Lee, K. (2001). Does computer-synthesized speech manifest personality? An Experimental Test of Recognition, Similarity-Attraction, and Consistency-Attraction. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 7(3), 171-181. doi: 10.1037/1076-898X.7.3.171
- Noda, T., Miyashita, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2008). Super-Flexible Skin Sensors Embedded on the Whole Body, Self-Organizing Based on Haptic Interactions. In O. Brock, J. Trinkle, & F. Ramos (Eds.), *Proceedings of Robotics: Science and Systems*. The MIT Press. doi: <http://www.roboticsproceedings.org/rss04/p38.html>
- Ogawa, T., Morita, K., Kitagawa, H., Fuketa, M., & Aoe, J.-I. (2011). A study of dialogue robots with haptic interactions. In *Proceedings of the International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering* (p. 285-288). IEEE Press. doi: 10.1109/NLPKE.2011.6138210
- Pacchierotti, E., Christensen, H. I., & Jensfelt, P. (2005). Human-robot embodied interaction in hallway settings: a pilot user study. In *Proceedings of the International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (p. 164-171). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2005.1513774
- Park, S., Moshkina, L., & Arkin, R. C. (2010). Recognizing Nonverbal Affective Behavior in Humanoid Robots. *Intelligent Autonomous Systems*, 11, 12-21. doi: 10.3233/978-1-60750-613-3-12
- Pineau, J., Montemerlo, M., Pollack, M., Roy, N., & Thrun, S. (2003). Towards Robotic Assistants in Nursing Homes: Challenges and Results. *Special issue on Socially Interactive Robots, Robotics and Autonomous Systems*, 42(1), 271-281.
- Pluta, W. (2011). *Aldebaran Robotics. Humanoider Roboter Nao soll 2012 in den Handel kommen*. Retrieved from <http://www.golem.de/1104/82623.html>
- Plutchik, R. E. (1991). *The Emotions*. Maryland: Lanham.
- Poel, M., Heylen, D., Nijholt, A., Meulemans, M., & van Breemen, A. (2007). Gaze behaviour, believability, likeability and the iCat. *AI & SOCIETY*, 24(1), 61-73. doi: 10.1007/s00146-009-0198-1
- Pöschl, S., Döring, N., Böhme, H.-J., & Martin, C. (2009). Mensch-Roboter-Interaktion im Baumarkt. Summative Evaluation eines mobilen Shopping-Roboters. *Zeitschrift für Evaluation*, 8(1), 27-58.
- Qian, K., Ma, X., Dai, X., & Fang, F. (2010a). Robotic Etiquette: Socially Acceptable Navigation of Service Robots with Human Motion Pattern Learning and Prediction. *Journal of Bionic Engineering*, 7(2), 150-160. doi: 10.1016/S1672-6529(09)60199-2
- Qian, K., Ma, X., Dai, X., & Fang, F. (2010b). Socially Acceptable Pre-collision Safety Strategies for Human-Compliant Navigation of Service Robots. *Advanced Robotics*, 24, 1813-1840. doi: 10.1163/016918610X527176
- Raithel, J. (2006). *Quantitative Forschung. Ein Praxisbuch* (3rd ed.). Wiesbaden: VS

Verlag für Sozialwissenschaften.

- Rammstedt, B., & John, O. P. (2005). Kurzversion des Big Five Inventory (BFI-K): Entwicklung und Validierung eines ökonomischen Inventars zur Erfassung der fünf Faktoren der Persönlichkeit. *Diagnostica*, *51*(4), 195-206. doi: 10.1026/0012-1924.51.4.195
- Reips, U. D. (1997). Das psychologische Experimentieren im Internet. In B. Batinic (Ed.), *Internet für psychologen* (p. 245-265). Göttingen: Hogrefe.
- Riggio, R. E., & Friedman, H. S. (1986). Impression formation: The role of expressive behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, *50*(2), 421-427. doi: 10.1037/0022-3514.50.2.421
- Riggio, R. E., Lippa, R., & Salinas, C. (1990). The display of personality in expressive movement. *Journal of Research in Personality*, *24*(1), 16-31. doi: 10.1016/0092-6566(90)90003-O
- Robins, B., Dautenhahn, K., te Boekhorst, R., & Billard, A. G. (2004). Robots as assistive technology - Does appearance matter? In *Proceedings of the International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (p. 277-282). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2004.1374773
- Robinson, H., MacDonald, B., Kerse, N., & Broadbent, E. (2012). Suitability of healthcare robots for a dementia unit and suggested improvements. *Journal of the American Medical Directors Association*, *14*(1), 34-40.
- Robowatch. (2015). *Produkt-historie*. Retrieved from <http://www.robowatch.de/de/ueber-uns/produkt-historie>
- Rosenberg, M. J., & Hovland, C. I. (1960). Cognitive, Affective, and Behavioral Components of Attitudes. In C. I. Hovland & M. J. Rosenberg (Eds.), *Attitude Organization and Change* (p. 1-14). New Haven, London: Yale University Press.
- Rossi, P. H., & Anderson, A. B. (1982). The Factorial Survey Approach: An Introduction. In P. H. Rossi & S. L. Nock (Eds.), *Measuring Social Judgments: The Factorial Survey Approach* (chap. 1). Sage Publications.
- Rosson, M., & Carroll, J. (2002). *Usability Engineering: Scenario-based Development of Human-Computer Interaction*. London: Academic Press. Retrieved from http://books.google.de/books?id=RRC9IODz4VsC&dq=Usability+Engineering.+Scenario-Based+Development+of+Human-Computer+Interaction.&printsec=frontcover&source=bn&hl=de&ei=OgsuTIvaINSUONHCpIwC&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=OCDYQ6AEwAw#v=onepage&q&f=false
- Roth, E., & Holling, H. (1999). *Sozialwissenschaftliche Methoden*. Oldenburg.
- Rothermund, K., & Eder, A. B. (2011). *Allgemeine Psychologie: Motivation und Emotion*. Wiesbaden.
- Salvini, P., Laschi, C., & Dario, P. (2010). Design for Acceptability: Improving Robots Coexistence in Human Society. *International Journal of Social Robotics*, *2*(44), 451-460. doi: 10.1007/s12369-010-0079-2
- Satake, S., Kanda, K., Glas, D. F., Imai, M., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2009). How to

- approach humans? strategies for social robots to initiate interaction. In *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 109-116). ACM Press. doi: 10.1145/1514095.1514117
- Saum-Aldehoff, T. (2007). *Big Five: Sich selbst und andere erkennen*. Düsseldorf: Patmos.
- Schendera, C. (2007). *Datenqualität mit SPSS*. Wiesbaden: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Scherer, K. R. (2005). What are Emotions? And How Can They Be Measured? *Social Science Information*, 44(4), 695-729.
- Schneider, H. (2007). Nachweis und Behandlung von Multikollinearität. In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter, & J. Wolf (Eds.), *Methodik der empirischen Forschung* (2. Auflage ed., p. 183-198). Gabler.
- Schnell, R., Hill, P. B., & Esser, E. (2008). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. München: Oldenbourg.
- Schnell, R., Hill, P. B., & Esser, E. (2011). *Methoden der empirischen Sozialforschung* (9. Auflage ed.). München: Oldenbourg Verlag.
- Schnurr, S. (2003). Vignetten in quantitativen und qualitativen Forschungsdesigns. In H.-U. Otto, G. Oelerich, & H.-G. Micheel (Eds.), *Empirische Forschung. Sozialarbeit - Sozialpädagogik - Soziale Probleme* (p. 393-400). München: Luchterhand.
- Scholl, A. (2003). *Die Befragung: Sozialwissenschaftliche Methode und kommunikationswissenschaftliche Anwendung*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft mbH.
- Schraft, R. D. (2003). Vom Industrie- zum Service-Roboter - Aus Konkurrenten werden Assistenten. In H.-J. Warnecke & H.-J. Bullinger (Eds.), *Kunststück Innovation: Praxisbeispiele aus der Fraunhofer-Gesellschaft*. Springer Verlag.
- Schraft, R.-D., Hägele, M., & Wegener, K. (2004). *Service Roboter Visionen*. München: Carl Hanser Verlag.
- Scopelliti, M., Giuliani, M. V., D'Amico, A. M., & Fornara, F. (2004). If I had a robot at home.... Peoples' representation of domesticrobot. In S. Keates, J. Clarkson, P. Langdon, & P. Robinson (Eds.), *Designing a more inclusive world* (p. 257-266). Cambridge, UK: Springer.
- Severinson-Eklund, K., Green, A., & Hüttenrauch, H. (2003). Social and collaborative aspects of interaction with a service robot. *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3-4), 223-234. doi: 10.1016/S0921-8890(02)00377-9
- Seyama, J., & Nagayama, R. (2007). The uncanny valley: Effect of realism on the impression of artificial human faces. *Presence. Teleoperators and Virtual Environments*, 16(4), 337-351. doi: 10.1162/pres.16.4.337
- Shekar, S., Nair, P., & Helal, A. (2003). igrocer: a ubiquitous and pervasive smart grocery shopping system. In *Proceedings of the Symposium on Applied Computing* (p. 645-652). ACM. doi: 10.1145/952532.952658
- Shibata, T., & Wada, K. (2011). Robot Therapy: A new approach for mental healthcare of the elderly:A mini-review. *Gerontology*, 57(4), 378-386. doi: 10.1159/000319015
- Shiomi, M., Sakamoto, D., Kanda, T., Ishi, C., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2010). Field Trial

- of a Networked Robot at a Train Station. *International Journal of Social Robotics*, 3(1), 27-40. doi: 10.1007/s12369-010-0077-4
- Shiwa, T., Kanda, T., Imai, M., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2009). How Quickly Should a Communication Robot Respond? Delaying Strategies and Habituation Effects. *International Journal of Social Robotics*, 1(2), 141-155. doi: 10.1007/s12369-009-0012-8
- Shneiderman, B. (2002). *User Interface Design*. Bonn: mitp.
- Siegmán, A. W. (1978). Nonverbal behavior and communication. In A. W. Siegmán & S. Feldstein (Eds.), (p. 183-243). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Sieglwart, R., Arras, K. O., Bouabdallah, S., Burnier, D., Froidevaux, G., Greppin, X., ... Tomatis, N. (2003). Robox at Expo.02: A large-scale installation of Personal Robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3-4), 203-222. doi: 10.1016/S0921-8890(02)00376-7
- So, H., Kim, M., & Oh, K. (2008, Aug). Peoples perceptions of a personal service robots personality and a personal service robots personality design guide suggestions. In *Proceedings of the International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (p. 500-505). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2008.4600716
- Statistisches Bundesamt. (2010). *Mikrozensus - Fragen zur Gesundheit - Körpermaße der Bevölkerung*. Retrieved from www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker-cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1025741
- Stiehl, W. D., Lieberman, J., Breazeal, C., Basel, L., Cooper, R., Knight, H., ... Purchase, S. (2006). The Huggable: A Therapeutic Robotic Companion for Relational, Affective Touch. In *Proceedings of the Consumer Communications and Networking Conference* (Vol. 2, p. 1290-1291). ACM. doi: 10.1109/CCNC.2006.1593253
- Stiehl, W. D., Lieberman, J., Breazeal, C., Basel, L., Lalla, L., & Wolf, M. (2005). Design of a therapeutic robotic companion for relational, affectivetouch. In *International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (p. 408-415). doi: 10.1109/ROMAN.2005.1513813
- Strüker, J., & Sackmann, S. (2004). Neue Formen der Kundenkommunikation durch mobile IuK-Technologien - eine ökonomische Analyse am Beispiel des Extra Future Stores. In *Multikonferenz der Wirtschaftsinformatik (MKWI '04)*.
- Sun, M., Nakashima, H., Hirano, S., Matsuo, K., Ding, M., Jiang, C., ... Qin, G. (2013). Adaptive User-Centered Design for Safety and Comfort of Physical Human Nursing - Care Robot Interaction. Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics, and Risk Management. *Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics, and Risk Management. Healthcare and Safety of the Environment and Transport. Lecture Notes in Computer Science*, 8025, 365-372. doi: 10.1007/978-3-642-39173-6_43
- Syrdal, D. S., Dautenhahn, K., Woods, S., Walters, M., & Koay, K. (2006). Doing the Right Thing Wrong - Personality and Tolerance to Uncomfortable Robot Approaches. In *Proceedings of the International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (p. 183-188). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2006.314415

- Syrdal, D. S., Koay, K. L., Walters, M. L., & Dautenhahn, K. (2007). A personalized robot companion? - The role of individual differences on spatial preferences in HRI scenarios. In *Proceedings of the International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (p. 1143-1148). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2007.4415252
- Tajika, T., Miyashita, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2006). Automatic categorization of haptic interactions - what are the typical haptic interactions between a human and a robot? In *Proceedings of the IEEE-RAS International Conference on Humanoids Robots* (p. 490-496). IEEE. doi: 10.1109/ICHR.2006.321318
- Takeda, H., Kobayashi, N., Matsubara, Y., & Nishida, T. (1997). Towards Ubiquitous Human-Robot Interaction. In *Proceedings of the IJCAI Workshop on Intelligent Multimodal Systems* (p. 1-8). Nagayo, Japan.
- Tapus, A., Tapus, C., & Mataric, M. J. (2008). User-Robot Personality Matching and Robot Behavior Adaptation for Post-Stroke Rehabilitation Therapy. *Intelligent Service Robotics, Special Issue on Multidisciplinary Collaboration for Socially Assistive Robotics*, 1(2), 169-183. doi: 10.1007/s11370-008-0017-4
- Tawil, D. S., Rye, D. C., & Velonaki, M. (2011). Touch modality interpretation for an EIT-based sensitive skin. In *Proceedings of the International Conference on Robotics and Automation* (p. 3770-3776). IEEE Press. doi: 10.1109/ICRA.2011.5979697
- Thrun, S. (2004). Toward a Framework for Human-Robot Interaction. *Human-Computer Interaction*, 19(1), 9-24. doi: 10.1207/s15327051hci1901\&2_2
- Thrun, S., Bennewitz, M., Burgard, W., Cremers, A., Dellaert, F., Fox, D., ... Steiner, W. (1999a). Experiences with two deployed interactive tour-guide robots. In *Proceedings of the International Conference on Field and Service Robotics*.
- Thrun, S., Bennewitz, M., Burgard, W., Cremers, A., Dellaert, F., Fox, D., ... Schulz, D. (1999b). Minerva: a second-generation museum tour-guide robot. In *Proceedings of the International Conference on Robotics and Automation* (Vol. 3, p. 1999-2005).
- Trommsdorff, V., & Teichert, T. (2011). *Konsumentenverhalten* (8th ed.; H. Diller & R. Köhler, Eds.). Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *Management Information Systems Quarterly*, 27(3), 425-478.
- von Foerster, H. (1997). *Wissen und Gewissen. Versuch einer Brücke* (S. J. Schmidt, Ed.). Suhrkamp.
- Wada, K., & Shibata, T. (2007). Living With Seal Robots - Its Sociopsychological and Physiological Influences on the Elderly at a Care House. In *IEEE Transactions on Robotics* (Vol. 23, p. 972-980). IEEE. doi: 10.1109/TRO.2007.906261
- Wada, K., Shibata, T., & Kawaguchi, Y. (2009). Long-term robot therapy in a health service facility for the aged - A case study for 5 years. In *Proceedings of the International Conference on Rehabilitation Robotics* (p. 930-933). IEEE. doi: 10.1109/ICORR.2009.5209495
- Wada, K., Shibata, T., Saito, T., & Tanie, K. (2004). Effects of robot-assisted activity

- for elderly people and nurses at a day service center. In *Proceedings of the IEEE* (Vol. 92, p. 1780-1788). IEEE Press. doi: 10.1109/JPROC.2004.835378
- Wagner, A., & Arkin, R. (2006). A Framework for Situation-based Social Interaction. In *The 15th International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*.
- Walters, M. L., Dautenhahn, K., te Boekhorst, R., Koay, K. L., & Woods, S. N. (2007). Exploring the Design Space of Robot Appearance and Behavior in an Attention-Seeking Living Room Scenario for a Robot Companion. In *Symposium on Artificial Life* (p. 341-347). IEEE. doi: 10.1109/ALIFE.2007.367815
- Walters, M. L., Syrdal, D. S., Koay, K. L., Dautenhahn, K., & te Boekhorst, R. (2008). Human Approach Distances to a Mechanical-Looking Robot with Different Robot Voice Styles. In *Proceedings of the International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (p. 707-712). IEEE. doi: 10.1109/ROMAN.2008.4600750
- Weiner, B. (1986). *An Attributional Theory of Motivation and Emotion*. New York: Springer.
- Weiss, A., Bernhaupt, R., Lankes, M., & Tscheligi, M. (2009). The USUS evaluation framework for Human-Robot Interaction. In *Proceedings of the Symposium on New Frontiers in Human-Robot Interaction* (p. 158-165). IEEE.
- Wolf, T. (2013, März). *Conrad Essen: Unser Filial-Maskottchen Werner im WDR*. Blog conrad. Retrieved from <http://blog.conrad.de/conrad-essen-unser-filial-maskottchen-werner-im-wdr/>
- Yamaoka, F., Kanda, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2008). How close? model of proximity control for information-presenting robots. In *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 137-144). doi: 10.1145/1349822.1349841
- Yohanan, S., & MacLean, K. E. (2011). Design and assessment of the Haptic Creatures affect display. In *Proceedings of the International Conference on Human-Robot Interaction* (p. 473-480). ACM Press. doi: 10.1145/1957656.1957820
- Yoshikawa, Y., Shinozawa, K., Ishiguro, H., Hagita, N., & Miyamoto, T. (2006). Responsive robot gaze to interaction partner. In *Proceedings of Robotics: Science and systems*.
- Zimbardo, P., & Gerrig, R. J. (2004). *Psychologie* (Vol. 16. Auflage). Pearson Studium.