



Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Angewandte Psychologie

Bachelor Thesis 2020

Evaluation und Weiterentwicklung eines sozialen Roboters in einem
menschzentrierten Gestaltungsprozess in der
FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek

Autor:

Andreas Urech

Begleitende Personen:

Roger Burkhard, M.Sc.
Prof. Dr. Hartmut Schulze

Praxispartner:

Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für angewandte
Psychologie
Institut für Kooperationsforschung
und -entwicklung

Abstract

In der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek wird seit Dezember 2019 ein sozialer Roboter eingesetzt, mit welchem Besuchende in verschiedenen Szenarien interagieren können. Ziel dieser Arbeit war es, die Interaktion mit dem Roboter hinsichtlich den Faktoren Gebrauchstauglichkeit, sozialer Akzeptanz und User Experience einzuschätzen, ggf. zu verbessern, sowie neue Anwendungsszenarien zu finden. Dabei wurden in einem menschenzentrierten Gestaltungsprozess überwiegend qualitative Erhebungsmethoden eingesetzt, um subjektive Sichtweisen auf den Roboter und sein Einsatzgebiet zu erlangen. Die Ergebnisse zeigen einen Handlungsbedarf besonders im Bereich der Gebrauchstauglichkeit auf. Es wurden Handlungsempfehlungen abgegeben, um die bestehenden Szenarien zu verbessern, sowie auch zukünftige Szenarien zu gestalten.

Anzahl Zeichen inkl. Leerzeichen: 117'641

Schlüsselwörter: HRI, menschenzentrierte Gestaltung, Soziale Roboter, Bibliotheksroboter

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Soziale Roboter	5
1.2	Anwendungsgebiete	6
1.3	Einsatz in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek	7
1.4	Fragestellungen	8
1.5	Aufbau der Arbeit	8
2	Theoretische Grundlagen	9
2.1	Menschzentrierter Gestaltungsprozess	9
2.1.1	Verstehen und Festlegen des Nutzungskontexts	9
2.1.2	Festlegen der Nutzungsanforderungen	10
2.1.3	Erarbeiten von Gestaltungslösungen	10
2.1.4	Evaluieren von Gestaltungslösungen	10
2.2	Framework USUS	10
2.3	Gebrauchstauglichkeit	11
2.3.1	Gebrauchstauglichkeit im USUS	12
2.4	User Experience	13
2.4.1	User Experience im USUS	14
2.5	Akzeptanz	15
2.5.1	Soziale Akzeptanz im USUS	15
3	Methode	17
3.1	Vorarbeit	17
3.2	Forschungsdesign	17
3.3	Verwendete Technik	18
3.4	Stichprobe	18
3.5	Datenerhebungen	18
3.5.1	Usability-Test	18
3.5.2	Fragebögen	19
3.5.3	Interview	19
3.6	Unterschiede bei der zweiten Datenerhebung	21
3.7	Datenaufbereitung und -analyse	22
4	Ergebnisse	24
4.1	Erhebung 1	24

4.1.1 Ergebnisse Gebrauchstauglichkeit 1	24
4.1.2 Ergebnisse User Experience 1	26
4.1.3 Ergebnisse Soziale Akzeptanz 1	28
4.1.2 Ergebnisse Nutzungskontext 1	29
4.2 Änderungen am Prototyp	29
4.3 Erhebung 2	33
4.3.1 Ergebnisse Gebrauchstauglichkeit 2	33
4.3.2 Ergebnisse User Experience 2	35
4.3.3 Ergebnisse Soziale Akzeptanz 2	37
4.3.4 Ergebnisse Nutzungskontext 2	38
4.4 Handlungsempfehlungen	39
4.4.1 Handlungsempfehlungen für Roboter	39
4.4.2 Neue Szenarien	41
5 Fazit und Diskussion	44
5.1 Fazit	44
5.2 Diskussion & Reflektion	44
6 Verzeichnis	46
6.1 Literaturverzeichnis	46
6.2 Abbildungen	54
6.3 Tabellen	55

1 Einleitung

In der Einleitung wird der Begriff der sozialen Roboter erklärt und abgegrenzt, Anwendungsgebiete und Aktualität geschildert, ein Bezug zur FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek hergestellt sowie die Fragestellung und der Aufbau der Arbeit erläutert.

1.1 Soziale Roboter

Vorstellungen und Geschichten über Roboter gehen in der Geschichte der Menschheit weit zurück. Während in den 1930er Jahren einerseits erste Prototypen für Industrieroboterarme entstanden, wurde andererseits an Robotern, welche mit ihrer Umgebung interagieren gearbeitet: sogenannte kollektive Roboter, welche Gruppenaufgaben erledigen (Fong, Nourbakhsh & Dautenhahn, 2003). Während die Entwicklung von Industrierobotern in Richtung Präzision, Geschwindigkeit und Autonomie weiterging, beschäftigte man sich im Bereich der kollektiven Roboter mehr mit der Frage nach der Individualität des einzelnen Roboters. Es entstand der Bereich der sozialen Robotik (siehe Abbildung 1, blauer Kreis), wo man sich fortlaufend mehr mit sozialem Lernen, Imitation, Gestik und natürlicher Kommunikation beschäftigte (Fong et al., 2003)

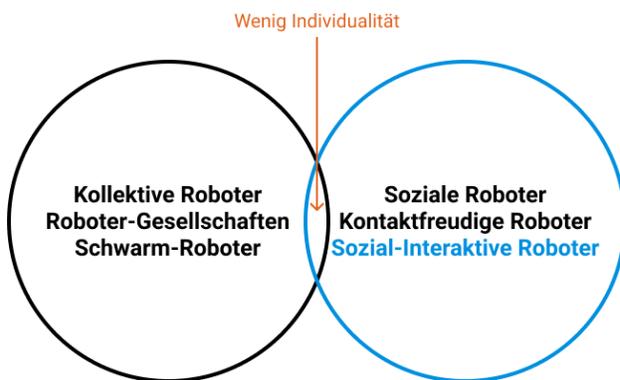


Abbildung 1: Entstehung des Forschungsfeldes sozialer Roboter; eigene Abbildung, nach Fong et al. (2003)

Während es nun auch im Bereich der sozialen Robotik verschiedene Begriffe und Definitionen gibt, sind in dieser Arbeit sozial interaktive Roboter gemeint, wenn von Robotern oder sozialen Robotern gesprochen wird. Sozial interaktive Roboter definieren sich durch die Nachahmung, menschlicher Eigenschaften wie (vorgetäuschte) Emotionen äussern, Fähigkeit zum Führen eines Dialoges, soziale Beziehungen aufbauen, Hinweisreize wie z.B. Gestik oder Mimik äussern oder dem Aufweisen einer Persönlichkeit (Fong et al., 2003).

Zwei weitere Punkte, mit welchem verschiedene Roboter-Typen unterschieden werden können, stellen die Verkörperung und die Morphologie dar. Während ein Sprachassistent wie Siri keine Verkörperung besitzt, kann auch zwischen niedriger und hoher Verkörperung unterschieden werden, je nachdem wie viele Gelenke, Sensoren und Bandbreite beim Roboter vorhanden sind (Fong et al., 2003). Die Morphologie zielt darauf ab, soziale Erwartungen zu treffen: Ein Hunderoboter wird anders behandelt als ein Roboter in Menschengestalt (Fong et al., 2003). Eine menschlichere Gestalt hingegen weckt mehr Erwartungen an den Roboter, sich wie ein Mensch zu verhalten und agieren (Broadbent, 2017). Abbildung 2 sind verschiedene, aktuelle Roboter zu entnehmen, die sich hinsichtlich Morphologie und sozialer Funktionen unterscheiden.

1.2 Anwendungsgebiete

Dass sozial interaktive Roboter (folgend der Einfachheit halber auch *Roboter* genannt) immer mehr Einzug in die Gesellschaft finden, zeigen die Verkaufszahlen. Der Verkauf im Bereich der "Service Roboter für Entertainment" (Spielzeug, Hobbysysteme, Bildung und Forschung), in welchen sozial interaktive Roboter eingeteilt werden können, nimmt gemäss der International Federation of Robotics IRF (2019) jährlich zu: 2018 wurden 4.1 Millionen Einheiten verkauft (+8% zum Vorjahr), 2019 4.5 Millionen Einheiten (+10% zum Vorjahr). Prognosen zufolge ist die Zunahme in den nächsten Jahren linear gleichbleibend mit +10 Prozent bis 2022. Es ist zu beachten, dass der Bereich «Service Roboter für Entertainment» eine Unterkategorie von «Service Robotern» ist (IRF, 2019) und die Bereiche, in welche sozial interaktive Roboter eingeteilt werden je nach Quelle variieren können bzw. auch andere Roboter-Typen beinhalten. So werden auch Begriffe wie z.B. Humanoide Roboter (marketsandmarkets, 2020a), Customer Service Roboter (robotics.org, 2020) und Bildungsroboter (marketsandmarkets, 2020b) in Marktanalysen verwendet.

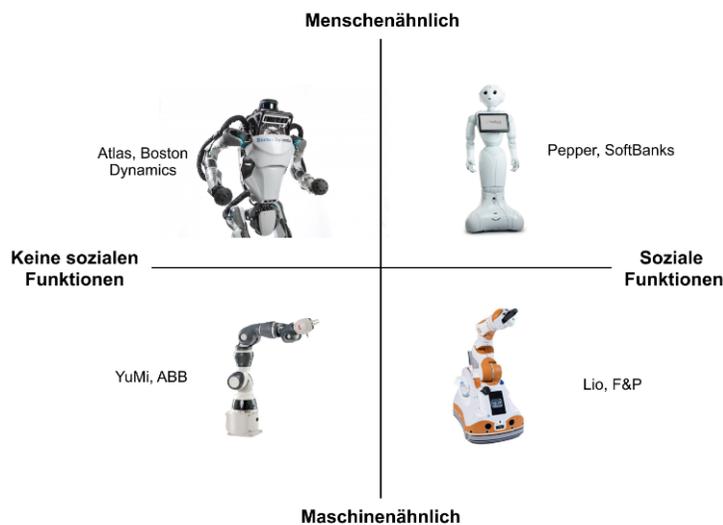


Abbildung 2: Auswahl aktueller Roboter, eingeteilt nach sozialen Funktionen und Morphologie; eigene Abbildung

Die verkauften Roboter werden in verschiedenen privaten und professionellen Settings eingesetzt. Im Gesundheitsbereich unterstützen sie beispielsweise Pflegepersonal in Aktivierungsstunden (Tanner, Urech & Schulze, 2020), sind Begleiter für Demenzkranke oder erinnern Patienten daran, Medikamente einzunehmen (Broadbent, 2017). In Hotels unterstützen sozial interaktive Roboter das Personal, indem sie an der Rezeption repetitive Aufgaben erledigen (Kaufmann et al., 2020) und in Einkaufszentren agieren sie als Guides (Broadbent, 2017). In der Schule und zum Lernen finden sich auch Einsatzgebiete: Autistische Kinder sollen durch die Roboter Hinweisreize in Gesprächen lernen und in der Schule helfen sie beim Vermitteln von Lernstoff und fremden Sprachen oder ermutigen Kinder zum Lernen (Broadbent, 2017). Und auch in öffentlichen Bibliotheken werden soziale Roboter eingesetzt, unter anderem auch im deutschsprachigen Raum: Die Bibliothek der Technischen Hochschule Wildau betreut seit 2016 einen sozial interaktiven Roboter. Der Einsatz konzentriert sich darauf Aufmerksamkeit zu erregen, Witze zu erzählen oder auf einfache Unterstützungsaufgaben wie Informationen und Auskunft zu geben (Seeliger, 2017; Stahl, Mohnke & Seeliger, 2018).

1.3 Einsatz in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek

2019 entschied sich die Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) ebenfalls dazu, in der Bibliothek der Hochschule am Standort Brugg-Windisch einen sozial-interaktiven Roboter einzusetzen. Der Einsatz versprach sich einen Mehrgewinn durch Erfahrungen der Studierenden und Mitarbeitenden, welche diese in den Bereichen Entwicklung, Programmierung, Erprobung und Evaluation sammeln können, aber auch durch die Erfahrung der Besuchenden der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek mit dem Roboter (FHNW, 2019). Abbildung 2 ist oben rechts das Robotermodell *Pepper* der Firma Softbank abgebildet, welches in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek eingesetzt wird.

Bereits vorgängig zur Bachelorarbeit wurde in einem Projekt analysiert, was die Aufgaben des Roboters in der Bibliothek sein sollen, worauf in Punkt 3.1 nochmals genauer eingegangen wird. Es wurden drei Szenarien (Abbildung 3) definiert, in welchen der Roboter zum Einsatz kommen soll: In Szenario eins weist der Roboter auf den Standort des Selbstabholungsregals hin und erklärt, wie bestellte Medien dort gefunden werden können. In Szenario zwei werden Zugriffsprobleme auf E-Medien behandelt und in Szenario drei erklärt der Roboter, wo sich Medien zu einem gewünschten Bereich befinden. Diese drei Szenarien wurden von der Firma raumCode, über welche auch der Roboter angeschafft wurde, auf dem Roboter umgesetzt. Um einen Eindruck der Szenarien zu bekommen, empfiehlt es sich den Roboter in der Bibliothek am FHNW Standort Brugg-Windisch zu besuchen. Trotzdem wurde in Anhang E ein Ablaufplan des Interaktionsstarts und der Szenarien beigelegt. Es ist zu beachten, dass es sich um den Ablaufplan der am 16.04.2020 aktuellen Version handelt.



Szenario 1
Selbstabholung
bestellter Medien
erklären



Szenario 2
Problemlösung bei
Zugriffsschwierigkeiten
auf E-Medien



Szenario 3
Standort
bereichsspezifischer
Medien aufzeigen

Abbildung 3: Umgesetzte Szenarien; eigene Abbildung

Damit der Roboter, bzw. die darauf vorhandenen Szenarien zur Interaktion, bei den Benutzenden eine positive Erfahrung hervorruft und bei der Arbeit unterstützen kann, sollte er in einem menschenzentrierten Gestaltungsprozess weiterentwickelt werden (FHNW, 2019). Damit der Roboter Besuchende der Bibliothek effektiv und effizient unterstützen kann, sollte er eine gute Gebrauchstauglichkeit aufweisen. Um eine positive Erfahrung mit dem Roboter hervorzurufen, sollte eine möglichst positive User Experience mit dem Roboter geschaffen werden (Weiss, Bernhaupt & Tscheligi, 2011). Und um die Bereitschaft der Besuchenden den Roboter zu benutzen zu erhöhen, sollte eine hohe Akzeptanz dem Roboter gegenüber erreicht werden (de Graaf, Ben Allouch & van Dijk, 2019). Die genannten Begriffe werden unter den Punkten 2.3 bis 2.5 genauer erläutert.

Ziel dieser Arbeit ist es, in einem menschenzentrierten Gestaltungsprozess die umgesetzten Szenarien hinsichtlich oben genannter Begriffe einzuschätzen und ggf. zu verbessern sowie weitere, sinnvolle Einsatzszenarien zu evaluieren, was zu folgenden Fragestellungen führt.

1.4 Fragestellungen

F1: Wie schätzen Besuchende der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek den sozial interaktiven Roboter, bzw. die auf ihm umgesetzten Szenarien hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit, Akzeptanz und User Experience ein?

F1.1: Wie wird die Gebrauchstauglichkeit des sozial interaktiven Roboters bzw. die auf ihm umgesetzten Szenarien in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek eingeschätzt?

F1.2: Wie wird die User Experience mit dem sozial interaktiven Roboter in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek eingeschätzt?

F1.3: Wie wird die Akzeptanz des sozial interaktiven Roboters in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek eingeschätzt?

F2: Wie können die Gebrauchstauglichkeit, die Akzeptanz und die User Experience verbessert werden?

F2.1: Wie kann die Gebrauchstauglichkeit des sozial interaktiven Roboters bzw. die auf ihm umgesetzten Szenarien in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek verbessert werden?

F2.2: Wie kann die User Experience mit dem sozial interaktiven Roboter in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek verbessert werden?

F2.3: Wie kann die Akzeptanz des sozial interaktiven Roboters in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek verbessert werden?

F3: Welche weiteren Einsatzszenarien mit dem sozial interaktiven Roboter sind für die Besuchenden der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek sinnvoll?

1.5 Aufbau der Arbeit

Im Anschluss an diese Einleitung werden theoretische Grundlagen vorgestellt. Danach folgt die methodische Vorgehensweise. Im Ergebnisteil werden die Ergebnisse beschrieben und es werden Änderungen bzw. Handlungsempfehlungen daraus abgeleitet. In der Diskussion werden die Fragestellungen beantwortet sowie die Methoden und das Vorgehen reflektiert.

2 Theoretische Grundlagen

In folgendem Teil werden theoretische Grundlagen beschrieben, welche für diese Arbeit von Bedeutung sind. Dabei wird als erstes der Prozess der menschenzentrierten Gestaltung vorgestellt, worauf ein Framework folgt, mit dessen Hilfe Gebrauchstauglichkeit, User Experience und Akzeptanz des Roboters analysiert, eingeschätzt und verbessert werden sollen. Die einzelnen Punkte des Frameworks werden mit Aussagen aus vorhandener Literatur ergänzt.

2.1 Menschzentrierter Gestaltungsprozess

In einem menschenzentrierten Gestaltungsprozess erfolgt die Gestaltung eines Systems - in diesem Fall eines Roboters - mit der Orientierung an den Benutzenden des Systems, jenen welche davon betroffen sind, sowie an Kontextfaktoren wie der Arbeitsumgebung oder den Abreitsaufgaben. Die Partizipation der genannten Personen und das Verständnis für den Kontext eröffnen eine Wissensquelle, um das System an seine Anforderungen anzupassen. Dadurch können Vorteile, wie z.B. erhöhte Gebrauchstauglichkeit, bessere User Experience, weniger Unbehagen und leichtere Verständlichkeit entstehen (Heinecke, 2012).

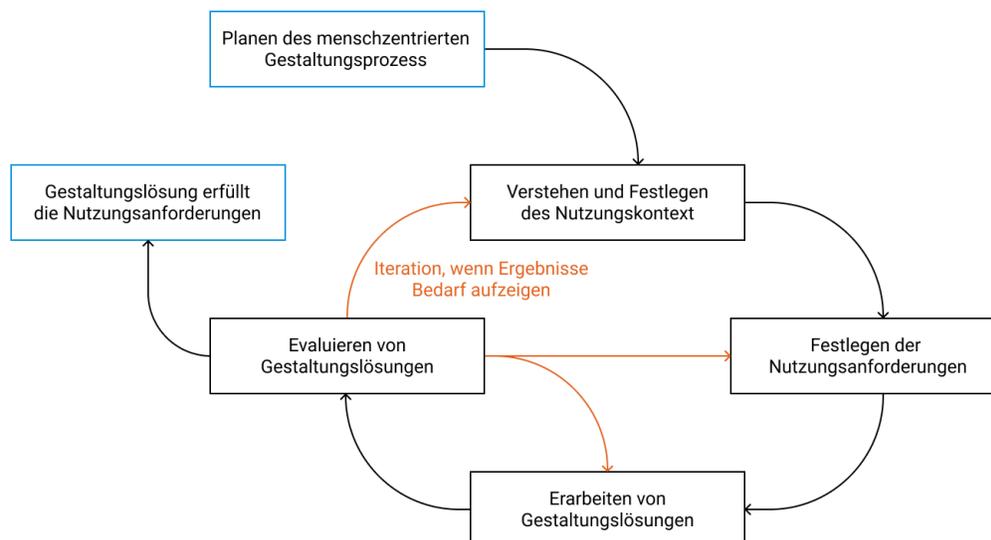


Abbildung 4: Menschzentrierter Gestaltungsprozess; eigene Abbildung, nach Heinecke (2012), Seite 346

Durch ein iteratives Vorgehen wird in einem menschenzentrierten Gestaltungsprozess ermöglicht, dass Rückmeldungen berücksichtigt werden können (siehe Abbildung 4). Darin werden der Nutzungskontext analysiert, die Nutzungsanforderungen festgelegt, eine oder mehrere Gestaltungslösungen erarbeitet und anhand der Anforderungen evaluiert. Es werden dabei fachübergreifende Perspektiven vertreten, um einen grossen Kompetenzbereich abzudecken (Heinecke, 2012). Folgend werden die einzelnen Schritte erläutert.

2.1.1 Verstehen und Festlegen des Nutzungskontexts

Der Nutzungskontext setzt sich aus den Benutzenden, ihren Merkmalen, Zielen und Arbeitsaufgaben sowie der Systemumgebung zusammen. (Heinecke, 2012). Zum Erfassen des Nutzungskontexts kann z.B. ein kontextuelles Interview verwendet werden, in welchem Personen in ihrer Arbeitsumgebung zum Nutzungskontext befragt werden. Dies soll einen

möglichst genauen Beschrieb der Arbeit und den Umständen mit sich bringen. Durch den Dialog mit der Person kann ein Verständnis für die Arbeit entwickelt werden (Holtzblatt & Jones, 1993). In dieser und der nächsten Phase des menschenzentrierten Gestaltungsprozess findet sich Bezug zu Fragestellung F3.

2.1.2 Festlegen der Nutzungsanforderungen

Aus dem Nutzungskontext lassen sich Nutzungsanforderungen ableiten, welche während dem Gestaltungsprozess umgesetzt werden sollen. Eine Methode ist, dass mit Hilfe von idealtypischen Stellvertretenden der Benutzendengruppe, sogenannten Personas, in schriftlicher Form Nutzungskontexte festgehalten und daraus Anforderungen definiert werden (Tagabergenova & Köbler, 2018). Diese Personas werden im Laufe des Gestaltungsprozesses falls nötig angepasst und erweitert. Es müssen auch Konflikte zwischen mehreren Anforderungen sowie Normen und organisatorische Bedingungen berücksichtigt werden (Heinecke, 2012).

2.1.3 Erarbeiten von Gestaltungslösungen

Anhand der festgelegten Anforderungen wird eine Gestaltungslösung erarbeitet. Es finden sich verschiedene Methoden um Gestaltlösungen umzusetzen, eine davon ist Prototyping. Dabei handelt es sich um eine bedienbare, wenn auch nicht zwingend vollständige, Version des Systems. Der Vorteil von Prototypen ist, dass im Gegensatz zu z.B. Diskussionsmethoden bereits Erfahrungen mit dem System gemacht werden können und ein besserer Gesamteindruck entsteht (Heinecke, 2012). In dieser Phase des Prozesses sollen Antworten auf Fragestellung F2 gefunden werden.

2.1.4 Evaluieren von Gestaltungslösungen

Damit Änderungen mit geringem Aufwand möglich sind, muss eine Bewertung durch die Benutzenden möglichst früh und immer wieder erfolgen. Aus den analysierten Ergebnissen werden Lösungsvorschläge ausgearbeitet (Heinecke, 2012). Mit dieser Phase im Prozess soll Fragestellung F1 beantwortet werden.

Für die Evaluation können verschiedene Methoden eingesetzt und verschiedene Daten erhoben werden. Wie der Fragestellung bereits zu entnehmen ist, sollen Daten erhoben werden, welche die Gebrauchstauglichkeit, die User Experience und die Akzeptanz widerspiegeln. Diese drei Begriffe werden in folgenden Abschnitten in ein Evaluations-Framework eingebettet, wobei erst das Framework und danach die Begriffe sowie ihre Bedeutung im Framework erläutert werden.

2.2 Framework USUS

Um die Interaktion zwischen sozial interaktiven Robotern und deren Benutzenden zu verbessern, bietet sich das Framework «Usability, Social Acceptance, User Experience, Societal Impact» (USUS) an. Es gibt den Rahmen für eine Evaluation von humanoiden Robotern nach den Faktoren Gebrauchstauglichkeit, User Experience, sozialer Akzeptanz und gesellschaftlichen Auswirkungen vor. Ziel des Frameworks ist es, die Roboter nutzbringend in die Arbeitsumgebung von Menschen einzubringen und Menschen davon zu überzeugen den Prozess positiv zu unterstützen (Weiss et al., 2011). Das Framework stützt sich dabei teilweise auf existierende Normen und Modelle wobei von Weiss, Bernhaupt, Tscheligi und Yoshida (2009) auch eigene Erhebungsmethoden entwickelt wurden.

Da die gesellschaftlichen Auswirkungen nicht als relevant für die Weiterentwicklung des Prototyps im Kontext der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek angesehen wurden, wird auf diesen Punkt nicht näher eingegangen.

2.3 Gebrauchstauglichkeit

Gebrauchstauglichkeit, oder auch *Usability*, wird definiert als «...das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Nutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.» (DIN EN ISO 9241-11, 1999, zitiert nach Sardonick & Brau, 2016, S. 37). Die Gebrauchstauglichkeit ist nach dieser Norm vom Nutzungskontext (Abbildung 5) abhängig und kann mittels Faktoren Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung gemessen werden.

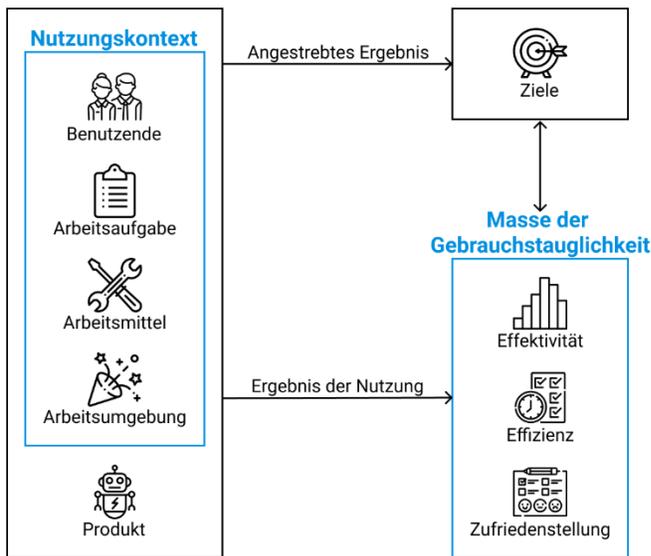


Abbildung 5: Anwendungsrahmen für Gebrauchstauglichkeit; eigene Abbildung, nach DIN EN ISO 9241-11, 1999, zitiert nach Sardonick & Brau, 2016, S. 38

Für die Gestaltung von Dialogsystemen, sprich Benutzerschnittstellen welche eine Interaktion zwischen Mensch und Computer ermöglichen, existiert eine eigene Norm (DIN ISO 9241-110), welche sieben Grundsätze bzw. Faktoren beinhaltet nach denen ein System gestaltet werden soll: Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Erwartungskonformität, Steuerbarkeit, Individualisierbarkeit, Lernförderlichkeit und Fehlertoleranz (Sarodnick & Brau, 2016). Eine Erklärung der Begriffe folgt in Punkt 2.3.1.

Während sogenannte *Usability-Testings* im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion (HCI) verbreitet und auf die jeweiligen Produkte angepasst sind, finden sich nicht wirklich viele Usability-Tests, welche speziell für die Interaktion zwischen Mensch und Roboter (HRI) ausgelegt wurden (Olde Keizer et al., 2019). Auch eine spezielle Norm dafür existiert nicht. Die Bereiche HCI und HRI haben aber einige Gemeinsamkeiten: sie beschäftigen sich mit relativ neuen, sich ändernden Technologien und sorgen sich um deren Benutzerfreundlichkeit. Techniken aus dem Bereich HCI sollten daher auch für HRI angepasst und genutzt werden können (Huang, 2016).

2.3.1 Gebrauchstauglichkeit im USUS

Weiss et al. (2011) nennen im USUS Framework einige Faktoren, welche bei Usability-Tests von Robotern berücksichtigt werden sollten. In Tabelle 1 wurden die Faktoren der verschiedenen DIN-Normen bzw. des USUS Frameworks gegenübergestellt, um Gemeinsamkeiten aufzuzeigen. Die Bereiche sind nicht vollständig trennscharf.

Tabelle 1: Gegenüberstellung und Ähnlichkeiten von Gebrauchstauglichkeitsfaktoren zwischen USUS und DIN-Normen

USUS Framework	DIN EN ISO 9241-11	DIN EN ISO 9241-110
Effektivität	Effektivität	Aufgabenangemessenheit
Effizienz	Effizienz	Aufgabenangemessenheit
Lernfähigkeit		Erwartungskonformität, Lernförderlichkeit, Selbstbeschreibungsfähigkeit
Flexibilität		Steuerbarkeit, Fehlertoleranz, Individualisierbarkeit
Robustheit		Steuerbarkeit, Fehlertoleranz
Utility (Nutzen)	Zufriedenstellung	Aufgabenangemessenheit

Effektivität

Die Effektivität beschreibt die Genauigkeit und die Vollständigkeit, mit welcher die Benutzenden eine Aufgabe erfüllen (Weiss et al., 2011). In diesem und in weiteren Punkten des USUS-Frameworks, finden sich Parallelen zum Punkt der Aufgabenangemessenheit nach der Norm DIN EN ISO 9241-110, welcher besagt, dass ein System seine Benutzende bei der Aufgabenlösung unterstützen sollte (Sarodnick & Brau, 2016).

Effizienz

Effizienz entspricht dem Verhältnis von aufgewendeten Ressourcen zu Genauigkeit und Vollständigkeit, mit welchen die Benutzenden ihre Ziele erreichen. Im Framework entspricht dies z.B. der Geschwindigkeit, in welcher der Roboter seinen Benutzenden helfen kann (Weiss et al., 2011). Auch hier finden sich Ähnlichkeiten zur Aufgabenangemessenheit.

Lernfähigkeit

Die Lernfähigkeit beschreibt, wie einfach ein System von unerfahrenen Benutzenden gelernt werden kann bzw. wie selbsterklärend das System ist. Da Roboter neue Systeme sind, mit welchen die Benutzenden keine oder wenig Erfahrung haben, scheint dies ein wichtiger Faktor zu sein (Weiss et al., 2011). Mit der Lernfähigkeit werden die Punkte der Erwartungskonformität, Lernförderlichkeit und Selbstbeschreibungsfähigkeit aus der DIN EN ISO 9241-110 Norm angesprochen. Während die Erwartungskonformität aussagt, dass ein System vorhersehbaren Belangen der Benutzenden sowie allgemeinen Konventionen entsprechen soll, gibt die Lernförderlichkeit vor, dass Benutzende bei der Nutzung unterstützt und angeleitet werden sollen. Die Selbstbeschreibungsfähigkeit sagt, dass Benutzende sich zu jeder zurecht finden müssen und dass Aktionen ersichtlich und erwartbar sind (Sarodnick & Brau, 2016).

Flexibilität

Beschreibt die Anzahl möglicher Wege, wie mit dem Roboter kommuniziert werden kann. Der Roboter sollte sich flexibel an unvorhergesehene Situationen anpassen können. Dies scheint

ebenfalls ein sehr wichtiger Faktor zu sein (Weiss et al., 2011). In der DIN EN ISO 9241-110 Norm finden sich teilweise Punkte aus Steuerbarkeit, Fehlertoleranz und Individualisierbarkeit. Die Steuerbarkeit sagt, dass Benutzende einen Dialog jederzeit starten, sowie seine Richtung und Geschwindigkeit beeinflussen können sollen. Die Fehlertoleranz beschreibt, dass trotz fehlerhaften Eingaben das Ziel erreicht werden kann, was durch Fehlererkennung, -vermeidung, -korrektur oder -management geschehen kann. Individualisierbarkeit sollte die Interaktion sein, um sie an die Fähigkeiten und Bedürfnisse der benutzenden Personen anzupassen (Sarodnick & Brau, 2016).

Robustheit

Die Robustheit beschreibt, wie der Roboter auf Fehler reagiert und den Benutzenden hilft, ihr Ziel erfolgreich zu erreichen (Weiss et al., 2011). Auch hier finden sich Punkte der Steuerbarkeit und der Fehlertoleranz.

Utility (Nutzen)

Die Utility bezieht sich darauf, wie hoch der Nutzen des Roboters ist, um eine bestimmte Aufgabe zu erreichen. Dies ist ein wesentlicher Faktor, da die Benutzenden oft unerfahren sind und der Roboter nicht für eine spezifische Aufgabe konzipiert wurde (Weiss et al., 2011). Hier lassen sich ein Stück weit der Punkt der Zufriedenstellung aus der DIN EN ISO 9241-11 Norm, sowie wieder die Aufgabenangemessenheit zuordnen.

2.4 User Experience

Während die Gebrauchstauglichkeit im Zeitraum der Nutzung eines Systems eine Rolle spielt, befasst sich die User Experience (UX) auch mit Prozessen vor und nach der Nutzung (siehe Abbildung 6). Berücksichtigt werden Gefühle, Meinungen, Vorlieben, Wahrnehmungen und Reaktionen (Sarodnick & Brau, 2016). Aber auch Systemleistung (im Sinne von Reaktionszeiten), die Marke bzw. das Design und der wahrgenommene Nutzen beeinflussen die UX. Der Nutzen kann dabei direkt durch die Funktion des Systems (*pragmatisch*) wahrgenommen werden oder auch indirekt durch Selbstdarstellung und Vermittlung des Selbstbildes (*hedonisch*) (Heinecke, 2012).

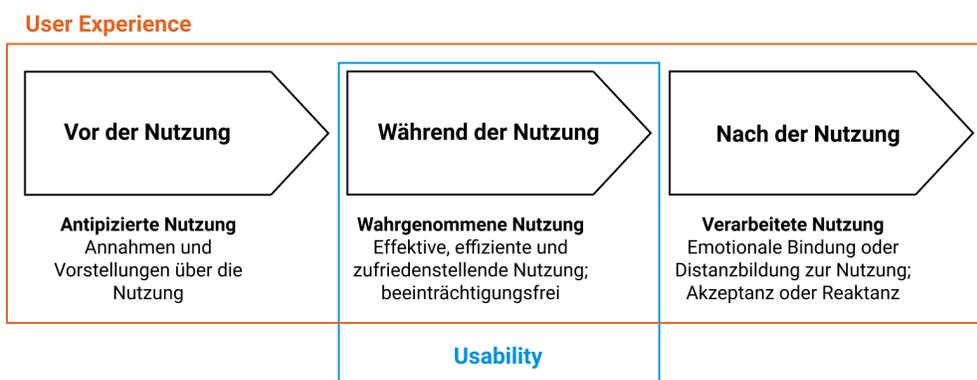


Abbildung 6: User Experience und Gebrauchstauglichkeit; eigene Abbildung, nach ISO 9241, zitiert nach Sarodnick & Brau, 2012, S.22

Häufig werden die pragmatische und die hedonische Qualität erhoben, um die UX quantitativ messbar zu machen. Die pragmatische Qualität (PQ) beschreibt hierbei, wie gut ein Produkt zur Aufgabenerledigung geeignet ist und von seinen Benutzenden auch so wahrgenommen wird.

Die hedonische Qualität (HQ) hingegen kann nochmals in zwei Subkategorien unterteilt werden und geht über die reine Nützlichkeit hinaus. *HQ-Stimulation* (HQ-S) beschreibt, ob ein Produkt die Möglichkeiten der Benutzenden erweitert und diese so stimuliert. *HQ-Identität* (HQ-I) zeigt auf, ob Benutzende durch das Produkt ihr Selbst zum Ausdruck bringen können. Die gesamte HQ sollte stabiler sein als die PQ, da sie mit den Bedürfnissen der Benutzenden zusammenhängen (Hassenzahl, Burmester & Koller, 2003).

Eine intuitive Bedienung, die kein Nachdenken erfordert wird oft als Vorbedingung für eine positive UX gesehen: Die Konzentration der Benutzenden kann dann auf die Aufgabe fokussiert sein und nicht auf die Interaktion mit dem System (Heinecke, 2012)

Gerade für die Akzeptanz von Robotern spielt UX eine wichtige Rolle. Eine negative Erfahrung kann Abneigung bzw. Reaktanz gegenüber dem Roboter zur Folge haben (Alenljung, Lindblom, Andreasson & Ziemke, 2017), wogegen eine positive UX zu effizienterer Aufgabenausführung führen kann (Weiss et al., 2011).

2.4.1 User Experience im USUS

Weiss et al. (2011) schlagen in ihrem USUS-Framework, neben HQ und PQ zusätzlich verschiedene Faktoren vor, welche bei der Gestaltung von UX im HRI-Bereich besonders berücksichtigt werden sollten:

Embodiment:

Eine humanoide Form sollte die Mensch-Roboter-Interaktion erleichtern, da sie eine intuitivere Schnittstelle bietet. Allerdings können menschliche Merkmale auch höhere Erwartungen an den Roboter hervorrufen (Weiss et al., 2011). Menschen antworten positiver, wenn Menschenähnlichkeit im Sinne der Verkörperung, aber auch der Emotionen besteht. Eine zu starke optische Menschenähnlichkeit kann aber Angst auslösen (Fink, 2012). Studien schlagen vor, dass die Verkörperung des Roboters seinen Funktionen entsprechen soll damit sich die Benutzenden wohlfühlen (Behan & O’Keeffe, 2008). Ein weiterer Punkt ist, dass sich der Roboter autonom bewegen können soll (herumfahren, spontane Bewegungen), damit er als lebendiger angesehen wird (de Graaf, Allouch & van Dijk, 2015).

Emotion:

Emotionen sind ein grosser Bestandteil sozialer Interaktion und sollten berücksichtigt werden, wenn ein Roboter mit einem Menschen sozial interagieren soll. Emotionen spielen auch beim Erleben des Roboters durch Benutzende eine Rolle, beispielsweise kann Freude entstehen, wenn ihre Erwartungen erfüllt oder übertroffen wurden (Weiss et al., 2011). Wenn ein Roboter emotionales Feedback gibt, wird er als sympathischer empfunden (Fink, 2012).

Menschorientierte Wahrnehmung:

Ein sozialer Roboter sollte die menschliche Wahrnehmung simulieren, zumindest teilweise. Diese beinhaltet neben dem Verstehen und Analysieren der menschlichen Sprache auch die optische Wahrnehmung und Fixierung des Gegenüber sowie das Erkennen dessen Gestik und Mimik (Weiss et al., 2011). Damit der Roboter lebendiger wahrgenommen wird, sollte er auf seine Umgebung reagieren können. Zudem sollte die Kommunikation so gestaltet sein, dass frei mit dem Roboter gesprochen werden kann (de Graaf et al., 2015). Die von den Benutzenden wahrgenommene Intelligenz des Roboters kann aber auch ein bisschen manipuliert werden. So

werden Roboter z.B. als intelligenter wahrgenommen, wenn sie zum selben Team gehören. (Cuijpers & Knops, 2015).

Gefühl der Sicherheit:

Bei der Interaktion mit Robotern ist es wichtig diese so zu gestalten, dass sie sicher ist und aber auch das sie von Benutzenden als sicher wahrgenommen wird (Weiss et al., 2011). Um dies zu fördern kann der Roboter z.B. positive Emotionen ausdrücken (Wei & Zhao, 2016).

Co-Erfahrung mit Robotern:

Beschreibt die Erfahrung von Benutzenden mit dem Roboter anhand der sozialen Interaktion mit ihm (Weiss et al., 2011). Da der Roboter eine menschliche Interaktion ermöglichen sollte, kann die Interaktion mit einem echten Menschen als Referenzpunkt herbeigezogen werden. Roboter werden z.B. positiver bewertet, wenn sie höflicher sprechen (Fink, 2012) oder ihnen werden mehr menschliche Qualitäten zugeschrieben, wenn sie sich auch im unbeschäftigten Zustand bewegen (Cuijpers & Knops, 2015).

2.5 Akzeptanz

De Graaf et al. (2019) weisen darauf hin, dass die zunehmende Anzahl Roboter in der Gesellschaft nicht automatisch die Bereitschaft oder die Akzeptanz der Menschen mit ihnen zu interagieren erhöht. Es ist in diesem Sinne wichtig, Roboter so zu gestalten, dass sie bei den Benutzenden Akzeptanz finden.

Es existieren einige Modelle im HCI Bereich, welche beschreiben welche Faktoren auf die Akzeptanz von Benutzenden gegenüber Technologien wirken. Zwei Bekannte sind das *Technologie Akzeptanz Modell (TAM)* und das *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-Modell (UTAUT)* (Heerink, Krose, Evers & Wielinga, 2009). Das TAM besagt, dass *wahrgenommener Nutzen* und *wahrgenommene Einfachheit der Benutzung* indirekt schlussendlich die Benutzung eines Systems beeinflussen. Das UTAUT spricht von *Leistungs- und Aufwandserwartung* und verwendet zusätzlich die Faktoren *Soziale Beeinflussung* und *fördernde Bedingungen*, welche bis auf Letztere auch indirekt auf die Benutzung eines Systems wirken (Kim, Lee, Hwang & Yoo, 2015). Mit Hilfe dieser Modelle können quantitative Daten erhoben werden und dadurch Technologien so gestaltet werden, dass sie eine höhere Akzeptanz erzielen und leichter genutzt werden. Diese Modelle sollten jedoch nicht ohne Anpassung auf den HRI Bereich übertragen werden, da Roboter eine komplexere Technologie aufweisen als andere Geräte (de Graaf et al., 2019).

2.5.1 Soziale Akzeptanz im USUS

Weiss et al. (2011) sprechen von einer anderen Sicht auf den Begriff Akzeptanz, als er bei den oben genannten Modellen verwendet wird. Sie verwenden in ihrem Framework soziale Akzeptanz, welche als die auf Interaktionserfahrungen basierende Bereitschaft eines Individuums, einen Roboter in ein alltägliches soziales Umfeld zu integrieren, definiert wird. Damit ein Roboter von seinem menschlichen Umfeld akzeptiert wird, ist es wichtig zu verstehen welche Faktoren die soziale Akzeptanz beeinflussen, folgende werden im USUS-Framework genannt.

Leistungserwartung:

Leistungserwartung ist nach dem UTAUT-Modell der stärkste Prädiktor für eine Nutzungsabsicht. Sie ist definiert als Grad, in welchem jemand glaubt, dass das System bei der Arbeitsleistung Gewinne bringt (Venkatesh, Morris, Davis & Davis, 2003)

Aufwandserwartung:

Die Aufwandserwartung versucht ausfindig zu machen, wie komplex sich Benutzende das System vorstellen und mit welchem Aufwand sie bei der Benutzung rechnen (Weiss et al., 2011).

Einstellung gegenüber Technologieeinsatz:

Dieser Faktor soll aufzeigbar machen, welche positiven und negativen Gefühle und Einstellungen gegenüber der Verwendung eines Roboters vorhanden sind (Weiss et al., 2011).

Selbstwirksamkeit:

Selbstwirksamkeit beschreibt die Überzeugung von Menschen darüber, bestimmte Ziele zu erreichen. Wahrgenommene Selbstwirksamkeit wird als relevanter Faktor in der HRI gesehen und wirkt sich auf Gefühle, Motivation und Verhalten der benutzenden Person aus (Weiss et al., 2011).

Formen der Gruppenbildung:

Menschen, die gemeinsame Eigenschaften haben, sammeln sich in einer Gruppe. Sie interagieren vorzugsweise mit anderen Gruppenmitgliedern, teilen eine gemeinsame Identität und akzeptieren die Erwartungen und Verpflichtungen anderer Gruppenmitglieder. Dieser Faktor soll identifizieren, ob Benutzende und der Roboter eine gemeinsame Identität haben können (Weiss et al., 2011).

Bindung:

Bindung beschreibt die Zuneigung einer Person, in diesem Falle zu einem Objekt bzw. Roboter (Weiss et al., 2011). Eine Bindung kann z.B. erreicht werden, wenn der Roboter der benutzenden Person ähnlich ist (Interessen, Emotionen, Art des Sprechens) (de Graaf et al., 2015).

Reziprozität:

Beschreibt den Austausch von Leistung und Gegenleistung zwischen benutzender Person und dem Roboter oder auch die Reaktion der Benutzenden auf die Handlung des Roboters (Weiss et al., 2011). Studien haben z.B. gezeigt, dass Personen unfreundlicher mit einem Roboter interagieren als mit einem echten Menschen, weil sie wussten, dass der Roboter nicht negativ darauf reagiert (de Graaf et al., 2015).

3 Methode

In den folgenden Abschnitten wird erst erklärt, wo die vorliegende Arbeit an ein Projekt der FHNW anknüpft, dann wird auf das Forschungsdesign eingegangen, gefolgt vom genaueren Beschrieb Methoden der Datenerhebung bzw. -auswertung.

3.1 Vorarbeit

Im Rahmen eines Forschungsprojektes der FHNW wurden, vorgängig zur Bachelor Thesis, vom Projektteam bereits erste Analysen des Nutzungskontextes getätigt. Um die Arbeitsaufgaben zu verstehen und die Arbeitsumgebung kennenzulernen wurde ein kontextuelles Interview durchgeführt. Mit den Mitarbeitenden der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek wurde zudem ein Workshop abgehalten, um mögliche Anwendungsszenarien des Roboters in der Bibliothek zu finden. Aus den Ergebnissen dieser Analyse wurden erste Nutzungsanforderungen und daraus drei Szenarien definiert, welche Prototypmässig auf dem Roboter programmiert wurden (siehe Punkt 1.3). In diesen Schritten wurden die Personen, welche den Roboter schlussendlich benutzen sollten – also die Besuchenden der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek – nicht miteinbezogen. Alle drei Punkte, das Verständnis der Benutzenden, der Arbeitsaufgaben und der Arbeitsumgebung sind jedoch wesentlich für einen menschenzentrierten Gestaltungsprozess, da sie Informationen liefern, aus welchen Anforderungen abgeleitet werden (Heinecke, 2012).

3.2 Forschungsdesign

Die Bachelorarbeit knüpft nun an der Stelle der Evaluierung der Szenarien auf dem Roboter an. Um in einem menschenzentrierten Gestaltungsprozess die subjektiven Sichtweisen auf den Roboter und sein Einsatzgebiet zu erlangen, wurde ein überwiegend qualitatives Vorgehen mit zwei Iterationsschleifen, sprich zwei Datenerhebungen, gewählt (siehe Abbildung 7).



Abbildung 7: Vereinfachte Darstellung des Forschungsdesigns; eigene Abbildung

Die Evaluierung erfolgte in Form eines Usability-Tests mit Besuchenden der Bibliothek. Darauf folgte ein Interview, in welchem neben Fragen zur User Experience auch die soziale Akzeptanz von Robotern erhoben wurde. Zusätzlich wurden zwei Fragebögen abgegeben, um die quantitativen Ergebnisse daraus mit einem Benchmark-Wert vergleichen zu können.

Mit Hilfe von Videoaufzeichnungen und Notizen wurden die Daten aufbereitet um ausgewertet werden zu können. Mit den Ergebnissen sollte einerseits Fragestellung F1 beantwortet werden, andererseits flossen die Ergebnisse, zusammen mit Empfehlungen aus vorhandener Literatur, in die Weiterentwicklung des Roboter-Prototyps ein, womit sich Fragestellung F2 beantworten lassen sollte.

In den erwähnten Interviews wurden auch Merkmale der Benutzenden und Angaben zu ihrem Aufenthalt in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek erhoben. Mit diesen Informationen wurde der Nutzungskontext erweitert und es wurden mehrere Personas erstellt, aus welchen

sich schlussendlich Empfehlungen für neue Einsatzszenarien ableiten liessen. Somit sollte auch Fragestellung F3 beantwortet werden.

Dieser Prozess sollte zweimal durchlaufen werden. Wie Abbildung 7 zu entnehmen ist, mussten wegen der Ausbreitung des SARS-CoV-2 (neuartiges Coronavirus 2019) aber einige methodische Änderungen vorgenommen werden, worauf unter Punkt 3.6 genauer eingegangen wird.

3.3 Verwendete Technik

Es wurde ein 1,20 Meter grosser humanoider Roboter des Modells Pepper der Firma SoftBank eingesetzt, auf welchem soziale Funktionen programmiert werden können. Neben dem Roboter wurde in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek ein Flachbildschirm eingesetzt, auf welchem Grafiken wie der Standort von bestimmten Büchern oder sonstige Informationen angezeigt wurden.

Die drei anfänglichen Use Case auf dem Roboter wurden von der Schweizer Firma raumCode umgesetzt. Ebenfalls wurde von besagter Firma die Interaktionsoberfläche Remote Tablet Control (RTC), um den Roboter einfacher programmieren zu können, entwickelt. Durch die Oberfläche RTC kann mittels Bausteinen und einfachen Befehlen die Sprachausgabe, Gestik, Tablet und Logik des Roboters angesteuert werden.

Zur Videoaufnahme wurde während der ersten Datenerhebung ein Smartphone verwendet, bei der zweiten Datenerhebung wurden die Interaktionen und Gespräche über die Online-Meeting Plattform Webex durchgeführt und aufgezeichnet.

3.4 Stichprobe

Für die Usability-Testings wurden Personen, welche die Bibliothek besuchten oder zu einem früheren Zeitpunkt besucht hatten, eingeladen. Während den Datenerhebungen wurden jeweils sieben Personen befragt, insgesamt also 14 Personen. Diese Anzahl an Testpersonen pro Erhebung wurde aus einem Aufwands/Ertrags-Aspekt gewählt. Mit fünf Personen können im Schnitt über 85% der gesamten Gebrauchstauglichkeits-Problemen gefunden werden, mit zehn Personen im Schnitt bereits über 94% (Faulkner, 2003, zitiert nach Sardonick & Brau, 2016, S. 174).

Die meisten der Testpersonen waren Studierende der FHNW oder einer anderen Hochschule, eine Person ist beruflich im Schulwesen tätig und eine Person ist ein Alumnus der FHNW. 9 Personen waren weiblich, 5 Personen männlich, die Alters-Range reichte von 26 bis 55 Jahren. Für die Teilnahme wurde jeweils eine Einverständniserklärung (siehe Anhang A) unterschrieben.

3.5 Datenerhebungen

Unter diesem Punkt wird das methodische Vorgehen während beiden Datenerhebungen beschrieben. Unterschiede zwischen den Erhebungen folgen in Punkt 3.6.

3.5.1 Usability-Test

Weil ein Prototyp analysiert wurde, wurde eine formative Evaluation durch Usability-Tests gewählt. Nach Sardonick und Brau (2016) sollten dabei die Systemfunktionalitäten möglichst vollständig und das Systemverhalten möglichst realitätsgerecht sein, sowie Testaufgaben in typischen Aufgabenkontext der Endbenutzenden stattfinden. Da der Roboter, auf welchem der

Prototyp programmiert wurde, in der Bibliothek stand, wurden diese Anforderungen gewährleistet. Die Teilnehmenden der Usability-Tests wurden vor der Interaktion nach ihren Erwartungen gefragt und aufgefordert während dem Test laut zu denken. Die Methode des lauten Denkens ermöglicht die «Erfassung bewusster handlungsbegleitender Kognitionen und Emotionen» (Gediga & Hamburg, 2002, zitiert nach Sardonick & Brau, 2016, S. 170) und hilft dem Verständnis der Handlungen der Testpersonen. Danach erhielten sie nacheinander drei Aufgabestellungen, welche sie selbstständig mit dem Roboter lösen sollten:

1. Bestellte Medien abholen
2. Zugriffsprobleme mit E-Medien lösen
3. Bereichsspezifische Literatur vor Ort finden

Die vollständige, schriftliche Aufgabenstellung welche ausgehändigt und während dem Briefing vorgelesen wurde, ist dem Anhang A zu entnehmen. Es wurde mitgeteilt, dass das System bzw. der Roboter getestet wird und nicht die benutzende Person und auch, dass es keine falschen Äusserungen gibt. Das transparente Vorgehen sollte dabei helfen, Ängste und Unsicherheiten der Testpersonen abzubauen (Sarodnick & Brau, 2016). Die Bearbeitung der Aufgabenstellung wurde für die spätere Analyse auf Video aufgezeichnet. Nach jeder Aufgabe wurde gefragt, was als gut und was als verbesserungsfähig empfunden wurde, sowie wie es verbessert werden könnte.

3.5.2 Fragebögen

Da nach einem Usability-Test vor einem Interview, zumindest falls vorhanden, erst Fragebögen beantwortet werden sollten (Sarodnick & Brau, 2016), wurde anschliessend die *System Usability Scale* (SUS) (Brooke, 1986) zum Ausfüllen abgegeben. Damit kann ein Score errechnet werden, mit welchem die Prototypen zumindest ansatzweise verglichen werden können. Das Verwenden dieser relativ kurzen und validierten 5-Punkte Likert-Skala ist im Bereich der HRI Forschung verbreitet und wird auch empfohlen (Schrum, Johnson, Ghuy & Gombolay, 2020). Ebenfalls wurde ein Fragebogen zur quantitativen Erfassung von UX, der AttrakDiff, abgegeben, welcher die von den Benutzenden wahrgenommene hedonische und pragmatische Qualität des Roboters erfassen soll (Hassenzahl et al., 2003). Dabei werden bipolare Items auf einer 7-stufigen Skala bewertet und daraus ein Score berechnet. Auch hier sollten durch Abgleich der Scores die unterschiedlichen Prototypen im Ansatz verglichen werden (Hassenzahl, Burmester & Koller, 2008). Die vollständigen Fragebögen SUS und AttrakDiff finden sich in Anhang A.

3.5.3 Interview

Nach dem Usability-Test wurde mit den Benutzenden ein Interview durchgeführt. Da das Interesse beim informativen Inhalt der Interviews und der Bewertung des Roboters durch die Benutzenden lag, wurde ein halbstrukturiertes Vorgehen gewählt, was laut Helfferich (2011) sinnvoll ist. Es wurde ein Leitfaden erstellt, in welchem in thematischen Blöcken mehrheitlich offene Fragen festgehalten wurden. Die ersten Themenblöcke UX und Soziale Akzeptanz zielten auf die Interaktion mit dem Roboter ab. Darauf folgten Fragen, welche den Nutzungskontext betreffen sowie Fragen zur Person (Siehe Abbildung 8, orange hervorgehoben).

Leitfaden

Die Fragen der ersten beiden Themenblöcke orientieren sich am Framework USUS (Weiss et al., 2011), in welchem ein Fragebogen von Weiss et al. (2009) selbst entwickelt wurden und Items aus dem UTAUT (Venkatesh et al., 2003) eingesetzt werden. Die Befragungen zu UX und sozialer Akzeptanz werden im Framework aber primär mittels Fragebogen quantitativ erfragt. Um qualitative Fragen zu entwickeln und somit die subjektiven Sichtweisen der Benutzenden aufzuzeigen, wurden die in den Fragebögen verwendeten Items analysiert und umformuliert: Für z.B. die Variable Embodiment wurde aus den Items

«Mir gefiel die Grösse des Roboters». , «Mir gefiel das Design des Roboters». , «Mir gefiel, dass der Roboter einem Menschen ähnlich sah». , «Mir gefiel, dass der Roboter menschenähnliche Eigenschaften hat: Gesicht, Ohren, Augen, etc.». , «Mir gefiel die physische Anwesenheit des Roboters» (siehe Weiss, Bernhaupt, Tscheligi & Yoshida, 2009, S.4)

schliesslich die Fragestellung

«Wie gefallen Ihnen die äusseren Aspekte wie Grösse, Aussehen und Menschenähnlichkeit des Roboters? Wie gefiel Ihnen die Anwesenheit des Roboters?»

Items, welche nicht relevant waren (z.B. «Wenn ich das System nutze, erhöhe ich meine Chancen auf eine Gehaltserhöhung» (Venkatesh et al., 2003, S.460)) wurden nicht berücksichtigt. Zusätzlich wurden bereits verwendete Fragen zur Erfassung von sozialer Akzeptanz verwendet (siehe de Graaf, 2015, S.244). Alle Items und die daraus abgeleiteten, verwendeten Fragen finden sich in Anhang B.

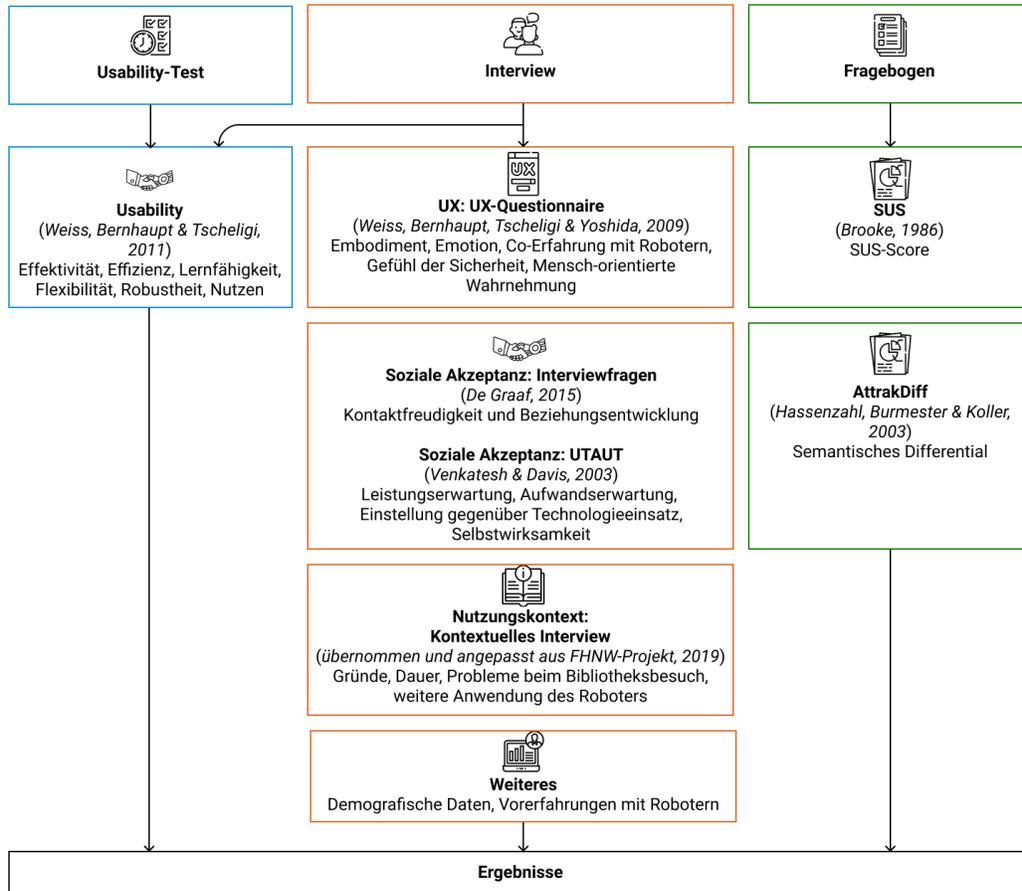


Abbildung 8: Aufbau und Inhalt der verschiedenen Erhebungsmethoden; eigene Abbildung

Die Fragen zum Nutzungskontext wurden aus dem kontextuellen Interview, welches bereits in der Vorarbeit der FHNW verwendet wurde, übernommen und ergänzt. Sie zielen darauf ab, ein umfassenderes Verständnis der Benutzenden, der Arbeitsaufgaben und der Arbeitsumgebung der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek zu erlangen. Ebenfalls wurde nach weiteren möglichen oder gewünschten Einsatzmöglichkeiten des Roboters in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek gefragt. Zum Schluss wurden demografische Daten erhoben und nach Vorerfahrungen mit Robotern gefragt. Aus den gewonnenen Informationen sollen Personas erstellt werden, um damit später neue, benutzendenspezifische Einsatzszenarien entwickeln zu können. Die Fragen zum Nutzungskontext finden sich in Anhang B.

3.6 Unterschiede bei der zweiten Datenerhebung

Aufgrund der Ausbreitung des SARS-CoV-2 (neuartiges Coronavirus 2019) in der Schweiz und der daraus folgenden Atemwegserkrankung COVID-19 erklärte der Bundesrat am 16. März 2020 die ausserordentliche Lage gemäss Epidemiegesetz (Bundesamt für Gesundheit BAG, 2020). Der Krisenstab der FHNW beschloss darauf, dass ab dem 16. März 2020 der Präsenzunterricht an der FHNW abgebrochen wird (Informationsmail der FHNW, 2020a) (siehe Anhang D1) und ab dem 17. März 2020 der Zugang zu den Gebäuden untersagt wird (Informationsmail der FHNW, 2020b) (siehe Anhang D2). Da davon auch die FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek betroffen war, konnte die zweite Datenerhebung nicht mehr vor Ort durchgeführt werden. Aufgrund dessen wurde eine ältere Version desselben Roboter-Modell

Pepper vom Usability-Labor der FHNW Olten zum Autor nach Hause gebracht. Auf dem Roboter wurden dieselben Szenarien umgesetzt, bzw. anhand den Ergebnissen der ersten Erhebung abgeändert. Die folgende Datenerhebung wurde Online mit Videotelefonie über das Online-Meeting-Tool Cisco Webex durchgeführt. Die Sitzungen wurden jeweils aufgezeichnet und zur Auswertung verwendet, die Einverständniserklärungen versandt. Im Unterschied zur ersten Datenerhebung konnten die Testpersonen nicht direkt mit dem Roboter interagieren, sondern erklärten der Testleitung was sie als nächstes tun würden, was von Letzterer umgesetzt wurde. Die beiden Fragebögen wurden per Mail versendet und das Interview online geführt. Aufgrund verschiedener technischer Herausforderungen wurde entschieden, während dem Interview keine Notizen zu machen. Stattdessen wurde es anhand der Aufnahme, angelehnt an Kuckartz (2006), wörtlich transkribiert, wobei die Schweizerdeutsche Sprache mit wenigen Ausnahmen (z.B. *härzig*) an das Schriftdeutsche angepasst wurde. Pausen und Betonungen wurden nicht transkribiert, da sie für die Auswertung nicht relevant waren, Emotionen wurden dann transkribiert, wenn sie für das Verständnis der Äusserung oder der Situation von Bedeutung waren.

3.7 Datenaufbereitung und -analyse

Um die Daten aus den Videoaufzeichnungen der Usability-Tests zu analysieren, wurde ein Raster erstellt, welches zu den drei verschiedenen Szenarien sowie einer zusätzlichen, allgemeinen Kategorie, jeweils alle Gebrauchstauglichkeitskriterien nach DIN EN ISO 9241 bzw. nach dem USUS-Framework enthält. Darin wurden sowohl die Aussagen wie auch die Handlungen der Personen, sowie direkt nach dem Test vorgeschlagene Lösungen, den jeweiligen Szenarien und Kriterien zugeordnet.

Zu den Interviews der ersten Erhebung wurden während dem Interview Notizen gemacht, eine Tonaufnahme fand nur zur ggf. nötigen Kontrolle statt. Dies entspricht einer protokollbasierten Analyse nach Kuckartz (2006) und hat den Vorteil, dass es im Gegensatz zu einer wörtlichen Transkription weniger zeitaufwändig ist. Aussagen während dem Interview zur Gebrauchstauglichkeit, wurden ins oben genannte Raster eingefügt. Aussagen zur UX und sozialer Akzeptanz wurden in ein separates Raster eingetragen, welches deduktiv aus den Kategorien des USUS-Frameworks gebildet wurde. Es wurde zusätzlich die positive oder negative Richtung der Aussage sowie ggf. die vorgeschlagene Lösung festgehalten. Bei der zweiten Datenerhebung wurden Änderungen im Vorgehen gemacht, was unter Punkt 3.6 beschrieben wurde.

Antworten zum Nutzungskontext und Vorschläge zu anderen Einsatzszenarien des Roboters in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek wurden zusammengetragen und gruppiert. Aus den gruppierten Informationen wurden Personas gebildet um den Nutzungskontext festzuhalten und daraus Nutzungsanforderungen zu spezifizieren (Tagabergenova & Köbler, 2018). Damit sollten bestehende Szenarien ggf. verbessert und neue Einsatzszenarien geschaffen werden können.

Die Daten des SUS-Fragebogens wurden in eine Exceldatei übertragen, in welcher der SUS-Score ausgerechnet wurde. Für die Daten des AttrakDiff-Fragebogens wurde das Auswertungstool auf <http://attrakdiff.de> verwendet. Auf einen statistischen Vergleich der Gruppen wurde aufgrund der Absichten der vorliegenden Arbeit verzichtet, weshalb keine weiteren Berechnungen durchgeführt wurden.

Die Auswertungsbögen für beide Erhebungen finden sich in Anhang C1 (Auswertung 1) bzw. C2 (Auswertung 2).

4 Ergebnisse

In diesem Teil der Arbeit werden die Ergebnisse beider Erhebungen aufgezeigt. Nach der ersten Erhebung werden vorgenommene Änderungen am Prototyp zwischen den beiden Erhebungen beschrieben, wobei Theorien und Empfehlungen aus vorhandener Literatur integriert werden. Darauf folgt die zweite Erhebung und abschliessend die Handlungsempfehlungen, wiederum mit Ergänzungen aus der Literatur, für zukünftige Änderungen und neue Szenarien.

4.1 Erhebung 1

Folgend werden die Ergebnisse der ersten Erhebung beschrieben. Es wird dabei auf die herausstechenden Punkte eingegangen.

4.1.1 Ergebnisse Gebrauchstauglichkeit 1

Das erste Szenario, in welchem die Testpersonen ein bestelltes Medium abholen sollten, wies die häufigsten Fehler und negativen Rückmeldungen in den Bereichen Lernfähigkeit und Robustheit auf (vgl. Abbildung 9).

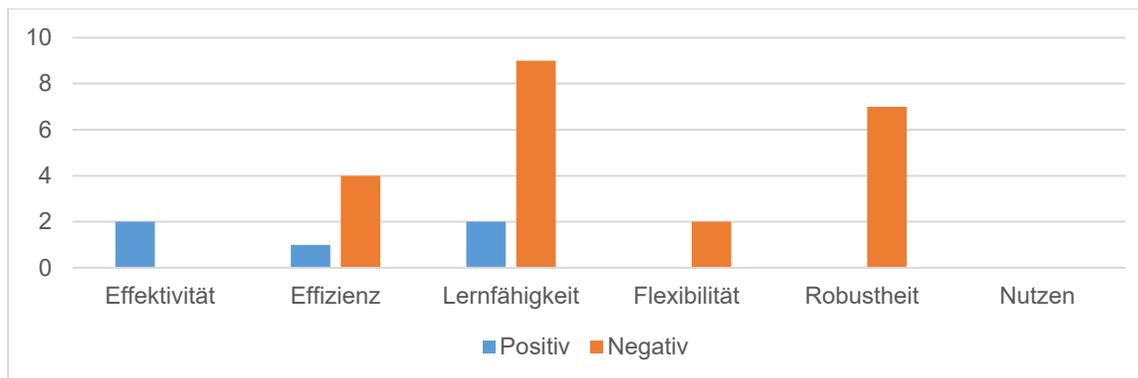


Abbildung 9: Beobachtungen und Rückmeldungen zur Gebrauchstauglichkeit in Szenario 1, Erhebung 1

In beiden Bereichen betrifft dies einerseits direkt beobachtete Probleme mit Sprachbefehlen (Testperson wird vom Roboter nicht verstanden, wechselt auf Tablet; Testperson versucht Sprachbefehl gar nicht) und andererseits beschriebene Probleme zu Sprachbefehlen (Unsicher wie laut man sprechen soll; Weil Rückmeldung fehlt unsicher, ob Roboter etwas versteht oder nicht). Unter dem Punkt Effizienz fanden sich vier negative Rückmeldungen zu der Anzeigegeschwindigkeit der Standortkarte und der Anleitung zum Herausfinden der Abholnummer, welche beide als zu kurz beschrieben wurden. Als positiv wurde bemerkt, dass die Interaktion informativ ist («Gute Mischung aus Sprechen und Darstellungen»; «Sagt dir gleich, wo du das Buch findest, wie du es ausleihen kannst, an was du denken musst») und dass die visuelle Darstellung, auf dem Tablet und dem externen Monitor, gut war.

Im zweiten Szenario, in welchem die Testpersonen mit dem Roboter Zugriffsprobleme bei E-Medien lösen sollten, stellten sich ähnliche Probleme betreffend den Sprachbefehlen (siehe Abbildung 10). Zusätzlich wurden Probleme betreffend Flexibilität beobachtet und bemängelt. So wurde die Frage des Roboters, ob die Testperson wissen möchte weshalb er in der Bibliothek steht, mit «Nein» beantwortet, was aber nicht verstanden wurde – es existierte keine Antwortoption «Nein». Positive Rückmeldungen folgten zu Effektivität («Keine Ladezeiten»,

«Gute Auswahlmöglichkeiten»; «Nur die Fragen, die es braucht») und der Lernfähigkeit («Klare, logische Interaktion»; «Ziemlich selbsterklärend»; «Gute Anleitung, auf was zu achten ist»).

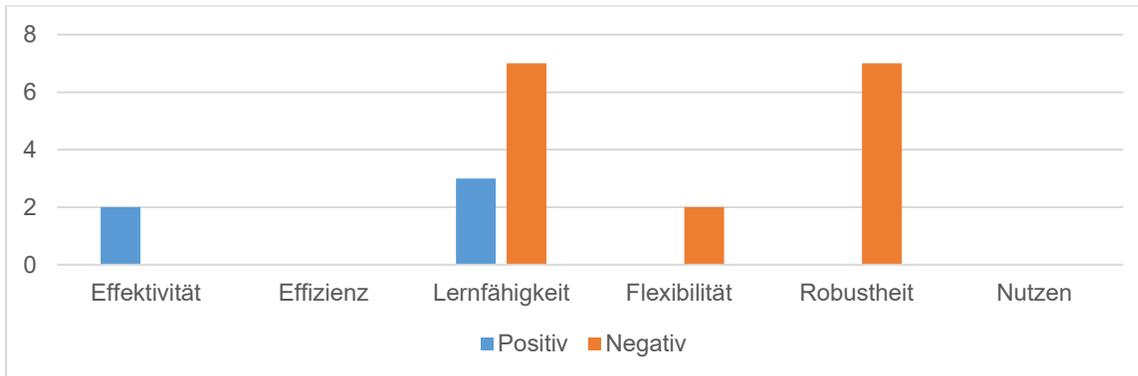


Abbildung 10: Beobachtungen und Rückmeldungen zur Gebrauchstauglichkeit in Szenario 2, Erhebung 1

Auch im dritten Szenario, in welchem die Testpersonen Bereichsspezifische Literatur vor Ort finden sollten, zeigten sich Probleme mit den Sprachbefehlen (siehe Abbildung 11). Ebenfalls erneut wurde das oben genannte Problem mit der fehlenden Antwortoption «Nein» beobachtet. Betreffend der Flexibilität wurde beobachtet, dass mehrere Teilnehmende Fachbereiche ausprobierten, welche nicht als Vorschläge auf dem Tablet erschienen – und auch nicht programmiert waren. Die fehlende Rückmeldung danach wurde auch als seltsam beschrieben. Positiv wurden Effizienz und Effektivität rückgemeldet (Informativ; Gute Geschwindigkeit; Nummer und Stockwerkangabe sind gut) und auch zur Lernfähigkeit erfolgten zwei positive Aussagen (Gut, das schon Begriffe als Auswahl vorgegeben sind; Gute Darstellung, was wo ist).

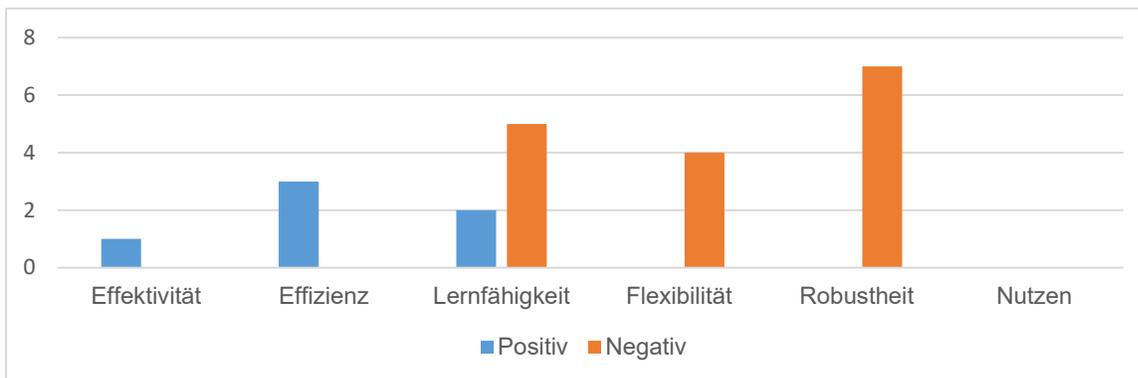


Abbildung 11: Beobachtungen und Rückmeldungen zur Gebrauchstauglichkeit in Szenario 3, Erhebung 1

In den nach den Usability-Testings folgenden Interviews wurden einige negative Aspekte betreffend der Flexibilität geäußert (siehe Abbildung 12). Dabei handelte es sich vor allem um die fehlende Diversität im Dialog («Man kann nur ein paar Sachen fragen»; «Sagt immer das Gleiche am Schluss») und die fixen Abläufe des Roboters («Man kann nicht dazwischen sprechen»; «Man kann nicht sagen, dass er das schon gesagt hat»). Weiter wurden Aspekte der Lernfähigkeit genannt, welche negativ sind. Es handelte sich dabei vor allem um fehlende Hinweise (Kein Hinweis auf externen Monitor; Kein Hinweis laut zu sprechen; Kein Hinweis auf Sprachsteuerung). Hier wurden auch einzelne positive Aspekte beschrieben (Touchpad funktionierte; Hat alles gesagt wie ich wollte; Klar und verständlich).

Der Nutzen, zu welchem während den Testings keine Äusserungen kamen, wurde in den Interviews unter anderem als positiv beschrieben, weil man nicht selber suchen muss, man gezielt Infos finden kann oder das man nicht selber lesen muss. Negative Äusserungen zur Nützlichkeit merkten an, dass Funktionen wie rumfahren oder Sachen holen können fehlen würden und dass der Roboter immer auf Strom angewiesen sei.

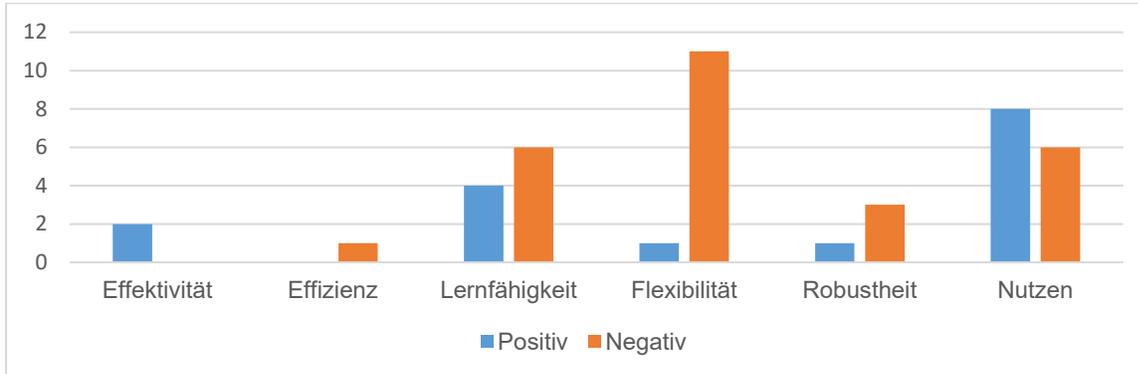


Abbildung 12: Rückmeldungen zur Gebrauchstauglichkeit aus den Interviews, Erhebung 1

Der SUS-Score beträgt 80.7 von 100 Punkten, was als *Excellent* (Bangor, 2009) oder als *A-*, dem dritthöchsten Bewertungsgrad in der 11-stufigen amerikanischen Ratingskala (Lewis & Sauro, 2018), gewertet werden kann. Trotzdem wurden während den Usability-Test und den Interviews zahlreiche Probleme beobachtet und beschrieben, die meisten in den Bereichen Lernfähigkeit (27), gefolgt von Robustheit (24) und Flexibilität (19). Die Gebrauchstauglichkeit wird, besonders in diesen Bereichen, als unzureichend und verbesserungsfähig eingeschätzt.

4.1.2 Ergebnisse User Experience 1

Die Verkörperung (Embodiment) des Roboters wurde überwiegend als positiv angesehen, vor allem das *härzige* Aussehen, aber auch die Gestik des Roboters, welche ihn lebendiger macht. Die nicht zu starke Menschenähnlichkeit wurde als gut empfunden, u.a. weil dadurch non-verbales Feedback von der benutzenden Person aufgenommen werden kann. Die physische Anwesenheit wurde als nötig angesehen, um den Roboter von einem Tablet abzuheben und es wurde erwähnt, dass mit dem Roboter wohl mehr Interaktion stattfinden würde als mit einem Tablet. Negativ wurden die Grösse des Roboters erwähnt: Es war für einige Personen unangenehm während der Interaktion nach unten zu schauen. Eine Person bemerkte, dass die farbliche Gestaltung des Roboters langweilig sei.

Wie Abbildung 13 zu entnehmen ist, erfolgten fast gleich viele positive und negative Äusserungen zum Punkt Emotion. Es machte den Personen Spass, mit dem Roboter zu interagieren, ausser wenn er Sprachbefehle nicht verstand. Die Neugier, neue Sachen auszuprobieren war vorhanden, was aber von einigen als hindernd beschrieben wurde, war das Setting: Durch die anderen anwesenden Personen und die ruhige Umgebung fühlten sich einige unwohl oder trauten sich nicht lauter zu sprechen. Die Interaktion über das Tablet wenn der Roboter etwas nicht verstanden hatte, wurde als Ausweg gesehen, statt die Antwort nochmals zu wiederholen.

Zur Menschorientierten Wahrnehmung wurden ebenfalls ähnlich viele positive und negative Äusserungen gemacht. Die Intelligenz wurde als beschränkt wahrgenommen, d.h. abseits der paar Antworten und Fragen ist er nicht anpassungsfähig. Auch der eigene Wille und die

Persönlichkeit wurden, wenn überhaupt, dann nur ansatzweise (z.B. zwischendurch Nach- oder Wegschauen, «Zwinkern», Leuchten) wahrgenommen. Er wird nicht wirklich als sozialer Akteur oder Begleiter gesehen.

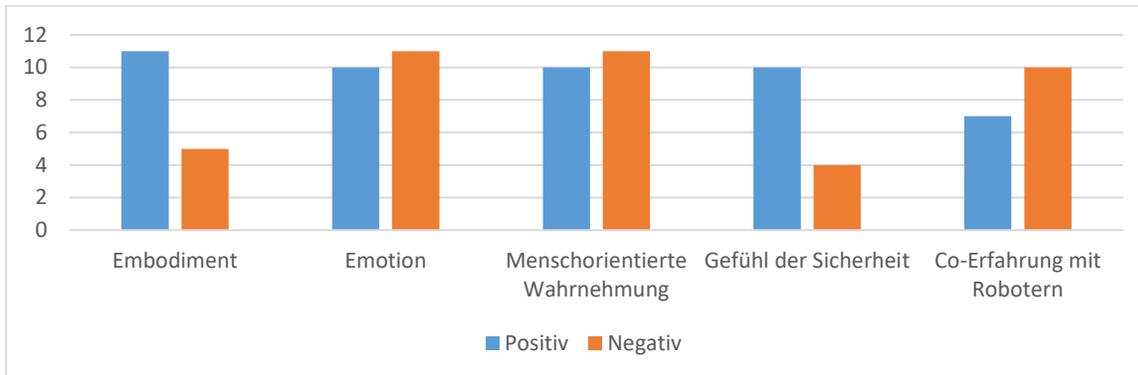


Abbildung 13: Rückmeldungen zur UX, Erhebung 1

Das Gefühl der Sicherheit ist eher positiv geprägt. Der Roboter wirkte bis auf zwei Personen nicht einschüchternd, u.a. weil er relativ klein ist. In den beiden negativen Fällen waren es die Bewegungen und das Blinzeln des Roboters, was einschüchternd wirkte. Eine Person bemerkte, dass unklar sei ob Daten gespeichert werden.

Die Co-Erfahrung mit dem Roboter wurde mehr negativ als positiv bewertet. Obwohl ein weiterer Einsatz in Betracht gezogen wird (hilfreich und zeitsparend) und er ein bisschen Gesellschaft bietet, unterscheidet sich die Interaktion trotzdem sehr von einem echten Menschen: Die Konversation mit dem Roboter ist eingeschränkt, er weiss nicht, was er schon erzählt hat und man kann ihn auch nicht unterbrechen. Zudem muss die Interaktion von den Besuchenden gestartet werden.

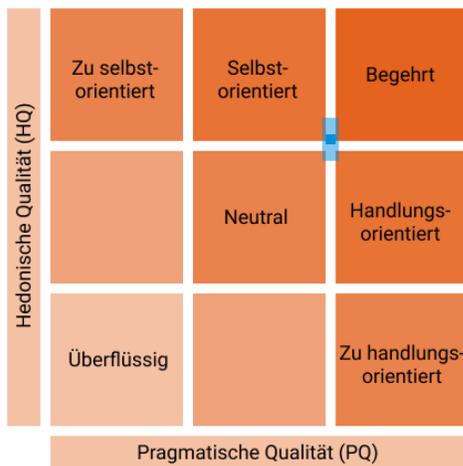


Abbildung 14: Ergebnisse AttrakDiff, Erhebung 1; eigene Abbildung, nach Hassenzahl, Burmester & Koller (2008)

Die Ergebnisse des AttrakDiff ergeben eine PQ = 5.04 und eine HQ = 5.10 (Mittelwert aus HQ-Identität = 4.96, HQ-Stimulation = 5.24) und wurden online auf <http://www.attrakdiff.de> ausgewertet. Abbildung 14 zeigt mit dem dunkelblauen Viereck, dass der Roboter fast

gleichmässig zwischen den Charakterbereichen Selbstorientiert und Begehrt steht. Die hellblaue, rechteckige Umrandung zeigt den Konfidenzbereich an, also wie einig sich die Testpersonen mit der Einschätzung waren (Hassenzahl et al., 2008). Dieser Bereich beinhaltet zusätzlich Neutral und Handlungsorientiert.

Die HQ ist in dieser Erhebung leicht stabiler als die PQ, was laut Hassenzahl et al. (2008) gut ist. Trotzdem ist zu bemerken, dass zu den Faktoren Emotion (11) und Menschorientierte Wahrnehmung (11) und zu Co-Erfahrung mit Robotern (10) leicht mehr negative als positive Äusserungen gemacht wurden. Die UX kann als eher gut eingeschätzt werden.

4.1.3 Ergebnisse Soziale Akzeptanz 1

Die erwartete Leistung des Roboters wurde überwiegend als positiv bewertet. Es ging hervor, dass es ein Vorteil ist, dass man nicht selbst suchen muss, die Suche sicher schneller gehe und auch das durch das gezielte Suchen von Infos die Arbeit erleichtert wird. Es wurde allerdings erwähnt, dass diese Vorteile daran gebunden seien, dass alles funktioniere. Negativ wurde geäussert, dass es langsamer ist als wenn man eine mitarbeitende Person der Bibliothek fragen würde und dass kein Referenzwert vorhanden sei, um einzuschätzen ob die Aufgaben mit dem Roboter schnell erledigbar seien. Es wurde auch bemerkt, dass der Roboter zu keiner Leistungssteigerung gegenüber einem reinen Sprachassistenten verhelfe.

Die Aufwandserwartung fiel auch überwiegend positiv aus. Die Bedienung wurde als leicht zu erlernen und zu bedienen angegeben, Grund dafür sei die geringen auswählbaren Möglichkeiten und die gute Beschriftung.

Die befragten Personen waren der Technologie (also dem Roboter) gegenüber positiv eingestellt. Der grösste Faktor ist der Spass, welcher der Roboter bringt. Die neue Technologie mache die Bibliothek dazu interessanter. Negativ wurde hier wiederum der fehlende Mehrwert des Roboters einem Sprachassistenten oder einem Tablet gegenüber bemerkt. Und eine Aussage war, dass sich die Einstellung über die Zeit ändern könnte, z.B. weil dieselben Fragen des Roboters mit der Zeit aufregen können.

Die Selbstwirksamkeit, also die Frage danach, ob der Roboter nur mit den vorhandenen Hinweisen zur Aufgabenerledigung ausgereicht hätte, wurde von allen also möglich, also positiv bewertet.

Eine Bindung wurde nur von einer Person aufgebaut, eine zweite Person sprach von Ansätzen einer Bindung. Während zwei Aussagen ganz verneinten, sprachen zwei Personen zwar von keiner Bindung, bemerkten aber, dass Unterschiede zu anderen technischen Gegenständen bestehen («Eine Bindung nicht, aber es ist schon anders als z.B. nur der Bildschirm, der nebendran steht. Habe schon das Gefühl das er mir wirklich zuhört»).

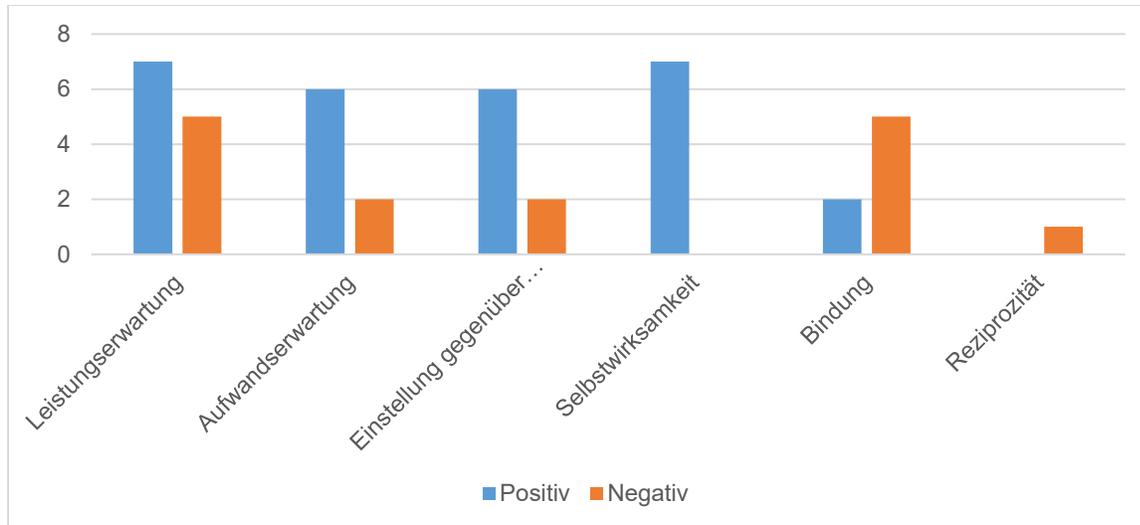


Abbildung 15: Rückmeldungen zur sozialen Akzeptanz, Erhebung 1

Wie Abbildung 15 zu entnehmen ist, wurde zur Reziprozität nur eine negative Aussage gemacht. Und zwar, dass die Bewegungen des Roboters es erschwerten, auf den Roboter zu reagieren. Die Person bemerkte aber auch, dass der Roboter dadurch lebendig wirkt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die soziale Akzeptanz als gut eingeschätzt werden kann, solange der Roboter funktioniert.

4.1.2 Ergebnisse Nutzungskontext 1

Aus den Antworten des Interviews zu den Fragen zum Nutzungskontext wurde folgendes rückgemeldet.

Der Besuch der Bibliothek erfolgt aus den Gründen der Bucherausleihe, zum Zeit überbrücken und um einen Lernplatz zu finden. Die Aufenthaltsdauer variiert dabei je nach Grund: Personen welche aus den ersten beiden Gründen die Bibliothek aufsuchen verweilen bis zu 20 Minuten dort. Personen, welche einen Lernplatz suchen halten sich zwischen einer Stunde und einem ganzen Arbeitstag dort auf. Bekannte Funktionen der Bibliothek sind Medien ausleihen, bestellen und zurückgeben sowie als Lernplatz. Niemand informiert sich über Neuigkeiten, wobei einer Person manchmal die Sachen auf dem Tisch beim Eingang auffallen. Die rückgemeldeten Probleme befassen sich mit der Übersicht in der Bibliothek und dem System (Nebis), fehlenden Plätzen und der Hemmung die Angestellten der Bibliothek um Hilfe zu beten. Verwendete Hilfsmittel sind Regalbeschriftungen, Internet, Personal und Mitstudierende, wobei nicht alle Hilfsmittel gleich verständlich sind. Gewünschte weitere Anwendungen des Roboters befassen sich mit dem Ausleiheprozess von Medien, Orientierung in der Bibliothek oder dem ganzen Gebäude, Anzeigen eines ÖV-Fahrplans, sowie Bücher einräumen und Kaffee bringen.

Die aus diesen Informationen entwickelten Personas und Szenarien finden sich unter Punkt 4.4.2.

4.2 Änderungen am Prototyp

Folgende Änderungen wurden anhand der Ergebnisse, vorhandener Theorien und Literatur vorgenommen. Weil die Änderungen nicht trennscharf den Bereichen Gebrauchstauglichkeit,

UX und sozialer Akzeptanz zugeordnet werden können, wurde auf eine Strukturierung nach diesen Punkten bewusst verzichtet.

Änderungen am externen Monitor

Um darauf hinzuweisen, dass mit dem Roboter gesprochen werden kann, wurde in einem ersten Schritt das Anzeigebild auf dem externen Monitor angepasst, damit es zur sprachlichen Interaktion auffordern soll. Dies war nicht von Anfang her geplant, wurde aber im Laufe der Arbeit als zusätzliche Möglichkeit angesehen, eine Interaktion mit dem Roboter zu fördern. Da bei den Benutzenden Neugier vorhanden war, aber z.T. die anderen anwesenden Personen oder die leise Geräuschkulisse der Bibliothek eine Interaktion hemmten, sollte es ermutigend wirken. Felser (2015) beschäftigt sich mit Gestaltungsmerkmalen von (Werbe-) Anzeigen und empfiehlt möglichst wenig Wörter und viele Substantive zu verwenden. Dazu sollte kein Passiv und keine Negationen verwendet werden. Die Aussage sollte sich dabei direkt an die lesende Person wenden. Weil Gesichter in Anzeigen die Betrachtungsdauer erhöhen und grosse Augen positive Gefühlsassoziationen auslösen können, wurde der Roboter im Bild beibehalten. Da der Lesegang in unserer Kultur von links oben nach rechts unten geht, wurde das Bild aber gespiegelt, um die Sprechblasen anders anordnen zu können.

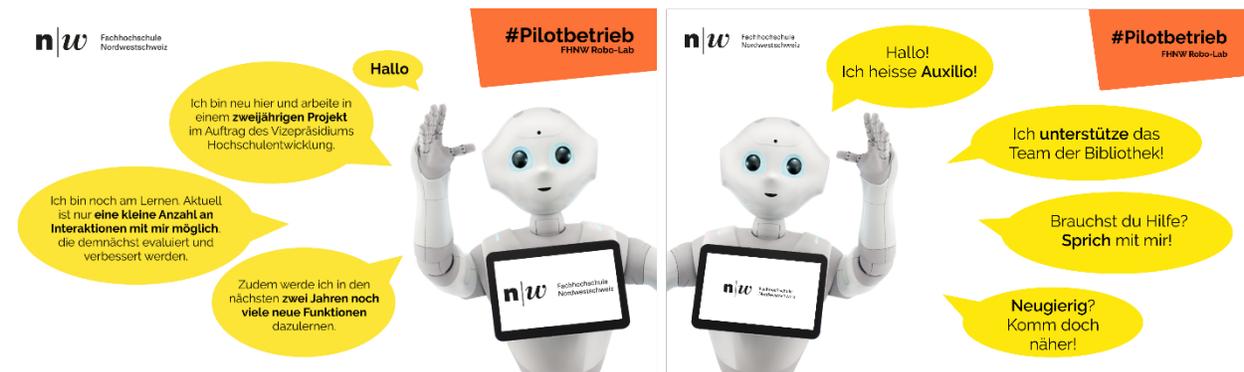


Abbildung 16: Anzeigebild externer Monitor. Links alte Version, rechts überarbeitete Version.

Interaktionsstart

Um die Hürde des Interaktionsstarts auszuschalten, wurde ein Interaktionsstart durch den Roboter in Betracht gezogen: eine Möglichkeit wäre, dass der Roboter Personen in der Nähe erkennt und nach einer definierten Zeit anspricht, um sie zur Interaktion zu ermutigen. Dies konnte aber wegen der technischen Schwierigkeit nicht getestet und umgesetzt werden. Um die Aufmerksamkeit von den Benutzenden auf sich zu ziehen würde sich empfehlen eine Kombination von Ansprechen und einer Geste zu kombinieren, da dies laut Torta, van Heumen, Cuijpers und Juola (2012) am schnellsten eine von Robotern ausgelöste Reaktion bei Menschen zeigt.

Sprachsteuerung und -erkennung

Weil einige Testpersonen nicht mit dem Roboter sprachen bzw. nicht wussten, dass dies möglich ist, wurde dieser umprogrammiert, sodass bei einer ersten Interaktion durch Klick auf das Tablet eine Aufforderung zum Sprechen und eine Anleitung was zum Roboter gesagt werden kann erschien (Abbildung 17). Die Anleitung wurde kurz und einfach gehalten, was bei den bestehenden Szenarien schon positiv bewertet wurde.

Das meist rückgemeldete Problem des Roboters über alle Szenarien ist die fehlende Fehleranzeige, wenn er etwas nicht versteht oder den Befehl nicht kennt. Deshalb wurde geplant, dass der Roboter in eine Fehlermeldung ausgibt, wenn er einen Sprachbefehl nicht versteht. Dies ist neben Aspekten der Gebrauchstauglichkeit auch wichtig, um den Benutzenden die Grenzen des Roboters aufzuzeigen und so ihr Kontrollgefühl zu stärken (Gao, Yu & Xie, 2018). Es erwies sich im Verlauf des Pretestings aber für den Autor als technisch nicht möglich dies mit der Oberfläche RTC umzusetzen. Für einen zufriedenstellenden Einsatz und die von de Graaf et al. (2015) erwähnte freie Kommunikation mit dem Roboter, muss diese Herausforderung sicherlich über andere Wege angegangen werden.



Abbildung 17: Screen und Sprachausgabe (in Orange) zur Anleitung der Sprachsteuerung

Um das Problem dennoch gering einzudämmen, wurden die möglichen Antworten die der Roboter verstehen kann (welche vordefiniert werden müssen) in möglichst vielen Anpassungen erweitert (siehe Tabelle 2). Dies wird auch von Gao et al. (2018) empfohlen, da nicht alle Benutzenden die Fragen auf dieselbe Weise stellen. Im dritten Szenario wurden weitere Bereiche hinzugefügt, welche der Roboter erkennen konnte. Er wies dabei aber nicht auf den Standort hin, sondern erklärte, dass er diese Bereiche noch nicht finden könne. Auch damit wurde versucht die nicht umsetzbare Nicht-Verstanden-Funktion zu umgehen.

Tabelle 2: Erweiterung der vordefinierten Antworten: Beispiel aus Szenario 2

Alt	Neu
eine zeitschrift,zeitschriften,zeitschrift,zeitschriftenartikel	eine zeitschrift,zeitschriften,zeitschrift,zeitschriftenartikel, ziitschrift, zitschrift, zeit schrift, zeitschrift artikel, artikel
ein ebook,ebook,ebooks,bücher,ibook,ibooks,ein ibook	ein ebook,ebook,ebooks,bücher,ibook,ibooks,ein ibook,e book,ebuk,ebuuk, e buk, e buuk, buch, ein buch

Sprachausgabe und nonverbale Kommunikation

Es wurden Alternative Formen von Aussagen generiert (siehe Tabelle 3), wodurch sich die Diversität beim mehrmaligen Benutzen des Roboters erhöhen sollte und auch die längerfristige Nutzung spannend bleiben soll. Es wurde dabei versucht, eine höfliche Umgangsform zu verwenden, was von Fink (2012) vorgeschlagen wird und vom Bibliotheksteam gewünscht

wurde. Um den Mehrwert des Roboters gegenüber einem Tablet oder Sprachassistenten - im Sinne von Gestik und Emotionen - hervorzuheben, wurden die Dialoge mit Animationen verknüpft (Tabelle 3, blau hervorgehoben). Eine intuitive, leicht interpretierbare Darstellung von Emotionen kann laut Williams (2012) die Akzeptanz des Roboters fördern. Es wurde darauf geachtet, dass keine bedrohlichen oder hastigen Animationen gewählt wurden, da dies schon bei den vorhandenen Animationen als positiv rückgemeldet wurde. Zudem gibt es Hinweise aus Studien, dass positive Emotionen zu einer längeren und als sicherer wahrgenommenen Interaktion führen (Wei & Zhao, 2016).

Tabelle 3: Erhöhung der Diversität, Gestik und Emotion in den Dialogen: Beispiel aus Szenario 1

Alt	Neu
Du möchtest ein Buch abholen? Hast du denn auch eine Abholbenachrichtigung per E-Mail bekommen?	Du möchtest ein Buch abholen? Animation Erstaunt. Hast du denn auch eine Abholbenachrichtigung per E-Mail bekommen?
	Du hast ein Buch hierher bestellt? Hast du denn auch eine Abholbenachrichtigung per E-Mail bekommen? Animation Kopf kratzen.
	Lass mich raten. Du hast für dein bestelltes Buch eine Abholbenachrichtigung per Mail erhalten? Animation Kopf kratzen.
	Oh, du suchst mich um ein Buch abzuholen. Animation Freude Hast du denn auch eine Abholbenachrichtigung per E-Mail bekommen?
	Oh, da kann ich dir helfen. Hast du eine Abholbenachrichtigung erhalten?

Das Problem mit der sich wiederholenden Frage des Roboters am Schluss jedes Szenarios, ob man wissen möchte, was er in der Bibliothek tue wurde dadurch gelöst, dass es als eigenes Szenario auf dem Startbildschirm auswählbar gemacht wurde. Dadurch erübrigte sich auch das Problem, dass man auf die Frage nicht mit «Nein» antworten konnte. Stattdessen wurde jeweils am Schluss der Szenarien die Frage gestellt, ob die Interaktion mit dem Roboter hilfreich war. Leider war es technisch nicht möglich, die Auswahl automatisch zu erfassen, wodurch die Funktion noch nicht wirklich einen Mehrwert bringt bzw. keine Daten erhoben werden können. Von einer Testperson wurde auch vorgeschlagen, dass man einen Button einbauen könnte, welcher jemanden vom Bibliothekspersonal ruft. Da dies mit der Oberfläche RTC auch nicht umsetzbar war, wurde diese Idee nicht weiterverfolgt.

Tabletsteuerung

Damit klar war, wann der Roboter spricht oder etwas verarbeitet wird und wann man wieder interagieren kann, wurde das Bild auf dem Tablet unscharf gestellt, während der Roboter zuhörte. Dies widerspricht der Empfehlung von Gao et al. (2018) den Bildschirm nicht durch die Sprachsteuerung zu blockieren um parallele Handlungen am Bildschirm zu ermöglichen. Es wurde während dem Usability-Test auch beobachtet, dass dies von den Benutzenden versucht wurde, allerdings ist der Roboter nicht in der Lage während des Zuhörens eine andere Aktion auszuführen, weshalb für diese Lösung entschieden wurde.

Die Anzeigegeschwindigkeiten für Anleitungen und Standortkarten auf dem Tablet wurden verlängert und es wurde – zumindest im ersten Szenario – eine Wiederholungsfunktion eingebaut. Die Gestik des Roboters beim Richtungen mit dem Arm anzeigen wurde mit Pausen

angepasst, so dass sie besser mit dem gesprochenen Text übereinstimmt. Das Hinweisen auf den externen Monitor war erst vorgesehen, wurde aufgrund der in Abschnitt 3.5 beschriebenen Lage aber nicht umgesetzt, da im Home-Office des Autors kein externer Screen vorhanden war.

4.3 Erhebung 2

Mit den in Punkt 4.2 erwähnten Änderungen am Prototyp wurde die zweite Datenerhebung durchgeführt. Methodische Änderungen wurden in Punkt 3.6 beschrieben. Folgend werden die Ergebnisse der zweiten Erhebung beschrieben, es wird dabei auf die herausstechenden Punkte eingegangen.

4.3.1 Ergebnisse Gebrauchstauglichkeit 2

In Szenario 1 der zweiten Erhebung wurde, wie Abbildung 18 zu entnehmen ist, vor allem die Lernfähigkeit gut eingeschätzt. Es wurde rückgemeldet, dass die Bedienung einfach sei und man sie schnell versteht, auch wegen dem Beschrieb mit Bildern. Weitere positive Einzelaussagen waren unter Flexibilität die Anzeigegeschwindigkeit und die Möglichkeit zur Steuerung, sowie unter Robustheit die Wiederholungsfunktion, da der Ablauf mit dem Anzeigen der Benutzendenummer immer noch relativ schnell abläuft.

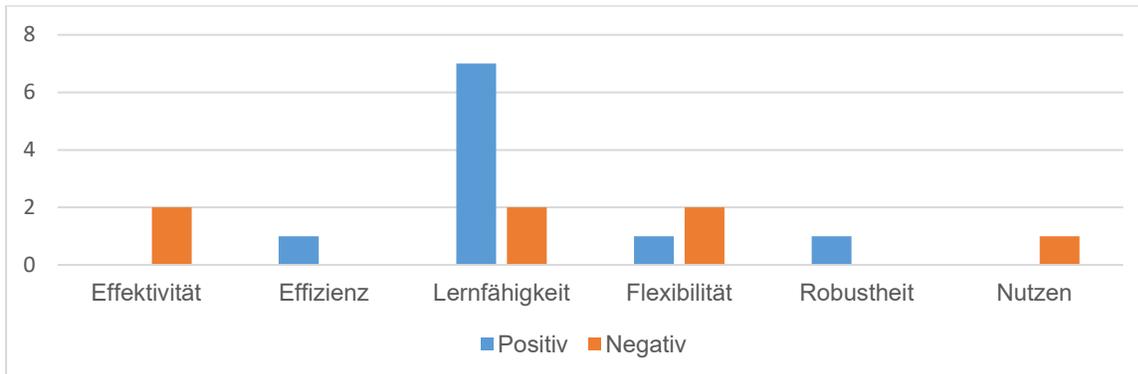


Abbildung 18: Beobachtungen und Rückmeldungen zur Gebrauchstauglichkeit in Szenario 1, Erhebung 2

Negativ wurde unter dem Punkt Effektivität die Stimme genannt, welche nicht so gut verständlich war. Unter dem Punkt Flexibilität wurden zwei negative Punkte im Sinne von Ergänzungen gemacht, welche noch vermisst werden: Eine vergrösserbare Karte und die Möglichkeit Sequenzen im Dialog überspringen zu können. Unter Punkt Nutzen wurde rückgemeldet, dass der Vorteil von Roboter und Tablet nicht ersichtlich sei.

Zu Szenario 2 wurden die meisten positiven Aussagen zur Effektivität gemacht. Der Aufbau wurde als gut empfunden und die Informationsmitteilung als verständlich. Weitere positive Einzelaussagen finden sich zu Lernfähigkeit («Etwa so wie ich es dachte») und Nutzen («Die Antworten würden mir helfen»).

Die meisten negativen Punkte wurden zum Punkt Flexibilität und Lernfähigkeit notiert. Einerseits wurden nichtvorhandene Befehle versucht und eine individuellere Lösungsfindung gewünscht, andererseits sorgte der Knopf «Warum bin ich hier» für Verwirrung: Eine Testperson ging davon aus, dass sie dem Roboter unter dem Punkt den Grund ihrer Anwesenheit mitteilen kann. Zu Effizienz («Relativ kleine Darstellung») und Nutzen («Also er kann mir nicht abschliessend helfen, sondern muss auf die Theke verweisen?») wurde jeweils eine Aussage gemacht (siehe Abbildung 19).

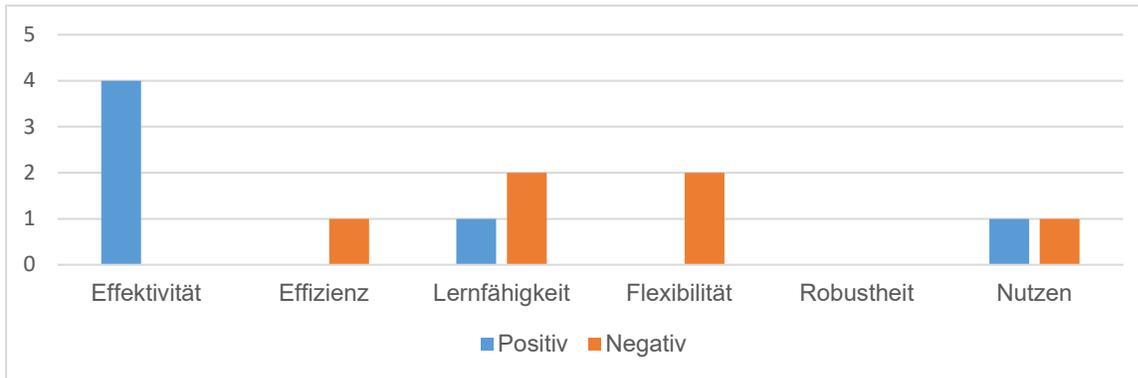


Abbildung 19: Beobachtungen und Rückmeldungen zur Gebrauchstauglichkeit in Szenario 2, Erhebung 2

In Szenario drei wurden vier positive Aussagen gemacht (siehe Abbildung 20). Zur Effektivität wurde gesagt, dass die Knöpfe als Auswahl sowie die Struktur gut sind, zur Lernfähigkeit, dass es super ist, wenn der Bereich gezeigt wird, wohin man gehen soll und bei Nutzen wurde erwähnt, dass die Interaktion geholfen hat.

Negative Punkte zu Effizienz wurden alle zum zu schnellen Anzeigewechsel geäußert. Zu Lernfähigkeit wurde angemerkt, dass die Liste nicht geordnet ist, der eigene Standort auf der Karte schlecht ersichtlich ist und es nicht alle gewünschten Fachgebiete verfügbar sind. Zum Nutzen wurde gesagt, dass die Bibliothek vermutlich nicht der richtige Ort für den Einsatz sei.

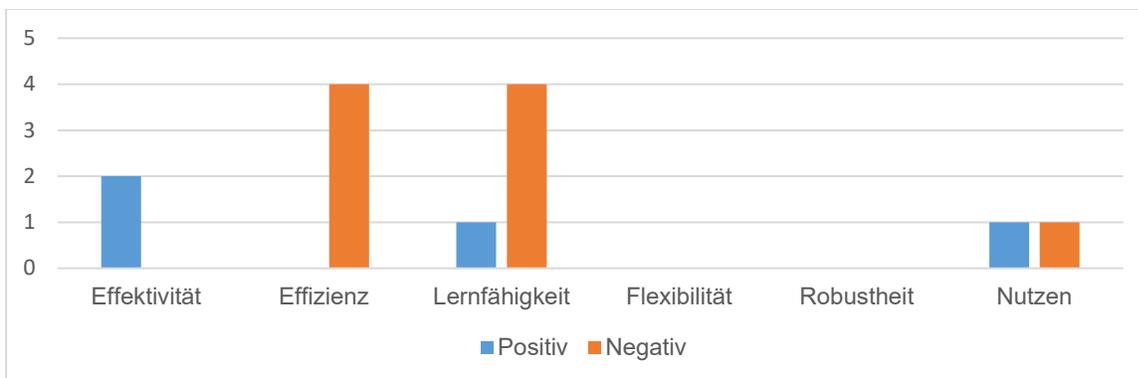


Abbildung 20: Beobachtungen und Rückmeldungen zur Gebrauchstauglichkeit in Szenario 3, Erhebung 2

Aus den Interviews wurden nicht sehr viele Aussagen zur Gebrauchstauglichkeit gemacht, wie Abbildung 21 zu entnehmen ist. Positiv wurden jeweils eine Aussage zu Effektivität (*Anzeige nicht überlastet*), Lernfähigkeit (*Bedienung war leicht*) und Nutzen (*Gut, wenn es nicht viele Leute zum Fragen hat*) gemacht.

Negative Äusserungen erfolgten einzeln zu Effizienz (*Anzeigezeit ist knapp bemessen*) und Nutzen (*Vorteil von Roboter zu Software nicht erkenntlich*). Zu Flexibilität wurden fünf negative Punkte erwähnt: das Fehlen einer Überspringen-Taste und eines Zurückknopfes, die Möglichkeit eine echte Person anzubieten und eine tieferreichende Problemlösung.

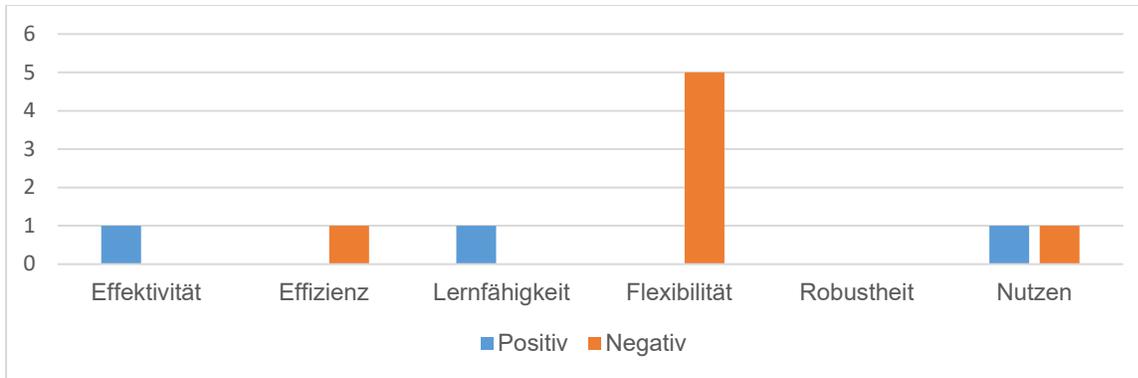


Abbildung 21: Rückmeldungen zur Gebrauchstauglichkeit aus den Interviews, Erhebung 2

Der SUS-Score beträgt 85.4 von 100 Punkten, was den Score der ersten Erhebung übertrifft. Von einer kritischen Betrachtung (siehe Punkt 5.2) abgesehen kann die Gebrauchstauglichkeit als zufriedenstellend bewertet werden. Besonders die Bereiche Effizienz, Lernfähigkeit und Flexibilität sind aber noch verbesserungsfähig.

4.3.2 Ergebnisse User Experience 2

Im Gegensatz zu den Ergebnissen des vorherigen Abschnittes, wurden zur UX sehr viele Aussagen und einige Beobachtungen gemacht.

Das Embodiment des Roboters wurde bis auf vier negative Rückmeldungen positiv bewertet. Die Grösse wurde als gut eingeschätzt, wenn eine Relation gesetzt oder eine Grössenangabe in cm gemacht wurde («Die Grösse kann ich nicht ganz so gut beurteilen, aber wenn er nicht grösser als ich ist dann ist es gut»). Nur über Video war sie schwer einschätzbar, eine eher kleinere Person vermutete sogar, dass der Bildschirm für sie zu hoch sein könnte. Die Menschenähnlichkeit wurde als gut eingeschätzt, weil sie nicht zu hoch war. Es kam gut an, dass sich der Roboter bewegte, herumschaute und gestikulierte. Auch die Augenfarbe wurde angesprochen («Ich fand das farbige Leuchten der Augen cool»). Die Anwesenheit wurde wahrgenommen. Obwohl rückgemeldet wurde, dass es über Video schwierig einzuschätzen sei, wurden Punkte wie Gestik, Emotionen, Sympathie und ein Unterschied zu gewöhnlichen Automaten aufgezählt, welche positiv auf die Anwesenheit wirken. Eine Person bemerkte die Anwesenheit, fand dies aber nicht zwingend positiv, da der Roboter Aufmerksamkeit von der Umgebung auf die Person lenken könnte.

Zu Emotion wurden die meisten positiven Rückmeldungen und Beobachtungen gemacht. Am Meisten stach heraus, dass alle Testpersonen den Roboter als hässlich wahrnahmen und dies mehrmals anmerkten. Einerseits wurde gemeldet, dass die Augen und die Gestik / das Bewegen hässlich sind, andererseits wurde beobachtet, dass einige Testpersonen mit «Jöö» oder «Ooh» auf Aussagen und vorgetäuschte Emotionen des Roboters reagierten. Neben Einzelaussagen wie «Zufrieden», «Interessant» und «Spannend» wurde «Amüsiert», «Belustigt» und «Freude» mehrmals beschrieben und beobachtet. Gründe dafür waren, dass der Roboter etwas Neues ist und Emotionen vorspielte. Zwei Aussagen beinhalteten, dass die Stimmlage angenehm sei. Negative Anmerkungen waren, dass Angst vorhanden sein könnte, wenn andere Personen anwesend sind und man nicht weiss, was als Nächstes passiert bzw. dass man unsicher ist, weil es ein Neugebiet ist. Ebenfalls wurde Hilflosigkeit genannt, wenn

der Roboter die Sprachbefehle nicht verstand. Drei Personen merkten an, dass es nerven könnte. Gründe dafür könnten der ruhige Kontext der Bibliothek und Fehlfunktionen des Roboters sein.

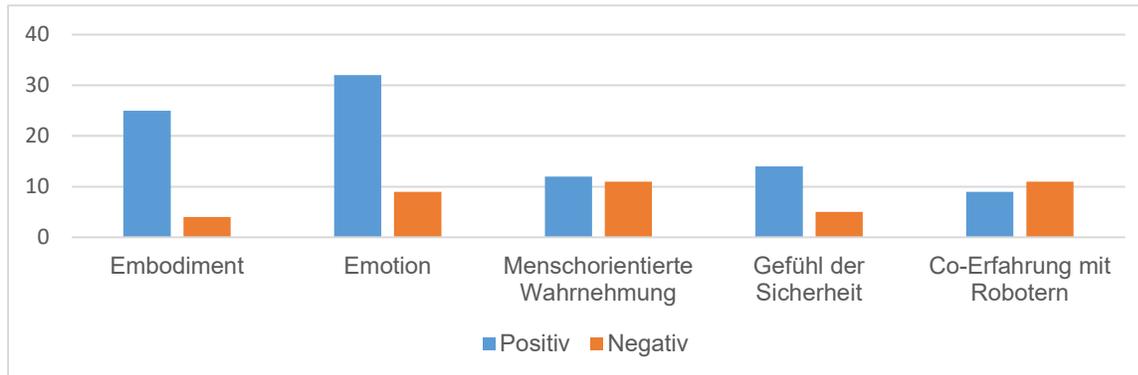


Abbildung 22: Rückmeldungen zur UX, Erhebung 2

Unter Menschorientierter Wahrnehmung glichen sich die positiven und negativen Äusserungen fast aus (siehe Abbildung 22). So wurde der Roboter als teilweise intelligent wahrgenommen: Gut im Gebiet der Bibliothek, aber nicht anpassungsfähig. Eine Person merkte an, dass seine Bewegungen täuschen und ihn intelligenter erscheinen lassen als er ist. Der Roboter wurde nicht als Teil des Personals angesehen, sondern eher als Hilfsmittel, jedoch auch nicht als rein technisches Gerät. Die Interaktion über das Sprechen und Gestikulieren wurde als positiv angegeben und unterscheidet den Roboter von z.B. einem Biletautomaten. Es sei gut, dass er richtig antwortet und eine Interaktion vorhanden ist, aber es ist kein sozialer Kontakt. Bis auf eine Person merkten alle an, dass kein eigener Wille und keine Persönlichkeit vorhanden sind. Grund dafür sei das Wissen, dass es eine Maschine ist bzw. dass er selbst nichts weiterentwickeln kann.

Das Gefühl der Sicherheit wurde überwiegend positiv bewertet. Zu Datenschutz wurden keine Bedenken geäussert. Eingeschüchtert war niemand, eine Person bemerkte, dass sie bei einer physischen Begegnung vielleicht ein bisschen Angst hätte, da sie nicht so gross ist. Es wurden mehrere Anmerkungen gemacht, dass eine Einschüchterung stattfinden könnte, wenn der Roboter grösser wäre oder böse aussehen würde. Es wurde von zwei Personen angemerkt, dass die Bewegungen des Roboters nicht wirklich eingeschätzt werden konnten und auch nicht, wie stabil der Roboter stehe.

Bei Co-Erfahrung mit Robotern wurden mehr negative als positive Kommentare abgegeben. Das Gespräch unterscheidet sich von einem echten Menschen dadurch, dass das Zwischenmenschliche fehlt, der Fokus mehr auf das Tablet als auf das Gesicht fällt und der Sprachgebrauch bzw. die Kommunikation anders ist: der Roboter versteht die schweizerdeutschen Dialekte nicht, er kann einem nicht auf die Sprünge helfen, es sind nur ausgewählte Fragestellungen verfügbar, kann den Gesprächsverlauf nur bedingt steuern und man spricht eher im Imperativ – was allerdings auch als positiv bewertet wurde. Weiter wurde positiv im Gespräch gesehen, dass der Roboter keine emotionalen Änderungen mit sich bringt, spricht nicht genervt, auch wenn er mehrmals dasselbe sagen muss. Ähnlichkeiten zu einer menschlichen Konversation bestehen darin, dass sich der Roboter bedankt. Als Begleiter wurde der Roboter eher nicht gesehen, auch gesellschaftsbietend nicht – was er aber auch nicht müsse. Nur eine Person bemerkte, dass er von der Form (Embodiment) her schon eine gewisse

Gesellschaft bietet und dies in der Home-Office-Situation schon Gesellschaft bieten könnte. Der Roboter würde weiter eingesetzt werden, weil es Spass mache, und es cool ist, oder falls man selber nicht weiterkommen würde. Nur eine Person würde den Roboter nicht brauchen, wenn es sich umgehen lassen würde.

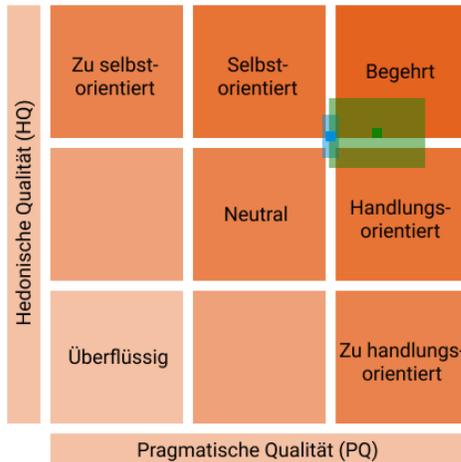


Abbildung 23: Ergebnisse AttrakDiff, Erhebung 1 & 2; eigene Abbildung, nach Hassenzahl, Burmester & Koller (2008)

Die Ergebnisse für die zweite Datenerhebung mit dem AttrakDiff ergeben eine PQ = 5.69 und eine HQ = 5.15 (Mittelwert aus HQ-Identität = 5.08, HQ-Stimulation = 5.22). Abbildung 23 zeigt mit dem dunkelgrünen kleinen Viereck, dass der Roboter im Bereich Begehrt steht. Die hellgrüne, rechteckige Umrandung zeigt den Konfidenzbereich an, also wie einig sich die Testpersonen mit der Einschätzung waren (Hassenzahl et al., 2008). Im Vergleich zur ersten Datenerhebung (Abbildung 23, blau) wurden also unterschiedlichere Einschätzungen abgegeben. In dieser Erhebung ist die PQ stabiler als die HQ, was laut Hassenzahl et al. (2008) umgekehrt sein sollte. Ohne Berücksichtigung von methodischen Veränderungen kann die UX als gut eingeschätzt werden.

4.3.3 Ergebnisse Soziale Akzeptanz 2

Zu Leistungserwartung wurden keine negativen Aussagen gemacht. Es wurde eine Leistungssteigerung erwartet, wenn man ein konkretes Problem hat, man nicht selber nachschauen muss oder auch weil es technisch nicht herausfordernd ist.

Auch zu der Aufwandserwartung wurden nur positive Angaben gemacht (siehe Abbildung 24). Der Umgang mit dem Roboter sei einfach, leicht zu erlernen und verständlich. Zudem sei es eine gute Idee, dass man mit der Technologie arbeiten kann und sie weiterentwickelt wird.

Die Einstellung gegenüber dem Technologieeinsatz wurde von einer Person negativ angegeben, aber nur falls jemand ersetzt werden sollte. Ansonsten macht der Roboter Spass sofern er funktioniert, bietet Abwechslung weil es etwas Besonderes ist und ist interessant.

Eine Bindung wurde ansatzweise beschrieben. Es wurde gesagt, dass der Roboter hässig ist und man positive Emotionen ihm gegenüber hatte oder auch das man sich freuen würde den Roboter wieder einmal bzw. einmal in echt sehen könnte. Eine Person bemerkte, dass die Interaktion zu kurz sei, um eine Bindung aufzubauen.

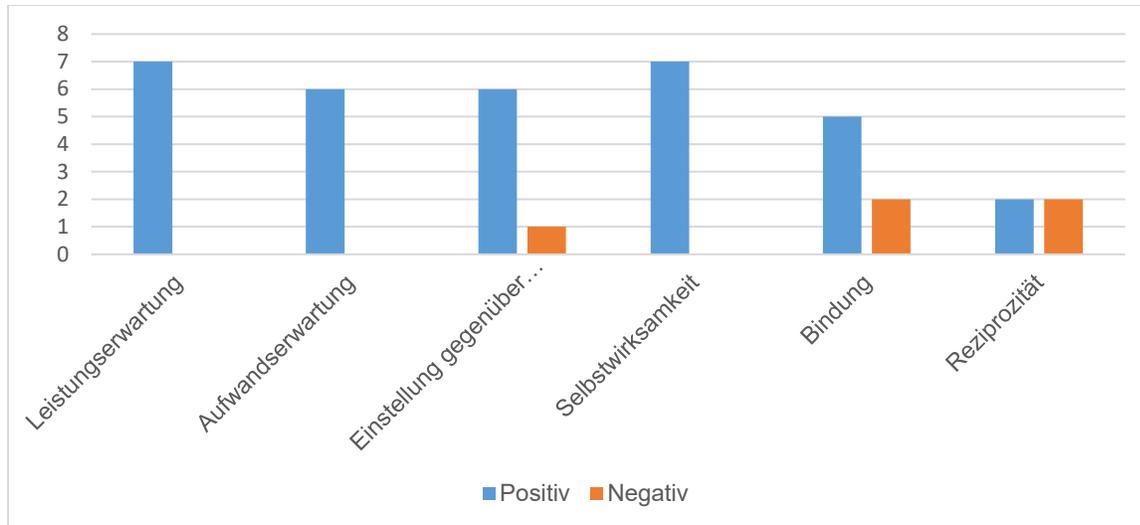


Abbildung 24: Rückmeldungen zur sozialen Akzeptanz, Erhebung 2

Die Aussagen zur Reziprozität halten sich im Gleichgewicht. Positiv war, dass sich der Roboter vorstellte und dass er Emotionen nachahmte. Letzteres mache die Interaktion einfacher, man habe weniger Berührungängste, sagte eine Person. Negativ sei, dass er die Aufmerksamkeit auf sich zieht, bzw. auf die benutzende Person lenkt, was abschreckend wirken kann. Es sei eine Hemmschwelle, weil es etwas Neues ist.

Die soziale Akzeptanz wurde verglichen zur ersten Erhebung positiver bewertet und kann als sehr gut eingeschätzt werden.

4.3.4 Ergebnisse Nutzungskontext 2

Aus den Interviews zum Nutzungskontext der zweiten Erhebung wurden folgende Informationen gewonnen.

Gründe für den Besuch der Bibliothek sind die Mediensuche und -ausleihe, oder die Suche nach einem ruhigen Lern- bzw. Arbeitsplatz. Die Aufenthaltsdauer variiert zwischen bis zu einer Stunde bei Personen, welche Medien suchen und bis zu vier Stunden bei Personen, welche zum Lernen in die Bibliothek gehen. Bekannte Funktionen der Bibliothek sind die Funktionen zur Mediensuche und -ausleihe, Lernplätze, sowie technische Geräte (Drucker, Scanner) welche verwendet werden können. Probleme beim Besuch finden sich in der Orientierung, dem Bedienen von technischen Geräten, störenden Geräuschen von anwesenden Personen und nicht verfügbare Medien. Zur Problemlösung wurden Angestellte der Bibliothek, Mitstudierende oder Selbsthilfe (Kopfhörer bei Lärm) angegeben, wobei auch hier erwähnt wurde, dass selbst gesucht wurde, weil eine Hemmschwelle zum Fragen bestand. Weitere gewünschte Anwendungen sind: Funktionen zur Mediensuche und -ausleihe, Bücher holen, Sachen vorlesen lassen, Standardinfos und Öffnungszeiten anzeigen, Funktionen zur Orientierung, dass der Roboter mitkommt, Unerwartete Sachen (Lied anstimmen, Giveaways verteilen) und Kaffee rauslassen.

In Punkt 4.4.2 werden aus diesen Infos entwickelte Personas und Szenarien dargestellt.

4.4 Handlungsempfehlungen

In diesem Punkt folgen Handlungsempfehlungen zu den vorhandenen Szenarien auf dem Roboter, gefolgt von Vorschlägen für neue Szenarien, welche anhand des Nutzungskontexts erstellt wurden. Die Empfehlungen basieren auf den Ergebnissen der Erhebung und bestehender Literatur.

4.4.1 Handlungsempfehlungen für Roboter

Die folgenden Empfehlungen beziehen sich auf die vorhandenen und auf zukünftige, neue Szenarien. Es ist zu beachten, dass auch Aussagen aus Punkt 4.2, auf welche hier nicht mehr vollständig eingegangen wird, für zukünftige Änderungen und Implementierungen verwendet werden können – z.B. Hinweise zur Gestaltung des externen Monitors.

Tabletsteuerung

Bei den Beschriftungen von Buttons soll darauf geachtet werden, dass sie kurz und verständlich sind. Bei der Beschriftung «Was mache ich hier» im Hauptmenü gab es ein Missverständnis, da alle anderen Beschriftungen der Buttons im Hauptmenü aus der Perspektive der Benutzenden formuliert wurden (siehe Abbildung 25). Dieser Button könnte etwa in «Name des Roboters stellt sich vor» o.Ä. umbenannt werden.



Abbildung 25: Hauptmenü mit Buttons, links alt, rechts Vorschlag neu

Wie schon in der ersten Datenerhebung, schätzten die Benutzenden auch in der zweiten Erhebung die kurze und klare Interaktion sowie die Bilder (Standortpläne) auf dem Tablet des Roboters. Dies sollte auch bei zukünftigen Szenarien berücksichtigt werden. Besonders in Szenario drei muss die Anzeigedauer von genannten Standortplänen ausreichend verlängert werden, bzw. auf dem externen Monitor angezeigt werden. Ebenfalls Szenario drei und neue Szenarien betreffend sollten Listen systematisch geordnet werden, damit die Benutzenden sich möglichst einfach zurechtfinden. Die Bildschirme sollten dabei nicht überlastet werden. Gao et al. (2018) sehen hier einen Mehrwert der Sprachsteuerung und -ausgabe, da nur die nötigsten Infos abgebildet sein müssen. Weiter sollten die Farben, welche für Kartenmarkierungen verwendet werden einen höheren Kontrast aufweisen, da sie nicht gut erkannt wurden. Dies könnte natürlich auch mit der Videoübertragung und der damit verbundenen, geringen Auflösung zusammenhängen.

Die Wiederholungsfunktion in Szenario 1 bewährte sich und könnte auch bei anderen (kognitiv fordernden) Erklärungen verwendet werden. Es wurde mehrfach rückgemeldet, dass auch ein Überspringen-Button nützlich sei wenn der Roboter spricht. Aus der Sicht der Gebrauchstauglichkeit wäre eine solche Funktion erwünscht, damit die benutzende Person die Situation jederzeit steuern kann. Um die Interaktion jedoch von der Touchsteuerung des Tablets

zu lösen und somit auch den Mehrwert des Roboters auszunutzen, müsste eine andere Möglichkeit als ein Button gefunden werden. Theoretisch verfügt der Roboter über die Fähigkeit einzuschätzen, ob Personen an ihm interessiert sind (SoftBank, 2017). Durch das Verlieren von Interesse könnte somit z.B. der Monolog unterbrochen werden. Die technische Machbarkeit dafür müsste abgeklärt werden, ebenso für die Navigation bzw. das Herumfahren des Roboters, was als Mehrwert angesehen wird, und für die Fehlermeldungen, welche unter Punkt 4.2 schon erwähnt wurden.

Problemlösung

Die Problemlösung in Szenario 2 wurde mehrfach als nicht individuell genug bemängelt. Mit einer zukünftigen Anbindung an das Bibliothekssystem könnte versucht werden, mittels Titel oder Nummer eines E-Books / eines Zeitschriftenartikels genauer nach dem Zugriffsproblem gesucht zu werden. Es bietet sich an, das Vorgehen der Mitarbeitenden der Bibliothek bei der Problemlösung genauer zu betrachten, falls das Problemlösungsszenario weiterentwickelt werden soll.

Persönlichkeitsgestaltung und Wahrnehmung des Roboters

Es wurde fast keine Persönlichkeit des Roboters wahrgenommen. In der Forschung bestehen Hinweise, dass es wichtig ist, einem *Sprachdialogsystem* (Chatbot) Persönlichkeit zu verleihen. Dadurch kann dem System mehr vertraut werden und unterstützt den Prozess der Bindung (Sieber, 2019). Ob dies auch bei einem Roboter der Fall ist, müsste untersucht werden, ist aber zu erwarten. Um eine künstliche Persönlichkeit zu entwickeln können mit dem OCEAN-Modell Verhaltensmuster entwickelt werden (Sieber, 2019), worauf aus Platzgründen aber nicht weiter eingegangen wird. Von den Testpersonen wurde rückgemeldet, dass Small Talk die Interaktion menschlicher machen würde oder eine Begrüssung bzw. eine Verabschiedung und Unerwartetes wie «Ich hoffe du findest dein Buch» oder «Komm wieder einmal» sich positiv auf die Wahrnehmung der Persönlichkeit auswirken würde. Auch wurde gesagt, dass die Bewegungen sich nicht wiederholen sollten damit er an Charakter gewinnt. Die Bewegungen sollen dabei nicht bedrohlich oder hastig wirken (siehe auch Punkt 4.2), damit das Gefühl der Sicherheit weiterhin positiv erhalten bleibt. Der Punkt der Diversität sollte auch nicht nur auf die Bewegungen, sondern – wie bei der ersten Erhebung schon bemerkt – auch auf die möglichen Fragestellungen und gegebenen Antworten ausgeweitet werden.

Der Roboter wurde von den meisten Testpersonen als hässig angesehen. Die grossen Augen des Roboters könnten dafür verantwortlich sein, zumindest werden in Werbungen Figuren mit grossen Augen eingesetzt, um mit einem *Kindchenschema* positive Gefühlsassoziationen anzusprechen (Felser, 2015). Laut Caudwell, Lacey und Sandoval (2019) führt solch eine niedliche Gestaltung zwar zu kurzfristig positiven Reaktionen, berücksichtigt aber nicht das längerfristige Wohlbefinden der Benutzenden. Eine Studie von 2013 zeigte auch auf, dass Benutzende einen Roboter als intelligenter, präsenter und menschenähnlicher wahrnahmen, wenn sie in einem Experiment als Patienten von einem Pflegeroboter eine Diagnose erhielten, als wenn sie als Pflegende den Roboter diagnostizieren mussten. Zudem entstand eine grössere Bindung zum Roboter und die Interaktion wurde als nützlicher angesehen (Kim, Park & Shyam Sundar, 2013). Folglich sollte das Kindchenschema nicht zu stark gefördert werden. Am Aussehen des Roboters kann im Fall der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek nicht viel verändert werden, jedoch kann mit der Sprache, der Gestik, der (künstlichen) Persönlichkeit des Roboters und der Aufgabengestaltung durch Verstehen des Nutzungskontexts gesteuert werden, wie der Roboter wahrgenommen wird. Gestiken wie die Richtung anzeigen,

Bewegungen beim Sprechen und vorgespielte freudige und traurige Emotionen kommen gut an, jedoch soll der Roboter die Benutzenden auch in ihrer Aufgabe unterstützen und nicht nur unterhalten. Dies lässt sich auch am Nutzen des Roboters aufzeigen, der nicht stark ausgeprägt wahrgenommen wurde. Weiter könnte eine unterstützende, nutzenbringende Funktion auch einem Neuheits-Effekt (Abnahme der Verwendung nach der anfänglichen Neuheit) entgegenwirken, welcher im Bereich der HRI bekannt ist (Ruijten & Cuijpers, 2019) und auch in den Aussagen der Testpersonen («Gut, es war spannend. Mal etwas Neues») erkennbar war.

4.4.2 Neue Szenarien

Aus den Antworten des Interviews zu den Fragen zum Nutzungskontext wurden vier Personas erstellt werden. Anhand dieser wurden wiederum neue Szenarien entwickelt. Die Personas sowie ein jeweils zugehöriges Szenario werden folgend vorgestellt. Da sich die Szenarien an den Besuchern der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek und ihren Wünschen orientieren, wurde die technische Machbarkeit nicht berücksichtigt.

Herbert, 23, ist Student an der Hochschule für Technik. Er besucht die FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek um Bücher zu suchen und auszuleihen. Während seinem kurzen Aufenthalt von 10-20 Minuten hält er sich vor allem im unteren Bereich der Bibliothek auf. Bei seinem ersten Besuch wusste er nicht genau, wie man ein Medium ausleihen kann. Weil er nicht jemanden fragen wollte, versuchte über das Internet eine Anleitung zu finden. Falls er zum heutigen Zeitpunkt Probleme hat, dann weil er ein Buch nicht finden kann. Er versucht sich mit dem Internet oder den Regalbeschriftungen zu helfen, wobei er die Anordnung der Regale unübersichtlich findet. Den Bücherrückgabeautomaten findet er toll. Einen Roboter würde er einsetzen, um Informationen zu Büchern anzuzeigen, Bücher direkt über den Roboter zu suchen und auszuleihen und Erklärungen zum Thema Ausleihen und Zurückgeben abgeben. Zudem würde er es hilfreich finden, wenn der Roboter Bücher bringen und einräumen kann und kontrolliert, ob Bücher fehlen. Abbildung 26 stellt ein Szenario dar, in welchem direkt über den Roboter ein Buch gesucht werden kann. Der Roboter zeigt Informationen dazu an und kann es direkt zum Ausleihen reservieren oder bestellen. Im besten Fall kann der Roboter das Buch bringen oder führt die Person zum Standort hin. Für diese Funktionen muss der Roboter eine Schnittstelle zum Bibliothekssystem haben sowie über eine Navigation verfügen.

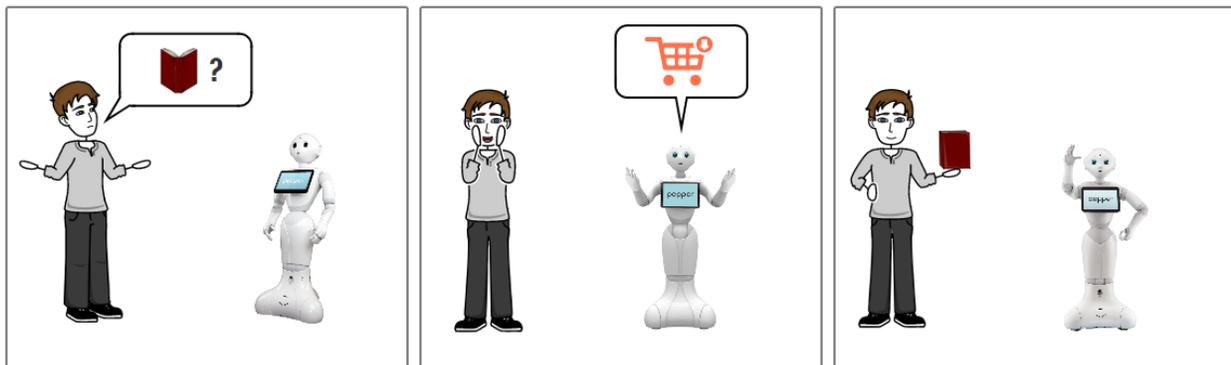


Abbildung 26: Szenario für die Buchausleihe über den Roboter

Katrin, 25, studiert Psychologie an der Universität Zürich und besucht die FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek zum Lernen. Sie lernt dort, weil sie in der Nähe wohnt, es leise ist und sie sich wohl fühlt. Sie bevorzugt ruhige Sitzplätze und verweilt zwischen einer und vier Stunden. Ihr Problem ist, dass es manchmal zu wenig freien Platz hat. Sie sucht sich dann

sonst irgendwo einen Platz zum Lernen. Wenn sie etwas nicht weiss, fragt sie jemanden der Angestellten – je nachdem wen sie bisher fragte, war das mehr oder weniger hilfreich. Sie würde den Roboter einsetzen, damit er sie begrüsst, ihr sagt, wenn es in der Bibliothek keinen Platz mehr hat und den Weg zu anderen Räumen zeigt. Ausserdem würde sie es cool finden, wenn der Roboter die Hand gibt und zum Selbstabholungsregal mitkommen würde. Im Szenario in Abbildung 27 können Besuchende der Bibliothek den Roboter fragen, wo im Gebäude es freie Lernplätze hat. Dazu ist der Roboter an das Raumreservationstool angebunden oder verweist auf die Plätze in den Gängen.

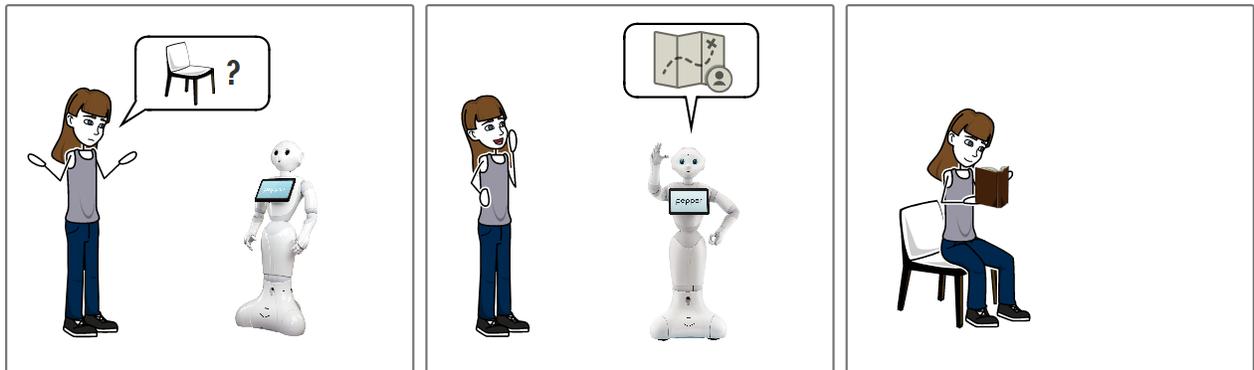


Abbildung 27: Szenario zur Platzsuche über den Roboter

Martha, 55, ist Lehrerin und besucht die Bibliothek, um Fachbücher und Lehrmittel zu suchen. Während ihren Aufenthalten von jeweils ca. einer Stunde ist sie froh, wenn sie keine komplizierten Geräte bedienen muss. Sie empfindet die Räumlichkeiten der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek unübersichtlich und wäre froh, wenn sie den Roboter für die Orientierung benutzen könnte. Weiter würde sie es lustig finden, wenn er Giveaways verteilen könnte und die Leute überraschen kann, z.B. mit einem Lied in der Weihnachtszeit. Abbildung 28 stellt ein Szenario dar, in welchem der Roboter eine Anleitung zur Benutzung des Druckers gibt. Diese Anleitung könnte ähnlich gestaltet sein wie das bereits vorhandene Szenario 1.

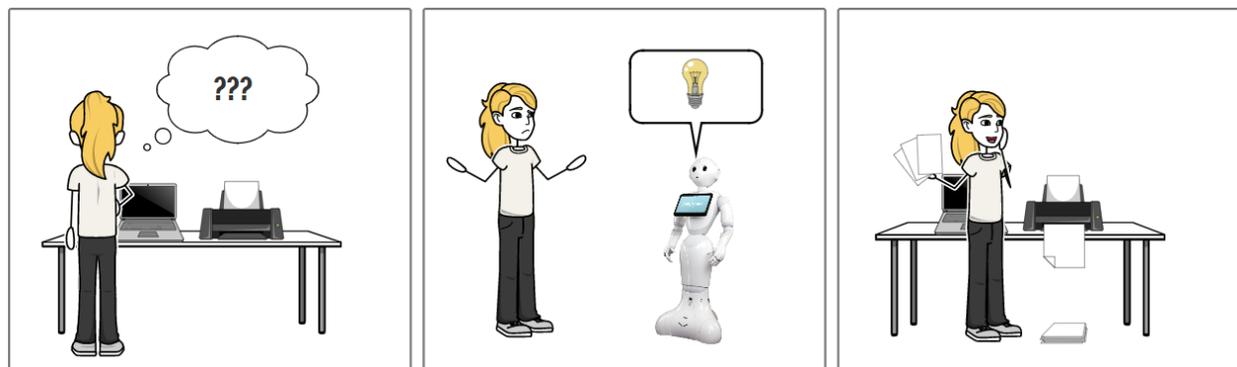


Abbildung 28: Szenario Anleitung des Druckers durch Roboter

Ralf, 27, studiert an der Hochschule für Wirtschaft. Er wohnt nicht in der Region und besucht die Bibliothek, um Zeit zu überbrücken, wenn er auf den Zug wartet. In dieser Zeit liest er gerne. Probleme in der Bibliothek hat er während dieser Zeit keine. Er fände es toll, wenn der Roboter ihm Kaffee bringen könnte und sagt, ob sein Zug verspätet abfährt. Abbildung 29 ist ein

Szenario zu entnehmen, in welchem Benutzende den Roboter nach dem aktuellen SBB-Fahrplan fragen können. Dafür ist eine Schnittstelle zum Fahrplan notwendig.

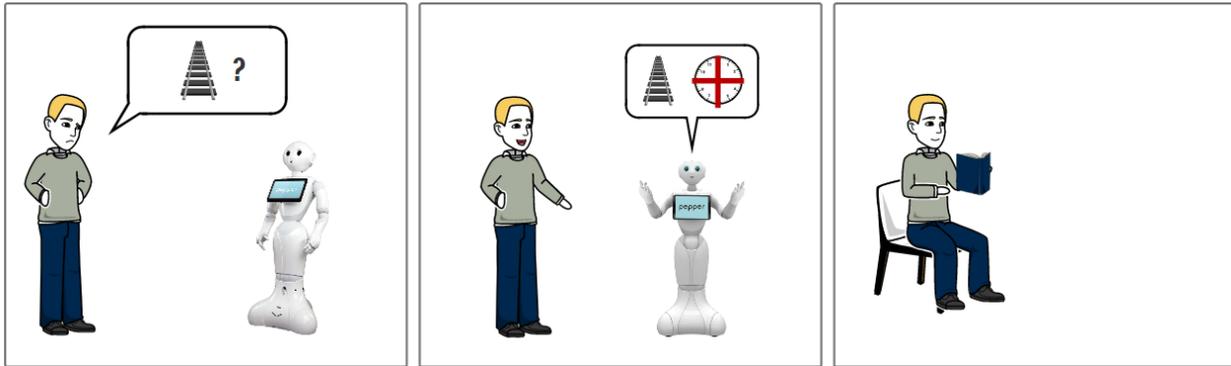


Abbildung 29: Szenario Fahrplancheck

Die Informationen zum Nutzungskontext sollten im Verlauf des menschenzentrierten Gestaltungsprozess natürlich fortlaufend erweitert werden, woraus auch neue Szenarien und Personas entstehen könnten. Es ist deshalb wichtig anzumerken, dass dies keine abschliessende Liste ist.

5 Fazit und Diskussion

Unter diesem Punkt folgt eine Zusammenfassung des Vorgehens und wie die Fragestellungen beantwortet wurden. Danach wird das Vorgehen und die Methoden diskutiert und reflektiert.

5.1 Fazit

In dieser Arbeit wurde in einem menschenzentrierten Gestaltungsprozess ein sozial interaktiver Roboter, bzw. die auf ihm vorhandenen Szenarien, in der FHNW Campus Brugg-Windisch Bibliothek hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit, UX und sozialer Akzeptanz eingeschätzt und angepasst. In einem ersten Schritt wurde die Interaktion zwischen Besuchenden der Bibliothek und Roboter mit einem Usability-Test und einem darauffolgenden Interview analysiert. Während dieser ersten Erhebung wurde festgestellt, dass die Gebrauchstauglichkeit unzureichend war, während die UX und die soziale Akzeptanz als gut eingeschätzt wurden, womit die Fragestellung F1 mit ihren Detailfragestellungen für die erste Erhebung beantwortet werden konnten. Um Fragestellung F2 mit ihren Detailfragestellungen zu beantworten, wurden anhand der erhobenen Daten und Hinweisen aus Theorie und Literatur Änderungen am Roboter vorgenommen, welche Gebrauchstauglichkeit, UX und soziale Akzeptanz verbessern sollten. Die Änderungen konnten aber nicht trennscharf einem Bereich zugeteilt werden. Um der Beantwortung von Fragestellung F3 näher zu kommen, wurden in den oben genannten Interviews Fragen gestellt, mit denen der Nutzungskontext erhoben werden konnte. Dadurch liessen sich verschiedene Personas entwickeln und Einsatzszenarien ableiten.

Nach den vorgenommenen Änderungen am Roboter wurde die zweite Datenerhebungsrunde durchgeführt, um wiederum Einschätzungen hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit, UX und sozialer Akzeptanz vornehmen zu können. Es zeigte sich, dass alle Punkte besser bewertet wurden als in der ersten Erhebung. Die Gebrauchstauglichkeit wurde als zufriedenstellend eingeschätzt, während die UX als gut und die soziale Akzeptanz als sehr gut bewertet wurde, womit Fragestellung F1 mit ihren Detailfragestellungen für die zweite Erhebung beantwortet wurden. Mit den Handlungsempfehlungen wurden Vorschläge zur weiteren Verbesserung der vorhandenen Szenarien im Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit, UX und soziale Akzeptanz abgegeben, was auf Beantwortung von Fragestellung F2 mitsamt Detailfragestellungen für die zweite Erhebung abzielte. Auch hier wurden die Änderungen aber nicht einem bestimmten Bereich zugeordnet. Die Arbeit abschliessend wurden im zweiten Teil der Handlungsempfehlungen weitere Szenarien präsentiert, welche aus dem erhobenen Nutzungskontext abgeleitet wurden, womit sich Fragestellung F3 beantworten liess.

5.2 Diskussion & Reflektion

Rückblickend gab es im Verlaufe der Arbeit mehrere Herausforderungen. Während dem ersten Usability-Test stellte sich heraus, dass die Methode des lauten Denkens wohl ungeeignet ist, wenn mit einem System interagiert wird, welches Sprachbefehle aufnimmt. Dies wurde im Voraus nicht bedacht. Weiter zeigten sich Einflüsse der Videoaufnahme. Es wurde rückgemeldet, dass teilweise eine Interaktion per Klick der Sprachinteraktion vorgezogen wurde, weil die Videoaufnahme verunsicherte. In einer zukünftigen Erhebung sollte dies berücksichtigt werden.

Beim Anpassen des Prototyps auf dem Roboter wurden technische Hürden festgestellt, welche aufgrund mangelnder technischer Kompetenz nicht alle überwunden werden konnten. So konnten von den Testpersonen gewünschte oder von der Literatur empfohlene Anpassungen

wie z.B. Fehlermeldungen bei nicht erkanntem Sprachbefehl nicht umgesetzt werden. Durch Vorgehen in einem interdisziplinären Team, was auch empfohlen wird, könnten solche Probleme wohl effektiver und effizienter bearbeitet werden. Eine weitere Hürde stellt der technologische Fortschritt dar: Funktionen wie z.B. die Spracherkennung müssen noch weiterentwickelt werden, damit sie in einem Dauereinsatz zuverlässig funktionieren.

Beim Vornehmen der Änderungen und den Handlungsempfehlungen wurde auch festgestellt, dass sich die Änderungen mit der gewählten Darstellung nicht immer trennscharf einem Bereich zuteilen liessen. Damit konnten Detailfragestellungen F2.1 – F2.3 in dem Sinne nicht konkret beantwortet werden. Mit einer Zuteilung in einer Tabelle wäre die Darstellung ev. gelungen, dies erschien dem Autor aber für das praktische Verständnis und die Umsetzung nicht optimal.

Die unter Punkt 3.6 beschriebenen Änderungen, welche aufgrund der Corona-Krise vorgenommen werden mussten, brachten einerseits einen Mehraufwand mit sich, da der gesamte Prototyp auf einer neuen Plattform umgesetzt werden musste, andererseits müssen dadurch die Ergebnisse der zweiten Erhebung kritisch betrachtet werden, da methodische Veränderungen vorgenommen werden mussten. Besonders im Bereich der Gebrauchstauglichkeit wurde während der zweiten Datenerhebung eine geringe Anzahl an Rückmeldungen festgestellt. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass durch die Videoübertragung fast keine Sprachinteraktion mit dem Roboter stattfand, was natürlich auch keine Fehler erzeugte. Weiter war die Qualität nicht optimal, wodurch vor allem das Tablet nicht scharf gesehen wurde – beispielsweise wurde so der implementierte Unschärf-Effekt, wenn der Roboter etwas verarbeitet wurde, von niemandem wahrgenommen und die Standortmarkierungen auf Übersichtsplänen waren schlecht erkennbar. Im Gegensatz zur ersten Erhebung erfolgten in der Zweiten bedeutend weniger Äusserungen zum zu leisen Kontext der Bibliothek – welcher natürlich auch nicht wahrgenommen wurde. Es stellt sich auch die Frage, ob der höhere Konfidenzbereich des AttrakDiff mit der Videoübertragung oder auch dem Versand der Fragebögen per Mail, zusammenhängt und ob die UX-Faktoren in einem Live-Setting anders bewertet worden wären. Auch die die sehr positiven Ergebnisse der sozialen Akzeptanz sollten vorsichtig angesehen werden: Eine Erklärung für die Bewertung könnte sein, dass der Roboter über die Touchsteuerung zuverlässiger funktioniert und während der zweiten Datenerhebung fast keine Sprachinteraktion stattfand.

Da nicht nur der Roboter an sich, sondern auch der ganze Kontext wichtig ist, wird empfohlen zukünftige Forschungen dazu in der Umgebung der Bibliothek durchzuführen. Trotzdem waren die online geführten Usability-Tests und Interviews eine positive Erfahrung und boten spannende, wenn auch teilweise vorsichtig interpretierbare, Ergebnisse.

6 Verzeichnis

Unter Punkt 6 finden sich die Verzeichnisse der Literatur, der Abbildungen und der Tabellen.

6.1 Literaturverzeichnis

- Alenljung, B., Lindblom, J., Andreasson, R. & Ziemke, T. (2017). User Experience in Social Human-Robot Interaction: *International Journal of Ambient Computing and Intelligence*, 8(2), 12–31. <https://doi.org/10.4018/IJACI.2017040102>
- Bangor, A. (2009). Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *Journal of Usability Studies*, 4(3), 114–123.
- Behan, J. & O’Keeffe, D. T. (2008). The development of an autonomous service robot. Implementation: “Lucas”—The library assistant robot. *Intelligent Service Robotics*, 1(1), 73–89. <https://doi.org/10.1007/s11370-007-0005-0>
- Broadbent, E. (2017). Interactions With Robots: The Truths We Reveal About Ourselves. *Annual Review of Psychology*, 68(1), 627–652. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-043958>
- Brooke, J. (1986). *SUS - A quick and dirty usability scale*.
- Bundesamt für Gesundheit BAG. (2020). Coronavirus: Bundesrat erklärt die «ausserordentliche Lage» und verschärft die Massnahmen. *Medienmitteilungen*. Verfügbar unter: <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/das-bag/aktuell/medienmitteilungen.msg-id-78454.html>
- Caudwell, C., Lacey, C. & Sandoval, E. B. (2019). The (Ir)relevance of Robot Cuteness: An Exploratory Study of Emotionally Durable Robot Design. *Proceedings of the 31st Australian Conference on Human-Computer-Interaction* (S. 64–72). Gehalten auf der OZCHI’19: 31ST AUSTRALIAN CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER-INTERACTION, Fremantle WA Australia: ACM. <https://doi.org/10.1145/3369457.3369463>

- Cuijpers, R. H. & Knops, M. A. M. H. (2015). Motions of Robots Matter! The Social Effects of Idle and Meaningful Motions (Lecture Notes in Computer Science). In A. Tapus, E. André, J.-C. Martin, F. Ferland & M. Ammi (Hrsg.), *Social Robotics, 7th International Conference, ICSR 2015 Paris, France, October 26–30, 2015 Proceedings* (Band 9388, S. 174–183). Gehalten auf der Social Robotics 7th International Conference, ICSR 2015, Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25554-5>
- Felser, G. (2015). *Werbe- und Konsumentenpsychologie* (4. erweiterte und vollständig überarbeitete Auflage.). Berlin Heidelberg: Springer.
- FHNW. (2019). Einsatz sozialer Roboter in den Campus-Bibliotheken Brugg und Olten. *Einsatz sozialer Roboter in den Campus-Bibliotheken Brugg und Olten*. Zugriff am 12.5.2020. Verfügbar unter: <https://www.fhnw.ch/de/forschung-und-dienstleistungen/psychologie/digitale-medien-und-kooperation/roboter-projekt-bibliothek>
- Fink, J. (2012). Anthropomorphism and Human Likeness in the Design of Robots and Human-Robot Interaction (Lecture Notes in Computer Science). In S.S. Ge, O. Khatib, J.-J. Cabibihan, R. Simmons & M.-A. Williams (Hrsg.), *Social Robotics: 4th International Conference, ICSR 2012, Chengdu, China, October 29-31, 2012. Proceedings* (Band 7621, S. 199–208). Gehalten auf der Social Robotics, 4th International Conference, ICSR 2012, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-34103-8>
- Fong, T., Nourbakhsh, I. & Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3–4), 143–166. [https://doi.org/10.1016/S0921-8890\(02\)00372-X](https://doi.org/10.1016/S0921-8890(02)00372-X)
- Gao, F., Yu, C. & Xie, J. (2018). Study on Design Principles of Voice Interaction Design for Smart Mobile Devices (Lecture Notes in Computer Science). In P.-L.P. Rau (Hrsg.), *Cross-Cultural Design. Methods, Tools, and Users: 10th International Conference, CCD 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20, 2018*,

- Proceedings, Part I* (Band 10911, S. 398–411). Gehalten auf der Cross-Cultural Design, 10th International Conference, CCD 2018, Cham: Springer International Publishing.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-92141-9>
- de Graaf, M. M. A. (2015). *Living with robots : investigating the user acceptance of social robots in domestic environments*. PhD. Enschede, The Netherlands: University of Twente.
<https://doi.org/10.3990/1.9789036538794>
- de Graaf, M. M. A., Allouch, B. S. & van Dijk, J. A. G. M. (2015). What Makes Robots Social?: A User's Perspective on Characteristics for Social Human-Robot Interaction (Lecture Notes in Computer Science). In A. Tapus, E. André, J.-C. Martin, F. Ferland & M. Ammi (Hrsg.), *Social Robotics, 7th International Conference, ICSR 2015 Paris, France, October 26–30, 2015 Proceedings* (Band 9388, S. 184–193). Gehalten auf der Social Robotics, 7th International Conference, ICSR 2015, Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25554-5>
- de Graaf, M. M. A., Ben Allouch, S. & van Dijk, J. A. G. M. (2019). Why Would I Use This in My Home? A Model of Domestic Social Robot Acceptance. *Human–Computer Interaction*, 34(2), 115–173. <https://doi.org/10.1080/07370024.2017.1312406>
- Hassenzahl, M., Burmester, M. & Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In G. Szwillus & J. Ziegler (Hrsg.), *Mensch & Computer 2003* (Band 57, S. 187–196). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-322-80058-9_19
- Hassenzahl, M., Burmester, M. & Koller, F. (2008). Der User Experience (UX) auf der Spur: Zum Einsatz vom www.attrakdiff.de. In H. Brau, S. Diefenbach, M. Hassenzahl, F. Koller, M. Peissner & K. Röse (Hrsg.), *Usability Professionals* (S. 78–82). Stuttgart: Fraunhofer.
- Heerink, M., Kroese, B., Evers, V. & Wielinga, B. (2009). Measuring acceptance of an assistive social robot: a suggested toolkit. *RO-MAN 2009 - The 18th IEEE International*

Symposium on Robot and Human Interactive Communication (S. 528–533). Gehalten auf der RO-MAN 2009 - The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, Toyama, Japan: IEEE.

<https://doi.org/10.1109/ROMAN.2009.5326320>

Heinecke, A. M. (2012). *Mensch-Computer-Interaktion*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-13507-1>

Helfferich, C. (2011). *Die Qualität qualitativer Daten: Manual für die Durchführung qualitativer Interviews* (Lehrbuch) (4. Auflage.). Wiesbaden: VS Verlag.

Holtzblatt, K. & Jones, S. (1993). Contextual Inquiry: A Participatory Technique for Dystem Design. In D. Schuler & A. Namioka (Hrsg.), *Participatory Design: Principles and Practices* (S. 177–210). Hillsdale, N.J: L. Erlbaum Associates.

Huang, W. (2016). When HCI Meets HRI: the intersection and distinction.

Informationsmail der FHNW. (2020a). Neues Coronavirus Die FHNW stellt Präsenzunterricht ein New coronavirus the FHNW is suspending classroom teaching.

Informationsmail der FHNW. (2020b). Coronavirus Weitere Massnahmen der FHNW.

IRF. (2019). *Executive Summary World Robotics Service Robots 2019.pdf*. International Federation of Robotics. Verfügbar unter:
https://ifr.org/downloads/press2018/Executive_Summary_WR_Service_Robots_2019.pdf

Kaufmann, K., Ziakas, E., Catanzariti, M., Stoppa, G., Burkhard, R., Schulze, H. et al. (2020). Social Robots: Development and Evaluation of a Human-Centered Application Scenario. In T. Ahram, R. Taiar, S. Colson & A. Choplin (Hrsg.), *Human Interaction and Emerging Technologies Proceedings of the 1st International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHJET 2019), August 22-24, 2019, Nice, France* (Band 1018, S. 3–9). Gehalten auf der International Conference on Human Interaction and Emerging

Technologies, IHET 2019, Cham: Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-25629-6_1

Kim, K. J., Park, E. & Shyam Sundar, S. (2013). Caregiving role in human–robot interaction: A study of the mediating effects of perceived benefit and social presence. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1799–1806. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.02.009>

Kim, S., Lee, K.-H., Hwang, H. & Yoo, S. (2015). Analysis of the factors influencing healthcare professionals' adoption of mobile electronic medical record (EMR) using the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) in a tertiary hospital. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12911-016-0249-8>

Kuckartz, U. (2006). Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten. *KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 58(4), 740–741.

<https://doi.org/10.1007/s11577-006-0278-x>

Lewis, J. R. & Sauro, J. (2018). Item Benchmarks for the System, 13(3).

marketsandmarkets. (2020a). Humanoid Robot Market. *Humanoid Robot Market*. Zugriff am 1.5.2020. Verfügbar unter: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/humanoid-robot-market-99567653.html>

marketsandmarkets. (2020b). Educational Robot Market. *Educational Robot Market*. Zugriff am 1.5.2020. Verfügbar unter: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/educational-robot-market-28174634.html>

Olde Keizer, R. A. C. M., van Velsen, L., Moncharmont, M., Riche, B., Ammour, N., Del Signore, S. et al. (2019). Using socially assistive robots for monitoring and preventing frailty among older adults: a study on usability and user experience challenges. *Health and Technology*, 9(4), 595–605. <https://doi.org/10.1007/s12553-019-00320-9>

robotics.org. (2020). Customer Service Robots. *Customer Service Robots*. Zugriff am 1.5.2020. Verfügbar unter: <https://www.robotics.org/service-robots/customer-service-robots>

Ruijten, P. A. M. & Cuijpers, R. H. (2019). Does a friendly robot make you feel better? *2019 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* (S. 1–6). Gehalten auf der 2019 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), New Delhi, India: IEEE.

<https://doi.org/10.1109/RO-MAN46459.2019.8956368>

Sarodnick, F. & Brau, H. (2016). *Methoden der Usability Evaluation. Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung* (3., unveränderte Auflage.). Bern: Hogrefe Verlag.

Schrum, M. L., Johnson, M., Ghuy, M. & Gombolay, M. C. (2020). Four Years in Review: Statistical Practices of Likert Scales in Human-Robot Interaction Studies. *Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI '20), March 23–26, 2020, Cambridge, United Kingdom*. Gehalten auf der 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI '20).

<https://doi.org/10.1145/3319502.3378178>

Seeliger, F. (2017). 10. Wildauer Bibliothekssymposium im Rückspiegel. *Bibliotheksdienst*, 52(1), 51–62. <https://doi.org/10.1515/bd-2018-0009>

Sieber, A. (2019). *Dialogroboter: Wie Bots und künstliche Intelligenz Medien und Massenkommunikation verändern*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-24393-7>

SoftBank, R. (2017). QiSDK - Retrieving characteristics. *Human - QiSDK*. Verfügbar unter:

https://qisdk.softbankrobotics.com/sdk/doc/pepper-sdk/ch4_api/perception/reference/human.html#retrieving-characteristics

Stahl, B., Mohnke, J. & Seeliger, F. (2018). Roboter ante portas? About the deployment of a humanoid robot into a library. *Proceedings of the 2018 IATUL Conferences* (S. 6).

Gehalten auf der International Association of Scientific and Technological University Libraries, 39th IATUL Conference, Oslo Metropolitan University - University Library,

Norway, 17 to 21 June 2018, Oslo. Verfügbar unter:

<https://docs.lib.purdue.edu/iatul/2018/usercentered/6>

- Tagabergenova, D. & Köbler, F. (2018). Human Centered Design – Personas, Customer Journeys und Informationsarchitektur (Informationsmanagement und digitale Transformation). In M. Wiesche, P. Sauer, J. Krimmling & H. Krcmar (Hrsg.), *Management digitaler Plattformen* (S. 331–345). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-21214-8>
- Tanner, A., Urech, A. & Schulze, H. (2020). *Roboter Nao Senior Solution. Einsatz sozialer Roboter zur Aktivierung von Seniorinnen und Senioren - Erkenntnisse aus einer Feldstudie in 4 Alters- und Pflegeheimen*. Verfügbar unter: https://www.fhnw.ch/de/die-fhnw/hochschulen/psychologie/medien/news/soziale-roboter-altersheim/gb_abschlussbericht_innovationsscheck_social-robots_20200206_au.pdf
- Torta, E., van Heumen, J., Cuijpers, R. H. & Juola, J. F. (2012). How Can a Robot Attract the Attention of Its Human Partner? (Lecture Notes in Computer Science). In S.S. Ge, O. Khatib, J.-J. Cabibihan, R. Simmons & M.-A. Williams (Hrsg.), *Social Robotics: 4th International Conference, ICSR 2012, Chengdu, China, October 29-31, 2012. Proceedings* (Band 7621, S. 288–297). Gehalten auf der Social Robotics: 4th International Conference, ICSR 2012, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-34103-8>
- Venkatesh, Morris, Davis & Davis. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Wei, Y. & Zhao, J. (2016). Designing robot behavior in human robot interaction based on emotion expression. *Industrial Robot: An International Journal*, 43(4), 380–389. <https://doi.org/10.1108/IR-08-2015-0164>
- Weiss, A., Bernhaupt, R. & Tscheligi, M. (2011). The USUS evaluation framework for user-centered HRI. In K. Dautenhahn & J. Saunders (Hrsg.), *Advances in Interaction Studies*

(Band 2, S. 89–110). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.

<https://doi.org/10.1075/ais.2.07wei>

Weiss, A., Bernhaupt, R., Tscheligi, M. & Yoshida, E. (2009). Addressing User Experience and Societal Impact in a User Study with a Humanoid Robot (Adaptive and Emergent Behaviour and Complex Systems - Proceedings of the 23rd Convention of the Society for the Study of Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour, AISB 2009), 150–157.

Williams, M.-A. (2012). Robot Social Intelligence (Lecture Notes in Computer Science). In S.S. Ge, O. Khatib, J.-J. Cabibihan, R. Simmons & M.-A. Williams (Hrsg.), *Social Robotics: 4th International Conference, ICSR 2012, Chengdu, China, October 29-31, 2012. Proceedings* (Band 7621, S. 45–55). Gehalten auf der Social Robotics: 4th International Conference, ICSR 2012, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

<https://doi.org/10.1007/978-3-642-34103-8>

6.2 Abbildungen

Abbildung 1: Entstehung des Forschungsfeldes sozialer Roboter; eigene Abbildung, nach Fong et al. (2003).....	5
Abbildung 2:Auswahl aktueller Roboter, eingeteilt nach sozialen Funktionen und Morphologie; eigene Abbildung	6
Abbildung 3: Umgesetzte Szenarien; eigene Abbildung	7
Abbildung 4: Menschzentrierter Gestaltungsprozess; eigene Abbildung, nach Heinecke (2012), Seite 346.....	9
Abbildung 5: Anwendungsrahmen für Gebrauchstauglichkeit; eigene Abbildung, nach DIN EN ISO 9241-11, 1999, zitiert nach Sardonick & Brau, 2016, S. 38	11
Abbildung 6: User Experience und Gebrauchstauglichkeit; eigene Abbildung, nach ISO 9241, zitiert nach Sardonick & Brau, 2012, S.22	13
Abbildung 7: Vereinfachte Darstellung des Forschungsdesigns; eigene Abbildung	17
Abbildung 8: Aufbau und Inhalt der verschiedenen Erhebungsmethoden; eigene Abbildung	21
Abbildung 9: Beobachtungen und Rückmeldungen zu Usability in Szenario 1, Erhebung 1	24
Abbildung 10: Beobachtungen und Rückmeldungen zu Usability in Szenario 2, Erhebung 1	25
Abbildung 11: Beobachtungen und Rückmeldungen zu Usability in Szenario 3, Erhebung 1	25
Abbildung 12: Rückmeldungen zu Usability aus den Interviews, Erhebung 1	26
Abbildung 13: Rückmeldungen zur UX, Erhebung 1	27
Abbildung 14: Ergebnisse AttrakDiff, Erhebung 1; eigene Abbildung, nach Hassenzahl, Burmester & Koller (2008).....	27
Abbildung 15: Rückmeldungen zur sozialen Akzeptanz, Erhebung 1	29
Abbildung 16: Anzeigebild externer Monitor. Links alte Version, rechts überarbeitete Version. .	30
Abbildung 17: Screen und Sprachausgabe (in Orange) zur Anleitung der Sprachsteuerung	31
Abbildung 18: Beobachtungen und Rückmeldungen zu Usability in Szenario 1, Erhebung 2	33
Abbildung 19: Beobachtungen und Rückmeldungen zu Usability in Szenario 2, Erhebung 2	34
Abbildung 20: Beobachtungen und Rückmeldungen zu Usability in Szenario 3, Erhebung 2	34
Abbildung 21: Rückmeldungen zu Usability aus den Interviews, Erhebung 2	35
Abbildung 22: Rückmeldungen zur UX, Erhebung 2	36
Abbildung 23: Ergebnisse AttrakDiff, Erhebung 1 & 2; eigene Abbildung, nach Hassenzahl, Burmester & Koller (2008).....	37
Abbildung 24: Rückmeldungen zur sozialen Akzeptanz, Erhebung 2	38
Abbildung 25: Hauptmenü mit Buttons, links alt, rechts Vorschlag neu	39
Abbildung 26: Szenario für die Buchausleihe über den Roboter	41
Abbildung 27: Szenario zur Platzsuche über den Roboter	42
Abbildung 28: Szenario Anleitung des Druckers durch Roboter	42
Abbildung 29: Szenario Fahrplancheck	43

6.3 Tabellen

Tabelle 1: Gegenüberstellung und Ähnlichkeiten von Gebrauchstauglichkeitsfaktoren zwischen USUS und. DIN-Normen	12
Tabelle 2: Erweiterung der vordefinierten Antworten: Beispiel aus Szenario 2	31
Tabelle 3: Erhöhung der Diversität, Gestik und Emotion in den Dialogen: Beispiel aus Szenario 1	32