Bachelorarbeit im Studiengang Mobile Medien

Assistenz zur Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten in Virtual Reality

Vorgelegt von Illya Geybo

an der Hochschule der Medien Stuttgart am 02.10.2024

zur Erlangung des akademischen Grades eines Bachelor of Science (B.Sc.)

Erstprüfer: Prof. Dr. Gottfried Zimmermann

Zweitprüfer: Prof. Dr. Ansgar Gerlicher

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Illya Geybo, ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel: „Assistenz zur Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten in Virtual Reality“ selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Ebenso sind alle Stellen, die mit Hilfe eines KI-basierten Schreibwerkzeugs erstellt oder überarbeitet wurden, kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden.

Ich habe die Bedeutung der ehrenwörtlichen Versicherung und die prüfungsrechtlichen Folgen (§ 24 Abs. 2 Bachelor-SPO, § 23 Abs. 2 Master-SPO (Vollzeit)) einer unrichtigen oder Mai 2023 Prüfungsverwaltung 6 unvollständigen ehrenwörtlichen Versicherung zur Kenntnis genommen.

Kurzfassung

Die Barrierefreiheit digitaler Inhalte ist ein essenzieller Bestandteil der Inklusion und durch das Barrierefreiheitsstärkungsgesetz rechtlich verankert.

Ziel dieser Abschlussarbeit ist die Entwicklung und Evaluation eines Assistenzsystems zur Erstellung barrierefreier Word-Dokumente innerhalb einer Virtual-Reality-Umgebung. Hierfür wurden anhand vorliegender Literatur Anforderungen an solch ein Assistenzsystem abgeleitet. Auf Grundlage dieser Anforderungen wurden zwei Gestaltungslösungen entwickelt, ein textbasierter und ein sprachbasierter Assistent, die gegenübergestellt wurden. Beide Assistenzsysteme wurden mit Hilfe der Apple Vision Pro getestet und hinsichtlich ihrer User Experience verglichen. Hierzu wurde eine Within-Group-Studie mit 11 Probanden unter Verwendung der Wizard-of-Oz-Methode durchgeführt.

Die quantitativen Daten wurden durch einen User Experience Questionnaire erhoben, qualitative Erkenntnisse wurden aus halbstrukturierten Interviews gewonnen. Das halbstrukturierte Interview wurde nach Braun und Clarke ausgewertet.

Beide Assistenzsysteme boten eine grundsätzlich positive User Experience. Der textbasierte Assistent überzeugte durch seine pragmatische Qualität, da er unaufdringlich war und den Arbeitsfluss nichtstörte. Der sprachbasierte Assistent überzeugte durch seine hedonische Qualität, da die Stimme des Assistenten einen positiven Eindruck bei den Probanden hinterließ und die Möglichkeit bot, mit diesem über Spracheingaben zu interagieren.

Abstract[1]

The accessibility of digital content is an essential component of inclusion and is legally anchored through the Barrierefreiheitsstärkungsgesetz. The aim of this thesis is the development and evaluation of an assistance system for creating accessible Word documents within a virtual reality environment. Based on existing literature, requirements for such an assistance system were derived. Two design solutions were developed based on these requirements: a text-based and a voice-based assistant, which were compared against each other. Both assistance systems were tested using the Apple Vision Pro and evaluated in terms of their user experience. A within-group study was conducted with 11 participants using the Wizard-of-Oz method. Quantitative data was collected through a User Experience Questionnaire, while qualitative insights were obtained from semi-structured interviews. The semi-structured interviews were analyzed according to Braun and Clarke.

Both assistance systems provided a generally positive user experience. The text-based assistant impressed with its pragmatic quality, as it was unobtrusive and did not disrupt the workflow. The voice-based assistant stood out for its hedonic quality, as the assistant's voice left a positive impression on the participants and offered the opportunity for interaction via voice input.

[1] ChatGPT für die Übersetzung der deutschen Kurzfassung genutzt: https://chatgpt.com/share/66fd1f67-75b0-8012-8d40-c8ac89b53438

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung **2**

Kurzfassung **3**

Abstract **4**

Abbildungsverzeichnis **8**

Tabellenverzeichnis **9**

Abkürzungsverzeichnis **10**

1 Einleitung **11**

2 Methodik **12**

2.1 Wizard-of-Oz Forschungsmethode *12*

2.2 Studiendesign *13*

2.2.1 Between-Group Design 13

2.2.2 Within-Group Design 14

2.3 Interviewstrategie *14*

2.3.1 Vollständig strukturierte Interviews 14

2.3.2 Halbstrukturierte Interviews 15

2.3.3 Unstrukturierte Interviews 15

2.4 Formulierung der Interviewfragen *15*

2.4.1 Geschlossene Fragen 15

2.4.2 Offene Fragen 16

2.5 User Experience Questionnaire *16*

2.6 Thematischen Analyse nach Braun und Clarke *16*

2.7 Schreibhilfe und Literaturverwaltung *17*

3 Human-Centered Design **18**

4 User Assistance Systems **19**

4.1 Entwicklung von User Assistance Systems *19*

4.2 Kategorien von User Assistance Systems *20*

4.2.1 Basic User Assistance Systems 20

4.2.2 Interactive User Assistance Systems 20

4.2.3 Intelligent User Assistance Systems 21

4.2.4 Anticipating User Assistance Systems 21

5 Virtual Reality **22**

5.1 Geschichtliche Hintergründe *22*

5.2 Das Reality-Virtuality Continuum *22*

5.3 Realität, Augmented Reality, Augmented Virtuality und Virtual Reality *23*

5.3.1 Mixed Reality ... 23
5.3.2 Wie werden Mixed Reality Systeme klassifiziert? ... 23

5.4 Virtual Reality in der Praxis ... 23

5.5 Virtual Reality in der Forschung ... 24

6 Gestaltungslösung und Studiendurchführung ... 25

6.1 Apple Vision Pro ... 25

6.2 Anforderungen an die Gestaltungslösung ... 25
6.2.1 Definition von Writing Assistant Tools ... 25
6.2.2 Ableitung von Anforderungen ... 26

6.3 Gestaltungslösung ... 27
6.3.1 Kontextbezogene Assistenz ... 28
6.3.2 Aussagekräftiges positives und negatives Feedback ... 29
6.3.3 Förderung des Lernprozesses ... 30
6.3.4 Förderung der Selbstständigkeit ... 30
6.3.5 Automatische Korrektur ... 30
6.3.6 Einfache Bedienung ... 31

6.4 Versuchsaufbau ... 32
6.4.1 Konzeption einer Wizard-of-Oz Studie auf der Apple Vision Pro ... 32
6.4.2 Pilot Test ... 32
6.4.3 Versuchsaufbau ... 33

7 Ergebnisse ... 35

7.1 Halbstrukturiertes Interview ... 35
7.1.1 Berührungspunkte mit Barrierefreiheit von Word-Dokumenten und Lerneffekt durch Assistenten ... 36
7.1.2 Wahrnehmung von Mixed Reality durch die Nutzung der Apple Vision Pro ... 38
7.1.3 Positive Eindrücke vom Assistenten ... 40
7.1.4 Negative Eindrücke vom Assistenten ... 42
7.1.5 Verbesserungsvorschläge ... 44
7.1.6 Sprache des Assistenten ... 45
7.1.7 Funktionen des Assistenten ... 46

7.2 User Experience Questionnaire ... 48
7.2.1 Textbasierter Assistent ... 48
7.2.2 Sprachbasierter Assistent ... 49

8 Diskussion und Fazit ... 50

8.1 Konzeption einer Wizard-of-Oz Studie auf der Apple Vision Pro ... 50

8.2 Interpretation der Ergebnisse ... 50
8.2.1 Pragmatische Qualität: Durchschaubarkeit, Effizienz und Steuerbarkeit ... 51
8.2.2 Hedonische Qualität: Stimulation und Originalität ... 51
8.2.3 Bedürfnis nach Autonomie ... 51
8.2.4 Mixed Reality als Lernumgebung ... 51
8.2.5 Subjektives Lernempfinden und Wissensvermittlung ... 52

8.3 Limitationen der Studie ... 52
8.3.1 Human-Centered Design Prozess ... 52

8.3.2 Geringe Stichprobengröße 53
8.3.3 Langfristiger Lerneffekt 53
8.3.4 Fehlsichtigkeiten und Apple Vision Pro 53

8.4 Ableitung von Designanforderungen 53
8.5.1 Kombination aus textbasierten und sprachbasierten Assistenten 53
8.5.2 Kontextbezogene Assistenz 54
8.5.3 Anpassbarkeit 54
8.5.4 Aussagekräftiges positives und negatives Feedback 54
8.5.5 Förderung des Lernprozesses 54
8.5.6 Förderung der Selbstständigkeit 55
8.5.7 Bedürfnis nach Autonomie erfüllen 55
8.5.8 Automatische Korrektur 55
8.5.9 Übersicht über die Barrierefreiheit des Dokuments 55
8.5.10 Einfache Bedienung 55

8.5 Fazit 56

9 Literaturverzeichnis 57

10 Anhang 60

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ansicht des textbasierten Assistenten 28
Abbildung 2: Ansicht des sprachbasierten Assistenten 28
Abbildung 3: Positives Feedback des textbasierten Assistenten 29
Abbildung 4: Korrekturhinweis des textbasierten Assistenten 30
Abbildung 5: Automatische Korrekturfunktion des textbasierten Assistenten 31
Abbildung 6: Abgeschlossene automatische Korrektur des textbasierten Assistenten 31
Abbildung 7: Versuchsaufbau einer Wizard-of-Oz Studie 34
Abbildung 8: Statistische Auswertung des User Experience Questionnaire zum textbasierten Assistenten 48
Abbildung 9: Statistische Auswertung des User Experience Questionnaire zum sprachbasierten Assistenten 49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zuteilung von Aufgaben und Assistenzsystemen 33
Tabelle 2: Übersicht des subjektiven Lernempfindens der Probanden 37
Tabelle 3: Übersicht der Fehlsichtigkeiten der Probanden 39
Tabelle 4: Übersicht der statistischen Ergebnisse des User Experience Questionnaire zum textbasierten Assistenten 48
Tabelle 5: Übersicht der statistischen Ergebnisse des User Experience Questionnaire zum sprachbasierten Assistenten 49
Tabelle 6: Übersicht des Anhangs 60

Abkürzungsverzeichnis

AR	Augmented Reality
AV	Augmented Virtuality
BFSG	Barrierefreiheitsstärkungsgesetz
HCD	Human-Centered Design
HMD	Head-Mounted-Display
IS	Information Systems
IT	Information Technology
MR	Mixed Reality
UAS	User Assistance Systems
UX	User Experience
VR	Virtual Reality
WAS	Writing Assistance Tools

1 Einleitung

Die Barrierefreiheit digitaler Inhalte ist ein zentrales Element der Inklusion und durch das Barrierefreiheitsstärkungsgesetz (BFSG) im nationalen Recht verankert. Dieses Gesetz verpflichtet Unternehmen und öffentliche Stellen dazu, digitale Produkte und Dienstleistungen für alle Menschen zugänglich zu machen, insbesondere für Personen mit Behinderungen (Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2023).

Für die Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten gibt es Richtlinien, durch die sich autodidaktisch gearbeitet werden muss, um das nötige Wissen in diesem Themenfeld aufzubauen (Microsoft, o. D.; Stormer et al., 2024).

Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, ein Gestaltungskonzept für ein Assistenzsystem zur Erstellung von barrierefreien Word-Dokumente zu entwickeln und im Anschluss zu evaluieren. Ziel ist es, das Wissen über das Erstellen von barrierefreien Word-Dokumenten mit solch einem Assistenzsystem zugänglicher zu machen.

Entwickelt wird das Assistenzsystem für die Apple Vision Pro. Die Apple Vision Pro hat eine große Relevanz für das Thema, da die verbauten Bedienungshilfen einer Vielzahl an Personen mit Behinderungen die Bedienung des Geräts ermöglichen (Apple, o. D.d).

2 Methodik[2]

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Untersuchung der User Experience (UX) zweier Assistenzsysteme zur Erstellung barrierefreier Word-Dokumente auf der Apple Vision Pro. Um die UX beider Systeme vergleichend zu analysieren, wurde eine Within-Group-Studie durchgeführt. Diese Studiendesignwahl ermöglicht es, mit einer geringeren Anzahl an Studienteilnehmern valide Ergebnisse zu erzielen. Trotz der potenziellen Gefahr von Lerneffekten erwies sich dieser Aspekt als unerheblich, da die Untersuchung des subjektiven Lerneffekts durch den Einsatz von Assistenzsystemen ebenfalls ein Bestandteil der Forschungsziele war.

Zur Durchführung der Nutzertests wurde die Wizard-of-Oz-Methode in einer geschlossenen Variante angewendet. Hierbei wurden die Reaktionen der Assistenzsysteme vorab definiert, um den Moderator, der zugleich die Studie leitete und die Wizard-of-Oz-Simulation bediente, nicht zu überlasten. Ein hybrider oder offener Ansatz wäre in diesem Rahmen nicht praktikabel gewesen.

Zur quantitativen Erhebung der User Experience füllten die Studienteilnehmer nach der Interaktion mit jedem Assistenzsystem den User Experience Questionnaire aus. Im Anschluss folgten halbstrukturierte Interviews, die auf einem Leitfaden basierten, jedoch genügend Flexibilität für weiterführende und spontane Fragen ließen. Dadurch konnten tiefere Einblicke in die subjektive Wahrnehmung der Assistenzsysteme gewonnen werden. Sowohl geschlossene als auch offene Fragen wurden verwendet, um einerseits statistisch auswertbare Ergebnisse zu erhalten und andererseits detaillierte Rückmeldungen zur Benutzerwahrnehmung zu erfassen.

Die Auswertung der halbstrukturierten Interviews erfolgte thematisch nach der Methode von Braun und Clarke. Als Hilfsmittel für die Literaturverwaltung wurde das Tool Citavi genutzt, um die Quellen effizient zu organisieren und in die Arbeit zu integrieren.

2.1 Wizard-of-Oz Forschungsmethode

Die Wizard-of-Oz-Methode ist eine Forschungsmethode, bei der Studienteilnehmer mit einer Anwendung interagieren, die in Wirklichkeit noch nicht existiert. Bei diesem Ansatz glaubt der Studienteilnehmer, mit einer voll funktionsfähigen Anwendung zu interagieren, während in Wahrheit ein Mensch im Hintergrund die Rolle der Anwendung übernimmt und die Antworten in Echtzeit aus der Ferne steuert. Diese Methode ist besonders nützlich, um zukünftige Funktionen zu testen, die aufgrund von Kosten oder technischen Beschränkungen noch nicht entwickelt wurden (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 291–292).

[2] ChatGPT als Schreibhilfe für die Einleitung genutzt: https://chatgpt.com/share/66fd0771-82fc-8012-afa2-c27bedda7b12

Es gibt drei Ansätze zur Erstellung der Antworten, die von der Anwendung ausgegeben werden: Eine geschlossene, eine offene und eine hybride Methode (Paul & Rosala, 2024).

Bei der geschlossenen Methode werden vor Beginn der Studie Antworten der Anwendung definiert. Während der Studie wählt der Moderator zu den Interaktionen der Studienteilnehmer passende Antworten aus. Die geschlossene Methode ist einfach umzusetzen, liefert konsistente Antworten und ist leicht zu analysieren. Allerdings bringt sie eine eingeschränkte Flexibilität mit sich, was insbesondere bei unerwarteten Interaktionen der Studienteilnehmer für Verwirrung sorgen kann (Paul & Rosala, 2024).

Bei der offenen Methode werden zuvor keine Antworten definiert. Stattdessen erzeugt der Moderator während der Studie zu den Interaktionen der Studienteilnehmer passende Antworten aus. Die offene Methode ist flexibel, die Antworten passen sich jeglichen Interaktionen der Studienteilnehmer an. Jedoch erfordert die offene Methode eine schnelle Reaktion des Moderators, liefert keine konsistenten Antworten und ist aufwändiger in der Analyse (Paul & Rosala, 2024).

Die hybride Methode vereint die geschlossene und offene Methode. So werden vor Beginn der Studie zwar Antworten der Anwendung definiert, der Moderator hat jedoch während der Studie die Möglichkeit, auf die Interaktionen der Studienteilnehmer angepasste Antworten zu erzeugen. Die hybride Methode vereint konsistente und leicht zu analysierende Antworten mit der Flexibilität auf unerwartete Interaktionen der Studienteilnehmer eingehen zu können. Der Nachteil liegt auch hier darin, dass der Moderator schnell auf die Interaktionen der Studienteilnehmer reagieren muss. Zudem ist die Umsetzung der hybriden Methode schwieriger (Paul & Rosala, 2024).

2.2 Studiendesign

Bei der Durchführung von Experimenten in der Forschung gibt es zwei Ansätze zum Design der Studie, das Between-Group Design, bei dem man alle Studienteilnehmer in verschiedene Gruppen einteilt und jede Gruppe jeweils einer aller verfügbaren Bedingungen ausgesetzt wird, und das Within-Group Design, bei dem alle Studienteilnehmer einer Gruppe zugeteilt werden und jeder Studienteilnehmer allen Bedingungen ausgesetzt wird (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 49–55).

2.2.1 Between-Group Design

Das Between-Group Design, teilt alle Studienteilnehmer in verschiedene Gruppen einteilt und jede Gruppe jeweils einer aller verfügbaren Bedingungen ausgesetzt wird. Dieses Studiendesign ist statistisch gesehen aussagekräftiger, da jede Gruppe nur einer Bedingung ausgesetzt wird und somit kein Lerneffekt aus anderen Bedingungen auftritt. Zudem sind die Experimente kürzer, da die Teilnehmer nur einer Bedingung ausgesetzt sind. Allerdings erfordert dieses Studiendesign eine größere Stichprobengröße, um

valide Ergebnisse zu erzielen, und es kann schwieriger sein, signifikante Unterschiede zu erkennen, da individuelle Unterschiede zwischen den Gruppen die Ergebnisse beeinflussen können (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 49–55).

2.2.2 Within-Group Design

Im Within-Group Design werden alle Studienteilnehmer einer Gruppe zugeteilt und jeder Studienteilnehmer wird allen Bedingungen ausgesetzt. Dieses Studiendesign erfordert weniger Teilnehmer und individuelle Unterschiede können besser isoliert werden. Allerdings besteht das Risiko, dass Teilnehmer während der Studie Lerneffekt erleben, was die Ergebnisse verfälschen kann. Zudem kann die Ermüdung der Teilnehmer ein Problem darstellen, da sie im Vergleich zum Between-Group Design mehr Aufgaben erledigen müssen, was ihre Leistung beeinflussen kann (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 49–55).

Die Wahl des Studiendesigns hängt von den Aufgaben und Zielen der Forschung ab. Das Between-Group Design eignet sich für einfache Aufgabe, da jeder Studienteilnehmer nur einer Bedingung ausgesetzt ist und somit Lerneffekte vermieden werden. Es eignet sich auch für den Vergleich klar unterschiedlicher Gruppen, wie beispielsweise erfahrener und unerfahrene Nutzer (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 49–55).

Das Within-Group Design eignet sich besser für komplexe Aufgaben mit größeren individuellen Unterschieden, da der Lerneffekt hier weniger stark ins Gewicht fällt. Dieses Studiendesigns ist zudem vorteilhaft, wenn nur wenige Teilnehmer verfügbar sind oder wenn man die Auswirkung verschiedener Bedingungen auf dieselben Personen analysieren möchte (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 49–55)

2.3 Interviewstrategie

In der Forschung gibt es unterschiedliche Interviewstrategien, die je nach Ziel eingesetzt werden können. Diese lassen sich in drei Kategorien einteilen: vollständig strukturierte, halbstrukturierte und unstrukturierte Interviews. Sie unterscheiden sich durch ihre jeweilige Struktur und Flexibilität im Gesprächsverlauf (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 198–200).

2.3.1 Vollständig strukturierte Interviews

Vollständig strukturierte Interviews basieren auf einem festen Leitfaden, der genau vorgibt, welche Fragen in welcher Reihenfolge gestellt werden. Diese Methode erlaubt keine Abweichungen vom Leitfaden, was bedeutet, dass keine zusätzlichen Fragen gestellt oder Antworten der Befragten vertieft werden können. Der Vorteil dieser Struktur liegt in der Standardisierung der Antworten, was die Auswertung erleichtert. Da jede interviewte Person genau die gleichen Fragen erhält, eignet sich dieser Ansatz

besonders gut für Studien, bei denen im Vordergrund steht, Daten zu vergleichen (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 198–200).

2.3.2 Halbstrukturierte Interviews

Halbstrukturierte Interviews bieten mehr Flexibilität, da sie zwar ebenfalls auf einem Leitfaden basieren, aber Raum für zusätzliche Fragen lassen. Der Interviewer hat die Möglichkeit, auf spontane Äußerungen der Befragten einzugehen und deren Antworten weiter zu vertiefen. Halbstrukturierte Interviews ermöglicht es, detailliertere Informationen zu gewinnen, weil das Gespräch natürlicher verläuft. Dadurch eignet sich diese Methode besonders gut, wenn zwar ein bestimmter Rahmen für das Gespräch gewünscht ist, aber auch auf die Äußerungen der Befragten eingegangen werden soll (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 198–200).

2.3.3 Unstrukturierte Interviews

Unstrukturierte Interviews sind die am wenigsten strukturierte Methode und erlauben den Befragten maximale Freiheit, über Themen zu sprechen, die ihnen wichtig erscheinen. Statt einem festen Leitfaden folgt der Interviewer hier lediglich einem groben Themenleitfaden und passt sich den Antworten und Interessen des Befragten an. Diese Methode ist besonders geeignet, wenn es darum geht, tiefergehende Einblicke in ein bestimmtes Thema zu gewinnen (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 198–200).

Die Wahl des Interviewtyps hängen von den Zielen der Forschung ab. Während vollständig strukturierte Interviews ideal zum Vergleichen von Daten sind, bieten halbstrukturierte und unstrukturierte Interviews die Möglichkeit, tiefergehende Erkenntnisse zu gewinnen (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 198–200).

2.4 Formulierung der Interviewfragen

In Interviews können verschiedene Arten von Fragen eingesetzt werden, die je nach Ziel der Forschung und Art der benötigten Daten unterschiedlich strukturiert sind. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen geschlossenen und offenen Fragen (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 206–210).

2.4.1 Geschlossene Fragen

Geschlossene Fragen bieten den Befragten nur eine begrenzte Auswahl an vordefinierten Antwortmöglichkeiten, beispielsweise Ja/Nein Antworten, Multiple-Choice-Optionen oder Bewertungen auf einer Likert-Skala. Der Vorteil dieser Fragen liegt in der quantitativen Auswertung, da die begrenzten Antwortmöglichkeiten statistische Analysen ermöglichen. Allerdings schränken geschlossene Fragen die Tiefe der Antworten ein und erlauben es nicht, detailliertere Informationen über die Antworten der Befragten zu gewinnen (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 206–210).

2.4.2 Offene Fragen

Offene Fragen bieten den Befragten die Möglichkeit, ihre Meinungen, Ansichten und Erfahrungen frei zu äußern. Sie animieren die Befragten zu ausführlichen Antworten und ermöglichen es, detaillierte Informationen eines Themas zu gewinnen. Allerdings ist die Auswertung offener Fragen komplexer, da die Antworten kategorisiert und interpretiert werden müssen (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 206–210).

Unabhängig von der Art der Fragen ist es wichtig, einfache und möglichst neutrale Sprache zu verwenden, um Missverständnisse bei den Befragten und Beeinflussung der Antworten zu vermeiden. Fragen sollten immer dem Wissensstand und den Erfahrungen der Befragten angepasst sein, um möglichst aussagekräftige Daten zu erhalten (Research methods in human-computer interaction, 2017, S. 206–210).

2.5 User Experience Questionnaire

Der User Experience Questionnaire ist ein standardisiertes Fragebogen zur Messung der UX von Produkten (User Experience Questionnaire (UEQ), o. D.).

2.6 Thematischen Analyse nach Braun und Clarke

Die thematische Analyse nach Braun und Clarke ist eine Methode der qualitativen Inhaltsanalyse, die darauf abzielt, Muster innerhalb eines Datensatzes zu identifizieren, analysieren und interpretieren. Sie zeichnet sich durch ihre Flexibilität aus und kann auf verschiedene Forschungsfragen angewendet werden (Byrne, 2022).

Die aktive Rolle des Forschers bei der Wissensproduktion ist ein zentrales Merkmal der thematischen Analyse nach Braun und Clarke. Erkannte Muster innerhalb eines Datensatzes sind die persönliche Interpretation des Forschers vom vorliegenden Datensatz. Infolge dessen kann nicht davon ausgegangen werden, dass die von einem Forscher entwickelten Codes oder Themen von einem anderen Forscher in derselben Weise reproduziert werden, auch wenn das grundsätzlich nicht ausgeschlossen ist (Byrne, 2022).

Die thematische Analyse nach Braun und Clarke setzt sich aus 6 Phasen zusammen (Braun & Clarke, 2006):

1. Mit den Daten aus dem vorliegenden Datensatz vertraut werden
2. Erstellung erster Codes
3. Suche nach Themen
4. Überprüfung der Themen
5. Definition und Benennung der Themen
6. Erstellung des Berichts

Weitere Informationen zur thematischen Analyse nach Braun und Clarke kann der Literatur von Braun & Clarke (2006) entnommen werden.

2.7 Schreibhilfe und Literaturverwaltung

Als Schreibhilfe zur Unterstützung bei der sprachlichen Formulierung wurde ChatGPT von OpenAI unter Verwendung des Large Language Model GPT-4o genutzt. Betroffene Passagen im Text sind entsprechend markiert. Die Inhalte und Argumentationen der vorliegenden Arbeit wurden eigenständig erarbeitet.

Als Hilfsmittel für Literaturverwaltung wurde das Tool Citavi genutzt.

3 Human-Centered Design

Der Human-Centered Design (HCD) Prozess ist ein Prozess für die Gestaltung von interaktiven Systemen, bei dem der Nutzer und dessen Bedürfnisse im Mittelpunkt stehen. Ziel ist es, ein interaktives System mit einer möglichst hohen UX zu entwickeln. Dieser Prozess ist durch die Norm ISO 9241-210 definiert (DIN, 2019).

UX umfasst alle Berührungspunkte eines Endnutzers mit einem Unternehmen, dessen Dienstleistungen und Produkten, wobei der Schwerpunkt darauf liegt, die Bedürfnisse von Nutzern zu erfüllen (Norman & Nielsen, 1998).

Der HCD Prozess umfasst folgende vier Phasen:

1. Den Nutzungskontext verstehen und beschreiben: In dieser Phase werden die Benutzer, ihre Bedürfnisse und die Aufgaben, welche sie ausführen, analysiert (DIN, 2019).
2. Die Nutzungsanforderungen spezifizieren: Basierend auf dem Nutzungskontext werden Nutzungsanforderungen abgeleitet, die die Grundlage für die weitere Gestaltung bilden (DIN, 2019).
3. Gestaltungslösungen entwickeln, die die Nutzungsanforderungen erfüllen: Auf Basis der vorherigen Erkenntnisse werden auf die Nutzer zugeschnittene Gestaltungslösungen und Prototypen erstellt (DIN, 2019).
4. Gestaltungslösungen aus der Benutzerperspektive evaluieren: Die entwickelten Gestaltungslösungen und Prototypen werden mit Nutzern getestet und evaluiert, um sicherzustellen, dass sie die Bedürfnisse der Nutzer erfüllen und den Anforderungen entsprechen (DIN, 2019).

Der HCD Prozess ist iterativ, was bedeutet, dass basierend auf den Erkenntnissen aus der Phase der Evaluation frühere Phasen erneut durchlaufen werden können. Das Feedback aus der Evaluation ermöglicht es, frühere Phasen anzupassen und zu verbessern, bis eine Gestaltungslösung gefunden wurde, die die Nutzungsanforderungen erfüllt. Weitere Details zum HCD Prozess und dessen Phasen können der ISO 9241-210 entnommen werden (DIN, 2019).

4 User Assistance Systems

Der technologische Fortschritt der Vergangenheit im Bereich der IT (Englisch für „Information Technology“, zu Deutsch Informationstechnologie) hat dazu geführt, dass diese zunehmend an Funktionen gewonnen hat. Gleichzeitig blieben die kognitiven Fähigkeiten des Menschen unverändert (Maedche et al., 2016).

User Assistance Systems (UAS) fokussieren sich auf die Lücke, die zwischen der zunehmenden Menge an Funktionen von IS (Englisch für „Information Systems“, zu Deutsch Informationssysteme) und der begrenzten kognitiven Fähigkeiten von Menschen entsteht. UAS integrieren sich in IS und assistieren Menschen beim Erledigen von Aufgaben (Maedche et al., 2016).

4.1 Entwicklung von User Assistance Systems

UAS haben sich im Laufe der Zeit von externen, gedruckten Handbüchern hin zu modernen, intelligenten Assistenzsystemen entwickelt. Acar & Tekinerdogan (2020) kategorisieren die Entwicklung von UAS in vier Kategorien:

- External Manual Offline Help Systems
- External Automated User Assistance
- Embedded User Assistance
- Context-Sensitive Embedded User Assistance

Als External Manual Offline Help Systems gelten gedruckte Handbücher, die die ursprüngliche Form von Assistenzsystemen darstellen. Der Vorteil dieser Assistenzsysteme liegt darin, dass diese detaillierte Informationen bereitstellen. Allerdings wird auf diese Art von Assistenzsystemen nur dann von Nutzern zugegriffen, wenn diese nicht wissen, wie sie beim weiteren Erledigen der Aufgabe fortfahren sollen. Das bringt den Nachteil mit sich, dass die Suche nach einer Hilfestellung den Arbeitsfluss unterbringt, oftmals zeitaufwändig ist und die Hilfestellung allgemein gehalten ist (Acar & Tekinerdogan, 2020).

Als External Automated User Assistance gelten digitale Handbücher, die in einem externen Fenster außerhalb der eigentlichen Anwendung geöffnet werden. Obwohl wird Zugriff auf Informationen und Hilfestellungen leichter wird, teilt sich diese Art von Assistenzsystemen die Vor- und Nachteile mit External Manual Offline Help Systems, da auch hier die Anwendung verlassen werden muss, um Hilfestellung zu erhalten (Acar & Tekinerdogan, 2020).

Als Embedded User Assistance gelten Assistenzsysteme, die direkt innerhalb der Anwendung Assistenz bereitstellen und Unterstützung genau an den Stellen und zu den Zeitpunkten liefern, an denen der Nutzer sie benötigt. Der Vorteil besteht darin, dass Nutzer nicht im Arbeitsfluss unterbrochen werden und bei der Suche nach

Hilfestellungen entlastet werden. Allerdings ist die bereitgestellte Hilfestellung weiterhin allgemein gehalten (Acar & Tekinerdogan, 2020).

Die fortschrittlichste Form von Assistenzsystemen ist Context-Sensitive Embedded User Assistance. Diese Art von Assistenzsystemen bietet kontextspezifische Hilfestellungen, die nicht nur den Arbeitsfluss nicht unterbricht, sondern auch gezielte Hilfestellungen gibt, die der Nutzer gerade braucht. Folglich müssen jegliche detaillierte Informationen über die Anwendung, die diese Art von Assistenzsystemen im Hintergrund hat, nicht als Ganzes für Nutzer zugänglich und lesbar sein (Acar & Tekinerdogan, 2020).

4.2 Kategorien von User Assistance Systems

Maedche et al. (2016) kategorisieren die Fähigkeiten von UAS entlang von zwei Dimensionen, dem Degree of Intelligence (Englisch für „Grad der Intelligenz“ und dem Degree of Interaction (Englisch für „Grad der Interaktion“). Daraus resultieren vier Kategorien für UAS:

- Basic User Assistance Systems
- Interactive User Assistance Systems
- Intelligent User Assistance Systems
- Anticipating User Assistance Systems

4.2.1 Basic User Assistance Systems

Basic User Assistance Systems bieten sowohl einen niedrigen Grad an Intelligenz als auch an Interaktion. Sie sind in der Regel schwach in das System des Nutzers integrieret und bieten keine kontextbezogene Assistenz. Stattdessen muss die Assistenz manuell durch den Nutzer manuell aufgerufen werden (Maedche et al., 2016).

Ein Beispiel für Basic User Assistance Systems sind digitale Handbücher. Digitale Handbücher stellen weder kontextbezogene Assistenz bereit noch sind diese auf Nutzer und deren Aktionen zugeschnitten (Maedche et al., 2016).

4.2.2 Interactive User Assistance Systems

Interactive User Assistance Systems bauen auf Basic User Assistance Systems auf. Sie teilen den niedrigen Grad an Intelligenz, zeichnen sich jedoch durch einen hohen Grad an Interaktion aus. Während die Assistenz weiterhin vordefinierten Verhaltensmustern folgt, können das Assistenzsystem und der Nutzer miteinander interagieren (Maedche et al., 2016).

Interactive User Assistance Systems können beispielsweise Feedback vom Nutzer einholen, Feedback liefern, oder auch den Nutzer während dem Erledigen von Aufgaben assistieren (Maedche et al., 2016).

4.2.3 Intelligent User Assistance Systems

Ähnlich zu Interactive User Assistance Systems bauen auch Intelligent User Assistance Systems auf Basic User Assistance Systems auf. Sie erweitern Basic User Assistance Systems um eine intelligente Komponente und zeichnen sich durch einen hohen Grad an Intelligenz aus, der Grad an Interaktion bleibt weiterhin niedrig (Maedche et al., 2016).

Durch das Sammeln und Auswerten von Daten können Intelligent User Assistance Systems ihre Unterstützung personalisieren und auf die Präferenzen der Nutzer abstimmen (Maedche et al., 2016).

Empfehlungssysteme, die im E-Commerce weit verbreitet sind, sind ein Beispiel für Intelligent User Assistance Systems dar (Maedche et al., 2016).

4.2.4 Anticipating User Assistance Systems

Anticipating User Assistance Systems vereinen einen hohen Grad an Intelligenz mit einem hohen Grad an Interaktion. Diese Assistenzsysteme bieten dem Nutzer durch Verständnis für die Situation und den Kontext der Aufgaben kontextbezogene Assistenz. Zudem verfügen diese Assistenzsysteme über selbstlernende Fähigkeiten, was dazu führt, dass sie ihr Verhalten an die Bedürfnisse der Nutzer und unterschiedliche Situationen anpassen können (Maedche et al., 2016).

Diese Assistenzsysteme informieren die Nutzer idealerweise transparent über die vorhersehbaren Auswirkungen und mögliche Alternativen, falls die angebotene Hilfe genutzt wird (Maedche et al., 2016).

Ein Beispiel für ein solches Assistenzsystem ist das Companion-System von Honold et al. (2014), das zur Konfiguration eines Heimkinosystems im privaten Umfeld verwendet wird (Maedche et al., 2016).

5 Virtual Reality

Virtual Reality (VR) ist eine Technologie, die computergenerierte virtuelle Umgebungen erschafft, in die Nutzer eintauchen können. Nutzer können sich in diesen virtuellen Umgebungen bewegen und mit diesen interagieren. Erlebt wird VR durch spezielle Hardware, wie beispielsweise Head-Mounted-Displays (HMD), umgangssprachlich als VR Headset bezeichnet, die dem Benutzer stereoskopische Bilder zeigt und ihn in die virtuelle Umgebung eintauchen lässt (Vince, 2004).

5.1 Geschichtliche Hintergründe

Die Anfänge von VR reichen in die 1960er Jahre, als Ivan Sutherland das erste HMD entwickelte (Sutherland, 1968).

In den folgenden Jahrzehnten wurde VR zunächst in Bereichen wie Flugsimulationen und Militärtrainings angewendet und fand erst in den 1990er Jahren den ersten Einzug bei Endverbrauchern (Wohlgenannt et al., 2020).

In den 1990er Jahren versuchten Unternehmen wie Sega und Nintendo VR Headsets für Endverbraucher zugänglich zu machen. Allerdings waren die ersten VR Headsets wenig erfolgreich, da deren Grafikqualität niedrig war, was zur Übelkeit beim Benutzen führte (Wohlgenannt et al., 2020).

Knapp 20 Jahre später verhalf die Gaming-Industrie VR zum Einzug in Haushalte von Endverbrauchern, indem sie VR Headsets wie Oculus Rift, HTC VIVE und PlayStation VR auf den Markt brachte. Moderne VR Systeme umfassen dabei nicht nur VR Headsets, sondern auch Kopfhörer für das Klangerlebnis und Controller für haptisches Feedback. Darüber hinaus sind für moderne VR Systeme Handschuhe oder Anzüge, die haptisches Feedback liefern, oder Laufbänder, auf denen man sich frei bewegen kann, verfügbar (Wohlgenannt et al., 2020).

Während die ersten Versionen von VR Headsets noch an leistungsfähige Rechner angeschlossen werden müssen, sind aktuelle VR Headsets als eigenständige Geräte verfügbar. Diese erfordern keine zusätzlichen leistungsfähigen Rechner mehr, was VR für den privaten Gebrauch noch zugänglicher macht (Wohlgenannt et al., 2020).

5.2 Das Reality-Virtuality Continuum

Milgram et al. (1995) beschreiben mit dem Reality-Virtuality Continuum ein Spektrum, das Realität und VR in Relation zueinander setzt. Auf diesem Spektrum befindet sich an einem Endpunkt die Realität, die ausschließlich aus realen Objekten besteht. Auf dem gegenüberliegenden Endpunkt befindet sich VR, eine virtuelle Realität, die ausschließlich aus virtuellen Objekten besteht. Dazwischen liegt der Bereich der Zwischenformen, in dem reale und virtuelle Objekte miteinander kombiniert werden.

5.3 Realität, Augmented Reality, Augmented Virtuality und Virtual Reality

Der Unterschied zwischen Realität, Augmented Reality (AR), Augmented Virtuality (AV) und VR lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Realität bezeichnet eine unveränderte reale Welt, die vollständig aus physischen, greifbaren Objekten besteht (Milgram et al., 1995).
- AR ergänzt die reale Welt mit virtuellen Objekte, die dem Nutzer zusätzliche Informationen liefern, ohne die reale Welt vollständig zu ersetzen (Milgram et al., 1995).
- AV verhält sich gegensätzlich zu AR. AV ersetzt die reale Welt durch eine überwiegend virtuelle Umgebung, die mit realen Objekten ergänzt wird (Milgram et al., 1995).
- VR hingegen erschafft eine vollständig virtuelle Umgebung, in der der Nutzer komplett in eine computergenerierte Welt eintaucht (Milgram et al., 1995).

5.3.1 Mixed Reality

Mixed Reality (MR) umfasst alle Zwischenformen zwischen der Realität und VR, bei der reale und virtuelle Objekte miteinander kombiniert werden. Diese reichen von AR, bei der die Realität durch virtuelle Objekte ergänzt wird, bis hin zu AV, bei der die Realität durch eine virtuelle Virtualität ersetzt wird, die durch reale Objekte ergänzt wird (Milgram et al., 1995).

5.3.2 Wie werden Mixed Reality Systeme klassifiziert?

Um MR Systeme zu klassifizieren, wurde eine dreidimensionale Taxonomie aufgestellt:

- Extent of World Knowledge beschreibt, wie viel Wissen über die Umgebung vorhanden ist und somit, ob diese vollständig real, teilweise real oder komplett virtuell ist (Milgram et al., 1995).
- Reproduction Fidelity beschreibt die Qualität der grafischen Wiedergabe (Milgram et al., 1995).
- Extent of Presence Metaphor gibt an, in welchem Ausmaß der Nutzer das Gefühl hat, in der dargestellten Szene präsent zu sein (Milgram et al., 1995).

5.4 Virtual Reality in der Praxis

VR hat außerhalb der ursprünglichen Nische, dem Gaming und Entertainment, Fuß gefasst und wird zahlreich in der Industrie eingesetzt. So setzt der Einzelhandel VR beispielsweise ein, um Mitarbeiter effektiver zu schulen und ein verbessertes Einkaufserlebnis für Kunden zu schaffen. In der Beförderungsbranche wird VR genutzt, um Schulungen für Notfälle wie Feuer an Bord von Zügen durchzuführen, in der Energiebranche wird VR für Sicherheitstrainings eingesetzt und im Gesundheitswesen wird VR für die Ausbildung von Chirurgen und zur Unterstützung der Betreuung von

Patienten während Behandlungen verwendet. Darüber hinaus wird VR auch in Militärtrainings und bei der Strafverfolgung angewendet, um beispielsweise das Deeskalieren von kritischen Situationen zu üben (Wohlgenannt et al., 2020).

Aufgrund dieser vielfältigen Einsatzbereiche bieten Hersteller nun an Unternehmen gerichtete VR Systeme an, um die Anforderungen der jeweiligen Branchen gerecht zu werden (Wohlgenannt et al., 2020).

5.5 Virtual Reality in der Forschung

Nicht nur in der Industrie, sondern auch in der Forschung hat die Relevant von VR zugenommen. In den Bereichen Medizin und Bildung wird dabei am Meisten am Einsatz von VR geforscht. Studien in der Medizin untersuchen beispielsweise, wie VR eingesetzt werden kann, um die Fähigkeiten von Chirurgen zu verbessern oder Phobien zu therapieren (Wohlgenannt et al., 2020).

In der Vergangenheit lag der Fokus der Forschung stärker auf virtuellen Welten und weniger auf der eigentlichen VR Technologie. Virtuelle Welten sind dabei virtuelle computergenerierte Umgebungen, in die Nutzer eintauchen. Allerdings ist es die VR Technologie, die das eigentliche Eintauchen in diese Umgebungen ermöglicht und somit maßgeblich für das Erleben der virtuellen Welten verantwortlich ist (Wohlgenannt et al., 2020).

6 Gestaltungslösung und Studiendurchführung

Im folgenden Kapitel wird die Entwicklung einer Gestaltungslösung für ein Assistenzsystems zur Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten auf der Apple Vision Pro behandelt. Ebenso wird der Versuchsaufbau der zugehörigen Studie thematisiert.

6.1 Apple Vision Pro

Die Apple Vision Pro ist ein im Juni 2023 von Apple vorgestelltes HMD, das das gesamte Spektrum des Reality-Virtuality Continuum (siehe Kapitel 5.2) von Realität bis hin zu VR, abbildet (Apple, 2023). Der Grad der Immersion kann dabei flexibel vom Nutzer angepasst werden (Apple, o. D.a).

Um das ganze Spektrum des Reality-Virtuality Continuum abzubilden, nutzt die Apple Vision Pro eine Reihe an außenliegenden Sensoren, Mikrofonen und Kameras, um die Umgebung zu erfassen (Apple, o. D.c). Das verbaute Chipsystem verarbeitet die erfasste Umgebung und gibt diese auf zwei hochauflösenden innenliegenden Bildschirmen in „nahezu latenzfreie Echtzeitansicht“ (Apple, o. D.b) wieder.

Als Betriebssystem läuft auf der Apple Vision Pro visionOS, welches eine dreidimensionale Benutzeroberfläche bietet. visionOS ermöglicht es, virtuelle Objekte in der realen Welt präzise zu platzieren und mit diesen so zu interagieren, als ob sie physisch in der realen Welt vorhanden wären. visionOS unterstützt nicht nur für die Apple Vision Pro entwickelte Apps, sondern auch bestehende iPhone- und iPad-Apps (Apple, 2023).

Die Interaktion mit der Apple Vision Pro erfolgt über eine Kombination von Augenbewegungen und Handgesten, weitere Interaktionen sind über Sprachsteuerung und über zwei physische Tasten, die sich auf dem Gerät befinden, möglich. Primär wird mit der Apple Vision Pro über das Ansehen von digitalen Objekten und Tippen oder Wischen in der Luft interagiert (Apple, 2023).

Für die Tonwiedergabe sorgen zwei integrierte Lautsprecher, die sich links und rechts in der Nähe der Ohren befinden (Apple, o. D.c).

Die Apple Vision Pro kann sowohl für Entertainment als auch für Produktivität eingesetzt werden. Verbunden mit einem Mac kann ein virtuelles Display in der realen Umgebung eingeblendet werden, das hinsichtlich Größe und Auflösung den Wünschen des Nutzers angepasst werden kann (Apple, o. D.f).

6.2 Anforderungen an die Gestaltungslösung

6.2.1 Definition von Writing Assistant Tools

Als Writing Assistant Tools (WAS) werden UAS bezeichnet, die Nutzer beim Verfassen von Texten unterstützen. WAS haben sich in den letzten Jahren sowohl im beruflichen

Kontext als auch in der Bildung etabliert. Alharbi (2023) kategorisiert WAS in vier Kategorien:

- Automated writing evaluation tools
- Automated writing corrective feedback tools
- AI-enabled machine translation tools
- Automatic text generation tools

Automated writing evaluation tools analysieren und bewerten fertige Texte. Diese WAS eignen sich zum Korrekturlesen von fertigen Texten aus grammatikalischer Sicht (Alharbi, 2023).

Automated writing corrective feedback tools unterstützen Nutzer beim Verfassen von Texten in Echtzeit. Diese WAS identifizieren und markieren Fehler beim Schreiben und ermöglichen es, diese im Schreibfluss zu korrigieren (Alharbi, 2023).

AI-enabled machine translation tools konzentrieren sich auf das Übersetzen von Texten aus einer Sprache in eine andere Sprache. Diese Assistenzsysteme analysieren den Kontext und die Struktur von vorliegenden Texten und generieren mit Hilfe von künstlicher Intelligenz eine Übersetzung, die möglichst grammatikalisch korrekt ist (Alharbi, 2023).

Automatic text generation tools nutzen künstliche Intelligenz, um bereits auf Grundlage von geringen Eingaben, wie Stichwörtern und kurzen Sätzen, vollständige und zusammenhängende Texte zu generieren, die so wirken, als wären sie von einem Menschen verfasst worden (Alharbi, 2023).

Der Lerneffekt durch WAS zur Verbesserung der Schreibqualität ist unklar. Während einige Studien zeigen, dass WAS kurzfristig die Schreibqualität verbessern können, bleibt unklar, ob sie langfristig zu einem Lerneffekt führen (Alharbi, 2023).

6.2.2 Ableitung von Anforderungen

Auf Basis der Veröffentlichungen von Alharbi (2023), Dale & Viethen (2021) und Imran & Almusharraf (2023) wurden Anforderungen an die Gestaltungslösung für ein Anticipating User Assistance System (siehe Kapitel 4.2.4) zur Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten auf der Apple Vision Pro abgeleitet:

- Kontextbezogene Assistenz: Das Assistenzsystem soll Verständnis für den Kontext, in dem sich der Nutzer befindet, haben und in Echtzeit kontextbezogenes Feedback zur Barrierefreiheit des verfassten Dokuments liefern.
- Aussagekräftiges positives und negatives Feedback: Das Assistenzsystem soll dem Nutzer sowohl positives als auch negatives Feedback geben. Neben dem Aufzeigen von Barrieren soll das Assistenzsystem den Nutzer auf Teile des Dokuments hinweisen, die barrierefrei verfasst worden sind. Das soll Motivation beim Nutzer hervorrufen und Verständnis für Barrierefreiheit vermitteln.

- Förderung des Lernprozesses: Das Assistenzsystem soll den Lernprozess des Nutzers fördern, indem es ausführliche Erklärungen zu den gefundenen Barrieren liefert.
- Förderung der Selbstständigkeit: Das Assistenzsystem soll die Selbstständigkeit des Nutzers fördern, indem es unterstützende Hinweise bietet, die dem Nutzer aufzeigen, wie eine entstandene Barriere selbstständig beseitigt werden kann.
- Automatische Korrektur: Das Assistenzsystem soll entstandene Barrieren bei Wunsch des Nutzers automatisch korrigieren können.
- Einfache Bedienung: Das Assistenzsystem soll den Nutzer beim Arbeiten unterstützen und so wenig Interaktionen wie möglich erfordern. Es soll im Hintergrund arbeiten und nur dann eingreifen, wenn es notwendig ist.

Als Zielgruppe wurden technisch affine Personen im Alter von 20 bis 30 Jahren definiert. Es wird angenommen, dass diese Personengruppe offen gegenüber neuen Technologien ist. Es wird angenommen, dass die Zielgruppe wenig Erfahrung mit der Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten hat.

6.3 Gestaltungslösung

Als Gestaltungslösung wurden zwei Assistenzsysteme entwickelt, die die definierten Anforderungen gleichermaßen Abdecken:

- Ein textbasierter Assistent, der in Form eines Fensters im Sichtfeld des Nutzers platziert wird und kontextbezogene Assistenz gibt (siehe Abbildung 1). Abhängig von der Art des Hinweises, den der Assistent ausgibt, ertönt entweder ein Hinweiston für ein positives Feedback, oder ein Hinweiston für einen Korrekturhinweis. Der Wortlaut des Assistenten ist freundlich. Interaktion mit dem Assistenten ist über die Benutzeroberfläche möglich. Der Assistent weist den Nutzer auf Bereiche im Dokument hin, die barrierefrei gestaltet worden sind, gibt Korrekturhinweise zu erzeugten Barrieren und bietet die Möglichkeit, die Korrektur einer Barriere automatisch auszuführen.
- Ein sprachbasierter Assistent, der alle Funktionen des textbasierten Assistenten abbildet, allerdings auf eine sichtbare Benutzeroberfläche verzichtet (siehe Abbildung 2). Stattdessen werden Hinweise in Form von Sprache an den Nutzer übermittelt. Interagieren kann der Nutzer über Spracheingabe. Es wurde sich für eine weibliche Stimme entschieden, die mit ElevenLabs generiert wurde ElevenLabs ist ein Tool das künstliche Intelligenz zur Generierung menschlich klingender Stimmen nutzt (ElevenLabs: Free Text to Speech & AI Voice Generator | ElevenLabs, o. D.).

Es wurden mit den beiden Assistenzsystemen zwei Extreme abgebildet, um deren Akzeptanz bei den Nutzern im Rahmen eines Nutzertests zu untersuchen.

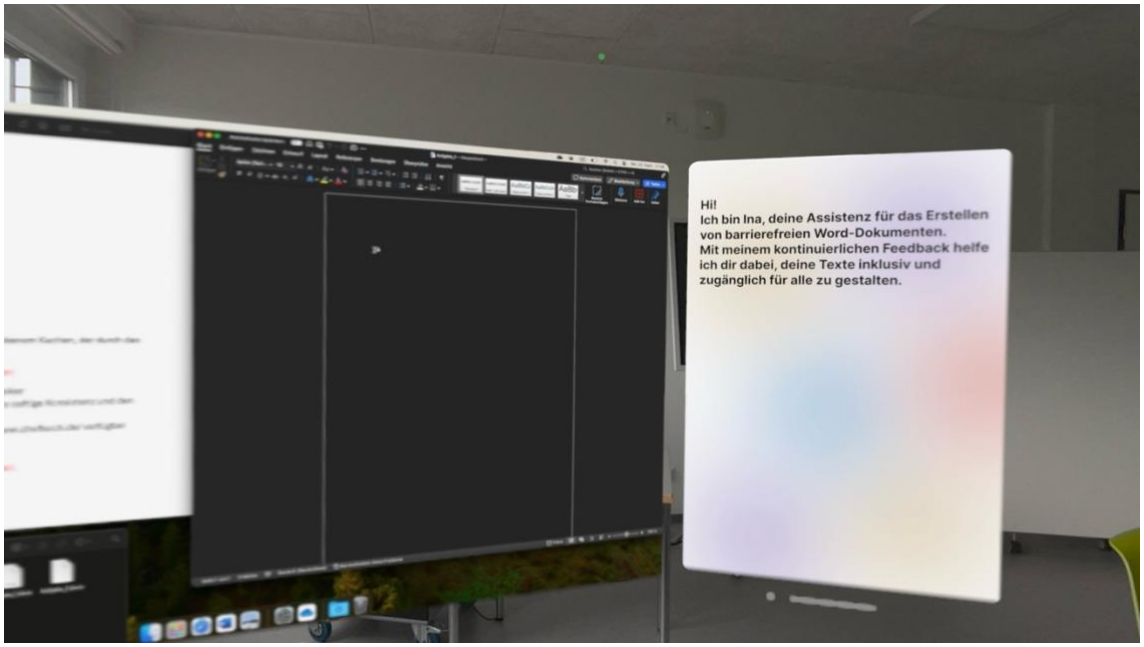

Abbildung 1: Ansicht des textbasierten Assistenten

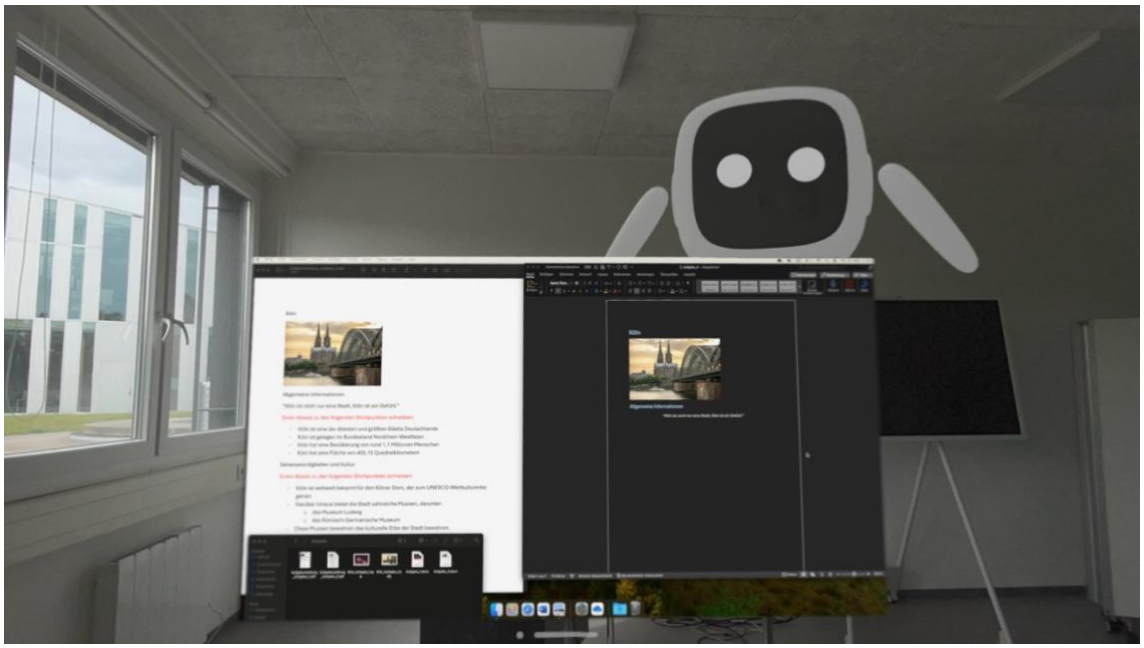

Abbildung 2: Ansicht des sprachbasierten Assistenten

6.3.1 Kontextbezogene Assistenz

Die erweiterte Checkliste nach EN 301 549 ist eine Checkliste zur Erstellung barrierefreier Word-Dokumente gemäß dem Standard EN 301 549. Die Checkliste beinhaltet detaillierte Anforderungen und Empfehlungen, um Word-Dokumente für eine breite Nutzerschaft zugänglich zu machen, insbesondere für Menschen mit Behinderungen (Stormer et al., 2024).

Die Gestaltungslösung deckt folgende Anforderungen der erweiterte Checkliste nach EN 301 549 ab, um zu diesen kontextbezogene Assistenz zu liefern:

- Überschriften: Sind alle Überschriften mit Formatvorlagen ausgezeichnet?
- Unterüberschriften: Sind alle Unterüberschriften mit Formatvorlagen ausgezeichnet?
- Zitate: Sind alle Zitate mit Formatvorlagen auszeichnet?
- Tabellen:
    - Wurden Tabellen über „Tabelle einfügen“ erstellt?
    - Wurden alle Spaltenüberschriften der Tabelle als „Kopfzeile“ markiert?
- Links:
    - Wurde ein Linktext erstellt?
    - Wurde der Linktext treffend gewählt?
- Bilder:
    - Wurde das Bild mit einem Alternativtext versehen?
    - Wurde der Alternativtext treffend gewählt?

6.3.2 Aussagekräftiges positives und negatives Feedback

Abhängig davon, ob vom Ersteller des Dokuments ein Bereich barrierefrei gestaltet worden ist, oder ob eine Barriere erzeugt worden ist, gibt das Assistenzsystem einen entsprechenden Hinweis an den Nutzer (siehe Abbildung 3).

Das Feedback des textbasierten Assistenten ist schriftlich und kann vom Nutzer nachgelesen werden. Das Feedback des sprachbasierten Assistenten wird der Hinweis in Form von Sprache kommuniziert.

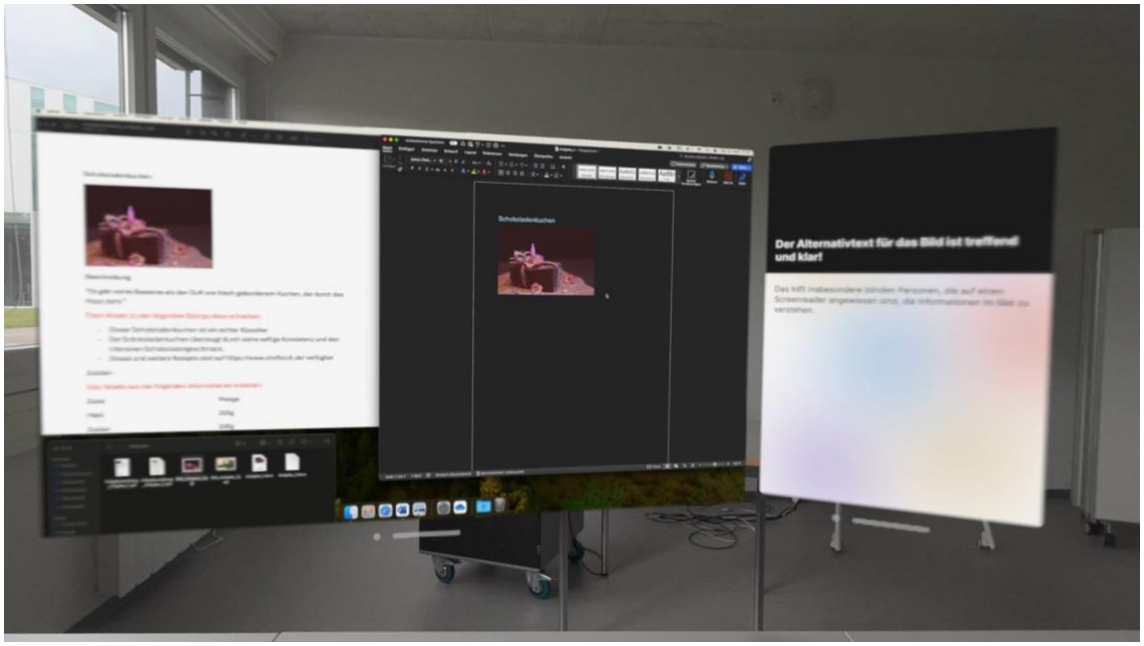

Abbildung 3: Positives Feedback des textbasierten Assistenten

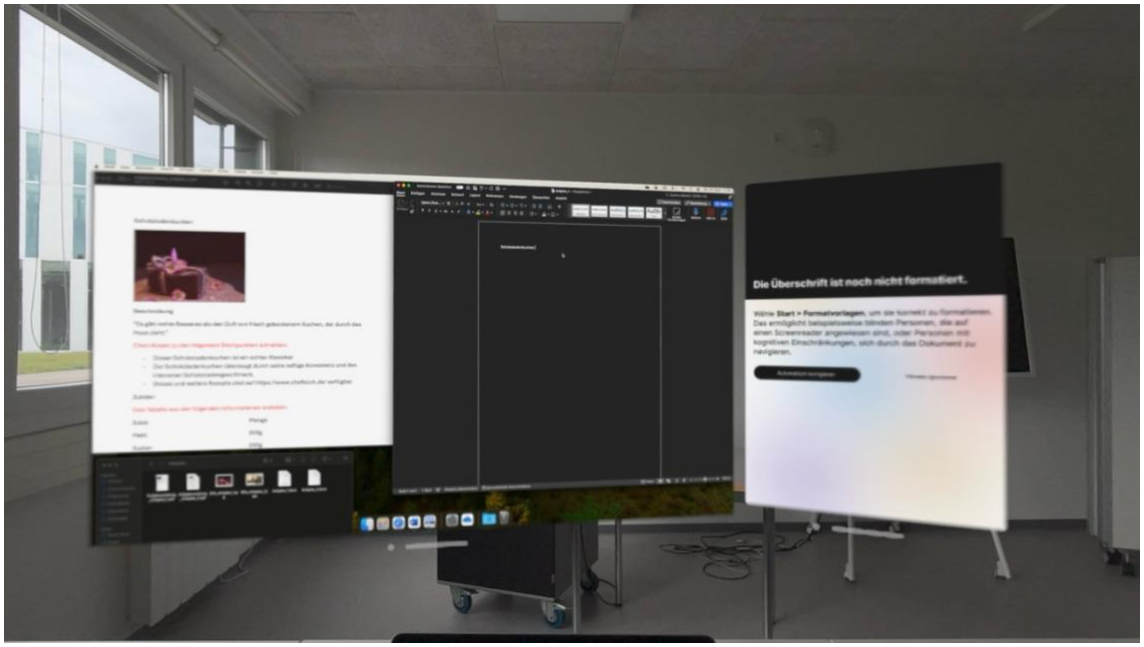

Abbildung 4: Korrekturhinweis des textbasierten Assistenten

6.3.3 Förderung des Lernprozesses

Bei einem Korrekturhinweis kommuniziert der textbasierte Assistent nicht nur die erzeugte Barriere, sondern auch weitere Informationen über diese (siehe Abbildung 4). Der sprachbasierte Assistent kommuniziert sowohl die erzeugte Barriere als auch weitere Informationen in Form von Sprache.

6.3.4 Förderung der Selbstständigkeit

Bei einem Korrekturhinweis gibt der textbasierte Assistent nicht nur weitere Informationen über eine Barriere aus, sondern hebt den Korrekturpfad hervor, den der Nutzer gehen kann, um die Barriere selbstständig zu beseitigen. Der sprachbasierte Assistent wiederholt auf Wunsch des Nutzers den Korrekturpfad in Form von Sprache.

6.3.5 Automatische Korrektur

Sollte der Nutzer sich gegen eine selbstständige Korrektur entscheiden, hat er die Möglichkeit, eine Korrektur automatisch vornehmen zu lassen, oder den Korrekturhinweis zu ignorieren (siehe Abbildung 4). Sobald sich für eine automatische Korrektur entschieden wird, gibt der textbasierte Assistent den Stand der Korrektur an (siehe Abbildung 5 und 6). Der sprachbasierte Assistent kommuniziert den Stand der Korrektur in Form von Sprache.

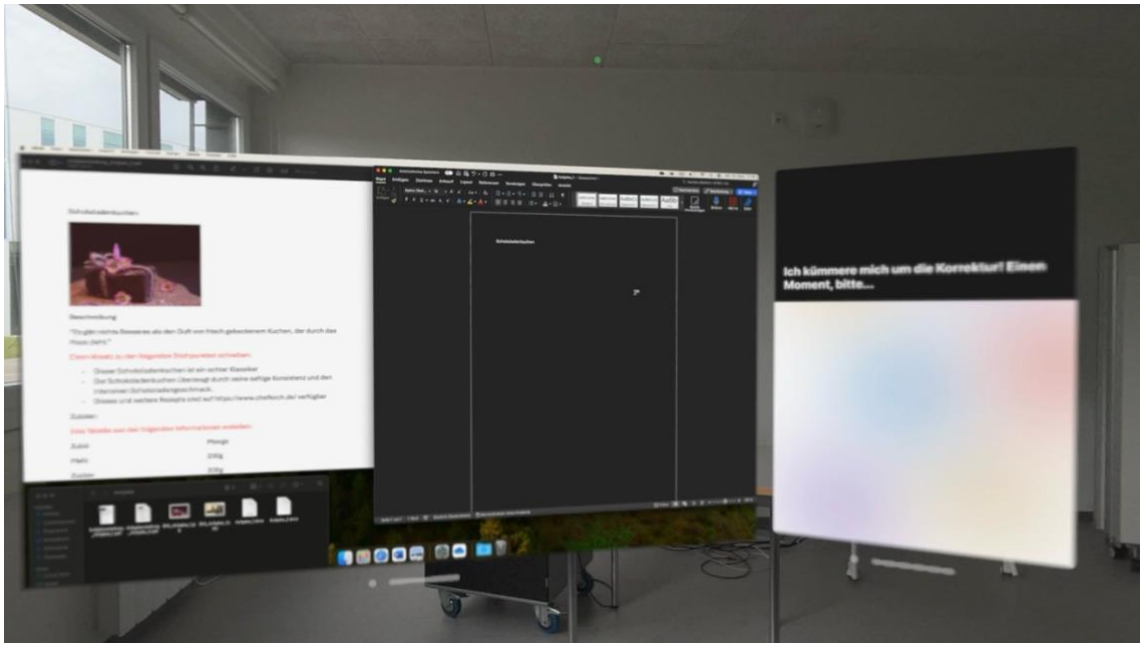

Abbildung 5: Automatische Korrekturfunktion des textbasierten Assistenten

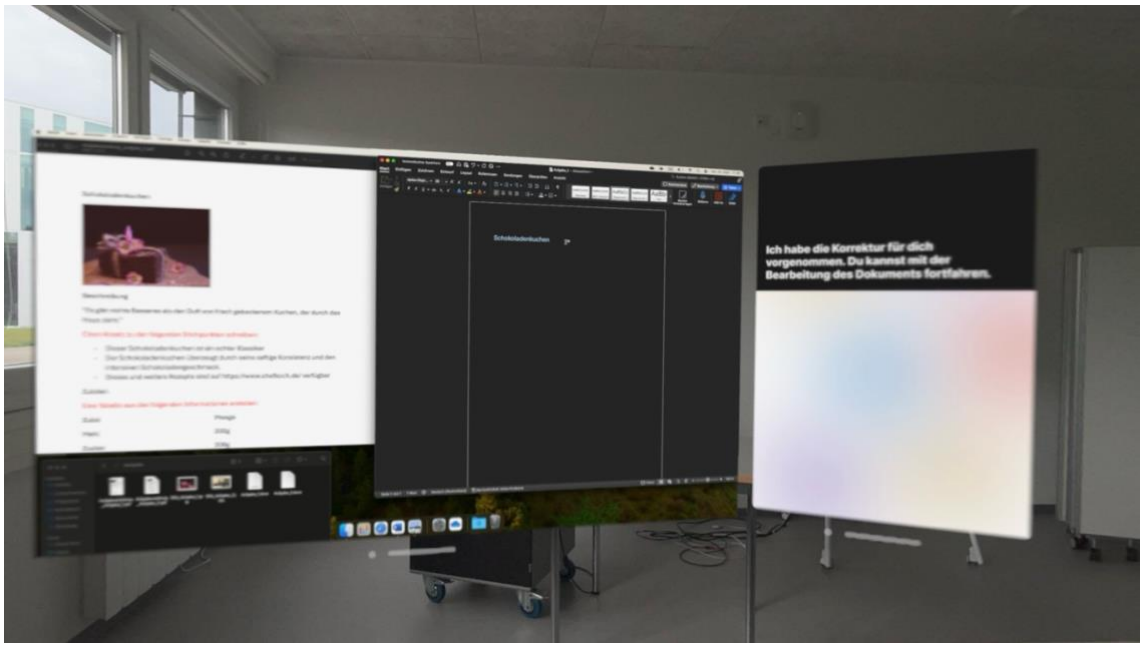

Abbildung 6: Abgeschlossene automatische Korrektur des textbasierten Assistenten

6.3.6 Einfache Bedienung

Das Assistenzsystem arbeitet in Hintergrund und erfordert nur Interaktionen im Falle von Korrekturhinweisen. Im Falle eines Korrekturhinweises kann eine automatische Korrektur vorgenommen werden oder der Hinweis ignoriert werden.

Interagiert wird mit dem textbasierten Assistenten über Buttons innerhalb einer Benutzeroberfläche (siehe Abbildung 4). Der sprachbasierte Assistent nimmt Interaktionen über Sprachbefehle an.

6.4 Versuchsaufbau

6.4.1 Konzeption einer Wizard-of-Oz Studie auf der Apple Vision Pro

Auf Basis der Definition von einer Wizard-of-Oz Studie wurden Anforderungen an das Konzept aufgestellt (siehe Kapitel 2.1):

- Es muss ein Designtool ausgewählt werden, das es erlaubt, einen Prototypen zu erstellen, der sowohl vom Probanden als auch vom Moderator aus der Ferne gesteuert werden kann.
- Es muss ein Designtool ausgewählt werden, das die Darstellung eines dreidimensionalen Charakters für den sprachbasierten Assistenten auf der Apple Vision Pro ermöglicht.
- Es muss ein Weg gefunden werden, Einblick in die Sicht des Probanden zu bekommen, während er die Apple Vision Pro nutzt.

Als Designtool wurde ProtoPie genommen (ProtoPie: High-Fidelity Prototyping for Mobile, Desktop, Web & IoT, o. D.). ProtoPie ermöglichte mit ProtoPie Connect die Erstellung einer Moderationsansicht, die es erlaubte, den Prototypen aus der Ferne zu steuern (The Basics of ProtoPie Connect | Connect | ProtoPie Guide, o. D.).

Für die dreidimensionale Darstellung des sprachbasierten Assistenten wurde das 3D Designtool Spline genutzt (Spline - 3D Design tool in the browser with real-time collaboration, o. D.). Die Spline Mirror App für die Apple Vision Pro ermöglicht es, 3D Objekte im Raum zu platzieren (Spline Mirror for Apple Vision Pro, o. D.). Als Charakter für den sprachbasierten Assistenten wurde ein Roboter aus der Spline Library ausgewählt (siehe Abbildung 2).

Um einen Einblick in die Sicht des Probanden zu bekommen, wurde die Funktion zur Spiegelung der Ansicht der Apple Vision Pro genutzt, mit der man die Sicht des Probanden auf einen externen Monitor spiegeln konnte (Apple, o. D.e).

6.4.2 Pilot Test

Ein Pilot Test ist Probelauf, bei dem eine Studie vorab mit einem Probanden getestet wird, um mögliche Probleme der Studie wie unklare Aufgaben, falsche Zeitplanung oder Testdesign-Fehler zu erkennen. Ein Pilot Test hilft dabei, die Studie zu optimieren, bevor die eigentliche Studie durchgeführt wird, und hilft dabei, dass die Ergebnisse später zuverlässiger sind (Schade, 2015).

Anhand der Erkenntnisse aus dem Pilot Test wurde die Aufgabenstellung gekürzt, um innerhalb des geplanten Zeitrahmens von 60 Minuten pro Nutzertest zu bleiben. Zusätzlich wurden dem halbstrukturierten Interview Fragen zugefügt, um mögliche Faktoren, wie eine fehlende Vertrautheit mit macOS, im Nachhinein als Störfaktoren innerhalb der Studie identifizieren zu können.

6.4.3 Versuchsaufbau

Im Rahmen der Studie mussten die Probanden zwei unterschiedliche Aufgaben erledigen. Die eine Aufgabe bestand daraus, einen Steckbrief über die Stadt Köln zu verfassen und die andere Aufgabe bestand daraus, ein Rezept zu einem Schokoladenkuchen zu schreiben. Die Probanden bekamen unformatierte Notizen zum Thema der jeweiligen Aufgabe, aus denen sie Infos zu den Themen beziehen konnten, und ein Bild, das sie in das Zieldokument einfügen konnten.

Ziel war es, die Probanden ein Word-Dokument nach ihrem gewöhnlichen Vorgehen erstellen zu lassen. Das Word-Dokument erstellten die Probanden an einem MacBook, hierfür nutzten sie die Funktion der Apple Vision Pro, ein virtuelles Mac Display im Raum zu platzieren (Apple, o. D.f). Die Zuteilung von Aufgaben und Assistenzsystemen kann Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Zuteilung von Aufgaben und Assistenzsystemen

Proband	**Aufgabe 1 + Genutztes Assistenzsystem**	**Aufgabe 2 + Genutztes Assistenzsystem**
Proband 1	Steckbrief Stadt Köln + Textbasierter Assistent	Rezept Schokoladenkuchen + Sprachbasierter Assistent
Proband 2	Rezept Schokoladenkuchen + Sprachbasierter Assistent	Steckbrief Stadt Köln + Textbasierter Assistent
Proband 3	Steckbrief Stadt Köln + Textbasierter Assistent	Rezept Schokoladenkuchen + Sprachbasierter Assistent
Proband 4	Rezept Schokoladenkuchen + Sprachbasierter Assistent	Steckbrief Stadt Köln + Textbasierter Assistent
Proband 5	Rezept Schokoladenkuchen + Textbasierter Assistent	Steckbrief Stadt Köln + Sprachbasierter Assistent
Proband 6	Steckbrief Stadt Köln + Sprachbasierter Assistent	Rezept Schokoladenkuchen + Textbasierter Assistent
Proband 7	Rezept Schokoladenkuchen + Textbasierter Assistent	Steckbrief Stadt Köln + Sprachbasierter Assistent
Proband 8	Steckbrief Stadt Köln + Sprachbasierter Assistent	Rezept Schokoladenkuchen + Textbasierter Assistent
Proband 9	Steckbrief Stadt Köln + Textbasierter Assistent	Rezept Schokoladenkuchen + Sprachbasierter Assistent
Proband 10	Rezept Schokoladenkuchen + Sprachbasierter Assistent	Steckbrief Stadt Köln + Textbasierter Assistent
Proband 11	Steckbrief Stadt Köln + Textbasierter Assistent	Rezept Schokoladenkuchen + Sprachbasierter Assistent

Während die Probanden im Rahmen der Studie die Aufgaben erledigten, beobachtete der Moderator die Sicht der Probanden, steuerte den Assistenten und erstellte bei Bedarf Notizen (siehe Abbildung 7).

Nach jeder Aufgabe wurde eine Pause eingebaut, in der die Probanden einen User Experience Questionnaire ausfüllen mussten. Nach der Studie wurde mit den Probanden ein halbstrukturiertes Interview durchgeführt.

Abbildung 7: Versuchsaufbau einer Wizard-of-Oz Studie

7 Ergebnisse

In diesem Kapitel wird die Evaluation der Gestaltungslösung eines Assistenzsystems zur Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten auf der Apple Vision Pro behandelt.

In dieser Studie wurde die User Experience eines Assistenzsystems zur Erstellung von barrierefreien Word-Dokumente auf der Apple Vision Pro untersucht. 11 Probanden nahmen an einer Within-Group Studie teil, bei dem sie zwei unterschiedliche Assistenzsysteme, einen textbasierten und einen sprachbasierten Assistenten, in einer Mixed-Reality-Umgebung nutzten.

7.1 Halbstrukturiertes Interview

An der Studie nahmen 11 Probanden teil. Das Alter lag zwischen 21 und 28 Jahren, das Durchschnittsalter betrug 24 Jahre. Die Geschlechterverteilung war annährend ausgeglichen, unter den 11 Probanden waren 5 weibliche und 6 männliche Probanden. Die Teilnehmer hatten folgenden Bildungsstand:

- Schulabschluss mit Hochschulberechtigung: 3
- Bachelorabschluss: 7
- Masterabschluss: 1

9 der Probanden waren Studierende, 6 neben dem Studium berufstätig, darunter 2 im Bereich UX Design, 3 im Bereich Softwareentwicklung und 1 im Bereich Designforschung.

Alle 11 Probanden mussten sich hinsichtlich ihrer technischen Affinität, Vertrautheit mit Virtual Reality, Vertrautheit mit dem Apple Ökosystem und Vertrautheit mit macOS auf einer Likert-Skala von 1 (Gar nicht affin bzw. vertraut) bis 5 (Sehr affin bzw. vertraut) einordnen:

- Technische Affinität: Die Probanden bewerteten ihre technische Affinität im Durchschnitt mit 4,09. Der Median lag bei 4. Der Modus lag bei 4 Die Standardabweichung lag bei 0,7. Das deutet auf eine hohe und relativ einheitliche technische Affinität der Probanden.
- Vertrautheit mit Virtual Reality: Die Probanden bewerteten ihre Vertrautheit mit Virtual Reality im Durchschnitt mit 2,36. Der Median lag bei 3. Der Modus lag bei 3. Die Standardabweichung lag bei 1,03. Das deutet auf eine mittlere Vertrautheit der Probanden mit Virtual Reality.
- Vertrautheit mit dem Apple Ökosystem: Die Probanden bewerteten ihre Vertrautheit mit dem Apple Ökosystem im Durchschnitt mit 3,5. Der Median lag bei 4. Der Modus lag bei 2. Die Standardabweichung lag bei 1,21. Das deutet darauf hin, dass die Vertrautheit der Probanden mit dem Apple Ökosystem zwar variiert, die Probanden aber eher vertraut mit dem Apple Ökosystem sind.

- Vertrautheit mit macOS: Die Probanden bewerteten ihre Vertrautheit mit macOS im Durchschnitt mit 3,4. Der Median lag bei 3. Der Modus lag bei 3. Die Standardabweichung lag bei 1,16. Das deutet daraufhin, dass die Vertrautheit der Probanden mit macOS variiert und die Probanden eine mittlere Vertrautheit mit macOS aufweisen.

Die Auswertung konzentrierte sich auf sieben Hauptthemen:

- Berührungspunkte mit Barrierefreiheit von Word-Dokumenten und Lerneffekt durch Assistenten
- Wahrnehmung von Mixed Reality durch die Nutzung der Apple Vision Pro
- Positive Eindrücke vom Assistenten
- Negative Eindrücke vom Assistenten
- Verbesserungsvorschläge
- Sprache des Assistenten
- Funktionen des Assistenten

Im Folgenden werden die gewonnenen Erkenntnisse zu diesen Themen dargestellt.

7.1.1 Berührungspunkte mit Barrierefreiheit von Word-Dokumenten und Lerneffekt durch Assistenten

In diesem Abschnitt wurde untersucht, wie vertraut die Probanden vor dem Nutzertest mit dem Erstellen von barrierefreien Word-Dokumenten waren und wie sie ihr subjektives Lernempfinden zu diesem Thema, hervorgerufen durch den Assistenten, bewerteten. Ziel war es zu verstehen, ob der Assistent zur Wissensvermittlung rund um das Thema barrierefreie Word-Dokumente beitragen konnte.

7.1.1.1 Berührungspunkte mit Barrierefreiheit von Word-Dokumenten

Zuerst wurden die Probanden gebeten, sich hinsichtlich ihrer bisherigen Berührungspunkte mit Barrierefreiheit von Word-Dokumenten auf einer Likert-Skala von 1 (Gar keine Berührungspunkte) bis 5 (Sehr vertraut mit Barrierefreiheit von Word-Dokumenten) einzuordnen:

- Mittelwert: 2,18
- Median: 2,0
- Modus. 1
- Standardabweichung: 1
- Häufigkeitsverteilung:
    - 5 Probanden ordneten sich mit 1 ein
    - 3 Probanden ordneten sich mit 2 ein
    - 2 Probanden ordneten sich mit 4 ein
    - 1 Proband ordnete sich mit 5 ein

Es zeigt sich, dass der Großteil der Probanden vor dem Nutzertest gar keine bis wenige Berührungspunkte mit dem Thema Barrierefreiheit von Word-Dokumenten hatte. Der

Nutzertest kann somit als eine Möglichkeit verstanden werden, zur Wissensvermittlung rund um das Thema barrierefreie Word-Dokumente beizutragen.

7.1.1,2 Subjektives Lernempfinden zum Thema Barrierefreiheit von Word-Dokumenten

Daraufhin wurden die Probanden gebeten, ihr subjektives Lernempfinden zum Thema Barrierefreiheit von Word-Dokumenten auf einer Likert-Skala von 1 (Gar nicht vorhanden) bis 5 (Spürbar vorhanden) einzuordnen:

- Mittelwert: 3,55
- Median: 4,0
- Modus: 2, 4 und 5
- Standardabweichung: 1,21
- Häufigkeitsverteilung:
    - 3 Probanden ordneten sich mit 2 ein
    - 2 Probanden ordneten sich mit 3 ein
    - 3 Probanden ordneten sich mit 4 ein
    - 3 Probanden ordneten sich mit 5 ein

Die Ergebnisse zeigen, dass das subjektive Lernempfinden der Probanden während des Nutzertests überwiegend als positiv wahrgenommen wurde, wobei es dennoch eine gewisse Streuung gibt, und die Meinungen in drei verschiedene häufige Kategorien fallen (2, 4 und 5).

Es zeigt sich, dass der Nutzertest für den Großteil der Probanden zu einem subjektiven Lernempfinden führte. Insbesondere diejenigen, die zuvor gar keine bis wenige Berührungspunkte mit Barrierefreiheit von Word-Dokumenten hatten, bewerteten das Lernempfinden höher, so beispielsweise Proband 1(siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Übersicht des subjektiven Lernempfindens der Probanden

Proband	**Berührungspunkte mit Barrierefreiheit von Word-Dokumenten**	**Subjektives Lernempfinden**
Proband 1	1	5
Proband 2	1	4
Proband 3	1	3
Proband 4	5	2
Proband 5	4	2
Proband 6	2	4
Proband 7	2	4
Proband 8	4	3
Proband 9	2	5
Proband 10	1	5
Proband 11	1	2

7.1.1.3 Zusammenhang zwischen bisherigen Berührungspunkten und dem subjektivem Lernempfinden

Der Vergleich der beiden Fragen zeigt, dass Probanden mit weniger Vorwissen ihr subjektives Lernempfinden, hervorgerufen durch den Assistenten, höher bewerteten. Daraus kann abgeleitet werden, dass der Assistent zur Wissensvermittlung rund um das Thema barrierefreie Word-Dokumente beitragen konnte. Andererseits bewerteten Probanden, die bereits vertraut mit dem Thema barrierefreie Word-Dokumente waren, den Lerneffekt als weniger stark, da der Assistent hauptsächlich ihr bestehendes Wissen bestätigte.

7.1.2 Wahrnehmung von Mixed Reality durch die Nutzung der Apple Vision Pro

7.1.2.1 Positive Eindrücke

In diesem Abschnitt wurde untersucht, wie die Probanden Mixed Reality durch die Nutzung der Apple Vision Pro wahrgenommen haben. Der Fokus lag dabei auf den positiven Eindrücken der Probanden. Ziel war es zu verstehen, welche Aspekte von den Probanden als besonders vorteilhaft im Hinblick auf die Arbeits- und Lernumgebung empfunden wurden.

Die Arbeits- und Lernumgebung in Mixed Reality wurde von den Probanden als was Neues aufgenommen. Positiv hervorgehoben wurde durch die Probanden 3, 4, 6, 9 und 10 die Möglichkeit, den gesamten Raum zum Arbeiten nutzen zu können. Proband 9 gefiel es, dass die Apple Vision Pro es ermöglichte, den Assistenten an beliebigen Orten im Raum zu positionieren, was auf einem herkömmlichen Bildschirm aufgrund des begrenzten Platzes nicht möglich wäre. Proband 4 hob außerdem hervor, dass man die Fenster auch in ihrer Größe verändern könne. Proband 10 empfand es zudem als Vorteil, dass er Fenster auch hinter sich platzieren konnte, wenn er sie nicht benötigte.

Die Möglichkeit, den gesamten Raum zum Arbeiten flexibel nutzen zu können und Fenster nach eigenen Wünschen zu positionieren und zu skalieren, hinterließ insgesamt einen positiven Eindruck bei den Probanden.

7.1.2.2 Negative Eindrücke

In diesem Abschnitt wurde untersucht, welche negativen Eindrücke Mixed Reality durch die Nutzung der Apple Vision Pro bei den Probanden hinterlassen hat. Ziel war es herauszufinden, welche Aspekte von den Probanden als störend empfunden wurden.

Die drei wesentlichen Kritikpunkte der Probanden sind der Tragekomfort, die visuelle Darstellung sowie das Unwohlsein bei der Benutzung.

Den Tragekomfort der Apple Vision Pro wurde von den Probanden 1, 3, 4, 5, 6 und 9 bemängelt. Sie empfanden das Gewicht der Brille als zu schwer und gaben zu Protokoll, dass das Gewicht der Apple Vision Pro auf ihrem Kopf unangenehm drückte.

Die visuelle Darstellung der Apple Vision Pro wurde von einer Reihe von Probanden eine negativ bewertet. Es wurde von den Probanden 1, 2, 9, 10 und 11 eine unscharfe Darstellung bemängelt. Hervorzuheben ist, dass alle genannten Probanden angaben, im Alltag eine Brille zu tragen, auf die sie jedoch nicht zwingend angewiesen sind (siehe Tabelle 3). Da alle Probanden den Nutzertest ohne individuell auf ihre Fehlsichtigkeit angepasste spezielle Linsen antraten, die vor die Bildschirme der Apple Vision Pro eingesetzt werden, um die Fehlsichtigkeit der Nutzer zu korrigieren, lässt sich dieser Kritikpunkt auf das Fehlen einer Korrektur der Fehlsichtigkeit zurückführen. Dies demonstriert, dass die Verwendung der Apple Vision Pro für Brillenträger mit Schwierigkeiten assoziiert ist. Des Weiteren wurde von Proband 4 beanstandet, dass die Darstellung der realen Umgebung durch die Brille zu dunkel war, und von Proband 5, dass das Sichtfeld der Apple Vision Pro eingeschränkt sei.

Tabelle 3: Übersicht der Fehlsichtigkeiten der Probanden

Proband	**Trägt eine Brille im Alltag**	**Ist auf eine Brille im Alltag angewiesen**
Proband 1	Ja	Nicht zwingend auf eine Brille angewiesen
Proband 2	Ja	Nicht zwingend auf eine Brille angewiesen
Proband 3	Nein	Irrelevant, da durch vorherige Frage beantwortet
Proband 4	Ja	Nicht zwingend auf eine Brille angewiesen
Proband 5	Nein	Irrelevant, da durch vorherige Frage beantwortet
Proband 6	Nein	Irrelevant, da durch vorherige Frage beantwortet
Proband 7	Ja	Trägt Kontaktlinsen
Proband 8	Nein	Irrelevant, da durch vorherige Frage beantwortet
Proband 9	Ja	Nicht zwingend auf eine Brille angewiesen
Proband 10	Ja	Nicht zwingend auf eine Brille angewiesen
Proband 11	Ja	Nicht zwingend auf eine Brille angewiesen

Ein weiterer negativer Eindruck, der von mehreren Probanden geäußert wurde, betrifft das Gefühl des Unwohlseins während der Benutzung. Probanden 7, 8 und 9 gaben an, durch die Nutzung der Apple Vision Pro ein Unwohlsein verspürt zu haben.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Probanden eine Vielzahl an negativen Eindrücken bei der Nutzung der Apple Vision Pro äußerten. Der Tragekomfort wurde insbesondere hinsichtlich des Gewichts der Brille bemängelt. Die visuelle Darstellung wurde hinsichtlich der Schärfe der Darstellung, insbesondere bei Probanden, die im Alltag eine Brille tragen und ohne spezielle Linsen für die Apple Vision Pro arbeiteten, sowie hinsichtlich der Helligkeit der Darstellung und des eingeschränkten Sichtfelds als beeinträchtigend wahrgenommen. Auch das Auftreten von Unwohlsein bei der Benutzung wurde als störend empfunden. Die dargestellten Erfahrungen zeigen, dass trotz der positiven Eindrücke, die die Probanden bei der Benutzung der Apple Vision Pro hatten, noch Verbesserungsbedarf besteht. Dies betrifft insbesondere den Tragekomfort sowie die visuelle Darstellung, um eine angenehme Nutzung zu gewährleisten.

7.1.3 Positive Eindrücke vom Assistenten

7.1.3.1 Erscheinung des Assistenten

In diesem Abschnitt wurde untersucht, welche positiven Eindrücke die text- und sprachbasierten Assistenten in Bezug auf ihre visuelle und auditive Erscheinung bei den Probanden hinterließen. Ziel war es herauszufinden, welche Aspekte des Designs von den Probanden als ansprechend empfunden wurden.

Die visuelle Erscheinung beider Assistenten hat bei den Probanden einen positiven Eindruck hinterlassen.

Die visuelle Hierarchie des textbasierten Assistenten wurde von den Probanden 1, 4, 6, 7 und 8 positiv wahrgenommen. Proband 4 äußerte, dass die visuelle Hierarchie für ihn gut gepasst habe, insbesondere mit der Hervorhebung des Fehlers auf schwarzem Hintergrund. Proband 1 betonte dahingehend, die Überschrift mit der Beschreibung sei besonders gut gewesen. Wenn ein Fehler auftrat, sei dadurch klar erkennbar gewesen, welche Korrektur notwendig gewesen sei. Proband 6 fand es zudem hilfreich, dass die Aktionen fett gedruckt gewesen seien, da er so auf einen Blick habe erkennen können, was zu tun war, selbst wenn er den Text nur überflogen habe.

Die sich unterscheidenden Hinweistöne des textbasierten Assistenten für eine richtige und falsche Aktion wurden von den Probanden 1, 4, 5, 6, 8, 9 und 10 positiv aufgenommen. Die Hinweistöne ermöglichten es den Probanden, die Hinweise akustisch zu erkennen und entsprechend zu reagieren. Proband 10 äußerte, die verschiedenen Soundeffekte für richtig und falsch hätten ihm geholfen, da er nicht hinschauen musste, wenn etwas richtig war, und nur hinschauen musste, wenn etwas falsch war.

Die visuelle Erscheinung des sprachbasierten Assistenten in Form eines dreidimensionalen Roboters, der im Raum schwebt und frei platziert werden kann, hinterließ bei den Probanden 3, 5, 7, 8, 9, 10 und 11 einen positiven Eindruck. Proband 10 fand das Design des Roboters beispielsweise sehr ansprechend und meinte, der Roboter habe niedliche Attribute gehabt, wodurch er ihn sympathisch gefunden habe. Er

äußerte, dass er eine Darstellung wie bei Siri als zu dystopisch und distanziert empfände. Eine real menschliche Darstellung würde er hingegen als komisch wahrnehmen. Ähnlich wie Proband 10 sprachen sich auch die Probanden 3, 5, 7, 8 und 11 gegen eine menschliche Darstellung des Assistenten aus.

Die Stimme des sprachbasierten Assistenten hinterließ bei allen Probanden einen positiven Eindruck. Hervorzuheben ist, dass obwohl die Stimme des Assistenten KI-generiert war, Proband 11 meinte, sie sei sehr angenehm gewesen, nicht zu schnell gesprochen und habe nicht KI-generiert gewirkt.

Die Möglichkeit, mit dem sprachbasierten Assistenten wie mit einem echten Menschen reden zu können, gefiel den Probanden 1, 7, 8 und 10. Proband 10 hob hervor, wie wichtig es sei, mit dem Assistenten einen Dialog wie mit einem Menschen führen zu können, ohne den genauen Wortlaut des Assistenten nutzen zu müssen. Der Assistent habe Proband 10 auch dann verstanden, wenn er nicht den genauen Wortlaut des Assistenten verwendet habe.

7.1.3.2 Keine Unterbrechung vom Arbeitsfluss

In diesem Abschnitt wurde untersucht, inwieweit die text- und sprachbasierten Assistenten als unaufdringlich empfunden wurden. Ziel war es herauszufinden, welche Eigenschaften der Assistenten dazu beitrugen, dass diese sich nahtlos in den Arbeitsfluss der Probanden integrieren und sie ungestört arbeiten lassen konnten.

Der textbasierte Assistent wurde von den Probanden 2 und 10 als unaufdringlich empfunden, da er die Probanden bei ihrer Arbeit nicht störte und es ihnen ermöglichte, selbst zu entscheiden, wann sie sich mit den Hinweisen beschäftigen möchten. Auch hier hob Proband 10 hervor, wie wichtig die unterschiedlichen Hinweistöne des textbasierten Assistenten für richtige und falsche Aktionen seien. So habe er nicht hinschauen müssen, wenn etwas richtig war, und nur hinschauen müssen, wenn etwas falsch war.

Der sprachbasierte Assistent wurde von den Probanden 1 und 6 als unaufdringlich empfunden, da dieser sich in die gewohnte Arbeitsweise und -umgebung der Probanden integrierte. Von Proband 1 wurde positiv hervorgehoben, dass man beim Arbeiten den eigenen Blick nicht vom Word-Dokument wegnehmen müsse und Proband 6, dass man den Assistenten sehr gut im Hintergrund laufen lassen konnte.

7.1.3.3 Hinweise

In diesem Abschnitt wurde untersucht, welche positiven Eindrücke die Hinweise der text- und sprachbasierten Assistenten bei den Probanden hinterließen. Ziel war es herauszufinden, welche Aspekte der Hinweise als besonders nützlich oder verständlich empfunden wurden.

Die Erklärung der vom Assistenten ausgegebenen Hinweise wurde von den Probanden bei beiden Assistenten als verständlich und hilfreich empfunden.

Die Möglichkeit beim textbasierten Assistenten die Hinweise nachlesen zu können wurde von den Probanden 3, 5, 7 und 11 positiv aufgenommen. Die Probanden 5 und 7 haben zudem betont, wie wichtig sie es fanden, den Korrekturpfad aus dem Hinweis nachlesen zu können.

Die gesprochenen Hinweise des sprachbasierten Assistenten wurden von den Probanden 1, 7 und 10 positiv aufgenommen. Die Probanden 3, 6, 7 und 10 haben zudem das gesprochene positive Feedback, was zur Motivation bei der Arbeit führte, positiv aufgefasst. Proband 3 meinte hinsichtlich Motivation bei der Arbeit, der Assistent habe ihn gelobt, wenn er etwas selbst gemacht habe, was er insbesondere in Situationen, in denen er ohnehin keine Motivation hätte etwas zu tun, als sehr hilfreich empfunden habe. Proband 6 meinte hinsichtlich möglichen Frustrationen, dass er zum Einstieg sowohl positive als auch negative Informationen erhalten habe, was die Frustration niedrig gehalten habe, da er so wusste, dass er etwas richtig mache.

7.1.3.4 Präferenzen

In diesem Abschnitt wurde untersucht, ob der text- oder der sprachbasierte Assistent von den Probanden bevorzugt wurde und warum. Ziel war es herauszufinden, welche Aspekte für die Entscheidung der Teilnehmer ausschlaggebend waren.

Die Probanden 2, 5, 6, 7, 9 und 11 bevorzugten den textbasierten Assistenten. Ausschlaggebend für diese Entscheidung war der Wunsch, selbstbestimmt ohne Unterbrechungen arbeiten zu können. Außerdem äußerte Proband 7, dass er den textbasierten bevorzuge, da er mit Sprachassistenten noch nicht so viel Erfahrung habe. Er finde das Sprechen mit einem Assistenten noch gewöhnungsbedürftig.

Die Probanden 1, 3, 4, 8 und 10 bevorzugten den sprachbasierten Assistenten. Ausschlaggebend für diese Entscheidung war, dass der Assistent sich gut in die gewohnte Arbeitsweise und -umgebung integrierte. Zudem wurde von den Probanden 8 und 10 positiv hervorgehoben, dass man mit dem Assistenten per Sprache interagieren konnte.

7.1.4 Negative Eindrücke vom Assistenten

7.1.4.1 Unterbrechung vom Arbeitsfluss

In diesem Abschnitt wurde untersucht, inwieweit die text- und sprachbasierten Assistenten als aufdringlich empfunden wurden. Ziel war es herauszufinden, welche Eigenschaften der Assistenten dazu beitrugen, dass die Probanden sich im Arbeitsfluss gestört fühlten.

Die Probanden 1, 3, 4, und 6 empfanden den textbasierten Assistenten als störend, weil sie ihren Blick immer wieder vom Monitor weg hin zum Assistenten lenken mussten, um die Hinweise zu lesen und mit diesem zu interagieren.

Aufgrund der langen und nicht überspringbaren auditiven Hinweise wurde der sprachbasierte Assistent von den Probanden 2, 5, 6, 7, 8, 9 und 11 als störend

empfunden. So äußerte Proband 6, dass er den Umfang der sich wiederholenden Informationen auf Dauer als störend empfunden habe und es ausbremsend fand, wenn er mehrfach dieselbe Information erhalten habe. Länge der Hinweise

7.1.4.2 Ausführlichkeit der Hinweise

In diesem Abschnitt wurde untersucht, wie die Länge der Hinweise der text- und sprachbasierten Assistenten von den Probanden wahrgenommen wurde. Ziel war es herauszufinden, warum die Ausführlichkeit der Hinweise bemängelt wurde und welche Auswirkungen das auf den Arbeitsfluss der Probanden hatte.

Die Länge der Hinweise des textbasierten Assistenten wurde von den Probanden 1, 2, 3, 6 und 11 kritisiert. Lange Hinweistexte haben die Probanden dazu animiert, den Text nur zu überfliegen. So sagte Proband 6 hinsichtlich der Länge des Hinweistextes, er habe den Text nur überflogen und habe es gut gefunden, dass die Aktion fett gedruckt gewesen sei, da er so auf einen Blick habe erkennen können, was zu tun sei.

Die Länge der Hinweistexte des textbasierten Assistenten zu positiven Aktionen der Probanden wurde zudem von Proband 8 bemängelt. Die Informationen, die eingeblendet wurden, wenn er etwas richtig gemacht habe, habe er nicht benötigt, da er sie bereits kannte.

Die ausführlichen Hinweise wurde auch beim sprachbasierten Assistenten bemängelt. Die Probanden 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, und 11 bemängelten, dass die gesprochenen Hinweise zu ausführlich waren und zu viel Zeit zum Anhören gebraucht haben. Proband 4 erklärte, dass es viel Input auf einmal gewesen sei, da von Assistenten immer erst erklärt wurde, wie es korrigiert werde, und danach, wofür es gut ist. Wenn er sich angehört habe, wofür es gut sei, habe er schon vergessen, wie es korrigiert werde.

Die Probanden 9 und 11 bemängelten zudem, dass die gesprochenen Hinweise des sprachbasierten Assistenten nicht übersprungen werden konnten.

7.1.4.3 Fehlende Übersicht

In diesem Abschnitt wurde analysiert, wie die Übersicht der Hinweise der text- und sprachbasierten Assistenten von den Probanden bewertet wurde. Ziel war es herauszufinden, welche Aspekte als unübersichtlich wahrgenommen wurden.

Proband 3 bemängelte beim textbasierten Assistenten, dass es keine Möglichkeit gab, frühere Hinweise im Nachhinein aufzurufen und nachzulesen. Es wäre laut Proband 3 praktisch, zum letzten Hinweis zurückgehen zu können, um dann einfacher eine bestimmte Funktion selbst finden zu können, falls man den Assistenten einmal nicht dabei habe.

Die Proband 3, 4, 7, 10 und 11 bemängelten beim sprachbasierten Assistenten, dass es keine Möglichkeit gab, die Hinweise des Assistenten nachzulesen. Dadurch, dass die Probanden die Hinweise nicht in schriftlicher Form nachlesen konnten, mussten sie den

gesamten Hinweis jedes Mal erneut anhören. Proband 3 äußerte, dass es auf jeden Fall wichtig sei, die Möglichkeit zu haben, den Pfad für die Korrektur anzuschauen.

7.1.4.4 Erwartungen wurden nicht getroffen

In diesem Abschnitt wurde untersucht, in welchen Bereichen die beiden Assistenten die Erwartungen der Probanden nicht erfüllen konnten. Ziel war es herauszufinden, welche Funktionen oder Eigenschaften die Probanden vom text- und sprachbasierten Assistenten erwarteten.

Die Probanden 1, 4, 6 und 7 bemängelten bei beiden Assistenten eine verzögerte Reaktion. Diese langsame Reaktionszeit entsprach nicht den Erwartungen der Probanden. Proband 4 äußerte, dass es lange gedauert habe, bis der Assistent reagiert habe, und dass ihm eine schnelle Reaktionszeit wichtig sei.

Bei der Benutzung des textbasierten Assistenten bemängelte Proband 10, dass man mit dem diesem keinen Dialog führen konnte.

Bei der Benutzung des sprachbasierten Assistenten bemängelten die Probanden 7 und 10 bei Beginn der Benutzung des Assistenten eine fehlende Einführung in die Möglichkeiten, wie mit dem Assistenten interagiert werden kann.

7.1.5 Verbesserungsvorschläge

In diesem Abschnitt wurden die verschiedenen Verbesserungsvorschläge der Probanden für den textbasierten und sprachbasierten Assistenten zusammengefasst. Ziel war es, die Ideen und Wünsche der Probanden zu erfassen, um die Assistenten zukünftig besser an deren Bedürfnisse anpassen zu können.

7.1.5.1 Textbasierter und sprachbasierter Assistent

Die Probanden 2, 3, 4, 5, 10 und 11 wünschen sich eine Kombination beider Assistenten, um die Vorteile des textbasierten und sprachbasierten Assistenten nutzen zu können.

Die Probanden 1, 2, 3, 6, 10 und 11 wünschen sich die Möglichkeit, mit dem Assistenten einen Dialog, wie man ihn sonst mit einem Menschen führen würde, führen zu können. Proband 11 äußerte, dass es hilfreich wäre, die Möglichkeit zu haben, Erklärungen erst auf Nachfrage zu erhalten.

Die Probanden 3, 4, 5, 6, 9 und 10 wünschen sich die Möglichkeit, den Assistenten nach eigenen Vorlieben anpassen zu können. Proband 5 schlug vor, eine Einstellung zu ermöglichen, bei der man wählen könne, wie viel Unterstützung durch den Assistenten man wolle. So könne man beispielsweise einstellen, dass der Assistent sich nur bei Fehlern melde.

Die Probanden 2, 5, 7, 8, 10 und 11 wünschen sich zusätzliche Hinweise nur bei Wunsch.

Außerdem wünschte Proband 7 sich Hinweise, die keine Fragen offen lassen. Er erklärte, dass er sich manchmal mehr Informationen gewünscht hätte, etwa bei der Erstellung barrierefreier Tabellen.

7.1.5.2 Textbasierter Assistent

Probanden 4, 5 und 9 wünschten sich, dass sich das visuelle Erscheinungsbild des textbasierten Assistenten abhängig vom jeweiligen Hinweis ändert. Proband 4 äußerte, dass eine Farbkodierung der Hinweise oder Icons innerhalb der Hinweise hilfreich sein könnten, um es direkt ersichtlich zu machen, ob etwas richtig oder falsch sei.

Probanden 1, 5, 6 und 9 wünschen sich eine Integration des textbasierten Assistenten direkt in Word. Proband 6 erklärte, dass er es cooler fände, wenn der Assistent mit Popups innerhalb von Word arbeite, da ihm das besser gefallen würde als ein Fenster. So müsse er kein Fenster permanent neben Word geöffnet haben.

Probanden 1, 2, 4 und 8 wünschen sich, dass der textbasierte Assistent die Hinweise auch vorliest. Proband 8 betonte, dass er weniger daraus lernen würde, wenn er die Hinweise nur durchlese. Er nehme Informationen besser auf, wenn mehrere Sinne angesprochen werden und er sie sowohl hören als auch lesen könne.

7.1.5.3 Sprachbasierter Assistent

Die Probanden 5, 6, 7, 8, 9 und 10 präferierten, dass die visuelle Interaktion mit dem sprachbasierten Assistenten weiterhin gering bleibt, damit sie nicht abgelenkt werden. Proband 9 äußerte, dass der Assistent trotzdem nur ein Assistent bleiben solle, der bei der Arbeit unterstützt, da man sonst abgelenkt werde.

Aus visueller Sicht wünscht sich Proband 10 einen Indikator dafür, dass der Assistent ihm zuhört. Er erklärte, dass er es gut gefunden hätte zu sehen, dass der Assistent ihm zuhört, ähnlich wie bei Siri, da er ansonsten keine Rückmeldung bekommen habe, dass der Assistent zuhört.

7.1.6 Sprache des Assistenten

In diesem Abschnitt wurde untersucht, welche Präferenzen die Probanden hinsichtlich des Tonfalls, der Stimme und des Geschlechts der Stimme des Assistenten hatten. Ziel war es herauszufinden, wie die Sprache die Akzeptanz des Assistenten bei den Probanden beeinflusste.

Alle Probanden haben den Wortlaut bzw. Tonfall beider Assistenten positiv aufgenommen.

Auch die Stimme des sprachbasierten Assistenten wurde von allen Probanden positiv aufgenommen. Die Präferenzen der Probanden hinsichtlich des Geschlechts der Stimme waren nahezu gleich verteilt. 5 von 11 Probanden bevorzugten eine weibliche Stimme, 6 von 11 Probanden hatten keine Präferenz beim Geschlecht der Stimme.

7.1.7 Funktionen des Assistenten

In diesem Abschnitt wurde untersucht, wie die Probanden die Funktion der automatischen Korrektur wahrgenommen haben, ob sie den Wunsch nach einem Überblick über die Barrierefreiheit des Dokuments äußerten und ob sie zusätzliche Aufklärung zur Barrierefreiheit wünschten. Ziel war es herauszufinden, wie hilfreich die automatische Korrektur empfunden wurde und welche weiteren Funktionen von den Probanden gewünscht wurden.

Die Funktion der automatischen Korrektur wurde von allen Probanden positiv aufgenommen. Proband 10 fand es beispielsweise gut, dass es die Möglichkeit gebe, da man damit das Dokument auch dann barrierefrei gestalten könne, wenn man nicht weiterkomme.

Bemängelt an der Funktion der automatischen Korrektur wurde von den Probanden 4 und 6 die fehlende Information über den Fortschritt der automatischen Korrektur. So war es für die Probanden nicht möglich, den Status der Korrekturen nachvollziehen zu können.

Hinsichtlich einer Funktion, die einen Überblick über die Barrierefreiheit des gesamten Word-Dokuments gibt, wurden alle 11 Probanden gefragt, wie wichtig ihnen ein Überblick über die Barrierefreiheit des Word-Dokuments ist. Sie mussten sich auf einer Likert-Skala von 1 (Gar nicht wichtig) bis 5 (Sehr wichtig) einordnen. Das sind die Ergebnisse:

- Mittelwert: 4,55
- Median: 5,0
- Modus: 5
- Standardabweichung: 0,69
- Häufigkeitsverteilung:
    - 1 Proband ordneten sich mit 3 ein
    - 3 Probanden ordneten sich mit 4 ein
    - 7 Probanden ordneten sich mit 5 ein

Der Großteil der Probanden empfindet es als wichtig, einen Überblick darüber zu haben, wie barrierefrei das Word-Dokument ist. Proband 10 äußerte beispielsweise, er könne so das Dokument analysieren und sehen, wo er etwas ausbessern könne. Als Laie, der ein professionelles Dokument hochladen müsse, auf das jeder Zugriff haben solle, wolle er niemanden ausschließen.

Auch hinsichtlich einer Funktion, die weitere Aufklärung über die Vorteile von barrierefreien Word-Dokumenten bietet, wurden alle 11 Probanden gefragt, wie wichtig es ihnen ist, über dieses Thema noch ausführlicher als durch den getesteten Assistenten aufgeklärt zu werden. Sie mussten sich auf einer Likert-Skala von 1 (Gar nicht wichtig) bis 5 (Sehr wichtig) einordnen. Das sind die Ergebnisse:

- Mittelwert: 3,55
- Median: 3,0
- Modus: 3
- Standardabweichung: 1,13
- Häufigkeitsverteilung
    - 2 Probanden ordneten sich mit 2 ein
    - 4 Probanden ordneten sich mit 3 ein
    - 2 Probanden ordneten sich mit 4 ein
    - 3 Probanden ordneten sich mit 5 ein

Die Meinungen der Probanden über eine Funktion, die weitere Aufklärung über die Barrierefreiheit von Word-Dokumenten bietet, sind breit verteilt. Erwähnenswert ist, dass die Probanden 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10 und 11 weitere Aufklärung eher als ein optionales Feature sehen würden.

7.2 User Experience Questionnaire

7.2.1 Textbasierter Assistent

Die pragmatische Qualität des textbasierten Assistenten wurde mit 2,13 bewertet, die hedonische Qualität mit 1,82.

Tabelle 4: Übersicht der statistischen Ergebnisse des User Experience Questionnaire zum textbasierten Assistenten

Confidence intervals (p=0.05) per scale						
Scale	**Mean**	**Std. Dev.**	**N**	**Confidence**	**Confidence interval**	
Attraktivität	2,136	0,726	11	0,429	1,707	2,565
Durchschaubarkeit	2,273	0,745	11	0,441	1,832	2,713
Effizienz	2,227	0,825	11	0,488	1,740	2,715
Steuerbarkeit	1,886	0,944	11	0,558	1,328	2,445
Stimulation	1,818	0,867	11	0,512	1,306	2,330
Originalität	1,818	0,909	11	0,537	1,281	2,355

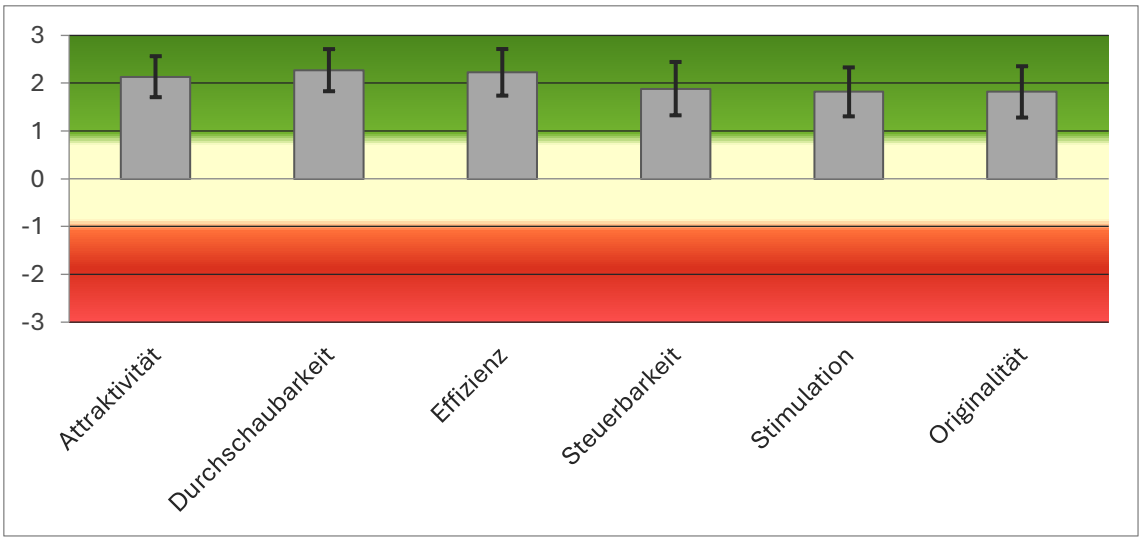

Abbildung 8: Statistische Auswertung des User Experience Questionnaire zum textbasierten Assistenten

7.2.2 Sprachbasierter Assistent

Die pragmatische Qualität des sprachbasierten Assistenten wurde mit 1,77 bewertet, die hedonische Qualität mit 2,01.

Tabelle 5: Übersicht der statistischen Ergebnisse des User Experience Questionnaire zum sprachbasierten Assistenten

Confidence intervals (p=0.05) per scale						
Scale	**Mean**	**Std. Dev.**	**N**	**Confidence**	**Confidence interval**	
Attraktivität	2,182	0,848	11	0,501	1,681	2,683
Durchschaubarkeit	2,068	0,949	11	0,561	1,507	2,629
Effizienz	1,773	0,607	11	0,359	1,414	2,131
Steuerbarkeit	1,455	0,986	11	0,583	0,872	2,037
Stimulation	1,856	0,970	11	0,573	1,283	2,429
Originalität	2,159	0,573	11	0,339	1,820	2,498

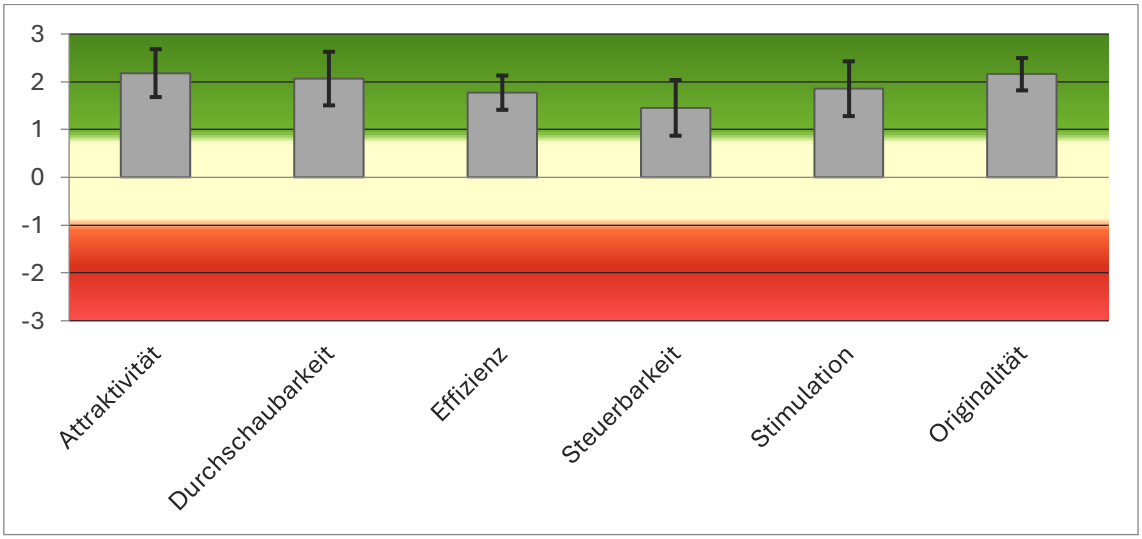

Abbildung 9: Statistische Auswertung des User Experience Questionnaire zum sprachbasierten Assistenten

8 Diskussion und Fazit

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Studie diskutiert, in der zwei Prototypen von Assistenzsystemen zur Erstellung barrierefreier Word-Dokumente auf der Apple Vision Pro in einem Within-Group Studiendesign hinsichtlich ihrer UX untersucht wurden. Die Forschungsfrage lautete: “Wie ist die User Experience eines Assistenzsystems zur Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten auf der Apple Vision Pro?”.

Hinführend zur Forschungsfrage wurde die Etappenfrage „Wie kann eine Wizard-of-Oz Studie auf der Apple Vision Pro mit den aktuell verfügbaren Designtools konzipiert werden?“ erforscht.

Die Auswertung des halbstrukturierten Interviews erfolgte nach der thematischen Analyse nach Braun und Clarke (siehe Kapitel 2.6) beide Assistenzsysteme wurden mit Hilfe User Experience Questionnaire verglichen.

8.1 Konzeption einer Wizard-of-Oz Studie auf der Apple Vision Pro

Auf Basis der Definition der Wizard-of-Oz Forschungsmethode wurden Anforderungen an das Konzept einer solchen Studie auf der Apple Vision Pro gestellt. In diesem Kontext wurden zwei Fragen gestellt:

- Mit welchem Designtool kann ein Prototyp erstellt werden, der sowohl vom Probanden als auch vom Moderator aus der Ferne gesteuert werden kann?
- Wie kann der Moderator einen Einblick in die Sicht bekommen, die der Proband gerade hat?

Als Designtool wurde ProtoPie genommen. ProtoPie ermöglichte mit ProtoPie Connect die Erstellung einer Moderationsansicht, die es erlaubte, den Prototypen aus der Ferne zu steuern. Um einen Einblick in die Sicht des Probanden zu bekommen, wurde die Funktion zur Spiegelung der Ansicht der Apple Vision Pro genutzt, mit der man die Sicht des Probanden auf einen externen Monitor spiegeln konnte.

Beide Lösungen der zuvor gestellten Fragen haben sich bewährt. Die Qualität der Spiegelung der Ansicht der Apple Vision Pro schwankte. Während der Studie kam es vereinzelt zu einer ruckeligen Übertragung. Als Grund hierfür wird die Übertragungsgeschwindigkeit im lokalen Netzwerk angenommen, da die Spiegelung der Ansicht der Apple Vision Pro kabellos funktioniert.

8.2 Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass beide Assistenzsysteme eine grundsätzlich positive User Experience bieten. Der textbasierte Assistent überzeugte durch seine pragmatische Qualität, der sprachbasierte Assistent überzeugte durch seine hedonische Qualität.

Die Ergebnisse des User Experience Questionnaire bieten Einblicke in die UX der beiden Assistenten in den Kategorien Attraktivität, Durchschaubarkeit, Effizienz, Steuerbarkeit, Stimulation und Originalität. Erwähnenswert ist, dass in keiner der Kategorien statistisch signifikante Unterschiede hinsichtlich der UX gemessen werden konnten. Zurückzuführen könnte das auf die geringe Stichprobengröße von 11 Probanden sein.

8.2.1 Pragmatische Qualität: Durchschaubarkeit, Effizienz und Steuerbarkeit

Der textbasierte Assistent überzeugte durch seine pragmatische Qualität. Aus der Auswertung des halbstrukturierten Interviews ging hervor, dass die Hinweise des textbasierten Assistenten als unaufdringlicher empfunden wurden und in den Arbeitsfluss der Probanden integriert werden konnten. Die zwei unterschiedlichen auditiven Hinweise für ein positives oder negatives Feedback gaben den Probanden die Möglichkeit, Hinweise durch das Hören zu erkennen und selbstständig zu entscheiden, ob und wann sie sich einem Hinweis auseinandersetzen möchten. Die visuelle Hierarchie der Hinweise und die Möglichkeit des Nachlesens gaben den Probanden die Möglichkeit, sich mit dem Inhalt in ihrem eigenen Tempo auseinandersetzen können.

8.2.2 Hedonische Qualität: Stimulation und Originalität

Der sprachbasierte Assistent überzeugte durch seine hedonische Qualität. Aus der Auswertung des halbstrukturierten Interviews ging hervor, dass die Stimme des Assistenten einen positiven Eindruck hinterließ und die Möglichkeit, mit dem Assistenten über Spracheingabe zu interagieren, geschätzt wurde. Insbesondere gesprochenes positives Feedback sorgte bei den Probanden für Motivation während der Arbeit.

8.2.3 Bedürfnis nach Autonomie

Aus der Auswertung des halbstrukturierten Interviews ging hervor, dass die Probanden ein Bedürfnis nach Autonomie verspüren. So schätzten sie die Möglichkeit, sich beim textbasierten Assistenten mit dem Inhalt der Hinweise in ihrem eigenen Tempo auseinandersetzen zu können. Beim sprachbasierten Assistenten hatten einige Probanden Schwierigkeiten, Überblick über die gesprochenen Hinweise zu behalten, was darauf hindeutet, dass dieser Assistent hinsichtlich der Kommunikation von Hinweisen optimiert werden könnte. Wiederholungen von bereits gesagten Informationen erzeugten bei den Probanden ein Gefühl der Bevormundung. Zudem verlangsamte der sprachbasierte Assistent die Probanden bei der Arbeit, was einen negativen Eindruck hinterließ.

8.2.4 Mixed Reality als Lernumgebung

Hinsichtlich MR als Lernumgebung, basierend auf den Erfahrungen mit der Apple Vision Pro, wurde von den Probanden nur der Vorteil hervorgehoben, den ganzen Raum als Lern- und Arbeitsumgebung nutzen zu können. Das brachte für die Probanden die

Möglichkeit nach ihren Wünschen anzupassen, indem virtuelle Objekte frei im Raum positioniert und in der Größe angepasst werden konnten.

Dem Vorteil stehen mehrere Nachteile gegenüber. Besonders stark bemängelt wurde der Tragekomfort der Apple Vision Pro. Das hohe Gewicht der Brille führte auf Dauert zu einem Druckgefühl und wurde als unangenehm empfunden. Das ist ein großer Nachteil, insbesondere bei längeren Lern- und Arbeitsphasen, in denen Konzentration und Komfort wichtig sind. Ein weiterer großer Nachteil war das Auftreten von Unwohlsein während der Benutzung der Brille. Darüber hinaus erfordert die Apple Vision Pro bei Fehlsichtigkeiten spezielle Linsen, die vor die Bildschirme der Apple Vision Pro eingesetzt werden, um diese zu korrigieren. Eine Benutzung mit Brille ist nicht möglich. Benutzen Personen mit Fehlsichtigkeiten die Apple Vision Pro, so ist die visuelle Darstellung unscharf.

8.2.5 Subjektives Lernempfinden und Wissensvermittlung

Die Studie zeigte, dass Probanden mit geringem Vorwissen über die Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten ihr subjektives Lernempfinden, hervorgerufen durch den Assistenten, höher bewerteten, als Probanden mit viel Vorwissen. Es kann die Annahme getroffen werden, dass das Assistenzsystem kurzzeitig zur Wissensvermittlung rund um das Thema barrierefreie Word-Dokumente beitragen konnte. Eine Annahme über einen langfristigen Lerneffekt kann aufgrund der Datenlage nicht getroffen werden.

Für Probanden mit viel Vorwissen über die Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten diente der Assistent zur Bestätigung ihres bestehenden Wissens.

8.3 Limitationen der Studie

8.3.1 Human-Centered Design Prozess

Im Rahmen dieser Studie wurden nur die Phasen 3 (Gestaltungslösungen entwickeln, die die Nutzungsanforderungen erfüllen) und 4 (Gestaltungslösungen aus der Benutzerperspektive evaluieren) des HCD Prozesses abgedeckt. Die Anforderungen an das Assistenzsystem wurden vorab ausschließlich aus der Literatur abgeleitet. Eine detaillierte Zielgruppenanalyse wurde nicht durchgeführt, es wurde lediglich eine Zielgruppe grob definiert. Dieser Ansatz ist im Kontext des HCD-Prozesses nicht ausschlaggebend, da dieser iterativ aufgebaut ist. Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Evaluation der Gestaltungslösungen können dazu genutzt werden, zu den Phasen 1 (Den Nutzungskontext verstehen und beschreiben) und 2 (Die Nutzungsanforderungen spezifizieren) zurückzukehren, um die Zielgruppe genauer zu definieren und in zukünftigen Iterationen die Bedürfnisse der Zielgruppe in den Vordergrund zu stellen.

8.3.2 Geringe Stichprobengröße

Ein weiteres Limit dieser Studie ist die geringe Stichprobengröße von 11 Probanden. Diese Anzahl ist insbesondere im Hinblick auf die Aussagekraft des User Experience Questionnaire kritisch zu betrachten, da statistische Auswertungen mit weniger als den empfohlenen 20-30 Personen weniger verlässlich sind. Die Ergebnisse des User Experience Questionnaire sollten daher als Tendenzen interpretiert und nicht als definitive Aussagen über die User Experience der beiden Assistenzsysteme betrachtet werden.

8.3.3 Langfristiger Lerneffekt

Hinsichtlich des Lerneffekts durch das Assistenzsystem liegen nur Daten über einen kurzfristigen Lerneffekt vor, sodass keine Aussagen über den langfristigen Lerneffekt des Assistenzsystems getroffen werden können. Es ist daher unklar, ob und in welchem Maße das durch das Assistenzsystem erworbene Wissen über das Erstellen von barrierefreien Word-Dokumenten nachhaltig im Gedächtnis der Nutzer verankert bleibt.

8.3.4 Fehlsichtigkeiten und Apple Vision Pro

Von den 11 Probanden traten 6 ohne ihre übliche Sehhilfe in Form einer Brille die Studie an. Da die Apple Vision Pro spezielle Linsen für die Korrektur von Fehlsichtigkeit erfordert, konnten keine verlässlichen Aussagen zur visuellen Qualität und Darstellung für Personen mit und ohne Sehschwächen gemacht werden.

Insgesamt sollten diese Limitationen bei der Interpretation der Studie berücksichtigt werden. Sie zeigen auf, wo zukünftige Forschungsarbeiten ansetzen können, um ein vollständigeres Bild der User Experience und des Lerneffekts durch die Benutzung eines Assistenzsystems zur Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten zu gewinnen.

8.4 Ableitung von Designanforderungen[3]

Die Ergebnisse der Studie sowie eine Analyse der Erfüllung der ursprünglich aufgestellten Anforderungen (siehe Kapitel 6.2) bilden die Grundlage zur Ableitung konkreter Designanforderungen für ein Assistenzsystem zur Erstellung barrierefreier Word-Dokumente.

8.5.1 Kombination aus textbasierten und sprachbasierten Assistenten

Um die Vorteile des textbasierten und des sprachbasierten Assistenzsystems zu vereinen, sollte eine Kombination beider Ansätze angestrebt werden. Das Assistenzsystem sollte dem Nutzer daher Hinweise sowohl in Textform als auch auditiv (in Form von Hinweistönen und/oder einer Sprachausgabe) geben, um es dem Nutzer zu ermöglichen, sich im eigenen Tempo mit den Informationen auseinanderzusetzen. Die Stimme des Assistenten sollte freundlich und angenehm sein. Die Hinweise in Textform

[3] ChatGPT als Schreibhilfe genutzt: https://chatgpt.com/share/66fca71a-cca0-8012-968e-94f874ca08f5

sollten so gestaltet sein, dass sie ohne detailliertes Lesen als positive oder korrigierende Hinweise erkannt werden können. Dies erfordert eine klare visuelle Hierarchie der Hinweise, die durch den Einsatz entsprechender Farben und Icons unterstützt wird. Die Möglichkeit für sprachliche Dialoge mit dem System fördert die Interaktivität, sodass Nutzer Fragen zum aktuellen Kontext stellen können. Die Hinweise des Assistenten sollten dabei stets kurz, verständlich und auch nachlesbar sein. Der dreidimensionale Assistent sollte lebendig und motivierend wirken, aber nicht in menschlicher Gestalt erscheinen. Bei der Gestaltung des dreidimensionalen Assistenten sollte darauf geachtet werden, Ablenkung für den Nutzer zu vermeiden.

8.5.2 Kontextbezogene Assistenz

Das Assistenzsystem muss in der Lage sein, den Kontext, in dem sich der Nutzer befindet, zu erkennen und in Echtzeit kontextbezogenes Feedback zur Barrierefreiheit des Dokuments zu liefern. Eine schnelle Reaktionszeit des Systems ist dabei essenziell, um dem Nutzer unmittelbar Feedback zu geben, ohne seinen Arbeitsfluss zu unterbrechen.

8.5.3 Anpassbarkeit

Das Assistenzsystem sollte anpassbar sein, um auf die individuellen Bedürfnisse und Präferenzen der Nutzer einzugehen. Jeder Nutzer sollte die Möglichkeit haben, seine bevorzugte Art, Häufigkeit und den Umfang der Hinweise individuell zu konfigurieren. Außerdem sollte das System in der Lage sein, das Wissensniveau des Nutzers hinsichtlich der Erstellung von barrierefreien Word-Dokumenten zu berücksichtigen. Dadurch kann es Anfängern eine unterstützende Anleitung bieten, während es erfahrenen Nutzern spezifischere Hinweise gibt, die ihrem Expertenwissen entsprechen.

8.5.4 Aussagekräftiges positives und negatives Feedback

Das Assistenzsystem sollte den Nutzer nicht nur auf Barrieren hinweisen, sondern auch positives Feedback geben, indem es auf Bereiche des Dokuments aufmerksam macht, die gerade erst barrierefrei gestaltet worden sind. Diese Kombination aus positivem und negativem Feedback fördert nicht nur das Verständnis des Nutzers für barrierefreie Gestaltung, sondern motiviert ihn auch bei der Arbeit. Die Hinweise, sowohl in Textform als auch über die Sprachausgabe, sollten dabei stets kurz, verständlich und nachlesbar sein, um die Aufmerksamkeit des Nutzers zu halten und ihn nicht zu überfordern.

8.5.5 Förderung des Lernprozesses

Das Assistenzsystem sollte den Lernprozess des Nutzers aktiv unterstützen. Es sollte dem Nutzer die Möglichkeit bieten, sich bei Bedarf zu einem spezifischen Thema eigener Wahl weiter zu informieren, um sein Wissen über das Erstellen von barrierefreien Word-Dokumenten zu vertiefen. Gleichzeitig sollte das System darauf achten, den Nutzer nicht mit übermäßigen Informationen zu überfluten, sondern gezielte und optionale Lerninhalte anbieten, die auf den Bedarf des Nutzers zugeschnitten sind.

8.5.6 Förderung der Selbstständigkeit

Um die Selbstständigkeit des Nutzers zu fördern, sollte das Assistenzsystem unterstützende Hinweise geben, die einen klaren Pfad in Word aufzeigen, den der Nutzer für die Korrektur gehen kann, um Barrieren selbstständig zu beseitigen.

8.5.7 Bedürfnis nach Autonomie erfüllen

Das Assistenzsystem sollte so gestaltet sein, dass es das Bedürfnis der Nutzer nach Autonomie erfüllt. Es sollte unaufdringlich agieren und dem Nutzer die Freiheit lassen, selbst zu entscheiden, wann und in welchem Umfang er sich mit den Hinweisen auseinandersetzen möchte. Unterschiedliche Hinweistöne für positives und negatives Feedback ermöglichen es dem Nutzer, allein durch das auditive Signal zu erkennen, ob eine Interaktion erforderlich ist. Längere und nicht überspringbare Hinweise, insbesondere bei sprachlichen Ausgaben, sollten vermieden werden, um dem Nutzer kein Gefühl der Bevormundung zu vermitteln. Ein bereits ausgesprochener Hinweis sollte nicht noch einmal in seiner ganzen Fülle wiederholt werden.

8.5.8 Automatische Korrektur

Das Assistenzsystem sollte auf Wunsch des Nutzers in der Lage sein, Barrieren automatisch zu korrigieren, und gleichzeitig dem Nutzer die Möglichkeit bieten, diese Korrekturen nachzuvollziehen. Dies fördert das Verständnis des Nutzers für barrierefreie Dokumentenerstellung, indem er aus den automatischen Anpassungen lernt. Es ist zudem wichtig, den Fortschritt der automatischen Korrekturen transparent zu kommunizieren, damit der Nutzer stets über den aktuellen Stand informiert ist und keine Unsicherheiten hinsichtlich der Funktionsweise des Systems entstehen.

8.5.9 Übersicht über die Barrierefreiheit des Dokuments

Das Assistenzsystem sollte dem Nutzer jederzeit eine Übersicht über den aktuellen Status der Barrierefreiheit des gesamten Dokuments bieten. Eine solche Übersicht ermöglicht es dem Nutzer, den Fortschritt seiner Arbeit zu verfolgen und ein umfassendes Verständnis dafür zu entwickeln, welche Teile des Dokuments bereits barrierefrei sind und wo noch Verbesserungsbedarf besteht.

8.5.10 Einfache Bedienung

Die Bedienung des Assistenzsystems sollte so einfach und intuitiv wie möglich gestaltet sein. Ein Onboarding-Prozess sollte sicherstellen, dass Nutzer sich schnell mit den Funktionen, der Bedienung und den Anpassungsmöglichkeiten des Assistenten vertraut machen können. Darüber hinaus sollte das System so konzipiert sein, dass es im Hintergrund arbeitet und nur dann eingreift, wenn es notwendig ist, um den Nutzer in seiner Arbeit zu unterstützen, ohne unnötige Interaktionen zu erfordern.

8.5 Fazit

Die Studie zeigt, dass beide Assistenzsysteme für die Erstellung von barrierefreien Word-Dokumente auf der Apple Vision Pro eine grundsätzlich positive User Experience bieten. Die Apple Vision Pro eignet sich aufgrund der Möglichkeit, die Ansicht des Probanden kabellos an einen externen Bildschirm zu übertragen, für Wizard-of-Oz Studien. Es muss auf ein stabiles Netzwerk geachtet werden, da die Übertragung kabellos passiert und es sonst zu einer ruckeligen Übertragung kommen kann. Der textbasierte Assistent zeichnete sich durch seine pragmatische Qualität aus, der sprachbasierte Assistent überzeugte durch seine hedonische Qualität.

Der textbasierte Assistent wurde von den Probanden für die unaufdringlichen Hinweise und die Integration in den gewohnten Arbeitsfluss gelobt. Der sprachbasierte Assistent hinterließ durch seine angenehme Stimme und die Möglichkeit der Sprachsteuerung einen positiven Eindruck.

Bei den Probanden zeigte sich ein deutliches Bedürfnis nach Autonomie, was darauf hindeutet, dass ein optimales Assistenzsystem die Vorteile beider Assistenzsysteme vereinen sollte, um genügend Freiraum zur selbstbestimmten Arbeit zu geben.

Die MR Lernumgebung durch die Nutzung der Apple Vision Pro hinterließ aufgrund der Möglichkeit, den ganzen Raum zum Arbeiten nutzen zu können, einen positiven Eindruck. Allerdings wurde die Apple Vision Pro hinsichtlich des Tragekomforts kritisiert, was insbesondere bei längerer Benutzung ins Gewicht fällt. Der Bedarf an speziellen Linsen zum Ausgleichen von Fehlsichtigkeiten stellt zudem eine Barriere dar, die den Einsatz der Apple Vision Pro nicht für alle Personen gleichermaßen zugänglich macht.

Ein weiteres Ergebnis war der Lerneffekt. Ein kurzfristiger Lerneffekt konnte durch das Assistenzsystem erzielt werden konnte, insbesondere für Nutzer mit weniger Vorwissen. Dennoch bleiben Fragen zum nachhaltigen Effekt der Wissensvermittlung offen, da kein Lerneffekt über eine längere Zeit gemessen wurden.

Die Studie weist einige Limitationen auf, wie das Fokussieren auf die letzten beiden Phasen des HCD Prozesses und die geringe Stichprobengröße. Diese Limitationen sollten in zukünftiger Forschung berücksichtigt werden, um umfassendere Erkenntnisse zu gewinnen.

Insgesamt zeigt sich, dass ein Assistenzsystem zur Erstellung von barrierefreien Word-Dokumente auf der Apple Vision Pro das Bedürfnis nach Autonomie der Nutzer adressieren muss. Es muss unaufdringlich, an die Präferenzen der Nutzer anpassbar und intuitiv zu bedienen sein.

9 Literaturverzeichnis

Acar, M. & Tekinerdogan, B. (2020, 12. März). *Analyzing the Impact of Automated User Assistance Systems: A Systematic Review*. http://arxiv.org/pdf/2003.05782v1

Alharbi, W. (2023). AI in the Foreign Language Classroom: A Pedagogical Overview of Automated Writing Assistance Tools. *Education Research International*, *2023*, 1–15. https://doi.org/10.1155/2023/4253331

Apple. (o. D.a). *Anpassen der Immersionsstufe bei der Verwendung der Apple Vision Pro - Apple Support (DE)*. https://support.apple.com/de-de/guide/apple-vision-pro/tan899d290e4/visionos

Apple. (o. D.b). *Apple Vision Pro - Apple (DE)*. https://www.apple.com/de/apple-vision-pro/

Apple. (o. D.c). *Apple Vision Pro - Technische Daten - Apple (DE)*. https://www.apple.com/de/apple-vision-pro/specs/

Apple (Hrsg.). (o. D.d). *Einführung in die Funktionen der Bedienungshilfen auf der Apple Vision Pro - Apple Support (DE).* Apple. https://support.apple.com/de-de/guide/apple-vision-pro/tan426c48bdc/visionos

Apple. (o. D.e). *Verwenden der Ansichtssynchronisierung und des AirPlay-Empfängers auf der Apple Vision Pro - Apple Support (DE)*. https://support.apple.com/de-de/guide/apple-vision-pro/tanf4ca9ada2/visionos

Apple. (o. D.f). *Verwenden des virtuellen Mac-Displays auf der Apple Vision Pro - Apple Support (DE)*. https://support.apple.com/de-de/guide/apple-vision-pro/tan357ede966/visionos

Apple. (2023). *Apple Vision Pro — Apples erster räumlicher Computer - Apple (DE)*. https://www.apple.com/de/newsroom/2023/06/introducing-apple-vision-pro/

The Basics of ProtoPie Connect | Connect | ProtoPie Guide. (o. D.).

Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, *3*(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Bundesministerium für Arbeit und Soziales. (2023). *Portal Barrierefreiheit - Barrierefreiheitsstärkungsgesetz*. https://www.barrierefreiheit-dienstekonsolidierung.bund.de/Webs/PB/DE/gesetze-und-richtlinien/barrierefreiheitsstaerkungsgesetz/barrierefreiheitsstaerkungsgesetz-node.html

Byrne, D. (2022). A worked example of Braun and Clarke's approach to reflexive thematic analysis. *Quality & Quantity*, *56*(3), 1391–1412. https://doi.org/10.1007/s11135-021-01182-y

Dale, R. & Viethen, J. (2021). The automated writing assistance landscape in 2021. *Natural Language Engineering*, *27*(4), 511–518. https://doi.org/10.1017/S1351324921000164

DIN (12. April 2019). *DIN EN ISO 9241-210:2019-05, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion_- Teil_210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO/FDIS_9241-210:2019); Deutsche und Englische Fassung prEN_ISO_9241-210:2019*. Beuth Verlag GmbH.

ElevenLabs: Free Text to Speech & AI Voice Generator | ElevenLabs. (o. D.). https://elevenlabs.io/

Imran, M. & Almusharraf, N. (2023). Analyzing the role of ChatGPT as a writing assistant at higher education level: A systematic review of the literature. *Contemporary Educational Technology*, *15*(4), ep464. https://doi.org/10.30935/cedtech/13605

Maedche, A., Morana, S., Schacht, S., Werth, D. & Krumeich, J. (2016). Advanced User Assistance Systems. *Business & Information Systems Engineering*, *58*(5), 367–370. https://doi.org/10.1007/s12599-016-0444-2

Microsoft. (o. D.). *Gestalten barrierefreier Word-Dokumente für Personen mit Behinderungen*. https://support.microsoft.com/de-de/office/gestalten-barrierefreier-word-dokumente-f%C3%BCr-personen-mit-behinderungen-d9bf3683-87ac-47ea-b91a-78dcacb3c66d

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. & Kishino, F. (1995). Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. In H. Das (Hrsg.), *SPIE Proceedings, Telemanipulator and Telepresence Technologies* (S. 282–292). SPIE. https://doi.org/10.1117/12.197321

Norman, D. & Nielsen, J. (1998). *The Definition of User Experience (UX)*. https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/

Paul, S. & Rosala, M. (2024, 19. April). *The Wizard of Oz Method in UX*. https://www.nngroup.com/articles/wizard-of-oz/

ProtoPie: High-Fidelity Prototyping for Mobile, Desktop, Web & IoT. (o. D.). https://www.protopie.io/

Research methods in human-computer interaction. (2017). Elsevier.

Schade, A. (2015, 5. April). *Pilot Testing: Getting It Right (Before) the First Time*. https://www.nngroup.com/articles/pilot-testing/

Spline - 3D Design tool in the browser with real-time collaboration. (o. D.). https://spline.design/

Spline Mirror for Apple Vision Pro. (o. D.). https://spline.design/spline-mirror

Stormer, C., Zimmermann, G. & Günter, J. (2024, 24. Januar). *Barrierefreies Word: Erweiterte Checkliste nach EN 301 549*.

Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. In (S. 295–302). https://doi.org/10.1145/280811.281016 (Erstveröffentlichung 1968)

User Experience Questionnaire (UEQ). (o. D.).

Vince, J. (2004). *Introduction to Virtual Reality*. Springer London. https://doi.org/10.1007/978-0-85729-386-2

Wohlgenannt, I., Simons, A. & Stieglitz, S. (2020). Virtual Reality. *Business & Information Systems Engineering*, *62*(5), 455–461. https://doi.org/10.1007/s12599-020-00658-9

10 Anhang

Tabelle 6: Übersicht des Anhangs

Verzeichnis	Inhalt
Gestaltungslösung	Verlinkung zum Prototyp des textbasierten und sprachbasierten Assistenten Verlinkung zum Prototyp der Moderationsansicht Audiodateien der Feedbacksounds des textbasierten Assistenten und Aussagen des sprachbasierten Assistenten
Evaluation	Einverständniserklärungen der Probanden Aufgabenstellungen und Lösungen der Aufgaben Musterlösung der Aufgaben Notizen aus dem Nutzertest Halbstrukturierte Interviews Themenfindung bei der thematischen Analyse nach Braun und Clarke UEQ