

Untersuchung einer Augmented Reality Kollaborationssoftware in der verteilten agilen Arbeitsweise der Automobilentwicklung

Von der Fakultät Energie-, Verfahrens- und Biotechnik der Universität Stuttgart
zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von

Robert Dyhringer

aus Gladbeck

Hauptberichter: **Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dr. h.c. Prof. e.h Michael Resch**

Mitberichter: **Frau Prof. Dr. Birgit Renzl**

Tag der mündlichen Prüfung: 07.02.2024

Institut für Höchstleistungsrechnen der Universität Stuttgart

Erscheinungsjahr: 2024

– Wir sind gleichsam Zwerge, die auf den Schultern von Riesen sitzen, um mehr und Entfernteres als diese sehen zu können - freilich nicht dank eigener scharfer Sehkraft oder Körpergröße, sondern weil die Größe der Riesen uns zu Hilfe kommt und uns emporhebt –

Bernhard von Chartres,

aus Johannes von Salisbury,

Metalogicon III, 4 (CCCM XCVIII red. J. B. Hall), 116, 47-48.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	5
Danksagung.....	10
Kurzzusammenfassung	12
Abstract	14
Abbildungsverzeichnis.....	16
Tabellenverzeichnis	19
Abkürzungsverzeichnis.....	20
Formelverzeichnis.....	21
1. Einleitung.....	23
1.1. Motivation der Arbeit.....	23
1.2. Problemstellung der Arbeit	24
1.3. Aufbau der Arbeit	25
2. Stand der Technik	29
2.1. Erweiterte Realitäten.....	29
2.2. Augmented Reality	30
2.2.1. Virtuelle Objekte.....	30
2.2.2. Ausgabegeräte.....	32
2.2.3. Microsoft HoloLens 2	33
2.2.4. Augmented Reality als Informationssystem	34
2.2.5. Augmented Reality in Computer Supported Cooperative Work	36
2.3. Soziale Präsenz	39
2.4. Projektmanagementmethoden.....	39
2.4.1. Klassisches Projektmanagement	40
2.4.2. Agiles Projektmanagement	41
2.4.2.1. Scrum Framework.....	43
2.4.2.2. Retrospektive	45
2.4.2.3. Definition der agilen Arbeitsweise für diese Arbeit	46
2.4.2.4. Vertrauen in der agilen Arbeitsweise.....	47
2.4.2.5. Herausforderungen in verteilten agilen Teams	48
2.5. Kommunikationsmodell nach Shannon und Weaver.....	49
3. Theoretisches Forschungsdesign dieser Arbeit.....	52
3.1. Forschungsrahmen dieser Arbeit	52
3.1.1. Design Science.....	52
3.1.2. Design Science Research	53
3.1.3. Formalisierte Design Science Research Methode.....	55
3.2. Forschungsmethoden dieser Arbeit.....	56

3.2.1.	Literaturrecherche	57
3.2.2.	Mixed Methods	59
3.2.3.	Qualitative Methoden.....	60
3.2.4.	Quantitative Methoden.....	64
3.2.5.	Methoden der nutzerorientierten Gestaltung.....	66
4.	Literaturrecherche	69
4.1.	Motivation der Literaturrecherche	69
4.2.	Methode der Literaturrecherche.....	69
4.3.	Durchführung der Literaturrecherche	70
4.4.	Darlegung der Ergebnisse der Literaturrecherche	71
4.5.	Auswertung der Ergebnisse der Literaturrecherche.....	82
4.6.	Beantwortung der Forschungsfrage der Literaturrecherche und Definition der Forschungslücke dieser Arbeit.....	86
5.	Praktisches Forschungsdesign dieser Arbeit.....	88
6.	Interviewstudie.....	94
6.1.	Motivation der Interviewstudie	94
6.2.	Methode der Interviewstudie	95
6.2.1.	Studiendesign der Interviewstudie	95
6.2.2.	Prototyp.....	97
6.2.3.	Beschreibung der Stichprobe der Interviewstudie	100
6.3.	Durchführung der Interviewstudie	101
6.4.	Auswertung der Interviewstudie	103
6.4.1.	Transkription der Interviewstudie.....	103
6.4.2.	Qualitative Inhaltsanalyse der Interviewstudie	105
6.4.3.	Darlegung und Diskussion der Ergebnisse aus Teil 1 der Interviewstudie.....	107
6.4.4.	Kategorisierung der Erkenntnisse aus Teil 1 der Interviewstudie	116
6.4.5.	Darlegung und Diskussion der Ergebnisse aus Teil 2 der Interviewstudie.....	118
6.4.6.	Kategorisierung der Erkenntnisse aus Teil 2 der Interviewstudie	121
6.4.7.	Beantwortung der Forschungsfragen der Interviewstudie	123
6.5.	Zusammenfassung der Interviewstudie.....	124
6.6.	Entwicklung des Kommunik-AR-tionsmodell für diese Arbeit	125
6.7.	Limitationen der initialen Interviewstudie	127
6.8.	Einordnung der Interviewstudie in Design Science Rahmen dieser Arbeit.....	127
7.	Usability Studie.....	129
7.1.	Motivation der Usability Studie.....	129
7.2.	Forschungsfragen der Usability Studie	130
7.3.	Literaturrecherche zu bestehenden Eingabemethoden.....	130
7.4.	Methode der Usability Studie	132

7.4.1.	Hypothesen der Usability Studie.....	132
7.4.2.	Prototyp.....	133
7.4.3.	Studiendesign der Usability Studie.....	136
7.4.4.	Beschreibung der Stichprobe der Usability Studie.....	139
7.5.	Durchführung der Usability Studie.....	140
7.6.	Auswertung der Usability Studie.....	141
7.6.1.	Darlegung der Ergebnisse aus Teil 1 der Usability Studie.....	142
7.6.2.	Darlegung der Ergebnisse aus Teil 2 der Usability Studie.....	146
7.7.	Diskussion der Ergebnisse der Usability Studie.....	150
7.8.	Beantwortung der Forschungsfrage der Usability Studie.....	152
8.	Pilotstudie.....	154
8.1.	Motivation der Pilotstudie.....	154
8.2.	Erweiterung des Prototyps auf Basis der Kano-Methode.....	155
8.2.1.	Studiendesign der Kano-Methode.....	155
8.2.2.	Definition möglicher Funktionen für die Kano-Methode.....	156
8.2.3.	Beschreibung der Stichprobe für die Kano-Methode.....	156
8.2.4.	Durchführung der Kano-Methode.....	157
8.2.5.	Darlegung der Ergebnisse der Kano-Methode.....	157
8.2.6.	Diskussion Ergebnisse der Kano-Methode.....	158
8.2.7.	Ausbau des Prototyps auf Basis der Ergebnisse der Kano-Methode.....	158
8.3.	Pilotierung der AR-Kollaborationssoftware.....	160
8.3.1.	Studiendesign der Pilotisierung.....	160
8.3.2.	Beschreibung der Stichprobe der Pilotisierung.....	167
8.3.3.	Durchführung der Pilotisierung.....	168
8.3.4.	Darlegung und Analyse der quantitativen Ergebnisse der Pilotisierung.....	169
8.3.5.	Darlegung und Analyse der qualitativen Ergebnisse der Pilotisierung.....	177
8.3.6.	Interpretation der Ergebnisse der Pilotisierung.....	188
8.3.7.	Zusammenfassung der Pilotisierung.....	191
8.4.	Beantwortung der Forschungsfrage der Pilotstudie.....	192
8.5.	Limitationen der Pilotstudie.....	193
8.6.	Betrachtung der Ergebnisse der Pilotstudie im Gesamtkontext dieser Arbeit.....	194
8.7.	Einordnung der Pilotstudie in den Forschungsrahmen dieser Arbeit.....	196
9.	Räumlichkeitsstudie.....	197
9.1.	Motivation der Räumlichkeitsstudie.....	197
9.2.	Theoretische Vorüberlegungen zur Räumlichkeitsstudie.....	198
9.3.	Methode der Räumlichkeitsstudie.....	200
9.3.1.	Methodische Ausgangslage zur Räumlichkeitsstudie.....	200
9.3.2.	Prototyp.....	201

9.3.3.	Studiendesign der Räumlichkeitsstudie	203
9.3.4.	Beschreibung der Stichprobe der Räumlichkeitsstudie	206
9.4.	Durchführung der Räumlichkeitsstudie	207
9.5.	Auswertung der Räumlichkeitsstudie	208
9.5.1.	Darlegung der deskriptiven Statistik der Räumlichkeitsstudie	209
9.5.2.	Darlegung der induktiven Statistik der Räumlichkeitsstudie.....	209
9.5.3.	Darlegung der qualitativen Ergebnisse der Räumlichkeitsstudie	211
9.6.	Diskussion der Ergebnisse der Räumlichkeitsstudie	218
9.6.1.	Interpretation der quantitativen Ergebnisse der Räumlichkeitsstudie.....	218
9.6.2.	Interpretation der qualitativen Ergebnisse der Räumlichkeitsstudie.....	219
9.6.3.	Zusammenführung der Daten der Räumlichkeitsstudie.....	222
9.7.	Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfrage der Räumlichkeitsstudie ...	223
9.8.	Einordnung der Pilotstudie in den Forschungsrahmen dieser Arbeit	226
9.9.	Limitationen der Räumlichkeitsstudie	227
10.	Visuelle Repräsentation	228
10.1.	Methode der Untersuchung zur visuellen Repräsentation	229
10.2.	Auswertung der Untersuchung zur visuellen Repräsentation	230
10.3.	Definition und Realisierung eines Avatars	232
11.	Abschlussstudie.....	234
11.1.	Motivation der Abschlussstudie.....	234
11.2.	Methode der Abschlussstudie	237
11.2.1.	Studiendesign der Abschlussstudie.....	237
11.2.2.	Konzeption der Aufgaben der Abschlussstudie	239
11.2.3.	Umsetzung der Konditionen der Abschlussstudie	241
11.2.4.	Messinstrumente der Abschlussstudie	245
11.3.	Durchführung der Abschlussstudie.....	248
11.3.1.	Beschreibung der Stichprobe der Abschlussstudie	248
11.3.2.	Praktischer Ablauf der Abschlussstudie	249
11.4.	Auswertung der Abschlussstudie	250
11.4.1.	Darlegung der quantitativen Ergebnisse der Abschlussstudie	250
11.4.2.	Darlegung der qualitativen Ergebnisse der Abschlussstudie	254
11.5.	Beantwortung der Forschungsfrage der Abschlussstudie	256
12.	Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Arbeit	258
12.1.	Das finale Artefakt der AR-Software dieser Arbeit.....	258
12.2.	Beantwortung der übergreifenden Forschungsfragen dieser Arbeit	264
12.3.	Ausblick nach dieser Arbeit.....	268
	Literaturverzeichnis	271
	Anhang.....	287

Eigenständigkeitserklärung	412
Übereinstimmungserklärung	413
Lebenslauf	414

Danksagung

Ich möchte mich bei jenen Riesen bedanken, auf deren Schultern ich während der Erstellung dieser Arbeit stehen durfte. Es sind vor allem jene Riesen, denen ich nach meiner Verteidigung bereits persönlich danken durfte. Dabei war die Unterstützung so vielseitig wie die finale Anzahl der Seiten in dieser Arbeit. Und auch zu den Riesen, denen ich bisher keine persönlichen Worte widmen konnte, möchte ich DANKE sagen.

Kurzzusammenfassung

Seit 2021 motiviert der Begriff *Metaverse* neue Forschung in der Wissenschaft. Ein Katalysator für Forschung in diesem Bereich der Wissenschaft war die globale COVID-19 Pandemie. So hat die Pandemie das Arbeitsleben in vielen Bereichen grundlegend verändert. Während der Pandemie ist die verteilte Zusammenarbeit – meist aus dem Homeoffice – zur Normalität geworden. Aber auch schon vor der Pandemie ist die Zusammenarbeit über geographische Grenzen hinweg zu einem wichtigen Faktor der modernen Automobilentwicklung geworden. Das *Metaverse* eröffnet hier einen neuen Bereich, bei dem Kollaboration auch verteilt in einem dreidimensionalen, virtuellen Raum möglich ist.

Eine weitere Strömung innerhalb der Automobilentwicklung ist die Adaption agiler Arbeitsweisen. Der Wechsel von prädiktiven Projektmanagementmethoden, wie dem V-Modell, zu adaptiven Methoden, wie dem Scrum Framework, erhöht die Flexibilität von Entwicklungsprozessen. Die Kombination der Strömungen der agilen Arbeitsweise und der verteilten Zusammenarbeit werfen jedoch neue Herausforderungen für die praktische Automobilentwicklung auf.

Diese Arbeit startet unter Verwendung des Ansatzes der Design Science damit herauszufinden, welche konkreten Herausforderungen sich aus der Kombination beider Strömungen ergeben und wie identifizierte Herausforderungen durch den Einsatz einer kollaborativen Augmented Reality Software bewältigt werden können. Dazu wird eine Augmented Reality Software im Laufe dieser Arbeit methodisch entwickelt und die Auswirkung ihres Einsatzes in der agilen Arbeitsweise durch wissenschaftliche Studien untersucht.

Die methodische Entwicklung der Software umfasst u. a. eine praktische Studie zur Benutzerfreundlichkeit von Eingabemethoden in Augmented Reality sowie eine Recherche zur visuellen Repräsentation von Nutzern innerhalb dieser. Für die Eingabemethoden zeigt sich, dass textbasierte Eingabemethoden von Nutzern favorisiert werden. Dabei hängt die Benutzerfreundlichkeit und der Nutzungsgrad einer Eingabemethode sehr stark vom Kontext ab. Die Repräsentation von Nutzern sollte in einem Arbeitskontext zudem so realitätsnah wie möglich sein. Durch eine eröffnende Literaturrecherche noch vor der methodischen Entwicklung der Software zeigt die Arbeit auf, dass es bis dato noch keine umfassende Forschung zum Einsatz einer kollaborativen Augmented Reality Software in der agilen Arbeitsweise gibt.

Mittels einer qualitativen Interviewstudie, welche während der COVID-19 Pandemie durchgeführt worden ist, werden konkrete Herausforderungen der verteilten agilen Arbeitsweise in der Automobilentwicklung identifiziert. Außerdem werden durch die Auswertung der qualitativen Daten die Aspekte der Interaktivität sowie der Bewegungen, des Räumlichen, der Visualisierung und des

Sounds als initiale Vorteile der Augmented Reality Technologie für die agile Arbeitsweise erarbeitet und in ein Modell übertragen.

In einer nachfolgenden Studie wird die entwickelte Augmented Reality Software im praktischen Einsatz untersucht. Die vergleichende Untersuchung eines Szenarios mit einer Augmented Reality Software und eines Szenarios mit herkömmlicher Kollaborationssoftware deckt den Aspekt der räumlichen Komponente als fundamentale Eigenschaft der Technologie auf, der die Kommunikation in einem agilen Setup verbessert. Dabei beeinflusst die Technologie alle bereits identifizierten Aspekte der Visualisierung, des Sounds und der Interaktivität. Das entwickelte Modell wird auf Basis dieser Erkenntnis weiterentwickelt.

Um den Aspekt des Räumlichen explizit zu untersuchen, wird anschließend eine weitere praktische Studie durchgeführt, welche innerhalb der Augmented Reality-Technologie den Aspekt des Räumlichen durch ein Experiment variiert. Es zeigt sich, dass jener Aspekt eine Auswirkung auf das Verhalten der Nutzer hat. So unterstützt das Räumliche in einer AR-Kollaborationssoftware die gleichberechtigte Gruppenarbeit bei einer aktiven Nutzung und unterstützt dadurch die agile Arbeitsweise.

In einer letzten praktischen Studie wird der Aspekt der gleichberechtigten Gruppenarbeit gezielt untersucht und anhand qualitativer Daten bestätigt.

Mit dieser Arbeit wird ein Grundstein für die praktische Untersuchung des Einsatzes der Augmented Reality Technologie in der agilen Arbeitsweise gelegt. Neben den Erkenntnissen der Studien ist dabei vor allem die entwickelte Software, welche in ihren Evolutionsstufen über die Studien hinweg nachverfolgt werden kann, ein wichtiger Grundstein für nachfolgende Forschungen.

Abstract

The concept of the *Metaverse* has been motivating science since 2021. A catalyst for this new area of research has been the global COVID-19 pandemic. The pandemic has fundamentally changed working life in many areas. During the pandemic, distributed collaboration - mostly from the home office - has become the norm. However, even before the pandemic, collaboration across geographic borders has become an important factor in modern automotive development. The *Metaverse* opens up a new space in which collaboration is also possible in a virtual three-dimensional space.

Another trend in automotive development is the adaptation of agile methods. The change from predictive project management methods, such as the V-model, to adaptive methods, such as the Scrum Framework, increases the flexibility of development processes. However, the combination of the currents of agile working and distributed collaboration presents new challenges for practical automotive development.

Using the Design Science approach, this work methodically explores which specific challenges arise from the combination of the two areas and how the identified challenges from the combination can be tackled by using collaborative augmented reality software. For this purpose, the augmented reality software is methodically developed and the impact of its use in agile methods is examined through scientific studies.

The methodological development of the software includes a practical study on the usability of input methods in augmented reality and research on the visual representation of users. For the input methods, it turns out that text-based input methods are favored, whereby the user-friendliness and degree of use of an input method depends very much on the context.

Additionally the representation of users should also be as realistic as possible in a work context.

Through a literature search before the methodological development, it is shown that up to date there has been no comprehensive research on the use of collaborative augmented reality software in agile working methods.

Using a qualitative interview study, which was carried out during the COVID-19 pandemic, specific challenges of distributed agile working methods in automotive development are defined. In addition, through the evaluation of qualitative data, the aspects of interactivity, movements, the spatial aspect, visualization and sound are defined as initial advantages of augmented reality for agile working methods. This idea is transferred to a first model.

In a subsequent study, the developed augmented reality software is examined in practical use. The comparative investigation of a scenario with an augmented reality software and a scenario with conventional collaboration software reveals the aspect of the spatial component as a fundamental property of the technology that improves communication in an agile setup. The technology influences

all aspects of visualization, sound and interactivity that have already been identified before. The developed model was developed further on the basis of this knowledge.

In order to explicitly examine the spatial aspect, another practical study is then carried out, which varies the spatial aspect within the augmented reality technology through an experiment. It turns out that the spatial aspect has an impact on the users behavior. It is noticed, that the spatial aspect in an AR collaboration software supports equal group work and thus supports agile working methods.

In a final practical study, the aspect of equal group work is specifically examined and confirmed on the basis of qualitative data.

This work lays the foundation for the practical investigation of the use of augmented reality technology in agile working methods. In addition to the findings of the studies, the developed software, which can be tracked in its evolutionary stages across the studies, is an important cornerstone for subsequent research.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Veröffentlichungen zum Begriff „Metaverse“ von 2000 bis 2022.....	23
Abbildung 2: Praktischer Ablauf der vorliegenden Arbeit	27
Abbildung 3: Das Reality-Virtuality Continuum.....	29
Abbildung 4: Definition der Augmented Reality in dieser Arbeit.....	30
Abbildung 5: Übersicht der technischen Einteilung von AR-Ausgabegeräten mit Beispielen	33
Abbildung 6: Ein Informationssystem	35
Abbildung 7: Time-Space-Matrix mit dem Mixed Presence-Bereich	37
Abbildung 8: Projektablauf eines klassischen Projektes.....	41
Abbildung 9: Die klassische Wasserfallmethode links, Iteratives Vorgehen auf Basis des Wasserfalls in der Mitte, hoch iteratives Vorgehen beim Extreme Programming rechts.....	42
Abbildung 10: Das Scrum Framework	43
Abbildung 11: Regelkreis, welcher den iterativen Prozess der agilen Arbeitsweise widerspiegelt	47
Abbildung 12: Das Sender-Empfänger-Modell	50
Abbildung 13: Das Immersive Environment – Human Interaction Model.....	51
Abbildung 14: Konkretes Forschungsdesign dieser Arbeit	52
Abbildung 15: Forschungsframework für Informationssysteme	54
Abbildung 16: Die formalisierte Design Science Forschung.....	56
Abbildung 17: Inhaltlich strukturierende Inhaltsanalyse in zwei Teilen	64
Abbildung 18: Ergebnisse einer Gebrauchstauglichkeit	67
Abbildung 19: Kano-Modell.....	68
Abbildung 20: Ablaufdiagramm der Literaturrecherche	70
Abbildung 21: Konzeptmatrix der Befunde.....	72
Abbildung 22: Die sechs Publikationen der Kategorie Virtual Reality & Lernen + Simulation mit Bildern aus den jeweiligen Veröffentlichungen	74
Abbildung 23: Bilder der Veröffentlichungen aus der Kategorie Virtual Reality und Lernen + Kollaboration	76
Abbildung 24: Bilder der Veröffentlichungen aus der Kategorie Virtual Reality und Visualisierung	77
Abbildung 25: Die VIAProMa-Lösung mit User Stories links, Kompetenzübersicht in der Mitte und konfigurierbaren Avataren rechts.....	78
Abbildung 26: Bilder der Publikationen	80
Abbildung 27: Bilder der Publikationen	81
Abbildung 28: Durch die Literaturrecherche identifizierte Publikationen über die Zeit mit einer exponentiellen Trendkurve	83
Abbildung 29: Das System dieses Forschungsvorhabens.....	89
Abbildung 30: Das Research System dieses Forschungsvorhaben.....	90
Abbildung 31: Das Forschungsframework dieser Arbeit	91
Abbildung 32: Das erweiterte Forschungsframework dieser Arbeit	92
Abbildung 33: Methodisches Vorgehen dieser Dissertation.....	93
Abbildung 34: Aufbau der Interviewstudie mit zwei Teilen	97
Abbildung 35: Basisarchitektur des Prototyps.....	98
Abbildung 36: Exemplarische Möglichkeiten des Prototyps. V.l.o.n.r.u.: Das Hand-Menü, der Avatar, ein CAD-Bauteil, die XY-Skala, der Timer, die Retrospektive, das Whiteboard, der Post-it sowie Post-It-Cube und das Coaching-Tool.....	99
Abbildung 37: Das Hauptkategoriensystem definiert nach der initialen Textarbeit.....	106
Abbildung 38: Auszug aus dem Sub-Codesystem der Hauptkategorie Feedback.....	107
Abbildung 39: Das Kommunik-AR-tionsmodell.....	126

Abbildung 40: Die Prototypen der Eingabemethoden (v.o.l.n.u.r): Bluetooth Tastatur, Virtuelle Tastatur der HoloLens 2, Spracheingabe, Freies Schreiben mit Fingern in der Luft, Freies Schreiben mit einem Stylus in der Luft, Nutzung der virtuellen Tastatur eines Smartphones, Freies Schreiben auf dem Touchscreen eines Smartphones, Beispielhafte Darstellung von Post-its mit Buchstaben und Handschrift	134
Abbildung 41: Aufbau der Usability Studie	137
Abbildung 42: Das entwickelte Memory Spiel.....	139
Abbildung 43: Durchschnittliche UMUX-Werte (n = 19).....	142
Abbildung 44: Boxplot-Diagramm der Eingabemethoden - Studienteil eins	143
Abbildung 45: Eingabemethoden sortiert nach den UMUX-Werten, aufgeteilt nach Text und Freiform links sowie Freihand und Zusatzgerät rechts.....	144
Abbildung 46: Anzahl an Aussagen je Eingabemethode.....	145
Abbildung 47: UMUX-Werte des Feldexperimentes	147
Abbildung 48: Boxplot-Diagramm der Eingabemethoden - Studienteil zwei	147
Abbildung 49: Verlauf der UMUX-Werte der verschiedenen Methoden über die drei Wochen der Studie.....	148
Abbildung 50: Anzahl der erstellten Post-its je Eingabemethode über drei Retrospektiven hinweg.....	149
Abbildung 51: Nutzung der Eingabemethoden für jeden Probanden	149
Abbildung 52: Ablauf der Erweiterung des Prototyps für Retrospektiven	155
Abbildung 53: Auszug der umgesetzten Funktionen.....	159
Abbildung 54: Zweite Generation der Avatare (rechts) erstellt auf Basis eines Bildes (links) über den Konfigurator Ready Player Me	160
Abbildung 55: Mixed Methods-Aufbau der Pilotstudie	161
Abbildung 56: Methodischer Ablauf der Retrospektive	163
Abbildung 57: Die verschiedenen Szenarien der Pilotierung	165
Abbildung 58: Die drei Szenarien der Pilotstudie (v.l.n.r: Aktuell, AR Simple, AR Aufwendig) während eines Probedurchlaufs.....	166
Abbildung 59: Das Kommunik-AR-tionsmodell 2.0.....	196
Abbildung 60: Kommunikation im Vergleich - Oben eine herkömmliche Kollaboration in zwei getrennten Räumen, unten die AR-Kollaboration in einem gemeinsamen Raum	200
Abbildung 61: Direkte Interaktion vor dem Whiteboard mit Objekten über die Hand	201
Abbildung 62: Indirekte Interaktion aus der Ferne über den Pointer mit Initialen.....	202
Abbildung 63: Mixed Methods-Aufbau der Räumlichkeitsstudie.....	204
Abbildung 64: Cross-Over Design der Studie	205
Abbildung 65: Bildliche Darstellung der Bewertung des Avatars anhand der Studie aus der Räumlichkeitsstudie links und qualitative Darstellung der Bewertung aus der Pilotstudie rechts.....	228
Abbildung 66: Avatar 3.0 auf Basis der Literaturrecherche	233
Abbildung 67: Studienaufbau der Abschlussstudie	237
Abbildung 68: Aufbau der ersten Aufgabe – Base Camp.....	239
Abbildung 69: Ablauf des zweiten Aufgabenteils	241
Abbildung 70: Das Check-in Tool des AR-Tools.....	242
Abbildung 71: Screenshot durch die AR-Brille während der Durchführung der zweiten Aufgabenstellung in der AR-Kollaborationssoftware.....	243
Abbildung 72: Screenshot während der zweiten Aufgabenstellung der Kondition Videokonferenz (rechts) mit anonymisierten Teilnehmern und digitales Whiteboard (links)	244
Abbildung 73: Aufnahme während der zweiten Aufgabenstellung bei der Kondition Vor Ort mit anonymisierten Teilnehmern	245

Abbildung 74: Der finale Stand des Artefaktes der AR-Kollaborationssoftware..... 260

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Richtlinien zum Forschungsrahmen aus	55
Tabelle 2: Kategorien des ersten Teils der Interviewstudie	117
Tabelle 3: Identifizierte Aspekte des zweiten Teils der Interviewstudie	122
Tabelle 4: Mehrwerte der Analyse	124
Tabelle 5: Gegenüberstellung der Szenarien Direkt und Indirekt.....	203
Tabelle 6: Deskriptive Darstellung der Skalen über die Konditionen	251
Tabelle 7: Differenzen der Mittelwerte je Variable über die Messzeitpunkte und Konditionen mit farblicher Codierung (Unterschied gering = grün, Unterschied groß = rot).....	252
Tabelle 8: Ergebnisse des Tukey-Post-Hoc Tests	254
Tabelle 9: Tabellarische Übersicht der Aktivitäten der Gruppen je Kondition	256

Abkürzungsverzeichnis

ABT	Affektives Vertrauen
AR	Augmented Reality
BT	Bluetooth Tastatur
CBT	Kognitives Vertrauen
COVID-19	Coronavirus – SARS-CoV-2
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
F	Forschungsfrage
F	Forschungsfrage
FFP2	Filtering Face Piece 2
FS	Freies Schreiben
FSS	Freies Schreiben mit Stylus
FST	Freies Schreiben auf dem Touchscreen eines Smartphones
H	Hypothese
HMD	Head-Mounted Displays
IS	Informationssysteme
IT	Informationstechnologie
KI	Künstliche Intelligenz
LeSS	Large-Scale Scrum
MR	Mixed Reality
NLP	Natural Language Processing
NoSQL	Not only Structured Query Language
SAFe	Scaled Agile Framework
SDK	Software Development Kit
SE	Spracheingabe
SF	Sensorisches Feedback
SP	Soziale Präsenz
ST	Virtuelle Tastatur eines Smartphones
SUS	System Usability Scale
UMUX	Usability Metric for User Experience
VR	Virtual Reality
VT	Virtuelle Tastatur
WPM	Words per minute

Formelverzeichnis

d	Cohen's d
M	Mittelwert
n	Probandenanzahl
p	Signifikanzwert
r	Korrelationskoeffizient
SD	Standardabweichung
SE	Standardfehler
t ₀	Zeitpunkt 0
t ₁	Zeitpunkt 1
t ₂	Zeitpunkt 2
α -Fehler	Fehler 1. Art
β -Fehler	Fehler 2. Art

Gender-Hinweis

Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit das generische Maskulinum verwendet. Alle verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – wenn nicht anders vermerkt – auf alle Geschlechter.

1. Einleitung

Einleitend werden im Folgenden die Motivation, die Problemstellung und der Aufbau der vorliegenden Arbeit darlegt. Ziel ist es, die Notwendigkeit und methodische Qualität dieser Arbeit hervorzuheben.

1.1. Motivation der Arbeit

In der Wissenschaft ist seit 2021 ein Begriff populär geworden (Dwivedi et al., 2022), welchem vorher nur wenig Beachtung geschenkt wurde: Das Metaverse. Betrachtet man die Veröffentlichungen zum Suchbegriff „Metaverse“ in der Scopus Datenbank (Elsevier B.V, 2022) von 2000 bis 2022 ist dieser Trend klar zu sehen, vergleiche Abbildung 1.

Nach (P. Lee et al., 2021) ist das Metaverse „(...) a virtual environment blending physical and digital, facilitated by the convergence between the Internet and Web technologies, and Extended Reality (...)“. (P. Lee et al., 2021) zeigen dabei auf, wie das Metaverse genutzt werden kann, um in einer dreidimensionalen, virtuellen Welt zu kollaborieren.

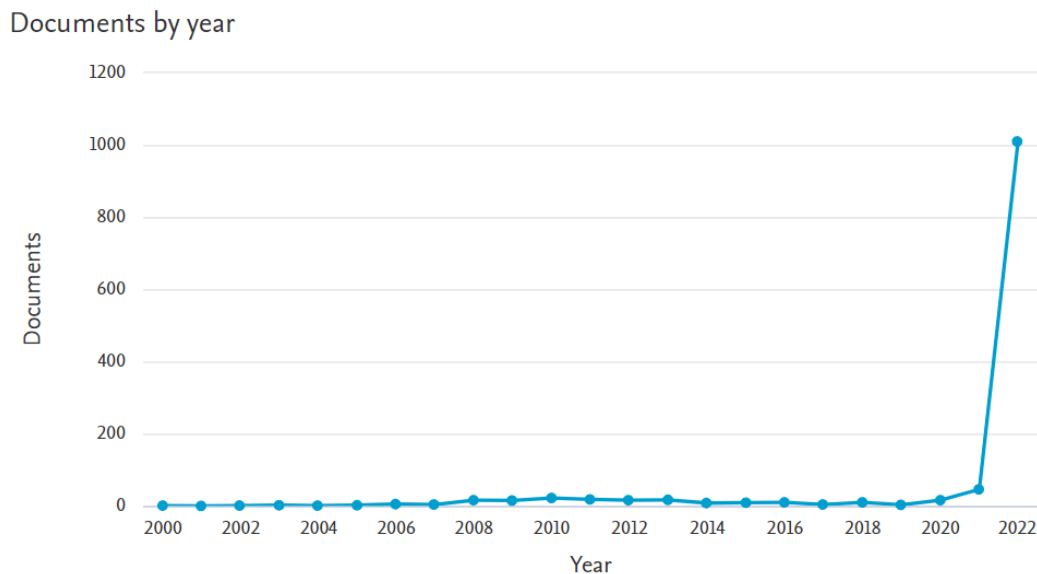


Abbildung 1: Veröffentlichungen zum Begriff „Metaverse“ von 2000 bis 2022 aus (Elsevier B.V, 2022)

Als Katalysator für den Trend des Metaverses kann u. a. ein Virus gesehen werden, welches die Welt ab 2019 verändert hat: Das SARS-CoV-2 Corona Virus (Ciotti et al., 2020). Dieses hatte Auswirkungen auf verschiedenste Bereiche des Lebens: Die Bildung (vergl. z. B. (Pokhrel & Chhetri, 2021)), das Gesundheitswesen (vergl. z. B. (Richards et al., 2020)), die Wirtschaft (vergl. z. B.

(Ahmad et al., 2020)) und Weitere. Eine große Auswirkung hatte die Pandemie vor allem auf den Arbeitsplatz (vergl. z. B. (Kaushik & Guleria, 2020)). Aufgrund einer sozialen Distanzierung, welche durch das Virus nötig war, arbeiteten viele Angestellte aus dem Heimbüro und über digitale Tools virtuell zusammen (Kaushik & Guleria, 2020). Forschung zeigt, dass die Pandemie zu einem Beschleuniger der digitalen Transformation der Arbeit wurde. So haben während dieser Zeit viele Arbeitnehmer eine rein digitale Arbeitsweise angenommen (Nagel, 2020).

Mit der fortschreitenden digitalen Transformation gehen jedoch auch Herausforderungen einher. Vor allem in der agilen Arbeitsweise, bei der eine regelmäßige Kommunikation wichtig ist (Beck et al., 2001), führte die Veränderung von einer direkten Kommunikation vor Ort zu einer verteilten Kommunikation über digitale Tools zu Problemen (Mancl & Fraser, 2020). Dabei ist laut (Mancl & Fraser, 2020) vor allem die Zusammenarbeit mit informeller Interaktion, wie sie bei einer Design Diskussion oder einem Brainstorming stattfindet, eine Herausforderung.

Dass die virtuelle Zusammenarbeit besonders im agilen Kontext eine Herausforderung darstellt, deckt bereits Forschung auf, welche vor der Pandemie angefertigt wurde. (Kajko-Mattsson et al., 2010) teilen die Herausforderungen einer verteilten, agilen Arbeitsweise in sieben Kategorien ein. Es ist klar, dass die Pandemie hier wie ein Beschleuniger für die Aufdeckung weiterer Herausforderungen in der agilen Arbeitsweise sorgt. Auch für die moderne Automobilentwicklung, welche sich agiler Methodik bedient, zeigen sich, beschleunigt durch die Pandemie, vermehrt Hürden und Problemstellungen auf. Der Automobilkonzern, in welchem diese Arbeit angefertigt wurde und der den Bezug zur Praxis herstellt, stellt sich dabei die Fragen: Wie kann die Digitalisierung dazu beitragen, die aufgetauchten Hürden in der verteilten agilen Arbeitsweise zu meistern? Welche Möglichkeiten ergeben sich, um auf neuartige Art und Weisen digital sowie virtuell zusammenzuarbeiten? Ist das Metaverse eine neue Möglichkeit, um die entstandenen Hürden zu meistern?

1.2. Problemstellung der Arbeit

Im betrachteten Konzern der Automobilentwicklung werden bereits innovative digitale Tools eingesetzt, um zusammenzuarbeiten. Die Technologie der Virtual Reality ist dabei im betrachteten sowie in anderen Konzernen der Automobilentwicklung ein bekanntes Werkzeug, um Kosten zu vermeiden, Qualität zu steigern und Zeit zu sparen (Lawson et al., 2016). Vor allem im Design Prozess ergeben sich große Vorteile (Zimmermann, 2008). Bisher wird die Virtual Reality Technologie im vorliegenden Konzern jedoch oft nur vor Ort eingesetzt und ist selten kollaborativ. Die Schwester-Technologie der Augmented Reality ist in der Wissenschaft bereits vielfältig in der verteilten, virtuellen Zusammenarbeit wiederzufinden (Ens et al., 2019). Insbesondere der

Anwendungsfall der Fernwartung über Augmented Reality wird bereits in der Automobilentwicklung eingesetzt (Palmarini et al., 2018) und auch im vorliegenden Konzern praktisch genutzt. Wissenschaftliche Veröffentlichungen belegen Vorteile der Technologie für diesen Anwendungsfall (Serenio et al., 2020).

Jene ersten Belege und der Trend des Metaverses motivieren, die Technologie ebenfalls für den Fall der verteilten Zusammenarbeit in der agilen Arbeitsweise einzusetzen. Es fehlen bis dato jedoch wissenschaftliche Untersuchungen, welche mögliche Mehrwerte evaluieren. Es ergibt sich daraus eine wissenschaftliche Lücke, welche die vorliegende Arbeit definiert und anschließend beleuchtet. Konkret stellt sich die folgende leitende Forschungsfrage:

LF: Wie kann eine Augmented Reality Kollaborationslösung die praktische agile Arbeitsweise in geographisch verteilten Teams der Automobilentwicklung im Vergleich zu herkömmlich eingesetzten Lösungen verbessern?

Dabei sollen die Unterfragen beantwortet werden:

UF1: Wo liegen die Vorteile einer AR-Kollaborationslösung für die verteilte agile Arbeitsweise in Teams der Automobilentwicklung?

UF2: Wo liegen die Nachteile einer AR-Kollaborationslösung für die verteilte agile Arbeitsweise in Teams der Automobilentwicklung?

Das methodische Vorgehen, welches dazu dient jene Fragen zu beantworten, wird im nachfolgenden Kapitel vorgestellt.

1.3. Aufbau der Arbeit

Die Arbeit beginnt mit einem Überblick über den Stand der Technik in Kapitel 2. Dabei wird zum einen die Augmented Reality Technologie definiert und die Verbreitung der Technologie im Rahmen der kollaborativen Zusammenarbeit wissenschaftlich aufgearbeitet. Zum anderen wird im Stand der Technik die agile Arbeitsweise beschrieben und eindeutig für diese Arbeit definiert. Anschließend werden bekannte Herausforderungen der Arbeitsweise durch Referenzliteratur beschrieben.

Es folgt darauf in Kapitel 3 die Darlegung des Forschungsrahmens dieser Arbeit auf Basis der Design Science und die Darlegung der Forschungsmethoden, welche in Rahmen dieser Arbeit zum Einsatz kommen.

Auf Basis des Stands der Technik beginnt in Kapitel 4 die Forschung dieser Arbeit. Eröffnend wird dazu eine methodische Literaturrecherche durchgeführt, welche erörtert, ob die Augmented Reality Technologie bereits im Rahmen der agilen Arbeitsweise wissenschaftlich eingesetzt wurde. Aufgrund der Neuartigkeit der Fragestellung – die Recherche legt offen, dass es noch kaum Forschung zur betrachteten Fragestellung gibt – wird anschließend der praktische Forschungsrahmen in Kapitel 5 auf Basis der Design Science definiert, welcher die nachfolgende Forschung anleitet. Es ergibt sich daraus der Ablauf der Arbeit mit sechs aufeinanderfolgenden Studien, die in Abbildung 2 dargestellt sind. Ziel der Arbeit ist es das Artefakt der AR-Kollaborationssoftware nach dem Design Science Ansatz zweckgerichtet zu entwickeln. Um dies zu ermöglichen werden die Entwicklungsschritte einzeln durch wissenschaftliche Studien durchgeführt. Die praktisch durchgeführte Forschung baut sich dabei wie nachfolgend beschrieben iterativ auf.

Die initiale Interviewstudie in Kapitel 6 definiert die Ausgangslage der praktischen Forschung dieser Arbeit. Dabei erarbeitet diese Herausforderungen der verteilten, agilen Arbeitsweise sowie mögliche Mehrwerte durch die Augmented Reality Technologie auf Basis von qualitativ durchgeführten Experteninterviews und der Demonstration der AR-Kollaborationssoftware. Ziel ist es konkrete Aspekte zu identifizieren, welche mittels der Technologie der AR im betrachteten Anwendungsfall verbessert und durch nachfolgende Studien untersucht werden können.

Aus der initialen Interviewstudie wird zunächst eine Studie zur Usability in Kapitel 7 abgeleitet. In dieser wird wissenschaftlich erörtert wie die Eingabe von Text auf Post-its zweckgerichtet gestaltet werden kann. Diese Funktion ist laut der initialen Interviewstudie elementar für eine praktische Umsetzung und im ersten Demonstrator der AR-Kollaborationssoftware noch nicht ideal umgesetzt. Die Usability Studie umfasst zwei praktisch durchgeführte Studien in Form eines Laborexperimentes sowie einer Feldstudie in Verbindung mit einem Feldexperiment. Die Ergebnisse der Studien werden anschließend triangulierend zusammengefasst.

Die nachfolgende Pilotstudie in Kapitel 8 erörtert die initialen Erkenntnisse der Interviewstudie durch eine weitere praktische Studie, die die Technologie im konkreten Anwendungsfall untersucht. Ziel ist es die initial identifizierten Aspekte der Interviewstudie zu betrachten und weitere Einblicke in die Verwendung der AR-Technologie über einen längeren Studienzeitraum bei der agilen Arbeitsweise zu gewinnen. Dabei wird die AR-Software in einer durchgeführten Studie zu herkömmlicher Kollaborationssoftware mittels Videokonferenz und Infinity-Whiteboard verglichen. Als Ergebnis wird ein Kommunikationsmodell abgeleitet, welches den Mehrwert der Technologie für die agile Arbeitsweise initial beschreibt.

Im Anschluss an die Pilotstudie wird in Kapitel 9 die Räumlichkeitsstudie durchgeführt. Diese untersucht die Erkenntnisse der Pilotstudie auf Basis des Kommunikationsmodells tiefergehender.

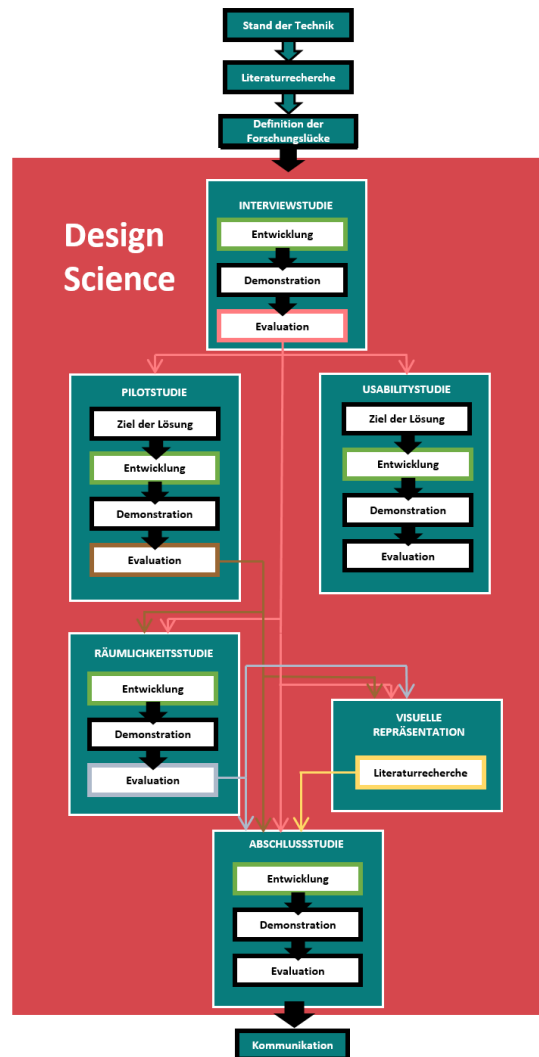


Abbildung 2: Praktischer Ablauf der vorliegenden Arbeit

Ziel ist es den Aspekt der Räumlichkeit, welcher u.a. im Kommunikationsmodell benutzt wird, um die Vorteile der AR-Kollaborationslösung zu beschreiben, als Ursache für die Verbesserungen durch die Technologie zu bestätigen. Dazu wird eine Studie konzipiert, welche rein in der AR-Kollaborationssoftware durchgeführt wird, um Störgrößen zu vermeiden. Aus den Ergebnissen wird das Kommunikationsmodell zu einer zweiten Version weiterentwickelt und die Räumlichkeit als elementarer Aspekt bestätigt.

Alle praktischen Studien decken einen Kernpunkt der Software als Herausforderung auf: Die virtuelle Repräsentation von Nutzern. Diese Herausforderung nimmt anschließend das Kapitel 10 auf und erörtert den wissenschaftlichen Stand der Technik zur Repräsentation von Nutzern einer AR-/ VR-Anwendung durch eine Literaturrecherche. Aus den Ergebnissen wird eine neue Avatar Generation für den Prototyp der AR-Kollaborationssoftware realisiert.

In der Abschlussstudie in Kapitel 11 werden die Erkenntnisse aus dem weiterentwickelten Kommunikationsmodell aufgegriffen und vergleichend zu einer vor Ort Kollaboration sowie verteilten Kollaboration mittels Videokonferenz evaluiert. Ziel ist es Unterschiede in der Art der Kommunikation in den drei Umsetzungen durch eine Studie offenzulegen.

Die Arbeit schließt darauf in Kapitel 12 mit der Beantwortung der übergreifenden Forschungsfrage und gibt final einen Ausblick auf nachfolgende Forschung.

2. Stand der Technik

Dieses Kapitel fasst den Stand der Wissenschaft zu relevanten Themen dieser Arbeit zusammen. Dabei werden insbesondere die Bereiche Augmented Reality, computergestützte Zusammenarbeit sowie die agile Arbeitsweise wissenschaftlich erläutert. Diese Zusammenstellung dient dem Grundverständnis der Arbeit. Einzelne Inhalte werden zu späteren Zeitpunkten der Forschung wieder aufgegriffen.

2.1. Erweiterte Realitäten

Die physische Welt ist durch physikalische Gesetze geprägt (Murphy & Eddington, 1930). Doch der Mensch hat eine Möglichkeit gefunden, diese physische Welt zu erweitern und zusätzlich eine künstliche, virtuelle Welt zu erschaffen. (Milgram et al., 1995) haben diese Idee in ihrem Modell, dem Reality-Virtuality Continuum (vergleiche Abbildung 3) veranschaulicht. Am linken Rand des Modells steht die reale Umgebung in Form der physischen Welt. Durch virtuelle Informationen oder visuelle Objekte kann diese Realität erweitert werden. Es eröffnet sich laut (Milgram et al., 1995) der Mixed Reality-Raum mit einem Mix aus der realen Umgebung und virtuellen Inhalten. Der Anteil virtueller Objekte nimmt von links nach rechts zu und der Anteil der physischen Elemente parallel ab, bis er am rechten Ende des Kontinuums in einer rein virtuellen Umgebung mündet.

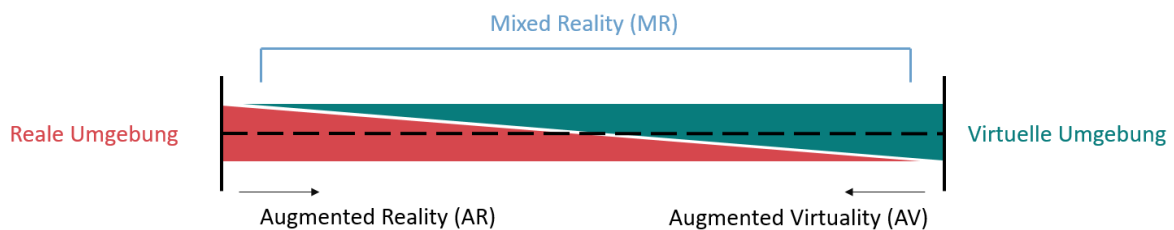


Abbildung 3: Das Reality-Virtuality Continuum nach (Milgram et al., 1995)

Das Modell erlaubt es, technische Umsetzungen eindeutig zu definieren. Mit der Mixed Reality (MR) und der Augmented Reality (AR) definieren (Milgram et al., 1995) bereits zwei konkrete Umsetzungen. MR umfasst demnach den Bereich aller Lösungen, die sich innerhalb des Mixed Reality-Raums befinden und AR eine Lösung mit geringem virtuellem Anteil.

In der Wissenschaft werden die beiden Begriffe MR und AR zumeist synonym verwendet, vergleiche als Beispiel Forschung mit dem Begriff MR (Cecil et al., 2022; Nebeling et al., 2020; Zhu et al., 2021) und Forschung mit dem Begriff AR (Normand et al., 2012; Rizov & Rizova, 2015; Uroš et al., 2021). Es zeigt sich, dass die beiden Begriffe meist nicht trennscharf voneinander abgegrenzt werden. Eine Stichwortsuche unter Titeln, Zusammenfassungen und Schlagwörtern in der Scopus Datenbank zeigt,

dass der Begriff „Augmented Reality“ mit 35731 gefundenen Publikationen weitaus häufiger verwendet wird als der Begriff „Mixed Reality“ mit 6850 Publikationen. In dieser Arbeit wird deshalb der Begriff AR umfassend für alle technischen Lösungen innerhalb des Mixed Reality-Raums genutzt. Dabei beschreibt dieser alle Formen einer Verschmelzung von realer Umgebung und virtuellen Inhalten, vergleiche Abbildung 4.

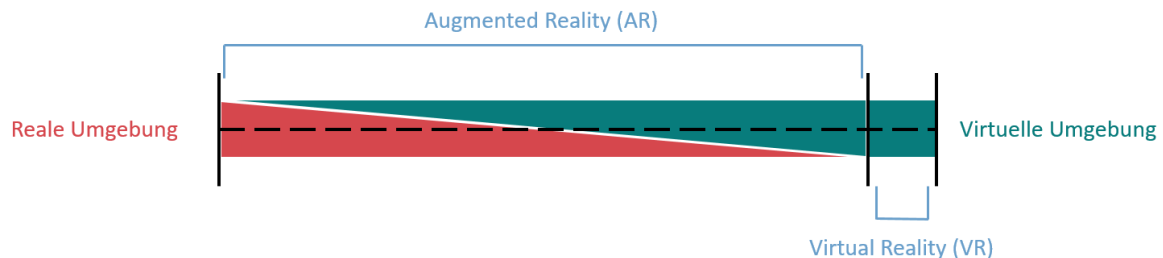


Abbildung 4: Definition der Augmented Reality in dieser Arbeit in Anlehnung an (Milgram et al., 1995)

Eine weitere technische Umsetzung neben der AR ist die Virtual Reality (VR) (Dörner et al., 2019). Sie besteht aus einer rein virtuellen Umgebung und befindet sich demnach am rechten Rand des Reality-Virtuality Continuums, vergleiche ebenfalls Abbildung 4. Da in dieser Arbeit rein die AR-Technologie untersucht wird, wird an dieser Stelle für weiterführende Beschreibungen zur VR auf Referenzliteratur wie z. B. (Dörner et al., 2019) verwiesen. Es soll an dieser Stelle dem Verständnis genügen, dass VR grundsätzlich auf den gleichen Ideen wie AR basiert, jedoch in Abgrenzung zur AR auf die Einbindung von realen Objekten verzichtet.

2.2. Augmented Reality

Nachdem die AR-Technologie im vorangegangenen Kapitel in das Gesamtbild erweiterter Realitäten einsortiert wurde, wird nun die praktische Umsetzung der AR dargestellt. Zum Verständnis dieser Arbeit wird auf die Aspekte virtuelle Objekte und Ausgabegeräte sowie das in dieser Arbeit genutzte Gerät eingegangen. Abschließend wird beschrieben, wie sich die Technologie als Informationssystem eignet und in der Zusammenarbeit Anwendung findet.

2.2.1. Virtuelle Objekte

Es wurde bereits definiert, dass AR die reale Umgebung virtuell erweitert (Milgram et al., 1995). Dabei ist aber noch nicht beschrieben, wie eine Erweiterung praktisch aussehen kann. In dieser Arbeit ist vor allem die visuelle Erweiterung der Realität von Bedeutung. Die existierenden Möglichkeiten

der virtuellen Visualisierung unterscheiden sich in ihrer technischen Komplexität und werden im Folgenden in aufsteigender Reihenfolge dargestellt. Dabei ist anzumerken, dass die Bewertung der Komplexität an dieser Stelle der Veranschaulichung dient und keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Die tatsächliche Komplexität ist von weitaus mehr Variablen abhängig.

Die einfachste Form der Visualisierung durch AR ist das Einblenden von Text im Sichtfeld eines Nutzers. Bei dieser Erweiterung werden sog. *Head-Up-Inhalte* erzeugt, die die reale Umgebung um zusätzliche Informationen erweitern (Dörner et al., 2019). Dabei sind die Informationen nicht in die Umgebung eingebettet, sondern werden lediglich starr im Blickfeld durch das Ausgabegerät eingeblendet. Ein Nutzer kann so z. B. durch eine smarte Brille eine ergänzende Benachrichtigung erhalten, vergleiche (Korkiakoski et al., 2021).

Die AR erlaubt auch die Visualisierung von Objekten. Aufgrund der erhöhten Rechenleistung des Ausgabegerätes, welche dazu benötigt wird, ist auch die Komplexität der technischen Umsetzung höher. Eine beispielhafte technische Umsetzung ist ein Head-Up-Display im Auto. Bei diesem werden die Richtungsangaben des Navigationssystems in Form von Pfeilen statisch im Blickfeld des Nutzers eingeblendet (Dörner et al., 2019).

Wiederum komplexer ist das ortsgerechte Visualisieren einer Erweiterung in Form von Text oder zweidimensionalen Objekten. Dabei erweitert die Visualisierung die reale Umgebung räumlich korrekt. In der Wissenschaft findet sich hier als Beispiel ein Museums-Guide, bei dem Informationen zu Ausstellungsstücken durch ein geeignetes Ausgabegerät neben dem Exponat visualisiert werden, wenn der Betrachter vor diesem steht (Damala et al., 2007). Die Komplexität ist hier höher einzustufen, da das Ausgabegerät durch Sensorik ein räumliches Verständnis benötigt, um die Visualisierung ortsgerecht vorzunehmen.

Die höchste Komplexität weist die perspektivisch korrekte Visualisierung von dreidimensionalen Objekten auf. Dabei ist es möglich, sich um ein virtuell statisches Objekt zu bewegen und dieses aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten. Dies erfordert erneut eine erhöhte Rechenleistung und ein genaueres räumliches Tracking (Dörner et al., 2019).

Für diese Arbeit ist vor allem die perspektivgerechte Visualisierung von dreidimensionalen Objekten von Bedeutung. Über diese technische Umsetzung lassen sich Visualisierungen ermöglichen, welche die Umgebung fotorealistisch erweitern (Peddie, 2017). Zusammen mit anderen visuellen Möglichkeiten, wie der Visualisierung von Schatten, lässt sich dabei eine Objektpräsenz erreichen, welche zu einer möglichst hohen Ununterscheidbarkeit eines virtuellen Objektes von der realen Umgebung führt (Sugano et al., 2003). Virtuelle Objekte werden so möglichst natürlich empfunden und können die reale Umgebung realistisch erweitern.

2.2.2. Ausgabegeräte

Nach der Darstellung der verschiedenen Möglichkeiten der visuellen Erweiterung der Realität wird im Folgenden beschrieben, wie ein technisches Ausgabegerät aussehen muss, welches die orts- und perspektivgerechte Visualisierung erlaubt.

Um die reale Umgebung visuell erweitern zu können, muss ein Ausgabegerät der AR eine visuelle Einheit besitzen. In Anlehnung an (Dörner et al., 2019) können die verschiedenen technischen Lösungen u. a. anhand von zwei Eigenschaften voneinander unterschieden werden: Erstens Wiedergabe der Realität (Optische Geräte vs. Video-Geräte) und zweitens Tragen des Ausgabegerätes (Handgetragene Geräte vs. Kopfgetragene Geräte). Beispiele für die Umsetzung liefert die Matrix in Abbildung 5.

Sog. *optische Geräte* benötigen keine künstliche Wiedergabe der Realität. Wie bei einer klassischen Brille kann der Nutzer seine Umwelt durch „Brillengläser“ natürlich betrachten. Ein optisches System übernimmt die Aufgabe, zusätzlich zur natürlichen Betrachtung der Umwelt Visualisierungen im Blickfeld des Nutzers einzublenden (Dörner et al., 2019); wobei sich verschiedene technische Umsetzungen ergeben. Für das Verständnis dieser Arbeit reicht es aus, das vereinfachte Bild eines transparenten Displays heranzuziehen, durch welches der Nutzer zusätzlich zur realen Umgebung virtuelle Elemente wahrnimmt. Die tatsächlichen technischen Umsetzungen optischer Geräte sind weitaus komplexer, stellen ein eigenes Forschungsgebiet dar und sind auch die größte Herausforderung der optischen Geräte, vergleiche (Y.-H. Lee et al., 2019).

Von den optischen Geräten lassen sich die Video-Geräte unterscheiden, bei denen die Umgebung nach (Dörner et al., 2019) durch integrierte Kameras aufgezeichnet und dem Nutzer über klassische Displays mit geringer Latenz wiedergegeben wird. Die videobasierte Wiedergabe der Umwelt wird zusätzlich mit virtuellen Objekten erweitert, welche durch geeignete Software in das Wiedergabebild der Displays eingeblendet werden. Die videobasierten Geräte können ebenfalls über verschiedene technische Lösungen realisiert werden. So kann nahezu jedes Smartphone als handgetragenes AR-Ausgabegerät genutzt werden, weshalb sich diese Art der AR immer weiter verbreitet (Gervautz & Schmalstieg, 2012). Der Nutzer hält dabei das Ausgabegerät mit seinem Display in den Händen und richtet die Kamera des Gerätes in Richtung des Interesses. Vor allem im Konsumentenbereich entstehen so neue softwaretechnische Lösungen. Google bietet bspw. eine Navigation an, bei der der Nutzer seine Umgebung mit der Smartphone-Kamera abfilmt. In Echtzeit sowie örtlich und perspektivisch korrekt wird eine Überlagerung der Navigationsinformation mit Richtungspfeilen und Distanzen über das Display angezeigt, vergleiche Abbildung 5 oben rechts, (Google, 2022b).



Abbildung 5: Übersicht der technischen Einteilung von AR-Ausgabegeräten nach (Dörner et al., 2019) mit Beispielen aus (Google, 2022b; Lynx Mixed Reality, 2023; Meisel, 2016)

Bei optischen AR-Geräten handelt es sich hingegen meist um kopfgetragene Geräte oder Head-Mounted Displays (HMDs) (Dörner et al., 2019), während handgetragene Geräte hier nicht verbreitet sind. Bei HMDs befinden sich die optischen Systeme bzw. die Displays und Kameras bei Video-Geräten am Kopf des Nutzers und sind somit in der Regel ständig im Blickfeld. Der Nutzer hat hier die Hände frei und kann Tätigkeiten parallel zum Erlebnis der AR nachgehen. Kopfgetragene Geräte sind sehr komplex und verlangen nach weiterer Entwicklung im Bereich der AR, vergleiche erneut (Y.-H. Lee et al., 2019). Auch der Besitz einer HMD ist aufgrund der geringen Alltagstauglichkeit im Konsumentenbereich noch nicht weit verbreitet (Itoh et al., 2016). Gleichzeitig hat diese Umsetzung aber auch den größten Mehrwert. Da bei ausgereifter Technik die Erweiterung durch das Tragen einer HMD möglichst unbemerkt erzeugt werden kann, führt diese Umsetzung zur bestmöglichen Objektpräsenz. Für diese Arbeit wurde deshalb ein HMD auf Basis der optischen Geräte als Ausgabegerät gewählt.

2.2.3. Microsoft HoloLens 2

Die Umsetzung einer HMD auf Basis der optischen Geräte stellt die HoloLens 2 von Microsoft dar, welche 2019 veröffentlicht wurde (Microsoft, 2022c), vergleiche Abbildung 5 unten links. Der Hersteller beschreibt die Brille ausführlich in (Microsoft, 2022b). Die HMD ist die

Weiterentwicklung der ursprünglichen HoloLens der ersten Generation, welche bereits im Jahr 2016 erschien (Meisel, 2016). In einem Blickfeld von 52 Grad können dem Nutzer der HoloLens 2 virtuelle Objekte örtlich und perspektivisch korrekt in der Überlagerung zur Umwelt dargestellt werden. Die HoloLens 2, im Folgenden nur noch HoloLens genannt, ist ein sog. *Stand-alone-Gerät*. Die HMD besitzt alle nötigen Funktionselemente für den Betrieb, eingebaut in die Form einer Brille, wodurch sie mobil einsetzbar ist. Zu den wichtigsten Funktionselementen gehören u. a. die visuelle Ausgabe, die Recheneinheit, die Konnektivität, der Akku, die Kamera, die Sensorik für das räumliche Tracking, die Mikrofone, das Augen- und Handtracking sowie die Lautsprecher. Auf der Brille läuft ein eigenes Windows-Betriebssystem, welches die Installation weiterer Applikationen erlaubt. Die Bedienung funktioniert anhand von Gesten, welche über das Handtracking aufgenommen werden.

Die HoloLens-Brillen beider Generationen sind in der Wissenschaft, aber auch in der Wirtschaft als technische Lösung weit verbreitet. So liefert eine Stichwortsuche unter Titeln, Zusammenfassungen und Schlagwörtern zum Begriff „HoloLens“ in der Scopus Datenbank (Elsevier B.V, 2022) 1242 Treffer, während die Suche zum Begriff „Magic Leap“ – einer der Konkurrenten der HoloLens, welcher 2018 auf den Markt kam (Magic Leap Inc., 2023) – nur 47 Treffer liefert. Die Gründe für die Verbreitung der HoloLens lassen sich u. a. auf positive Ergebnisse in verschiedenen Evaluationen bezüglich der Benutzerfreundlichkeit, vergleiche beispielhaft (Qian et al., 2017) oder der Genauigkeit, vergleiche beispielhaft (Lin et al., 2021), zurückführen. Aber auch eine gute Anbindung für Entwickler mit einer ausführlichen Dokumentation (Microsoft, 2022b) sowie einer umfassenden Programmierschnittstelle (Microsoft, 2022d) sprechen für die Verwendung des Gerätes.

Aufgrund der positiven Ergebnisse vorhergegangener Forschung zur HoloLens wird in dieser Arbeit ebenfalls die zweite Generation der HoloLens zur Anwendung kommen. Der Autor der Arbeit bewertet das Gerät aufgrund der vorangestellten Gründe zum Stand 2019 als beste technische Lösung, welche zu Beginn der Forschung zugänglich ist.

2.2.4. Augmented Reality als Informationssystem

Die im vorherigen Kapitel dargelegte Stichwortsuche zum Begriff „HoloLens“ verdeutlicht neben der reinen Vielzahl an Treffern auch die große Verbreitung in verschiedensten Forschungsgebieten: Ingenieurwissenschaften (Walko & Maibach, 2021), Medizin (Scherl et al., 2021), Computerwissenschaften (Radkowski & Ingebrand, 2017) oder Sozialwissenschaften (Robinson et al., 2020), um nur einige zu nennen. Gemein ist dieser Forschung neben dem Einsatz der Technologie an sich, die Unterstützung bei einer eigentlichen Aufgabe oder einem eigentlichen Prozess durch die AR. Die Technologie nimmt dabei vielmehr ergänzend den Zweck eines Werkzeuges ein. Betrachtet wird auch das Werkzeug der AR, die Forschung wird aber zumeist im Hinblick auf die Unterstützung

bei der Ausführung einer Aufgabe oder eines Prozesses getätigt. Die zusätzlichen Informationen, welche über die Visualisierung bereitgestellt werden, dienen zumeist der Entscheidungsfindung. In der Forschung von (Walko & Maibach, 2021) wird dabei die Entscheidungsfindung im Cockpit eines Helikopters unterstützt, bei (Scherl et al., 2021) die Entscheidungsfindung im Operationssaal oder bei (Radkowski & Ingebrand, 2017) die Entscheidungsfindung bei Montageaufgaben. Aus diesem Grund können jene Untersuchungen nicht nur dem Forschungsfeld der AR-Technologie, sondern ebenfalls dem der Informationssysteme (IS) zugeordnet werden.

Nach (Silver et al., 1995) besteht ein IS aus den Elementen Hardware und Software, welche mit Daten Personen und Prozessen unterstützt, vergleiche Abbildung 6.

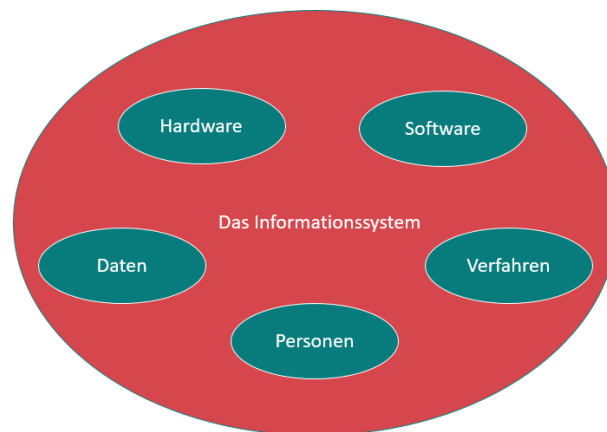


Abbildung 6: Ein Informationssystem nach (Silver et al., 1995)

(Aslan et al., 2019) bezeichnen den Zweck eines IS als Präsentation von aufbereiteten Daten oder Informationen zur Entscheidungsunterstützung für Führungskräfte und definieren in ihrer Publikation ein AR-basiertes IS. In der Vergangenheit standen laut (Aslan et al., 2019) vor allem technische Herausforderungen im Zentrum der Forschung zur AR. In jüngster Zeit erlaubt die Technologie mehr und mehr den Einsatz in praktischen Anwendungsfällen, wobei die Technologie die Funktion eines IS einnimmt. Als Beispiel nennen (Aslan et al., 2019) u. a. erneut ein Beispiel aus dem Cockpit eines Kampffjets, wobei ein Helmvisier AR-Inhalte darstellt.

(Harborth, 2017) kommt basierend auf einer Literaturrecherche zur AR-Technologie im Feld der IS zu dem Schluss, dass die Technologie bereits in verschiedenen Aspekten als IS untersucht wurde. Zwei dieser Aspekte sind die Kollaboration sowie die Kommunikation. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit soll die AR-Technologie demnach nicht aus einer rein technologischen, sondern vielmehr aus einer IS-Sicht betrachtet werden.

2.2.5. Augmented Reality in Computer Supported Cooperative Work

Wie bereits dargestellt, wurden die beiden Aspekte Kommunikation und Kollaboration bereits im Hinblick auf die AR als IS erforscht (Harborth, 2017). Die Idee eines IS bezieht sich im engeren Sinne auf die Nutzung durch eine Person, wurde jedoch bereits für Gruppen erweitert. (Grudin, 1994) beschreibt diese Erweiterung in seiner Publikation durch eine computergestützte Zusammenarbeit und verweist auf den Bereich der Computer Supported Cooperative Work (CSCW). Dabei ordnet der Autor die CSCW den IS unter. Die IS existieren dabei primär auf der Organisationsebene und die CSCW spielt sich ferner auf der Gruppenebene ab (Grudin, 1994).

(Johansen, 1988) hat in Bezug auf das Feld der CSCW die sog. *Time-Space-Matrix* (Zeit-Ort-Matrix), vergleiche Abbildung 7, aufgestellt. Eine Groupware (kollaborative Software), welche CSCW ermöglicht, kann anhand dieser Matrix kategorisiert werden. Dabei unterstützt die Software Gruppen, welche räumlich vereint oder verteilt sind und dabei zeitlich parallel oder zeitlich versetzt zusammenarbeiten. Arbeitet ein Teil der Gruppe räumlich vereint und ein weiterer Teil gleichzeitig räumlich verteilt zusammen, wird dieser Bereich nach (Schmidt & Bannon, 1996) als Mixed Presence bezeichnet. (Norman et al., 2019) zeigen auf, dass AR den Bereich der Mixed Presence gebündelt im Rahmen der CSCW unterstützen kann. Der Idee der IS folgend, können die Nutzer in dem Beispiel von (Normand et al., 2012) virtuelle Repräsentationen von Möbelstücken – also visuelle Informationen – nutzen, um eine kollaborative Entscheidung über ein Möbellayout zu treffen.

Während der Ansatz der Mixed Presence einen Spezialfall der Time-Space-Matrix darstellt, wurde der Bereich der fernen Interaktion (Bereich unten links in Abbildung 7) umfassend im Rahmen der CSCW und der AR-Technologie untersucht und in verschiedenen Literaturrecherchen zusammengefasst, vergleiche u. a. (Ens et al., 2019; Ladwig & Geiger, 2019; Lapointe et al., 2020; Marques et al., 2021; Sereno et al., 2020). Ergänzt werden diese Zusammenfassungen durch weitere Recherchen, welche sowohl die Technologie der VR als auch der AR in Bezug auf die Zusammenarbeit erforschen, vergleiche u. a. (Pidel & Ackermann, 2020; Vasarainen et al., 2021). Im Nachfolgenden werden die Erkenntnisse dieser Forschung aus dem AR-Bereich kurz dargelegt, da sie zum Entstehungsprozess dieser Forschung grundlegend beigetragen haben.

Die Literaturrecherche von (Ens et al., 2019) betrachtet die Kollaboration mittels AR als Groupware im Rahmen der CSCW im Zeitraum von 1995 bis 2018. Der Bereich der fernen Interaktion finde sich dabei vor allem in Publikationen nach 2010 als primärer Anwendungsfall wieder. Dies begründen die Autoren damit, dass in der Vergangenheit vor allem die technische Machbarkeit im Fokus der Forschung rund um AR im Bereich CSCW stand. Seitdem jene technischen Probleme gelöst seien, wäre in jüngerer Zeit die Nutzung in Anwendungen mit dem menschlichen Faktor in den Fokus gerückt. Eine große Anzahl an Forschungsbeiträgen zeige neue Möglichkeiten der Kollaboration auf,

evaluiere diese aber nicht weiter und lasse ferner vermissen, wie die praktische Zusammenarbeit funktioniert.

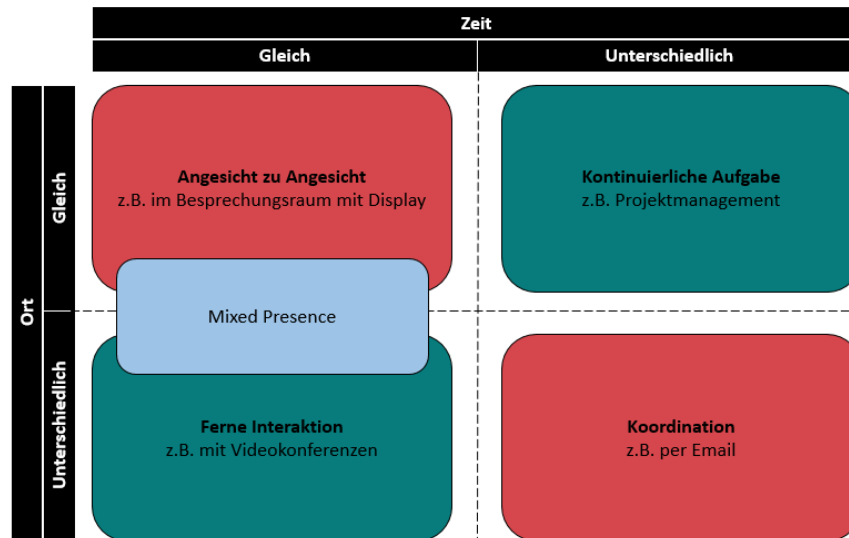


Abbildung 7: Time-Space-Matrix in Anlehnung an (Johansen, 1988) mit dem Mixed Presence-Bereich nach (Schmidt & Bannon, 1996)

Im Bereich der fernen Interaktion finden (Ens et al., 2019) vor allem zwei konkrete Anwendungsfälle der AR in der CSCW. Dazu gehören zum einen die Umsetzung des sog. *fernen Experten*. Hier werden meist ein technischer Experte mittels AR mit einem hilfeschuchenden Nutzer verbunden. Über eine Videoverbindung, welche z. B. in eine smarte Brille eingeblendet wird, könnten Informationen vom Experten an den hilfeschuchenden übermittelt werden. Der einfache technische Aufbau der fernen Experten Lösung sei laut den Autoren eine gute Ausgangslage für die erste praktische Forschung der Anwendbarkeit der AR im Rahmen der CSCW. Zum anderen wird durch die Autoren die Umsetzung des geteilten Arbeitsbereiches dargestellt. Hier werden eine physikalische mit einer virtuellen Arbeitsumgebung kombiniert. Komplexere Telepräsenzlösungen, bei denen die Kommunikation im Zentrum steht, finden sich laut (Ens et al., 2019) dagegen bis dato selten. Kollaboration findet bei den bestehenden Lösungen primär in einem Peer-to-Peer Aufbau, also mit nur zwei Nutzern, statt. Die Autoren fordern deshalb, dass weitere Forschung auch für komplexere, realitätsnahe Teilnehmerstrukturen getätigt werden muss.

Auch (Ladwig & Geiger, 2019), welche in ihrer Recherche Kollaboration in AR betrachten, kommen zu dem Schluss, dass vor 2012 vor allem technische Aspekte die Forschung zum einen prägten und zum anderen einschränkten. Erst seit 2012 würden komplexere Systeme zum Einsatz kommen, welche auch Körpersprache und einen virtuellen Raum repräsentieren. Für die Zukunft schlagen die Autoren genau wie (Ens et al., 2019) vor, Teams mit mehr als zwei Personen zu betrachten. Laut den Autoren wurde hier noch keine umfassende Forschung angefertigt.

(Lapointe et al., 2020) fokussieren in ihrer Literaturrecherche den bereits definierten Spezialfall der fernen Experten in AR. Dabei könne zahlreiche Forschung mit diesem Anwendungsfall aufgefunden und eine Reihe von Vorteilen identifiziert werden. Ausschlaggebend für den Erfolg der Umsetzung seien vor allem technische Aspekte: Audioqualität (verbale Kommunikation), Übertragung von Gesten (nonverbale Kommunikation) sowie der virtuelle Raum.

(Sereno et al., 2020) fassen in ihrer Recherche ebenfalls das kollaborative Arbeiten mittels AR von 1996 bis 2019 in der Forschung zusammen. Untersucht sei demnach vor allem das verteilte Szenario bei gleicher Zeit. Dieses Szenario nimmt auch in dieser Recherche erst nach 2008 eine vermehrte Präsenz ein. Die Zusammenfassung der Ergebnisse in dieser Publikation ist vor allem technischer Natur und zeigt verschiedene Bereiche auf, welche Forschungslücken beinhalten wie z. B. Eingabe- und Ausgabegeräte oder die Annotationsvisualisierung.

(Marques et al., 2021) betrachten in ihrer Forschung kritisch die verteilte Kollaboration mittels AR. Dabei merken die Autoren zur Ausgangslage an, dass bereits viel Forschung zur technischen Machbarkeit angefertigt, aber wenig Wert auf eine saubere wissenschaftliche Evaluation gelegt wurde. Die Publikation fasst die wissenschaftlichen Methoden, auf denen andere Publikationen beruhen, kritisch zusammen. So sind laut den Autoren viele Studien mit Methoden zur Bewertung von Einzelnutzern angefertigt worden, was in einem Kollaborationsbereich kritisch ist. Die meisten Studien würden zudem auf einfachen wissenschaftlichen Methoden beruhen. Das kollaborative Szenario mit mehreren Nutzern führe zusätzlich zu unbekanntem, nicht steuerbaren Variablen, welche reproduzierbare Forschung erschweren. Die Betrachtung der Anwendungsfälle zeige, dass die meiste Forschung im Bereich der fernen Experten (ca. 70 %) und nur kleine Teile in anderen Bereichen angefertigt wurden.

Über die verschiedenen Forschungsbeiträge hinweg zeigt sich ein einheitliches Bild, welches nachfolgend zusammenfassend dargestellt wird. Die AR-Technologie wird im Bereich der IS mit dem Schwerpunkt der CSCW bereits seit 1995 in verschiedenen Publikationen und Forschungsvorhaben erörtert. Es zeigt sich, dass die Technologie verschiedene Vorteile bereithält und den Bereich der CSCW unterstützen kann.

Die Forschung kann in zwei Generationen aufgeteilt werden. So befasst sich die Forschung vor 2008 bzw. 2010 vor allem mit der technischen Machbarkeit sowie technischen Fragestellungen der AR. Die Forschung nach 2008 bzw. 2010 widmet sich vermehrt der Evaluation von praktischen Umsetzungen unter Einbezug des Menschen, wobei bislang vor allem der Fall des fernen Experten betrachtet wurde, bei dem zwei Personen in einem Peer-to-Peer Anwendungsfall zusammenarbeiten. Begründet werden kann die Dominanz dieses Falls ebenfalls mit der geringeren technischen und menschlichen Komplexität.

Der Großteil der Forschung lässt laut den dargelegten Recherchen valide Studien zur Anwendung und umfassende Forschung zu den Auswirkungen der Technologie vermissen. Meist werden Lösungen präsentiert, welche mit einfachen Methoden evaluiert werden. Mehrere Publikationen verlangen zudem explizit nach der Erforschung der Technologie in Gruppen mit mehr als zwei Teilnehmern.

Diese Zusammenfassung deckt neben dem Stand der Technik und dem Mehrwert bereits Forschungslücken im Bereich der CSCW mittels AR auf. Diese positiven Ergebnisse wie auch jene Forschungslücken sollen als erste Motivation dienen, die weitere Forschung dieser Arbeit anzuleiten. Die konkrete Forschungslücke, welche in dieser Arbeit untersucht werden soll, kann in Kapitel 4.6 nachverfolgt werden. Dabei werden die Erkenntnisse dieser Zusammenfassung erneut aufgegriffen.

2.3. Soziale Präsenz

Die dargestellten Literaturrecherchen aus dem vorherigen Kapitel berichten einen Aspekt, welcher durch die Technologie der AR im Falle der Kollaboration positiv beeinflusst wird: Die soziale Präsenz. Soziale Präsenz beschreibt nach (Kreijns et al., 2022) das Ausmaß, in dem ein Kollaborateur mittels eines elektronischen Mediums von jemand anderem als physisch existierende Person wahrgenommen wird. Nach (Biocca et al., 2003) beschreibt soziale Präsenz das „Gefühl, mit einem anderen zusammen zu sein“ beziehungsweise das „Gefühl eines anderen durch ein Medium“.

In ihrer Literaturrecherche zur sozialen Präsenz beschreiben (Oh et al., 2018) die soziale Präsenz ferner als Hauptattraktion der Schwestertechnologie der VR. Zur Erzeugung dieses Gefühls ist die Repräsentation eines Nutzers von entscheidender Bedeutung (Oh et al., 2018). Die Technologie der AR und VR geht dabei mit neuen Möglichkeiten einher, jene Präsenz im Vergleich zu herkömmlichen Medien zu verstärken. Nach (Steuer, 1992) ist vor allem die Menge an sensorischem Input entscheidend dafür, wie präsent eine Person erscheint.

Die Erfassung der sozialen Präsenz kann über Fragebögen erfolgen, die den subjektiven Eindruck einer Person erfassen. Dazu existiert eine Vielzahl an möglichen Fragebögen, z. B. (Bailenson et al.; Basdogan et al., 2000; Kreijns et al., 2020; Schroeder et al., 2001; Witmer & Singer, 1998).

2.4. Projektmanagementmethoden

Aus dem vorherigen Kapitel ist bereits das Konzept der CSCW bekannt. Dabei geht es um die Unterstützung des kollaborativen Arbeitens durch Computer. Die AR-Technologie wurde dabei als Computermedium identifiziert, welche das kollaborative Arbeiten nachweislich verbessern kann. Im Rahmen dieser Forschung wird eine spezielle Form des kollaborativen Arbeitens betrachtet: Die agile

Arbeitsweise. Zum grundlegenden Verständnis wird in diesem Kapitel das agile Projektmanagement beschrieben und eine Definition der agilen Arbeitsweise für diese Arbeit abgeleitet. Um die Andersartigkeit des agilen Projektmanagements zu verdeutlichen, wird auch das klassische Projektmanagement kurz beschrieben. Abschließend werden zwei Aspekte dieser Arbeitsweise genauer beleuchtet: Das Vertrauen unter Mitgliedern einer Arbeitsgruppe und die Herausforderungen in verteilten agilen Teams.

2.4.1. Klassisches Projektmanagement

Im wirtschaftlichen oder industriellen Kontext gibt es verschiedene Möglichkeiten, Arbeit zu organisieren, Entwicklungsprozesse zu strukturieren und Projekte zu managen. Das (Project Management Institute, 2018) zeigt, dass prädiktive/ klassische Methoden schon lange existieren und noch immer überwiegend in der Praxis verwendet werden. In Anlehnung an (Winkelhofer, 2005) und (Estler et al., 2012) zeichnen sich diese klassischen Methoden durch eine langfristige Planung, die Definition klarer Zielvorgaben verbunden mit festen Quality Gates, sequenzierte Projektphasen und ein streng chronologisches Vorgehen aus. Beispiele sind das Wasserfallmodell (Winkelhofer, 2005) oder PRINCE2 (Hinde, 2018) im Projektmanagement sowie die VDI-2221 (VDI, 1993) für einen Ansatz aus dem Ingenieurwesen. In Abbildung 8 ist ein klassischer bzw. planungsbasierter Projektablauf beispielhaft dargestellt. Es finden sich die soeben genannten charakteristischen Eigenschaften wieder: Die einzelnen Projektphasen bauen sequenziell und chronologisch aufeinander auf und die Ergebnisse jeder Phase bilden den Ausgangspunkt für die darauffolgende Phase. Da Projekte bis zu zwei Jahren andauern können, dauert auch eine einzelne Projektphase meist mehrere Monate (Winkelhofer, 2005). Darüber hinaus ist festzustellen, dass Anforderungen an das Projekt vor Beginn analysiert sowie definiert werden und die Inbetriebnahme des Ergebnisses erst nach Projektende erfolgt.

Obwohl die klassischen Projektmanagementmethoden weit verbreitet sind und in der Vergangenheit erfolgreich zur Anwendung kamen, wurden insbesondere in den letzten Jahrzehnten alternative Methoden entwickelt, um Projekte zu steuern (Project Management Institute, 2018). Eine dieser neuen Methoden ist das agile Projektmanagement, welche sich vor allem in der Softwareentwicklung zu einem Standard etabliert hat (Ward & Chang, 2019).

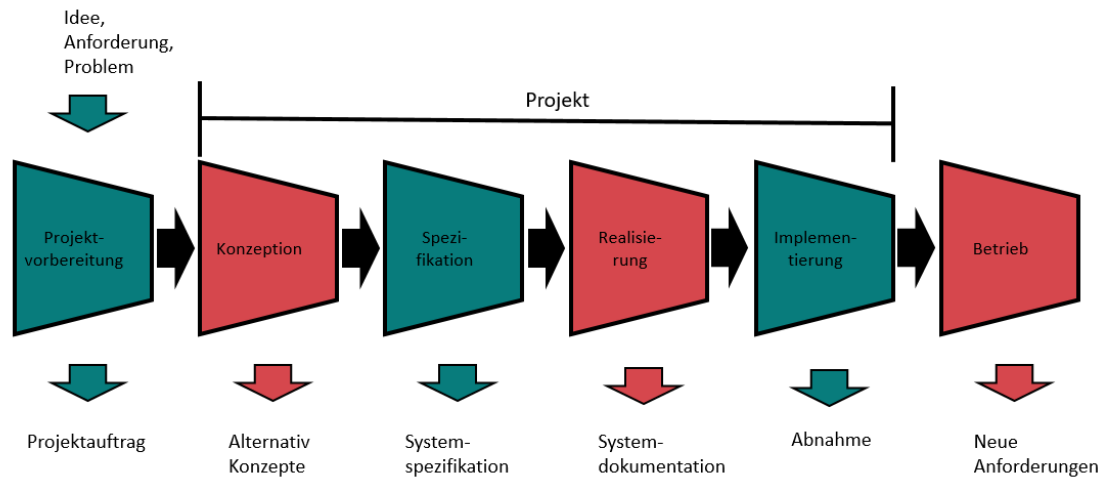


Abbildung 8: Projektablauf eines klassischen Projektes nach (Winkelhofer, 2005)

2.4.2. Agiles Projektmanagement

Nach (Conboy, 2009) gibt es nicht das eine agile Projektmanagement, vielmehr ist es ein Überbegriff für verschiedene Methoden. Die Definition und Anwendung dieser verschiedenen Methoden gehen dabei weit in die Vergangenheit zurück. Der Begriff „Agil“ wurde jedoch vor allem 2001 durch das Agile Manifest (Beck et al., 2001) zu einem feststehenden Begriff. Für die Erarbeitung dieses Manifestes trafen sich 17 Praktiker aus dem Bereich der Softwareentwicklung, um die neu auf gekommenen Methoden in jenem Bereich (z. B. Extreme Programming, Scrum, Adaptive Software Development, Crystal, Feature Driven Development, Pragmatic Programming) zu diskutieren (D. Cohen et al., 2004). Auf Basis dieser Diskussion und der verschiedenen Methoden definierten sie vier Werte, welche die Entwicklung von Software bestmöglich unterstützen sollten und definieren damit das sog. *agile Manifest* (Beck et al., 2001):

- Individuen und Interaktionen mehr als Prozesse und Werkzeuge
- Funktionierende Software mehr als umfassende Dokumentation
- Zusammenarbeit mit dem Kunden mehr als Vertragsverhandlung
- Reagieren auf Veränderung mehr als das Befolgen eines Plans

Ergänzt werden diese Werte im agilen Manifest durch 12 Prinzipien, welche die praktische Arbeit weiter anleiten sollen.

Kern der meisten Methoden, die für das agile Manifest betrachtet wurden, bildet ein iteratives und inkrementelles Vorgehen (D. Cohen et al., 2004). Zur Veranschaulichung kann hier die Methode des

Extreme Programming (Beck, 1999) herangezogen werden, vergleiche Abbildung 9. (Beck, 1999) beschreibt die Methode als iterative Abfolge des Wasserfallmodells in extremer Weise mit sehr vielen Iterationen. Eine Iteration besteht demnach aus den Phasen des Wasserfallmodells, die jedoch in kürzerer Zeit ablaufen. In einer Iteration wird dabei nur ein Teil des gesamten Projektvorhabens erarbeitet und ein sog. *Inkrement* der Gesamtlösung erschaffen. Die Gesamtlösung ergibt sich ferner nach vielen Iterationen als Summe der Einzelteile. Durch diese Aufteilung des gesamten Projektes in einzelne kurze Projekte, sog. *Iterationen*, können unvorhergesehene Änderungen während des Projektzeitraums besser aufgegriffen und berücksichtigt werden (Dybå & Dingsøyr, 2008). Vor allem in Bereichen, in denen vor Beginn eines Projektes nicht alle Anforderungen bzw. Rahmenbedingungen klar definiert werden können oder eine Veränderung der Anforderungen erwartet wird, kann eine agile Methode Anwendung finden. (Beck et al., 2001) heißen mit einem Prinzip des agilen Manifestes Veränderungen sogar willkommen und betiteln sie als Wettbewerbsvorteil.

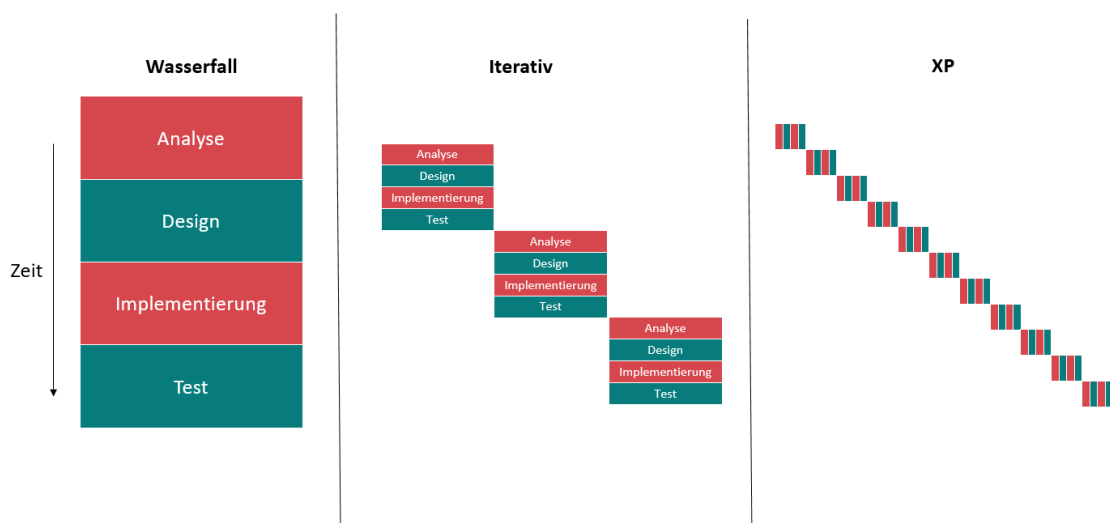


Abbildung 9: Die klassische Wasserfallmethode links, Iteratives Vorgehen auf Basis des Wasserfalls in der Mitte, hoch iteratives Vorgehen beim Extreme Programming rechts nach (Beck, 1999)

An dieser Stelle kann bereits ein wesentlicher Unterschied zum klassischen Projektmanagement festgehalten werden. Während ein klassisches Projekt die einmalige, sequenzielle Abfolge aller Prozessschritte beinhaltet, zeichnet sich der agile Ansatz am Beispiel des Extreme Programming durch viele Analysen sowie Definitionen der Anforderungen und gleichzeitig eine Vielzahl an Inbetriebnahmen und Tests aus, vergleiche erneut Abbildung 9. (Beck et al., 2001) sprechen in einem Prinzip des Manifestes bei der Bereitstellung einer (Teil-) Lösung von wenigen Wochen bis Monaten.

2.4.2.1. Scrum Framework

Einer Studie der Hochschule Koblenz folgend (Komus & Kuberg, 2020), ist das Scrum Framework mit einem Anteil von 84 % das meist genutzte agile Framework auf Teamebene in einem internationalem Vergleich (n = 600) über verschiedene Branchen in 20 Ländern. Es wird u. a. deshalb nachfolgend als Beispiel für eine konkrete agile Arbeitsweise genauer beschrieben.

Das Scrum Framework geht auf (Schwaber & Beedle, 2002) zurück und findet seinen Ursprung in der Softwareentwicklung. Zur praktischen Anwendung wird meist der sog. *Scrum Guide* (Schwaber & Sutherland, 2020) herangezogen, welcher in unregelmäßigen Abständen aktualisiert wird. (Schwaber & Sutherland, 2020) definieren Scrum als adaptive Lösung für komplexe Probleme, welche auf Basis des Empirismus einen Fortschritt aus Erfahrungen sowie Beobachtungen zieht und iterativ wie auch inkrementell eine Vorhersagbarkeit generiert.

Das Scrum Framework besteht nach (Schwaber & Sutherland, 2020) aus vier Kernelementen: Scrum Werte, Scrum Team, Scrum Events und Scrum Artefakte. Diese sind zusammengefasst im Scrum Framework in Abbildung 10 dargestellt. Die nachfolgende Beschreibung des Scrum Frameworks basiert vollständig auf der Definition von (Schwaber & Sutherland, 2020).

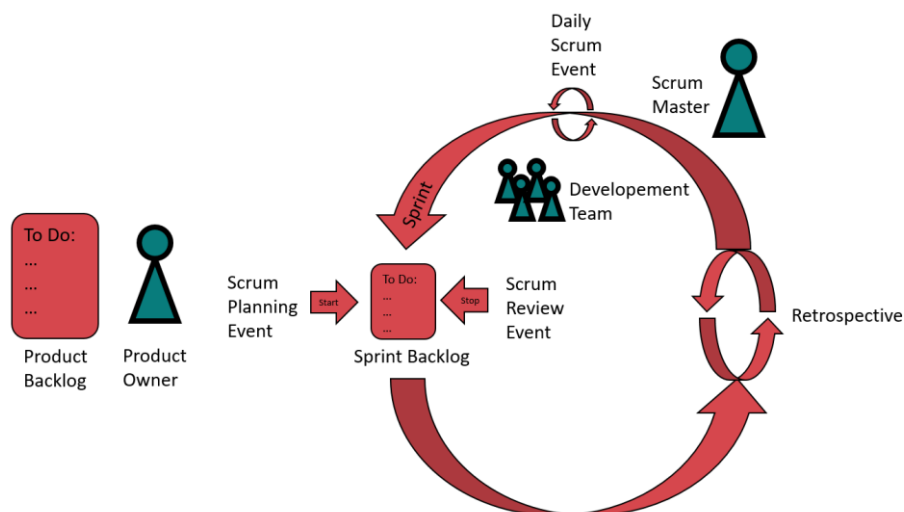


Abbildung 10: Das Scrum Framework in Anlehnung an (Schwaber & Sutherland, 2020)

Wie auch im agilen Manifest bilden Werte die Ausgangslage für die Arbeitsweise nach dem Scrum Framework. Hierzu zählen Verpflichtung, Fokus, Offenheit, Respekt und Mut.

Auf Basis dieser Werte agiert das Scrum Team in verschiedenen Rollen (Entwickler, Product Owner, Scrum Master) mit definierten Pflichten. Die Entwickler sind dafür verantwortlich, die Lösung des Vorhabens zu erschaffen, z. B. in der Softwareentwicklung das Produkt zu programmieren. Die Summe der Entwickler bildet das Entwicklungsteam. Der Product Owner definiert basierend auf der Kommunikation mit dem Kunden und den Stakeholdern die Anforderungen an das Produkt und ist

dafür verantwortlich, den Wert des Produktes durch die Arbeit der Entwickler zu maximieren. Für den methodischen Rahmen ist der Scrum Master verantwortlich. Dieser vermittelt zum einen die Theorie sowie Praxis zu Scrum und sorgt zum anderen für einen effektiven Ablauf. Der Scrum Master betreut auch den Ablauf der Scrum Events, in welchen das gesamte Scrum Team aus Entwicklern, Product Owner und Scrum Master zusammenarbeitet.

Nicht im Scrum Guide definiert, aber oftmals in der agilen Arbeitsweise wiederzufinden, ist zudem die Rolle des agilen Coaches. Nach (Hobbs & Petit, 2017; Sureshchandra & Shrinivasavadhani, 2008) geht diese Rolle über die des Scrum Masters hinaus. So hat der agile Coach die Aufgabe, Scrum Teams zu entwickeln und dabei zu unterstützen, klassisch organisierte Projekte in agile Projekte zu überführen. Während der Scrum Master der methodische Anker eines einzelnen Teams ist, kann der agile Coach analog als Anker für eine größere Einheit – z. B. eine gesamte Organisation – angesehen werden (O'Connor & Duchonova, 2014).

Neben den Rollen definiert das Scrum Framework auch die für die agile Arbeitsweise typische iterative Arbeitsweise. Eine Iteration wird im Scrum-Prozess als Sprint bezeichnet. Dieser dauert in der Regel einen Monat oder weniger und beginnt mit einem Sprint Planning. Im Sprint Planning definiert der Product Owner den Mehrwert, welcher durch den kommenden Sprint geschaffen werden soll. Durch eine Diskussion mit dem Entwicklungsteam werden Anforderungen aus der Dokumentation des Product Owners in den Sprint übernommen. Die identifizierten Anforderungen müssen zum Sprintende vom Entwicklungsteam umgesetzt worden sein. Das Entwicklungsteam kann die Anforderungen eigenständig in Arbeitspakete unterteilen und innerhalb des Entwicklungsteams verteilen. Während des Sprints trifft sich das Scrum Team im Daily Scrum Event regelmäßig für einen Informationsaustausch von 15 Minuten, um die Kommunikation sicherzustellen, Hindernisse zu identifizieren und schnelle Entscheidungen treffen zu können. Der Sprint endet mit dem Sprint Review Event. Dabei stellt das Entwicklungsteam dem Product Owner und ggf. Stakeholdern sowie dem Kunden das Ergebnis des Sprints vor. Auf Basis dieser Vorstellung leitet der Product Owner die nächsten Schritte ab und definiert, welche Anforderungen ggf. für den nächsten Sprint neu definiert werden müssen.

Ebenfalls am Sprintende findet die Sprint Retrospektive statt, in der die Zusammenarbeit des Teams betrachtet wird. Ziel ist es hier, die Qualität und Effektivität der Zusammenarbeit, der Interaktion, der Prozesse und der Tools innerhalb des Teams ebenfalls iterativ zu verbessern.

Artefakte bilden Hilfsmittel, welche im Scrum-Prozess zur Anwendung kommen. Die Dokumentation der Anforderungen nimmt der Product Owner im sog. *Product Backlog* vor. In diesem priorisiert der Product Owner alle bekannten Anforderungen vor dem Hintergrund der Produktwertmaximierung. Im Sprint Backlog werden die umzusetzenden Anforderungen durch das

Entwicklungsteam organisiert. Die Hoheit über dieses Backlog besitzt das Entwicklungsteam selbst. Das Ergebnis eines Sprints, welches die Umsetzung aller Anforderungen des Sprint Backlogs beinhaltet, wird als Inkrement bezeichnet, dieses ergänzt die Summe der vorhergegangenen Inkremente und summiert sich letztlich zu einem Produkt auf.

2.4.2.2. Retrospektive

Die Retrospektive ist aus dem vorherigen Kapitel bereits als Event aus dem Scrum Framework bekannt. Sie findet sich als Methode in verschiedenen agilen Frameworks wieder und ist im agilen Manifest mit einem eigenen Prinzip verankert. Forschung zeigt zudem, dass die Retrospektive einen praktischen Mehrwert für u. a. verteilte, agile Teams (Duehr et al., 2021) oder in skalierten Projekten (Dingsøyr et al., 2018) bereithält.

Der Scrum Guide (Schwaber & Sutherland, 2020) gibt eine erste Anleitung, wie eine Retrospektive durchzuführen ist. Zu Beginn sammelt das Scrum Team demnach, wie der letzte Sprint abgelaufen ist, wobei sowohl die positiven als auch die negativen Aspekte diskutiert werden. Anschließend bewerten die Teilnehmer, welche Änderungen den größten Einfluss auf die Effektivität des Teams haben. Diese Änderungen werden in Maßnahmen überführt und so schnell wie möglich umgesetzt.

In der Literatur finden sich viele Publikationen zur Ausgestaltung von Retrospektiven im agilen Kontext, z. B. (Andresen, 2017; E. Derby & Larsen, 2018; Dräther, 2014). (Andresen, 2017) erweitert in ihrer Beschreibung den im Scrum Guide dargestellten Ablauf. Laut (Andresen, 2017) kann eine Retrospektive in fünf Schritte eingeteilt werden: Im erstem Schritt „Set the Stage“ wird die Retrospektive mit der Möglichkeit, dass jeder Teilnehmer kurz seine Stimmung äußert, eröffnet. Dadurch sollen die Teilnehmer darauf vorbereitet werden, sich zu öffnen und persönliche Aspekte vorzutragen. Es folgt die zweite Phase „Gather Data“. In Bezug auf eine konkrete Fragestellung oder ein konkretes Thema werden die Eindrücke aller Teilnehmer auf z. B. Post-its gesammelt und zu einem Stimmungsbild der Gruppe zusammengetragen. (In dieser Arbeit wird aufgrund der Geläufigkeit im deutschen Sprachgebrauch der Markenname Post-it für alle Formen von Haftnotizen verwendet.) Im dritten Schritt „Generate Insight“ werden die identifizierten Eindrücke und dahinterliegende Gründe beleuchtet. Sind verschiedene Eindrücke im Schritt zwei zusammengetragen worden, bietet sich vorab eine Priorisierung an. Der vierte Schritt „Decide What to Do“ greift Schritt drei auf und zielt darauf ab, eine Maßnahme abzuleiten. Als letztes folgt Schritt fünf „Close the Retrospektive“, welcher wie Schritt eins das Stimmungsbild der Gruppe, nur diesmal nach der Retrospektive, zusammenträgt.

Eine Retrospektive spiegelt die agile Methodik sehr destilliert wider. Sie ist eine kleine Iteration in sich und eignet sich deshalb sehr gut als Repräsentation für den gesamten Scrum-Prozess.

2.4.2.3. Definition der agilen Arbeitsweise für diese Arbeit

Auf Basis der vorangegangenen Beschreibung des agilen Projektmanagements mit dem Extreme Programming, dem Scrum Framework, der Retrospektive sowie dem agilen Manifest als Basis wird in diesem Kapitel definiert, was im Rahmen dieser Arbeit die agile Arbeitsweise widerspiegelt. Dazu können zwei Kernelemente identifiziert werden: Der Prozess und die Werkzeuge, mit denen die agile Arbeitsweise arbeitet.

Aus der Entstehung des agilen Manifestes nach (Beck et al., 2001) wurde bereits deutlich, dass es keine allgemeingültige Definition der agilen Arbeitsweise gibt. Sie ist vielmehr der Zusammenschluss verschiedener Methoden. Das Extreme Programming (Beck, 1999) besteht aus einer extremen Anzahl an Iterationen und Inkrementen. Auch das Scrum Framework (Schwaber & Sutherland, 2020) arbeitet auf Basis einer Iteration mit Sprints. Die Retrospektive wurde bereits als destillierte Iteration hervorgehoben und anhand (Andresen, 2017) genauer beschrieben. Eine Iteration fungiert dabei als Mittel, welche laut (Beck et al., 2001) das „Reagieren auf Veränderung“ erlaubt. Laut (Beck, 1999) ist sie die Vorbereitung während des Extreme Programming, „um morgen in eine andere Richtung zu gehen“ und im Scrum-Prozess nach (Schwaber & Sutherland, 2020) unterstützt sie den Empirismus. Demnach kann als erstes Kernelement der agilen Arbeitsweise die Iteration identifiziert werden. Vereinfacht soll diese Iteration aus vier Elementen bestehen und von nun an als Regelkreis bezeichnet werden. Die Prozessschritte sind dabei vom Ablauf des Scrum-Prozesses und der Durchführung einer Retrospektive abgeleitet. Der entstandene Prozess kann in Abbildung 11 betrachtet werden. Zu Beginn einer Iteration gilt es demnach, Informationen zu sammeln und möglichen Input zu generieren. Im zweiten Schritt müssen die Informationen in einem Überblick zusammengestellt und nach Bedarf über die Bildung von Clustern sortiert werden. Dieser Überblick erlaubt anschließend die Bewertung, wobei einzelne Elemente priorisiert und fokussiert werden. Um die Elemente bearbeiten zu können, werden Maßnahmen abgeleitet und weitere Schritte definiert.

Das zweite Kernelement der agilen Arbeitsweise stellt der Werkzeugkoffer dar, welcher während einer Iteration verwendet wird. Dieser besteht aus den einzelnen Werkzeugen der Kommunikation, der Interaktion und der Visualisierung, welche sich aus den dargelegten Methoden ableiten lassen. Interaktionen können dabei vom ersten Wert des agilen Manifestes als wichtiger Aspekt der agilen Arbeitsweise herleitend werden. Jene Interaktionen werden im Scrum Framework (Schwaber & Sutherland, 2020) u. a. durch einen regelmäßigen Austausch im Daily Event gewährleistet und durch die Scrum Werte unterstützt. Auch die Methode der Retrospektive bietet den Teammitgliedern insgesamt die Möglichkeit zur Interaktion.

Während der Interaktion des Teams wird häufig das Hilfsmittel der Visualisierung genutzt, bspw. werden in der Retrospektive Bilder oder Metaphern gewählt, um ein möglichst gutes Ergebnis zu erzielen, vergleiche (Andresen, 2017; E. Derby & Larsen, 2018; Dräther, 2014).

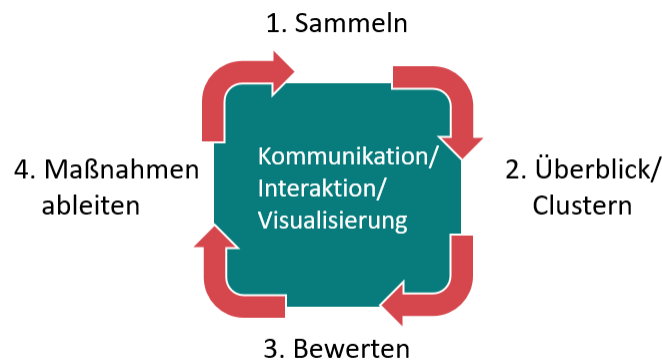


Abbildung 11: Regelkreis, welcher den iterativen Prozess der agilen Arbeitsweise widerspiegelt

Auch der Scrum Guide (Schwaber & Sutherland, 2020) arbeitet im übertragenen Sinne mit Visualisierungen in Form der Artefakte. Diese dienen hier vor allem der Klarheit. So wird bspw. das Ziel des Sprints im Sprint Goal definiert und durch das Niederschreiben für alle Teilnehmer visualisiert. Product und Sprint Backlog liegen zudem meist in visueller Form eines Kanban Boards (Lei et al., 2017) vor und erleichtern durch diese Visualisierung den Überblick.

Mit der Interaktion und der Visualisierung geht Kommunikation einher. Der Scrum Guide nach (Schwaber & Sutherland, 2020) beschreibt, dass das Daily Event die Kommunikation verbessern soll. Auch das agile Manifest (Beck et al., 2001) beschreibt Face-to-Face-Kommunikation als effektivste Art, Informationen zu vermitteln. Die Kommunikation bildet dabei den Kern des Werkzeugkoffers. Die Interaktionen im Team sind nur durch verbale Kommunikation möglich. Auch die Visualisierung dient dazu, die verbale Kommunikation zu unterstützen. Wie Kommunikation wissenschaftlich beschrieben werden kann, erklärt nachfolgend Kapitel 2.5. Zunächst wird jedoch der ebenfalls wichtige Aspekt des Vertrauens in agilen Teams dargelegt.

2.4.2.4. Vertrauen in der agilen Arbeitsweise

Das Gefühl des Vertrauens spielt in der agilen Arbeitsweise eine wichtige Rolle. Eine mögliche Definition von Vertrauen im Arbeitsumfeld liefert (McAllister 1995). Diese baut auf zwei Sphären auf: Kognitives Vertrauen (CBT) und Affektives Vertrauen (ABT). Dabei beinhaltet CBT eine rationale Bewertung des Vertrauens bspw. auf Grundlage der Kompetenz einer Person und ABT eine emotionale Bewertung des Vertrauens bspw. aufgrund von Sorgen. Aus beiden Sphären bildet sich ein singuläres Gefühl, welches wir z. B. gegenüber anderen Personen empfinden.

Das agile Manifest (Beck et al., 2001) definiert im fünften Prinzip den wichtigen Aspekt des Vertrauens für die agile Arbeitsweise: „Build projects around motivated individuals (...) and *trust* them to get the job done.“ Der Aspekt des Vertrauens wird oft als wichtiger Aspekt einer funktionierenden agilen Arbeitsweise diskutiert, vergleiche z. B. (Dorairaj et al., 2012; McHugh et al., 2012; Newman et al., 2017; Tyagi et al., 2018). So stellen (Dorairaj et al., 2012) die Bedeutung folgendermaßen heraus: „We found that *trust* is an important concern generally for Agile teams, and particularly for distributed Agile teams. The self-organizing nature of Agile teams that typically perform highly interdependent software development activities increases the importance of *trust* in Agile software development“. Des Weiteren schreiben (McHugh et al., 2012): „We found that agile methods increased *trust* by increasing transparency, accountability, communication, and knowledge sharing and feedback“. In ihrer Litaraturrecherche finden (Tyagi et al., 2018) heraus, dass: „(...) *trust* is one of the key factor for building cohesiveness, communication and collaboration among agile team members in distributed or global development environment.“ Dass jedoch u. a. die Bildung von Vertrauen in verteilten agilen Teams oft eine Herausforderung darstellt, wird das nächste Kapitel darlegen.

2.4.2.5. Herausforderungen in verteilten agilen Teams

Viele Untersuchungen zeigen das Potenzial und die Vorteile der agilen Arbeitsweise bspw. bei der Anwendung des Scrum Frameworks in der Softwareentwicklung auf, vergleiche (Cardozo et al., 2005; Dingsøy et al., 2006; Kapitsaki & Christou, 2014; Kaur et al., 2015). Basierend auf diesem Potenzial haben die agile Arbeitsweise und insbesondere das Scrum Framework neben der Softwareentwicklung andere Industriezweige erreicht. So war Scrum laut (TEKsystems, 2018) eine der am häufigsten eingesetzten Technologieinitiativen im Jahr 2019 weltweit. Das Framework wird mittlerweile für verschiedene Arten von Projekten in der Bauindustrie (Streule et al., 2016), in der Forschung (Hidalgo, 2019), in der Entwicklung von Cyber-physischen Systemen (Mulder et al., 2014), im Anlagenbau (Klein & Reinhart, 2016) und in anderen Branchen wie der Automobilindustrie (Takahira et al., 2014) verwendet. Inzwischen existieren auch skalierte Versionen wie das Large-Scale Scrum (LeSS) (Larman & Vodde, 2017) oder Scaled Agile Framework (SAFe) (Mathis, 2018), die der agilen Idee folgen und es ermöglichen, eine ganze Organisation mit einem agilen Ansatz zu führen.

Die Softwareentwicklung ist auch zu einer global verteilten Aufgabe gewachsen und verteilte Teams sind zu einer standardisierten Form der Zusammenarbeit in der globalisierten Welt geworden (Ågerfalk et al., 2008). Die agile Softwareentwicklung folgt diesem Trend. Verteilte, agile Softwareentwicklung ist heute ein gängiger Weg, um Software zu entwickeln (Shrivastava & Date,

2010). Aufgrund der großen Vorteile (Shrivastava & Date, 2010) wurde die agile Arbeitsweise daher auf andere Industriezweige übertragen, sodass heute viele Produkte derart in verteilten Teams entwickelt werden, vergleiche (Rzhvskiy et al., 2020).

Leider zeigt Forschung, dass die Kombination der verteilten Softwareentwicklung und der agilen Arbeitsweise mit Herausforderungen sowie Problemen einhergeht (Cho, 2008; Estler et al., 2012; Hossain et al., 2009; Kajko-Mattsson et al., 2010).

(Kajko-Mattsson et al., 2010) haben diese Probleme in ihrer Analyse in sieben Kategorien eingeteilt: Kultur, Zeitzone, Kommunikation, Vertrauen, Zusammenarbeit mit Kunden, Schulung, Technik. Zwei der Kategorien sind für diese Arbeit von besonderer Bedeutung:

Vertrauen

Es wurde bereits im vorherigen Kapitel als wichtiger Aspekt der agilen Arbeitsweise identifiziert. Gleichzeitig stellt es eine Herausforderung dar. Es zeigt sich somit ein interessantes Spannungsfeld auf.

Kommunikation

Die meisten Probleme ergeben sich aus einer räumlichen Distanz (=verteilt) in Kombination mit einem erhöhten Kommunikationsaufkommen (=agil). Die Kommunikation ist somit zentral für die Umsetzung einer agilen Arbeitsweise. Nachfolgend wird deshalb auf den Aspekt der Kommunikation eingegangen.

2.5. Kommunikationsmodell nach Shannon und Weaver

Kommunikation wurde in Kapitel 2.4.2.3 als eines der Kernelemente der agilen Arbeitsweise identifiziert und im Regelkreis verankert. Gleichzeitig wurde die Kommunikation im vorherigen Kapitel auch als Herausforderung der agilen Arbeitsweise identifiziert. Daher soll an dieser Stelle erläutert, wie Kommunikation technisch beschrieben werden kann.

Ein Standardmodell der Kommunikationswissenschaften ist jenes von (Shannon & Weaver, 1964), welches sich in die Gruppe der Encoder- und Decoder-Modelle einordnen lässt (Röhner & Schütz, 2012), vergleiche auch Abbildung 12.

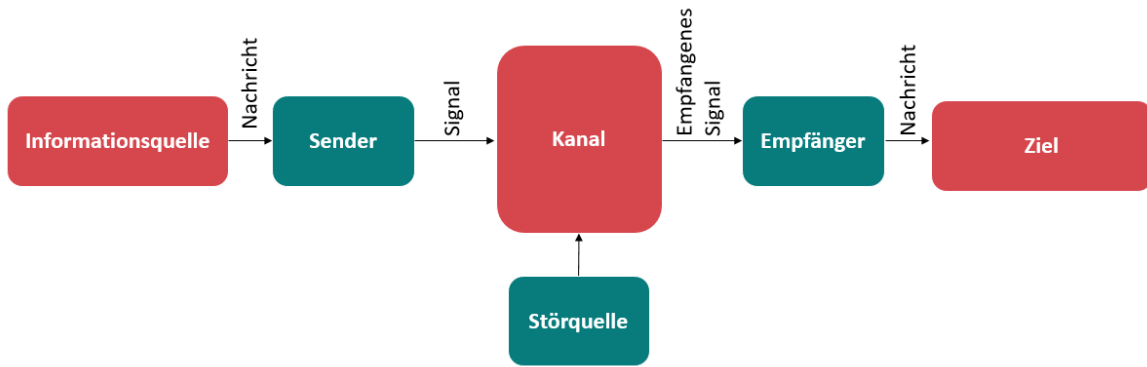


Abbildung 12: Das Sender-Empfänger-Modell in Anlehnung an (Shannon & Weaver, 1964)

Anders als das ebenfalls in der Wissenschaft weit verbreitete Kommunikationsmodell von (Thun, 2013), welches auf den Inhalt, also das WAS einer Nachricht blickt, ist das Modell nach (Shannon & Weaver, 1964) eine technische Beschreibung von Kommunikation mit dem Blick auf das WIE und stammt aus dem Bereich der IS. Nach dem Modell wird die Nachricht von einer Informationsquelle durch einen Sender in ein Signal encodiert. Dieses Signal wandert über einen Kanal zu einem Empfänger. Dabei können Störquellen das Signal beeinflussen. Das empfangene Signal – als Summe des ursprünglichen Kanals und der Störquelle – wird vom Empfänger decodiert, in eine Nachricht übersetzt und dem Ziel bereitgestellt. Jenes Modell soll im Verlauf dieser Arbeit genutzt, um die Kollaboration mittels AR zu beschreiben und fundiert zu untersuchen.

Auch andere Forschungsbemühungen haben bereits das Modell von (Shannon & Weaver, 1964) aufgegriffen und dieses weiterentwickelt. (Rubio-Tamayo et al., 2017) haben das Kommunikationsmodell von (Shannon & Weaver, 1964) für immersive Umgebungen erweitert und das Immersive Environment – Human Interaction Model entwickelt, vergleiche Abbildung 13.

Das Modell definiert sechs Kanäle, welche die Kommunikation in zwei Richtungen erlauben: Sound, Bild, Haptik, Geruch, Bewegung und weitere Sinne. Diese Kanäle werden über verschiedene Elemente, wie 3D-Objekte, den dreidimensionalen Raum und Interaktionen ermöglicht. Das Modell zeigt bereits wie komplex Kommunikation in einem immersiven Medium sein kann und fokussiert sich bei der Beschreibung vor allem auf die genutzten Sinne.

Bevor nun die praktische Forschung dieser Arbeit dargestellt wird, werden in den nachfolgenden Kapiteln zunächst die Forschungsmethoden und der Forschungsrahmen definiert, welche die Forschung anleiten.

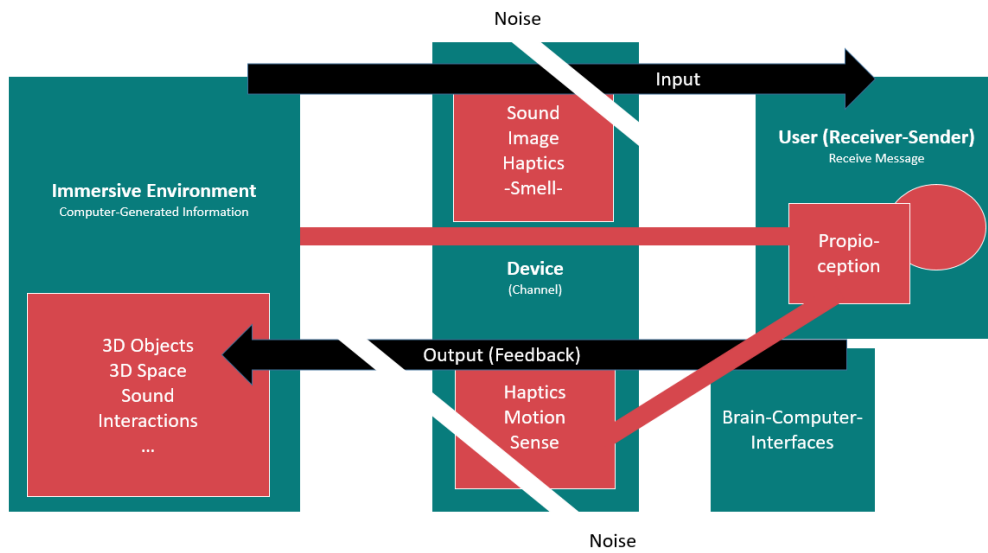


Abbildung 13: Das Immersive Environment – Human Interaction Model aus (Rubio-Tamayo et al., 2017)

3. Theoretisches Forschungsdesign dieser Arbeit

Dieses Kapitel stellt den methodischen Rahmen und die Werkzeuge, die in diesem Forschungsvorhaben zum Einsatz kommen, dar. Zunächst wird dabei der Ansatz der Design Science erläutert, welcher die gesamte Forschung methodisch strukturiert. Es wird die Grundidee beschrieben, das Konzept der Design Science Research dargelegt und abschließend eine formalisierte Methode erläutert. Ziel ist, das konkrete Forschungsdesign dieser Arbeit herzuleiten, vergleiche Abbildung 14. Aufbauend auf dem äußeren Design der Forschung werden darauf die Forschungsmethoden dieser Arbeit dargelegt.

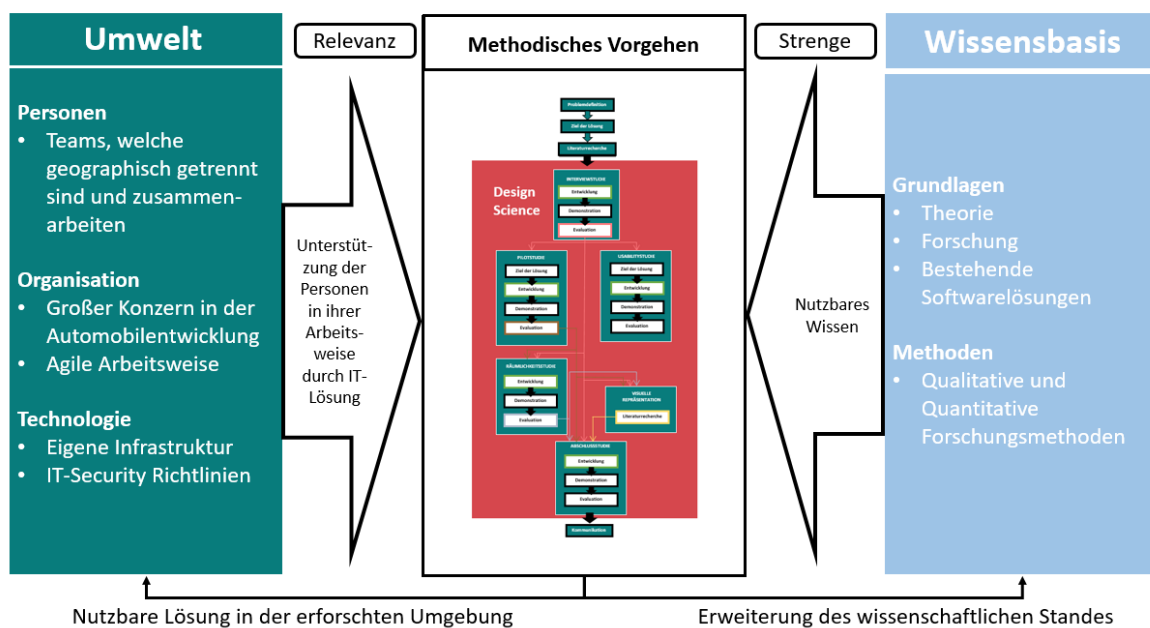


Abbildung 14: Konkretes Forschungsdesign dieser Arbeit auf Basis von (Hevner et al., 2004; Peffers et al., 2020; Simon, 2019)

3.1. Forschungsrahmen dieser Arbeit

Zunächst wird der Forschungsrahmen dieser Arbeit detailliert erläutert. Dazu wird zunächst die theoretische Grundlage der Design Science dargelegt und anschließend ein konkreter Forschungsansatz definiert.

3.1.1. Design Science

In seiner Arbeit „The Sciences of the Artificial“ zeigt (Simon, 2019) den Sinn und Zweck der „natürlichen Wissenschaften“, die z. B. von Newton geprägt wurden, auf und stellt im Kontrast zu

diesen einen alternativen Ansatz vor. Während der Ansatz der natürlichen Wissenschaften nach (Simon, 2019) durch ein Beobachten und Erklären der Objekte/ Phänomene sowie deren Eigenschaften und Verhalten aus/ in der realen Welt zusammengefasst werden kann, definiert er für seinen Ansatz eine künstliche/ vom Menschen gemachte Welt. Um diese künstliche Welt nach wissenschaftlichem Maßstab gestalten zu können, braucht es laut (Simon, 2019) eine neue Wissenschaft, die Wissenschaft des Designs („The Science of Design“). Hier geht es darum, sog. *Artefakte*, welche nicht Teil der Natur sind und einen sog. *Zweck* besitzen, zu entwickeln (=designen). Unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden kann laut (Simon, 2019) anschließend der Zweck jener Artefakte bewertet und verbessert werden.

Ferner definiert (Simon, 2019) eine sog. *Umwelt*, in der das Artefakt existiert. Der Autor trennt dabei die innere Umgebung, aus welcher das Artefakt an sich besteht, von der äußeren Umgebung, aus welcher die Umwelt besteht, in der das Artefakt existiert und agiert. Der natürlichen Wissenschaft folgend, können die innere und äußere Umgebung auch getrennt voneinander untersucht werden. Erst durch die Kopplung beider Teile über einen Zweck ergeben sich ein sog. *Interface* und der Ansatz der Design-Wissenschaft.

Alle drei Elemente, der Zweck, der Charakter und die Umwelt eines Artefaktes, müssen laut (Simon, 2019) in der Welt des Künstlichen immer zusammen betrachtet werden und ergeben ein System. Die Prinzipien und Eigenschaften der Artefakte beruhen laut (Simon, 2019) weiterhin auf natürlichen Gesetzen und bewegen sich letzten Endes auch in einer natürlichen Welt. Die Künstlichkeit manifestiert sich wiederum vielmehr in der Erschaffung dieser neuen Artefakte, mit dem Ziel, einen künstlichen Zweck zu stiften. Das Spannungsfeld der Erschaffung neuer Artefakte und der Optimierung eines Artefaktes, kann durch ein Testen verschiedener Alternativen mit der Quantifizierung und Qualifizierung des Zweckes bewerkstelligt werden, bspw. über Simulationen.

3.1.2. Design Science Research

(Hevner et al., 2004) haben auf Basis der Science of Design einen Forschungsrahmen für die konkrete Erforschung an IS definiert. (Hevner et al., 2004) beschreiben IS selbst als künstlich sowie sinnstiftend und ordnen das Entwickeln dieser Systeme deshalb zum einen in die Wissenschaft des Designs und zum anderen in die Verhaltensforschung ein.

Nach (Hevner et al., 2004) besteht das Framework zur Forschung an IS aus den Rahmenelementen der Umwelt (=Environment) und der Wissensbasis (=Knowledge Base), vergleiche auch Abbildung 15. Die Forschung hat demnach eine Relevanz (=Relevance) für die Umwelt und basiert gleichzeitig auf der Strenge (=Rigor) der Wissenschaft. Die Umwelt setzt sich aus den Personen, der Organisation und der Technologie zusammen, welche Anforderungen (=Business Needs) an die Forschung stellt.

Die Wissensbasis auf der anderen Seite besteht aus Fundamenten sowie Methoden und kann als anwendbares Wissen (=Applicable Knowledge) herangezogen werden. Zwischen den Anforderungen und dem anwendbaren Wissen findet der Prozess der Designforschung statt. So werden zunächst Artefakte entwickelt, diese anschließend bewertet und ggf. angepasst. Anschließend erfolgen ggf. ein erneutes Testen sowie eine erneute Optimierung. Dieser Prozess führt nach (Hevner et al., 2004) zu zwei Ergebnissen: Zum einen ergibt sich ein Mehrwert für die praktische Anwendung in der Umwelt der Forschung bspw. in Form einer einsetzbaren Software (=Application in the Appopriate Enviroment), die sich wiederum aus dem Artefakt bzw. aus dem Zweck des Artefaktes ergibt. Zum anderen wird ein Gewinn an Wissen für die Wissensbasis (=Additions to the Knowledge Base) erzielt. Der Prozess der Design Science Research bietet somit einen Mehrwert für die Wissenschaft und begründet die Existenz der Synthese aus der Forschung im praktischen Umfeld aus wissenschaftlicher Sicht.

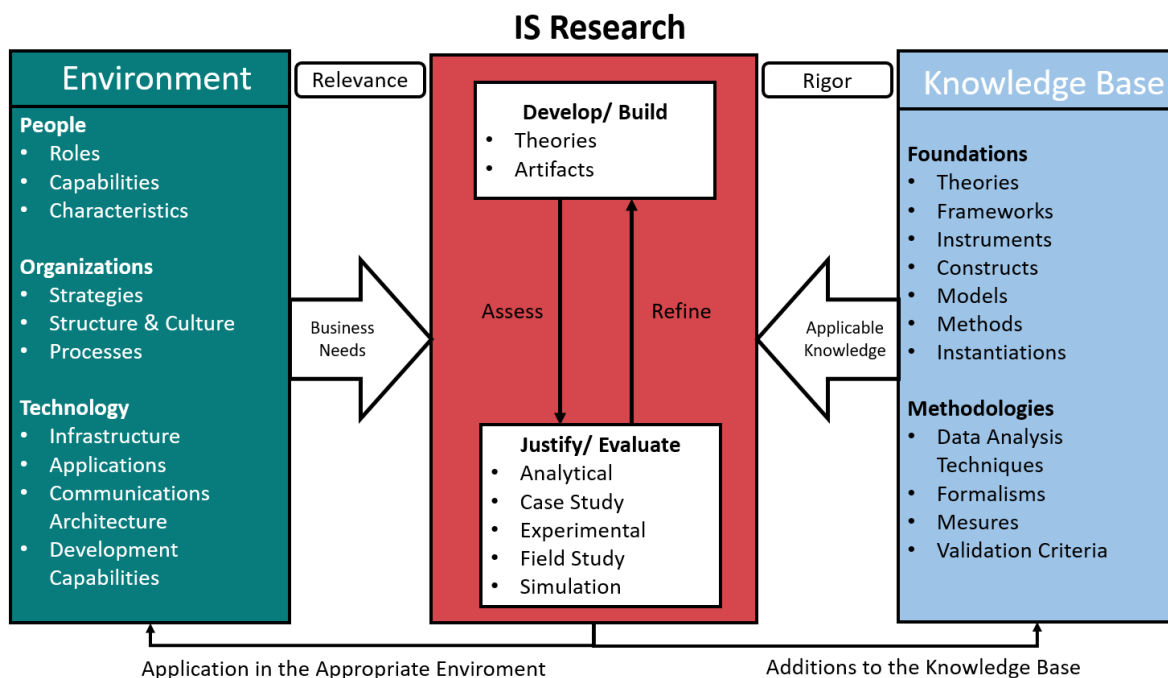


Abbildung 15: Forschungsframework für Informationssysteme aus (Hevner et al., 2004)

(Hevner et al., 2004) haben die Wahrung dieser Synthese u. a. in einer von sieben Richtlinien definiert. Alle Richtlinien können in ihrer übersetzten Definition aus (Hevner et al., 2004) Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Richtlinien zum Forschungsrahmen aus (Hevner et al., 2004)

Regel	Beschreibung
Design als Artefakt	Designwissenschaftliche Forschung muss ein brauchbares Artefakt in Form eines Konstrukts, eines Modells, einer Methode oder einer Instanziierung hervorbringen.
Problemrelevanz	Das Ziel der Design Science Research ist es, technologiebasierte Lösungen für wichtige und relevante Geschäftsprobleme zu entwickeln.
Designbewertung	Die Gebrauchsqualität und Wirksamkeit eines Designartefakts muss durch gut ausgeführte Bewertungsmethoden rigoros nachgewiesen werden.
Forschungsbeitrag	Effektive designwissenschaftliche Forschung muss klare und überprüfbare Beiträge in den Bereichen Designartefakte, Designgrundlagen und/oder Designmethoden liefern.
Strenge Forschung	Designwissenschaftliche Forschung muss klare und überprüfbare Beiträge in den Bereichen Designartefakte, Designgrundlagen und/oder Designmethoden liefern.
Design als Suchprozess	Die Suche nach einem effektiven Artefakt erfordert die Nutzung verfügbarer Mittel, um die gewünschten Ziele zu erreichen und gleichzeitig die Gesetze in der Problemumgebung zu erfüllen.
Kommunikation der Forschung	Designwissenschaftliche Forschung muss sowohl dem technologieorientierten als auch dem managementorientierten Publikum wirkungsvoll präsentiert werden.

Diese klar definierten Richtlinien sorgen u. a. dafür, dass die Design Science Forschung vor allem im Bereich der IS ein anerkannteres Forschungsparadigma ist (Baskerville et al., 2018; W. Kuechler & Vaishnavi, 2008; Lukyanenko & Parsons, 2013).

3.1.3. Formalisierte Design Science Research Methode

(Dresch et al., 2015) zeigen auf, dass es eine Vielzahl formalisierter Methoden zur Operationalisierung der Design Science gibt. Die Autoren zählen zehn Varianten aus den Jahren 1980 bis 2011 auf. Die aufgezeigten Methoden wurden dabei in verschiedenen Forschungsbereichen (CAD-Systeme, Ingenieurwissenschaften, IS, Management) entwickelt und eingesetzt. Beim Vergleich fällt auf, dass alle Methoden einem einheitlichen Rahmen mit den folgenden Grundschritten folgen:

Problemidentifikation → Designvorschlag → Entwicklung → Testung → Zusammenfassung

Je nach Forschungsbereich ergeben sich besondere Abstufungen und differenzierte Details im Ablauf dieser Grundschritte.

Für die Forschung an IS eignet sich sowohl die Methode nach (B. Kuechler & Vaishnavi, 2008), welche wiederum auf der Definition von (Takeda et al., 1990) beruht und sich selbst in den IS verortet, wie auch die Methode nach (Peffer et al., 2020). Die Methoden ähneln sich mit sechs Prozessschritten bei (Peffer et al., 2020) bzw. fünf Prozessschritten sowie dem Wissensfluss bei (B. Kuechler & Vaishnavi, 2008). Für diese Arbeit ist vor allem die Methode nach (Peffer et al., 2020) von Bedeutung. Die Begründung liefern dabei nicht (Peffer et al., 2020), sondern (B. Kuechler &

Vaishnavi, 2008) mit der eigenen Differenzierung ihrer Methode zu (Peppers et al., 2020). Laut (B. Kuechler & Vaishnavi, 2008) ist bei (Peppers et al., 2020) ein fester Bestandteil des ersten Prozessschrittes, die ausgewählte Literatur zu synthetisieren. Obwohl beide Methoden die Verknüpfung zur Wissensbildung (=„Knowledge Contribution“) (B. Kuechler & Vaishnavi, 2008) und „Communication“ (Peppers et al., 2020) als Output der Forschung fest integriert haben, beruht das Vorgehen nach (Peppers et al., 2020) in besonderer Weise auf der bewussten Nutzung der Wissenschaft als Ausgangslage und wird somit dem wissenschaftlichen Anspruch dieser Arbeit besonders gerecht. Das Ablaufdiagramm nach (Peppers et al., 2020) ist Abbildung 16 zu entnehmen.

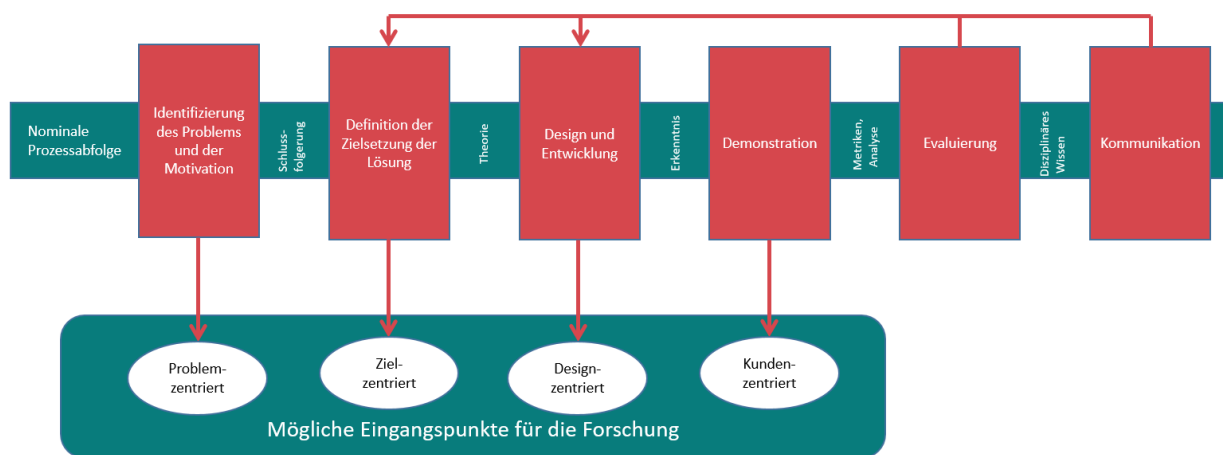


Abbildung 16: Die formalisierte Design Science Forschung nach (Peppers et al., 2020)

Der nominale Prozess besteht laut (Peppers et al., 2020) aus sechs einzelnen Schritten, welche sequenziell ablaufen. Der Einstiegspunkt in diese vordefinierte Abfolge kann frei gewählt werden, er manifestiert sich aus der Motivation des Forschers. Die Abfolge kann zudem durch mehrere Iterationen in einem Kreislauf ablaufen, wobei die Erkenntnis aus einem Prozessschritt die Motivation zur Wiederholung eines vorherigen Schrittes bildet.

3.2. Forschungsmethoden dieser Arbeit

Nachdem im vorangegangenen Kapitel der methodische Forschungsrahmen der Arbeit hergeleitet wurde, werden in diesem Kapitel die angewendeten Forschungsmethoden dargelegt. Dem Forschungsansatz nach (Hevner et al., 2004) und (Peppers et al., 2020) folgend, stellt sich die Frage, wie der Erkenntnisgewinn bei der Demonstration und Evaluierung methodisch bewerkstelligt und wie die Herleitung des Problems sowie des Zweckes der Lösung auf Basis des Wissenstandes vollzogen werden kann. Dazu werden im Folgenden die genutzten Forschungsmethoden erläutert.

3.2.1. Literaturrecherche

Um die Identifikation des Problems für diese Forschung von Seiten der Wissenschaft zu liefern, wird eine detaillierte Literaturrecherche zu Beginn der Forschung durchgeführt, vergleiche Kapitel 4. Des Weiteren werden im Rahmen dieser Arbeit einzelne, kleinere Literaturrecherchen zur Erstellung der jeweiligen Iterationsschritte/ Studien angefertigt.

Ein oft zitiertes Standardwerk zu Literaturrecherchen innerhalb der IS (9263 Zitationen, Stand 12.01.2022 bei (Google, 2022a)) ist jenes von (Webster & Watson, 2002). Dieses greift die Schwierigkeit der Literaturrecherche innerhalb eines Forschungsprojektes der IS auf. Laut (Webster & Watson, 2002) liegt die Komplexität des zumeist interdisziplinären Forschungsbereiches darin begründet, dass Theorien und Grundlagen aus verschiedenen Bereichen aufgegriffen werden müssen. Dies wiederum ist einer der zentralen Punkte, welcher die Literaturrecherche im Rahmen der IS von jenen in klassischen Forschungsarbeiten unterscheidet, so die Autoren. Versucht die Literaturrecherche in klassischen Forschungsgebieten den Forschungsgegenstand in allen Details zu erfassen, wird bei einer Literaturrecherche im Bereich der IS auch der Blick auf angrenzende Forschungsgebiete geworfen (Webster & Watson, 2002). Dies erschwert zum einen die Auswahl der Forschungsgebiete, welche berücksichtigt werden müssen. Zum anderen erfordert dies eine klare Definition des Rahmens der Literaturrecherche durch den Forscher. (Webster & Watson, 2002) haben deshalb ein achtstufiges, methodisches Vorgehen formalisiert.

Aufbauend auf diesem haben (Levy & J. Ellis, 2006) eine weiterführende Methodik zur Literaturrecherche entwickelt, welche sich an den drei Hauptpunkten orientiert: Input, Processing und Output. Nachfolgend wird der methodische Ablauf, welcher in dieser Arbeit verwendet wird und auf den Arbeiten von (Webster & Watson, 2002) sowie (Levy & J. Ellis, 2006) beruht, dargelegt.

Motivation und Sinn der Recherche definieren

Zu Beginn der Literaturrecherche ist es laut (Webster & Watson, 2002) elementar, die Begründung für die Literaturrecherche zu formulieren. Dabei ist es wichtig, den Stand der Technik und die Erkenntnislücke aufzuzeigen. Es muss laut den Autoren definiert werden, was der Mehrwert der geleisteten Recherche ist.

Umfang und Kontext der Recherche definieren

Da die Forschung in Rahmen der IS laut (Webster & Watson, 2002) ein interdisziplinäres Forschungsgebiet ist, besteht ferner die Notwendigkeit, eine klare Abgrenzung zu formulieren. Es

muss die Frage gestellt werden, in welchem Kontext sich die Recherche bewegt und welchen Kontext die Recherche bewusst ausschließt.

Identifikation der richtigen Informationspools

Ist ein Rahmen gesetzt und eine Motivation geliefert, sind laut (Levy & J. Ellis, 2006) die Quellen zu definieren. Dabei ist die durch den Peer-Review abgesicherte Wissenssammlung in Form von Konferenz- sowie Journalbeiträgen und deren Datenbanken eine der fundiertesten Quellen, auf die zunächst zurückgegriffen werden sollte. Die Literatur aus anderen Quellen wird dabei nicht ausgeschlossen, vielmehr muss diese jedoch kritischer betrachtet werden.

Initiale Suche mit Schlagworten

Mit Schlagworten kann laut (Webster & Watson, 2002) nun eine initiale Suche nach geeigneter Literatur in den identifizierten Informationspools angefertigt werden. Da die Auswahl jener Schlagworte nach (Levy & J. Ellis, 2006) meist subjektiv, auf einen Forschungsbereich beschränkt oder durch eine aktuelle Strömung beeinflusst sein kann, stellt dies eine initiale Suche dar, welche im nächsten Schritt erweitert werden muss.

Rückwärtssuche anhand der Zitate

Sind initiale Quellen gefunden, sollten diese laut (Webster & Watson, 2002) sowie (Levy & J. Ellis, 2006) in einer Rückwärtssuche, d.h. in die Vergangenheit gerichtet, weiter betrachtet werden. Dabei werden wiederum die Quellen der als hilfreich identifizierten Texte gesichtet. Dem Rechercheur erschließt sich dadurch ein tieferes Verständnis über Konstrukte und Theorien. Erweitert werden kann diese Auswahl durch eine neue Schlagwortsuche, die sich aus den zusätzlichen Quellen ergeben.

Vorwärtssuche anhand der bisherigen Auswahl

Neben der in die Vergangenheit gerichtete Rückwärtssuche ist laut (Levy & J. Ellis, 2006) auch die in die Zukunft gerichtete Vorwärtssuche wichtig. So sollten in einem weiteren Schritt die Quellen herangezogen werden, welche die bereits gefundenen Artikel zitieren. Dadurch ergibt sich das Bild, wie sich die Wissensbasis weiterentwickelt hat.

Ende der Suche

Der Zeitpunkt, wann eine Literaturrecherche beendet ist, ist laut (Levy & J. Ellis, 2006) schwer zu bestimmen, da sich auch das Forschungsgebiet parallel weiterentwickelt. Für diese Arbeit soll die Definition nach (Webster & Watson, 2002) herangezogen werden, nach welcher die Recherche

beendet werden kann, wenn durch den Autor keine neuen Konzepte in der Literatur, basierend auf dem vorher definierten Umfang, gefunden werden können.

Entwicklung einer Konzeptmatrix

Im nächsten Schritt muss laut (Webster & Watson, 2002) die gefundene Literatur in einer Konzeptmatrix kategorisiert werden. Jede Quelle ist einem Konzept zuzuordnen, welches laut (Levy & J. Ellis, 2006) die Abstraktion durch eine Generalisierung von Partikeln ist.

Literatur synthetisieren

In einem weiteren Schritt muss die kategorisierte Literatur verarbeitet werden. Laut (Levy & J. Ellis, 2006) umfasst diese u. a. das Verbinden, das Integrieren, das Anpassen, das Arrangieren sowie das Generalisieren. Dabei geht es vor allem darum, die einzelnen Literaturbeiträge zu einem großen Ganzen zusammenzuführen. Methodisch kann dazu die Konzeptmatrix verwendet und um Zitate erweitert werden.

Theorie entwickeln

Ausgehend von der synthetisierten Literaturanalyse ist es laut (Webster & Watson, 2002) wichtig, eine Wissenslücke aufzudecken und die Wissenschaftsgemeinde zu motivieren, jene Lücke durch Forschung schließen zu wollen. Dabei können bestehende Theorien erweitert oder neue Theorien entwickelt werden. Dieser Schritt ist einer der wichtigsten Arbeitspunkte der Literaturrecherche, aber auch einer der Kompliziertesten.

3.2.2. Mixed Methods

Lange Zeit sind die Erkenntnismethoden der Wissenschaft vereinfacht in die nur schwer zu vereinbarenden Bereiche des Konstruktivismus und Positivismus geteilt worden (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Dabei wird auf der einen Seite fest auf die Aussagekraft der Empirie (Positivismus) gesetzt und auf der anderen Seite die kontextabhängige Realität (Konstruktivismus) betrachtet (Bortz & Döring, 2006). Zu diesen beiden Bereichen hat sich ein drittes Forschungsparadigma eingereiht, jenes der Mixed Methods (Johnson et al., 2007). Dieser Ansatz versucht nicht, eine bestehende Methode zu ersetzen, vielmehr werden die Stärken beider Methoden vereint (Johnson & Onwuegbuzie, 2004).

Beide Bereiche werden im Rahmen der Mixed Methods vereint bzw. sequenziell durchlaufen, um eine Forschungsfrage zu beantworten (Venkatesh et al., 2013). Aus der unterschiedlichen Gestaltung der Abfolge ergeben sich nach (Creswell & Plano Clark, 2018) vier Mixed Methods Ansätze: 1. Triangulation 2. Eingebettetes Design 3. Erläuterndes Design 4. Exploratives Design. Werden

qualitative und quantitative Daten gleichzeitig (in einem Versuchsaufbau) und gleichwertig erhoben, gleichzeitig ausgewertet und gemeinsam zusammengeführt sowie interpretiert, kann nach (Creswell & Plano Clark, 2018) von der Triangulation gesprochen werden. Ziel ist, die Erkenntnisse der quantitativen Ergebnisse mit den qualitativen Ergebnissen zu vergleichen, sodass sie sich gegenseitig unterstützen bzw. erklären. Im Gegensatz dazu spricht man laut den Autoren von einem eingebetteten Design, wenn der zeitliche Ablauf gleich ist, es jedoch eine primäre Datenquelle gibt und die zweite Datenquelle nur zusätzlich und untergeordnet herangezogen wird. Die zwei verbleibenden Typen der Mixed Methods-Methoden zeichnen sich durch eine sequenzielle Abfolge der qualitativen sowie quantitativen Teile aus. (Creswell & Plano Clark, 2018) definieren die zunächst quantitative Datenerhebung, Analyse und Zusammenfassung mit einer darauffolgenden qualitativen Erhebung sowie Analyse und Zusammenfassung als erläuterndes Design. Schließt sich der quantitative Teil an den qualitativen Teil an, liegt laut den Autoren ein exploratives Design vor. Beim erläuternden Design dient der qualitative Strang dazu, die quantitative Beobachtung durch die qualitative Betrachtung anhand einer Theorie zu erklären. Das explorative Design versucht dagegen, zunächst ein Phänomen zu verstehen und Variablen zu identifizieren oder ein Messinstrument zu entwickeln, welche im quantitativen Teil gemessen werden bzw. welches zum Einsatz kommt (Creswell & Plano Clark, 2018).

Je nach Forschungsvorhaben kann einer dieser vier Ansätze gewählt werden, um den Erkenntnisgewinn zu gestalten. (Venkatesh et al., 2013) zeigen den Mehrwert und die Verbreitung eines Mixed Methods-Ansatzes für Forschung im Bereich der IS auf und begründen die erfolgreiche Verbreitung.

3.2.3. Qualitative Methoden

In diesem Kapitel werden die Grundlagen der qualitativen Forschung näher beschrieben sowie konkrete Methoden, welche im Rahmen dieser Arbeit Anwendung finden, vorgestellt.

Qualitative Methoden werden oft als induktive Verfahren beschrieben (Bortz & Döring, 2006). Der Induktionsschluss ist dabei der Erkenntnisgewinn über die Allgemeinheit aus dem Besonderen, also vom Einzelnen zum Ganzen. Die qualitativen Methoden finden zumeist Anwendung in den Sozial- und Humanwissenschaften, weshalb nachfolgend Literatur dieser Fachbereiche herangezogen wird. U. a. (A. S. Lee & Liebenau, 1997) zeigen jedoch, dass qualitative Methoden auch in der Wissenschaft zu IS stark manifestiert sind.

Qualitative Erhebungsmethoden

Zwei wichtige Kategorien qualitativer Rohdaten sind: Visuelle Daten in Form von Bild sowie Video und verbale Daten in Form von Sprache sowie Text. (Hussy et al., 2013) folgend, werden beide Datentypen für die weitere Beschreibung getrennt betrachtet.

Verbale Daten können nach (Döring and Bortz 2016) u. a. über Interviews erhoben werden. Die Vorstrukturierung des Interviews und die Anzahl der gleichzeitig befragten Probanden definiert die Interviewform. Für diese Arbeit sind zwei Interviewformen wichtig: Halbstrukturierte (Experten-)Interviews und teilstrukturierte Gruppeninterviews. Halbstrukturierte Interviews basieren in der Regel auf einem Leitfaden. Der Versuchsleiter darf sich während der Erhebung im Gegensatz zum vollstrukturierten Interview vom vordefinierten Ablauf lösen und z. B. weiterführende Fragen oder Detailfragen aufgrund von getätigten Antworten des Probanden stellen. Es existieren verschiedene Befragungsformen. (Döring & Bortz, 2016) definieren das problemzentrierte Interview und das fokussierte Interview. Gemein ist beiden Formen, dass der Proband durch definierte Fragen auf den Gegenstand des Interesses geleitet wird. Dies kann z. B. das Problem im eigenen Erleben/ Umfeld darstellen oder die Reaktion auf ein fokussiertes Objekt sein (Döring & Bortz, 2016). Das Ergebnis ist der subjektive Eindruck/ die subjektiven Äußerungen in Bezug auf den Untersuchungsgegenstand. Die Wahl der Probanden ist mit dem Gegenstand der Forschung verbunden. Werden fachliche Experten eines Themas interviewt, spricht man auch von einem Experteninterview (Bogner et al., 2002). Wer dabei als Experte gilt, ist durch den Versuchsleiter zu entscheiden und deshalb auch vor Beginn der Erhebung explizit zu definieren (Döring & Bortz, 2016).

Gruppeninterviews stellen eine weitere Erhebungsmethode dar. (Bortz & Döring, 2006) begründen die Wahl bspw. mit ökonomischen Argumenten. (Hussy et al., 2013) beschreiben ferner, dass bei Gruppeninterviews eher die kollektive Meinung im Zentrum steht und nicht die individuelle Meinung. Bei der Befragung werden mehrere Personen zugleich durch den Versuchsleiter interviewt, wodurch diese die Aussagen der anderen Personen mitbekommen und ggf. weitere Anmerkungen ergänzen können (Bortz & Döring, 2006). Analog zu den Einzelinterviews kann auch hier der Grad der Strukturierung nach Bedarf ausgestaltet werden.

Die Dokumentation der Interviews erfolgt laut (Bortz & Döring, 2006) in der Regel durch das Aufzeichnen der Interviews auf Tonband/ in einer Audiodatei. Anschließend wird das erhobene Material transkribiert und so in eine Textform überführt. Dabei ist die wortwörtliche Transkription ein elementarer Punkt des Prozesses, vergleiche (MacLean et al., 2004).

Werden Probanden nicht interviewt, sondern während einer Handlung beobachtet, wird eine Beobachtungsstudie durchgeführt. Kern der Betrachtung ist hier nicht die Innenwelt der Probanden, welche in Interviews durch Fragen erörtert wird, sondern die Außenwelt, in Form des Verhaltens

(Hussy et al., 2013). Die Beobachtung kann in verschiedenen Situationen stattfinden: Im Feld, im Einzelfall, im Rollenspiel oder weitere (Bortz & Döring, 2006). Für diese Arbeit ist die Beobachtung im Feld und im Rollenspiel wichtig. Unterscheiden lassen sich die beiden Fälle selbsterklärend durch die Natürlichkeit bzw. Künstlichkeit der Beobachtungssituation. In beiden Fällen wird die Gruppe und nicht die Einzelperson betrachtet. (Döring & Bortz, 2016) kategorisieren eine Beobachtung ferner nach folgenden Kriterien:

- Strukturierungsgrad: Gibt es Beobachtungsrichtlinien, die quantitativ erhoben werden können oder wird frei und dem Grundsatz der Induktion folgend aus dem Fall heraus beobachtet?
- Gegenstand der Beobachtung: Wird der Forscher selbst oder jemand Drittes beobachtet?
- Direktheit der Beobachtung: Steht der Beobachter im direkten Kontakt zur Beobachtung oder wird etwas beobachtet, das vorher unabhängig vom Beobachter erfasst wurde, z. B. Fernsehaufnahmen?
- Ort der Beobachtung: Wo wird beobachtet (z. B. Feld, Labor, Online)?
- Involvierung des Beobachters: Interagiert der Beobachter während der Beobachtung mit dem Probanden?
- Transparenz: Weiß der Beobachtete von der Beobachtung?

Die Beobachtung wird zumeist auf Video dokumentiert (Döring & Bortz, 2016). Analog zur Transkription ergibt sich bei einer Beobachtung ein Beobachtungsprotokoll (Hussy et al., 2013). Das Beobachtungsprotokoll ist individuell und muss für jeden Beobachtungsgegenstand spezifisch aufgebaut werden. Zum einen ist der informative Fluss aus einer Beobachtung sehr groß, was schnell zur Überforderung des Beobachtenden führt (Döring & Bortz, 2016). Zum anderen ist es abhängig vom Beobachtungsgegenstand, welche Informationen (visuell und/oder auditiv) in einem solchen Protokoll vermerkt und welche bewusst übergangen werden können. Vor der Beobachtung ist es deshalb wichtig, die Aspekte für ein Beobachtungsprotokoll zu definieren, die anschließend während der Beobachtung erfasst werden sollen (Bortz & Döring, 2006). Angelehnt an die qualitative Inhaltsanalyse, werden anhand einer Hypothese oder der initialen Beobachtung Kategorien gebildet, welche qualitativ erfasst werden. (Boer & Reh, 2012) schlagen ferner vor, sich während der ersten Beobachtung Notizen zu machen und diese anschließend bei einer Auswertung unter einer erneuten Beobachtung durch das Beobachtungsmaterial zu beschreiben.

Mit dem Interactio-Gram präsentiert (Atteslander, 1954) eine spezielle Methode zur Beobachtung von Interaktionen und Aktivitäten. Dabei werden Handlungen/ Interaktionen definiert und zeitlich für

jede Person während der Beobachtung erfasst. Es lassen sich so Beobachtungen qualitativ miteinander vergleichen.

Qualitative Analyseverfahren

Wurden qualitative Daten erhoben und in eine analysierbare Form übertragen (z. B. Transkription, Beobachtungsprotokoll) müssen diese Daten im nächsten Schritt ausgewertet werden. Dem Kern der Induktion folgend, geht die qualitative Datenanalyse meist explorativ vor (Döring & Bortz, 2016). Vor allem im deutschsprachigen Raum ist die qualitative Inhaltsanalyse nach (Mayring, 2015) verbreitet (Buber & Holzmüller, 2009). Ziel der qualitativen Inhaltsanalyse ist, „(...) vor allem manifestierte Inhalte durch Kategoriebildung herauszuarbeiten.“ (Döring & Bortz, 2016).

(Kuckartz & Rädiker, 2022) hat aufbauend auf der Methode von (Mayring, 2015) die inhaltlich strukturierende Inhaltsanalyse methodisiert. Die Analysearbeit findet nah am Text statt und beruht auf einem offenen Vorgehen, welches in der Regel vorher keine Hypothesen formuliert (Kuckartz & Rädiker, 2022). Der methodische Ablauf kann in zwei Teile aufgeteilt werden: Die Bildung des Kategoriensystems und die Analyse der Kategorien. Die Bildung des Kategoriensystems ist in Abbildung 17 oben dargestellt.

Auffällig ist die Visualisierung als Kreislauf. So gibt es zwar einen sequenziellen Ablauf, jedoch können und sollten Schritte der Analyse wiederholt werden. Grundbaustein der Analysemethode ist das Kategorisieren der zu Grunde liegenden Texte. (Kuckartz & Rädiker, 2022) unterscheidet zwischen der kategoriebasierten Auswertung, bei der die Summe aller Interviews zusammen kategorisiert wird, und der fallbasierten Auswertung, bei der die Untersuchung nur innerhalb eines Interviews/ Falls stattfindet. In dieser Arbeit ist die kategoriebasierte Auswertung von Bedeutung. Ist das Material kategorisiert, folgt der zweite Schritt der Auswertung: Die Analyse der Kategorien. Der Ablauf kann ebenfalls in Abbildung 17 unten betrachtet werden.

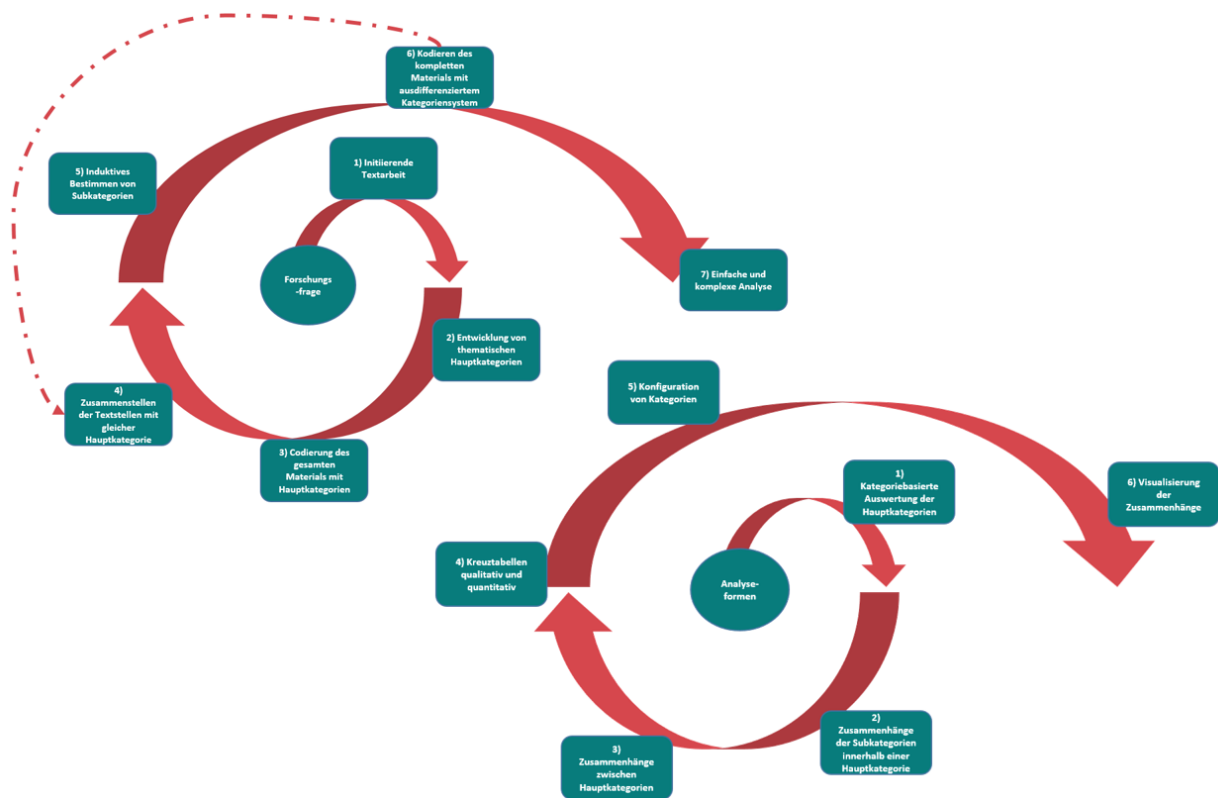


Abbildung 17: Inhaltlich strukturierende Inhaltsanalyse nach (Kuckartz & Rädiker, 2022) in zwei Teilen

3.2.4. Quantitative Methoden

Nachdem im vorherigen Kapitel die qualitativen Methoden beschrieben wurden, richtet sich der Fokus nun auf die quantitativen Methoden. Bei diesen stellt sich zumeist die Frage: Wie kann ein Merkmal quantifiziert und gemessen werden (Döring & Bortz, 2016)? Der quantitative Erkenntnisgewinn ist ein deduktiver Vorgang mit dem Schluss vom Allgemeinen auf das Besondere. Dazu wird ein Sachverhalt zunächst in eine Hypothese, welche den kausalen oder nicht-kausalen Zusammenhang mehrerer Variablen beschreibt, überführt. Anschließend wird anhand einer statistischen Betrachtung der Variablen bewertet, ob die Hypothese zutrifft und der Sachverhalt erklärbar ist (Bortz & Döring, 2006; Döring & Bortz, 2016). Der Prozess der Überführung eines Sachverhaltes in Variablen wird als Operationalisierung bezeichnet (Hussy et al., 2013). Durch Hintergrundwissen kann eine Variable eindeutig auf den Sachverhalt zurückgeführt werden.

Quantitative Erhebungsmethoden

Quantitative Daten können absolut oder vergleichend erhoben werden. In beiden Fällen können die Variablen, die von Interesse sind über eine Messung/ Befragung erhoben werden (Hussy et al., 2013). Geht es vor allem um einen Vergleich von Variablen, kann statt einer Befragung auch ein Experiment

durchgeführt werden (Bortz & Döring, 2006). Dabei werden zwei oder mehr vergleichbare Gruppen gebildet, die im Verlauf des Experimentes unterschiedlichen Messbedingungen ausgesetzt werden. Im Anschluss an das Experiment wird die Auswirkung der veränderten Variable (unabhängige Variable) in Form der unterschiedlichen Konfigurationen auf die während oder nach dem Experiment erhobenen Variablen (abhängige Variablen) untersucht. Für diese Arbeit ist vor allem das Experiment als quantitative Methode von Bedeutung.

Neben abhängigen und unabhängigen Variablen ist die Störvariable in der quantitativen Forschung relevant. Diese beschreibt den Einfluss von Faktoren, welche durch das Experiment nicht explizit ausgeschlossen werden können. Vor allem in einem Laborexperiment lassen sich möglichst viele Störvariablen durch den experimentellen Aufbau ausschließen (Hussy et al., 2013). Für ein Laborexperiment muss eine Randomisierung der Gruppen vollzogen werden (Bortz & Döring, 2006). Ist dies nicht der Fall wird von einem Quasiexperiment gesprochen. Bezogen auf das Feld ergibt sich eine ähnliche Kategorisierung, wobei bei einem randomisierten Versuch im Feld von einem Feldexperiment und bei einem unrandomisierten Versuch von einer Feldstudie gesprochen wird. Bezogen auf die Gütekriterien Validität, Objektivität und Reliabilität ergibt sich folgende Rangfolge (abnehmende Sortierung): Experiment, Quasiexperiment, Feldexperiment, Feldstudie (Hussy et al., 2013). Je nach ökonomischen Aufwand, praktischer Durchführbarkeit oder Fragestellung muss in Abhängigkeit der Güte eine Versuchsform gewählt werden.

Die Erfassung von Messwerten kann trivial sein. Im Falle von numerischen Messwerten, wie der Temperatur, kann dies durch die Messung von Zahlenwerten geschehen. Sollen ferner Werte wie z. B. die Meinung erfasst werden, kann nicht direkt auf einen numerischen Messwert zurückgegriffen werden. Es müssen Variablen definiert oder operationalisiert werden, welche die Messbarkeit erlauben (Döring & Bortz, 2016). Ein Mittel um dies zu erreichen, sind quantitative Fragebögen. Mittels Einzelitems oder Skalen, welche sich aus mehreren Einzelitems zusammensetzen, kann eine Variable durch Fragen erörtert werden. Dabei sollten sowohl für die Definition des Items, ggf. für die Definition der Skalen, als auch für die Definition der Frage nach Möglichkeit Referenzliteratur und validierte Fragebögen herangezogen werden (Döring & Bortz, 2016).

Quantitative Analyseverfahren

Quantitative Daten können mittels deskriptiver oder inferenzstatistischer Methoden ausgewertet werden (Hussy et al., 2013). Bei den deskriptiven Methoden werden die Variablen nur innerhalb einer Stichprobe untersucht und dienen meist dazu, einen Überblick über die Messung zu schaffen und bspw. Häufigkeitsverteilungen darzustellen (Bortz & Döring, 2006). Dabei unterteilt sich die deskriptive Statistik nochmals zum einen in die univariante deskriptive Statistik, welche einzelne

Variablen für sich betrachtet sowie die statistische Ausprägung über die gesamte Stichprobe durch z. B. den Median beschreibt, und zum anderen in die multivariante deskriptive Statistik, welche innerhalb einer Stichprobe mehrere Variablen miteinander durch z. B. eine Korrelation vergleicht (Hussy et al., 2013).

Zusätzlich kann das Maß der Effektgröße einen Aufschluss über die praktische Bedeutsamkeit der Stichprobenergebnisse geben. Über die Effektgröße – z. B. Cohens d – kann bspw. die praktische Bedeutsamkeit der Variierung einer unabhängigen Variable auf die abhängige Variable bewertet werden (J. Cohen, 2013). (J. Cohen, 2013) definiert für die Effektgröße die folgenden Abgrenzungen: kleiner Effekt ($d = 0,2$), mittlerer Effekt ($d = 0,5$) und großer Effekt ($d = 0,8$).

Soll das Ergebnis aus einer Stichprobe auf die Grundgesamtheit bezogen werden, muss auf die Inferenzstatistik zurückgegriffen werden. Es existieren zahlreiche Tests wie bspw. Signifikanztests, die Rückschlüsse von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit statistisch ermitteln lassen (Hussy et al., 2013).

3.2.5. Methoden der nutzerorientierten Gestaltung

In diesem Kapitel werden ausgewählte Methoden der nutzerorientierten Gestaltung dargelegt, die im weiteren Verlauf der Arbeit zum Einsatz kommen. Dazu wird zunächst der Begriff der Benutzerfreundlichkeit definiert.

Evaluation der Benutzerfreundlichkeit

Als Messgröße für die Eignung einer Funktion kann die Benutzerfreundlichkeit genutzt werden. Diese aus dem Englischen abgeleitete Beschreibung von Usability beruht auf der DIN EN ISO 9241-11 (DIN e.V., 2018) und beschreibt die Gebrauchstauglichkeit „(...) von Systemen, Produkten und Dienstleistungen (...) (durch) Benutzer zur effektiven, effizienten und zufriedenstellenden Erreichung ihrer Ziele unter Berücksichtigung des jeweiligen Nutzungskontextes.“. In dieser Arbeit werden die Begriffe Benutzerfreundlichkeit, Usability und Gebrauchstauglichkeit synonym verwendet. Insbesondere in Bezug auf die AR-Technologie stellt die Evaluation der Usability eine besondere Herausforderung dar (J. L. Derby & Chaparro, 2021). So zeigen u. a. (Shin et al., 2019), dass allein die Größe des Raums, in welchem die Technologie verwendet wird, einen Einfluss auf die bewertete Benutzerfreundlichkeit einer AR-Anwendung hat. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Bewertung der Benutzerfreundlichkeit in einem realen Szenario zu evaluieren, um alle Einflussgrößen abzubilden.

Grundsätzlich ist es zunächst wichtig zu definieren, wie die Benutzerfreundlichkeit eines Systems, Produktes oder einer Dienstleistung gemessen werden kann. Die DIN EN ISO 9241-11 (DIN e.V.,

2018) bietet erste Messgrößen, welche das Ergebnis einer guten Benutzerfreundlichkeit sind: Effektivität, Effizienz, Zufriedenstellung und z. B. User Experience, vergleiche hierzu Abbildung 18. Zur Messung der von einem Nutzer subjektiv wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit haben sich in der Wissenschaft standardisierte Fragebögen etabliert (Thielsch & Salaschek, 2018). Zu den Bekanntesten zählen der Usability Metric for User Experience (UMUX) mit einem Cronbach's $\alpha = 0,94$ (Finstad, 2010) und der System Usability Score (SUS) mit einem Cronbach's $\alpha = 0,91$ (Bangor et al., 2008). Beim UMUX und SUS wird dabei ein repräsentativer Gesamtwert der Usability gebildet, welcher den Vergleich mit anderen Evaluationen ermöglicht. Die Fragebögen unterscheiden sich in ihrem Umfang (SUS: 10 Fragen; UMUX: 4 Fragen). Da der UMUX-Fragebogen sowohl mit einem höheren Cronbach's α als auch mit einer geringeren Anzahl an Fragen überzeugt, wird er für diese Arbeit herangezogen.

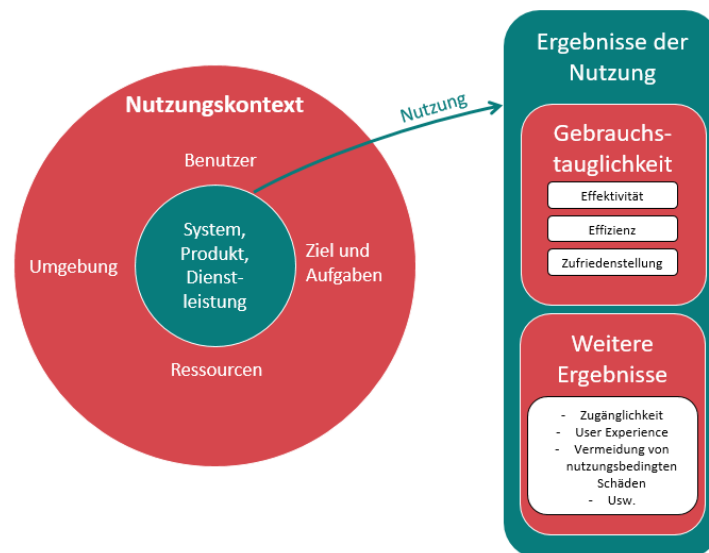


Abbildung 18: Ergebnisse einer Gebrauchstauglichkeit nach (DIN e.V., 2018)

Für die qualitative Evaluation der Gebrauchstauglichkeit hat sich die Methode des Thinking Aloud etabliert (Boren & Ramey, 2000). Bei dieser Methode werden die Probanden animiert, ihre Gedankengänge während der Benutzung zu verbalisieren und Vorgänge zu kommentieren. Dadurch ist es dem Versuchsleiter möglich, nachzuvollziehen, warum ein Proband gewisse Abläufe vollzogen hat. Zudem kann er im Nachgang Rückschlüsse auf die Gründe der Fragebogenbewertung ziehen. Die verbalen Aussagen werden während der Studie auf Video oder Tonband aufgezeichnet und anschließend mit qualitativen Methoden analysiert.

Die Kano-Methode

Im Bereich der Kundenforschung hat sich die Kano-Methode als quantitative Forschungsmethode etabliert und konnte durch u. a. (Hölzing, 2008) validiert werden. Sie beruht auf der „Theory of Attractive Quality“ von (Kano et al., 1996), welche die Erfüllung von Anforderungen in Bezug auf die Kundenzufriedenheit evaluiert und erlaubt ferner die Bewertung von Anforderungen. Dabei werden im Kano-Modell Anforderungen in die drei Kategorien Basis-, Leistungs-, Begeisterungsanforderungen eingeteilt. Diese drei Anforderungskategorien führen je nach Erfüllungsgrad bzw. erwarteter Erfüllung zu unterschiedlichen Zufriedenheiten, vergleiche Abbildung 19.

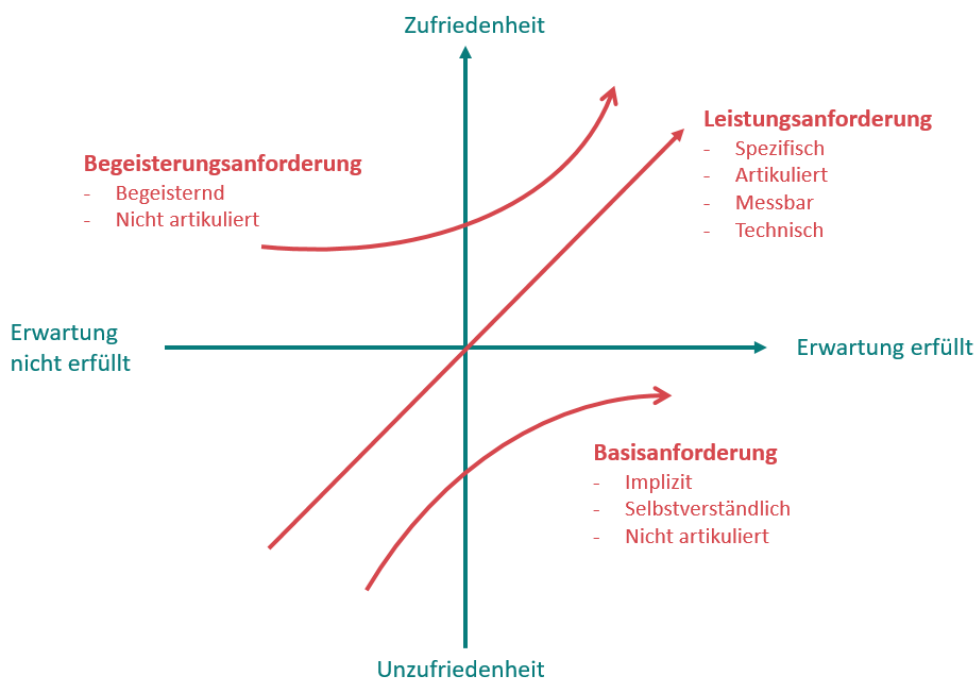


Abbildung 19: Kano-Modell nach (Kano et al., 1996)

Basierend auf dem Kano-Modell entwickelte (Kano et al., 1996) eine Methode, welche es erlaubt, Funktionen durch einen Fragebogen in eine durch das Kano-Modell definierte Anforderungskategorie zu kategorisieren. Dabei wird eine Funktion zum einen über eine funktionale Frage – also die Bewertung der Zufriedenheit beim Vorhandensein dieser Funktion – und zum anderen über eine dysfunktionale Frage – also die Bewertung der Zufriedenheit bei der Abwesenheit dieser Funktion – abgefragt. Anschließend werden die Antworten anhand einer Auswertungstabelle in eine Anforderungskategorie einsortiert.

4. Literaturrecherche

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse einer systematischen Literaturrecherche dargestellt. Ziel dieser Literaturrecherche ist es, eine konkrete Forschungslücke zu identifizieren, für die dieses Forschungsvorhaben einen Erkenntnisgewinn leisten soll.

4.1. Motivation der Literaturrecherche

Bestehende Forschung im Bereich der AR/ VR-Kollaboration, welche in Kapitel 2.2.5 dargestellt wurde, zeigt auf der einen Seite auf, dass die Zusammenarbeit in einer virtuellen AR/ VR-Umgebung einen Mehrwert in verschiedenen Bereich bereithält. Dabei zeigen die Reviews z. B. den fernen Experten als praktischen Anwendungsfall der AR im Bereich der CSCW auf. Dieser wurde durch praktische Forschung mit Mehrwerten dargestellt.

Auf der anderen Seite bestehen, wie in Kapitel 2.4.2.5 gezeigt, nachweisbar Probleme, wenn Teilnehmer über geographische Grenzen hinweg agil zusammenarbeiten.

Daher stellt sich die Frage, ob die Kollaboration in VR und AR bereits in Kombination mit der agilen Arbeitsweise untersucht wurde. Folgende Forschungsfrage (F1) wird deshalb für die Literaturrecherche definiert:

F1: Wurden die Technologien Augmented Reality und Virtual Reality bereits im Kontext der agilen Arbeitsweise eingesetzt und dabei wissenschaftlich untersucht?

Neben der Analyse der getätigten Forschung ist dabei vor allem interessant, in welchen Bereichen noch keine Forschung betrieben wurde, um die Forschungslücke für diese Arbeit zu definieren.

4.2. Methode der Literaturrecherche

Die Literaturrecherche bedient sich dem methodischen Vorgehen von (Webster & Watson, 2002), welches bereits in Kapitel 3.2.1 dargelegt wurde. Die Methode führt letztlich zum praktischen Ablauf wie in Abbildung 20 zu betrachten. Nachfolgend soll die Durchführung der genutzten Methode dargelegt werden.

4.3. Durchführung der Literaturrecherche

Für die initiale Schlagwortsuche wurde die Scopus Datenbank (Elsevier B.V, 2022) ausgewählt. (Martín-Martín et al., 2020) haben Scopus mit anderen Datenbanken wie u. a. Google Scholar, Microsoft Academic und Web of Science verglichen. In einem an Zitationen gemessenen Vergleich liefert Google Scholar die besten Ergebnisse, gefolgt von Microsoft Academic und Scopus. Da Microsoft Academic seit Januar 2022 nicht mehr öffentlich zugänglich ist (Microsoft, 2021), wird aufgrund der besseren Möglichkeit zur Verfeinerung der Suchkriterien Scopus für die initiale Suche gewählt. Für die anschließende Rückwärtssuche und wiederholte Vorwärtssuche kommt, aufgrund der breiteren Ergebnisse, neben Scopus auch Google Scholar (Google, 2022a) zum Einsatz.

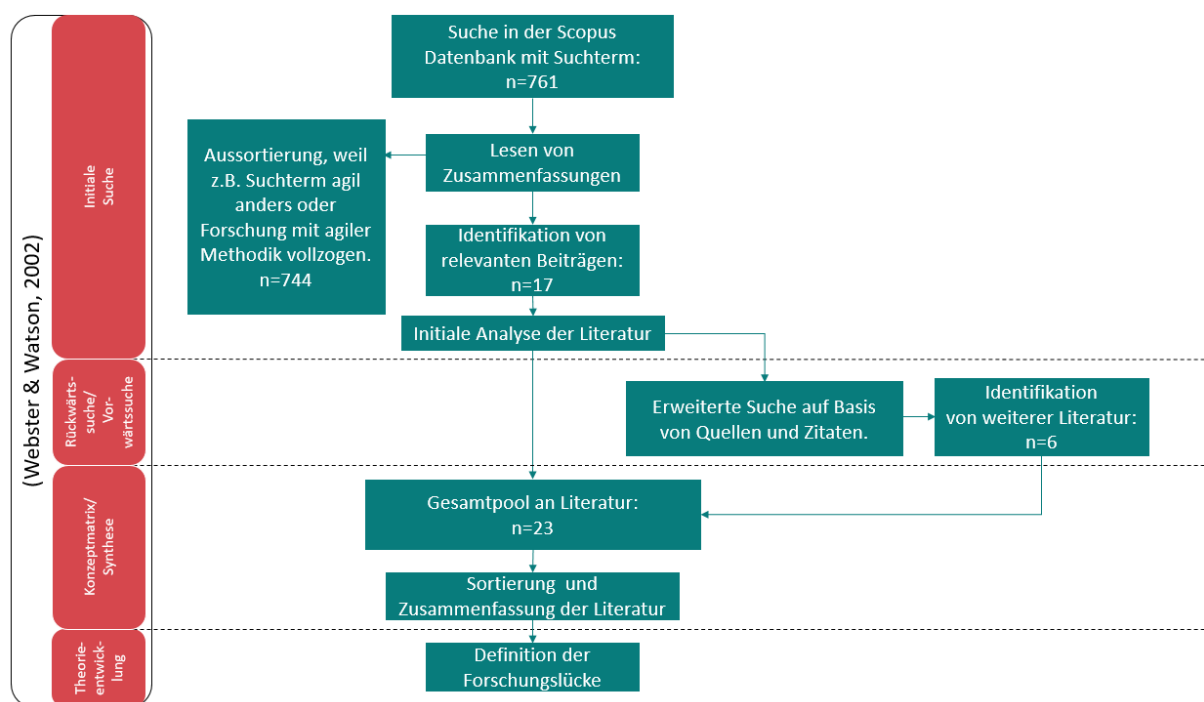


Abbildung 20: Ablaufdiagramm der Literaturrecherche in Anlehnung an (Webster & Watson, 2002)

Für die initiale Schlagwortsuche wurden aufgrund der Internationalität der Datenbank englische Suchbegriffe ausgewählt und der folgende Suchterm gebildet: („augmented reality" OR „ar" OR „virtual reality" OR „vr" OR „mixed reality" OR „mr") AND („agile" OR „scrum"). Dieser lieferte bei einer Suche in Titeln, Zusammenfassungen und Stichwörtern 761 Einträge (Stand 26.01.2022). Es wurden sowohl die Technologien Virtual, Augmented und Mixed Reality inkl. ihrer Abkürzungen in die Suche einbezogen, da die Ähnlichkeiten der Technologien gegenüber den Unterschieden überwiegen und somit wissenschaftliche Erkenntnisse zu diesem Zeitpunkt zunächst als grundsätzlich übertragbar bewertet werden. Um die agile Arbeitsweise einzuschließen, wurden „Agil“ sowie „Scrum“ als weit verbreitetes agiles Framework in die Suche miteinbezogen.

Von diesen 761 Publikationen wurden zunächst die Titel und Zusammenfassungen gelesen und eine Auswahl von 17 zutreffenden Literaturbeiträgen getätigt. Die hohe Ausschlussrate ergibt sich dadurch, dass viele Publikationen als Ergebnisse auftauchen, weil sie einen agilen Ansatz oder das Scrum Framework für ihre Forschung verwenden, vergleiche z. B. (Garbett et al., 2021; Mabiletsa et al., 2020; Pieskä et al., 2019; Ramli et al., 2021), aber selbst nicht die agile Arbeitsweise untersuchen. Diese Literatur stellt somit keinen Mehrwert zur Beantwortung von F1 dar. Zudem wird der Begriff „agil“ oft als Synonym für beweglich oder dynamisch verwendet, vergleiche z. B. (Breitinger et al., 2021; Merino et al., 2020; Nouar et al., 2021; Shu et al., 2021) und findet vor allem in der Medizin häufig Verwendung. Auch diese Literatur trägt nicht zum Erkenntnisgewinn in Bezug auf F1 bei und wurde deshalb ausgeschlossen. Nach der ersten Sichtung konnten somit nur ca. 2 % der Gesamtliteratur als gewinnbringend destilliert werden.

Mittels der initial gefundenen Literatur wurde anschließend eine Rückwärts- und Vorwärtssuche vollzogen. Hierbei wurden zum einen die Quellen und zum anderen die Zitationen der identifizierten Literatur studiert. Ebenfalls wurden mit „Kanban“ und „Extreme Programming“ zwei neue Schlagworte definiert, dem Suchterm hinzugefügt und eine erweiterte Recherche durchgeführt. Die erneute Iteration lieferte sechs weitere, relevante Literaturbeiträge. Diese Artikel wurden der Literatursammlung hinzugefügt, sodass sich ein Gesamtpool von 23 Beiträgen aufsummiert. Die wesentlichen Erkenntnisse der einzelnen Publikationen werden nachfolgend dargelegt.

4.4. Darlegung der Ergebnisse der Literaturrecherche

Der Analyse vorgreifend, wurden die gefundenen Veröffentlichungen in eine Konzeptmatrix einsortiert, die induktiv – also am Material selbst – erarbeitet wurde. Diese Matrix soll bereits dazu dienen, die Darstellung der Befunde zu strukturieren, vergleiche Abbildung 21.

Basierend auf der Konzeptmatrix lassen sich die gefundenen Publikationen in drei technische Kategorien einteilen: VR, MR/AR und virtuelle Welten. Die Ergebnisse MR und AR wurden in eine gemeinsame Kategorie einsortiert. Die Begründung für den Verzicht auf eine Unterscheidung wurde bereits in Kapitel 2.1 geliefert. Des Weiteren lieferte die Recherche mit den genutzten Schlagworten auch Ergebnisse, die sich bei näherer Betrachtung in den Bereich der virtuellen Welten einsortieren lassen. In Anlehnung an (Girvan, 2018) ist unter einer virtuellen Welt eine dreidimensionale Umgebung zu verstehen, die über ein zweidimensionales Ausgabemedium wiedergegeben wird. Diese Arbeiten wurden nicht aussortiert, da auch ein Erkenntnisgewinn in Bezug auf eine Umsetzung mit dreidimensionalem Ausgangsmedium erwartet wird.

		Virtual Reality	Mixed/ Augmented Reality	Virtuelle Welten
Lernen	Simulation	(Campo et al., 2021), (Caserman & Göbel, 2020), (Gulec et al., 2021), (Mayor & López-Fernández, 2021), (O'Farrell et al., 2021), (Yilmaz, 2017)	-	(Begosso et al., 2019), (Schäfer, 2016), (Scott & Campo, 2021)
	Kollaboration	(Nicolalde et al., 2014), (Radhakrishnan & Koumaditis, 2020)	-	(Parsons & Stockdale, 2010), (Parsons & Stockdale, 2014), (Rodriguez et al., 2012), (Rodriguez et al., 2015), (Scott et al., 2014), (Rodriguez et al., 2011)
Arbeiten		-	(Hensen & Klamma, 2021)	-
Visualisieren		(Aguiar et al., 2018), (Bordegoni et al., 2018), (Freitag et al., 2018), (Freitas et al., 2020)	(Hussien et al., 2019)	-

Abbildung 21: Konzeptmatrix der Befunde

Dieser technischen Kategorisierung stehen in der Konzeptmatrix induktiv bestimmte Anwendungsbereiche gegenüber. Die gefundenen Veröffentlichungen lassen sich in vier Anwendungsfälle aufteilen: Lernen mit den zwei Unterkategorien Simulation sowie Kollaboration, Arbeiten und Visualisierung. In die Unterkategorie Simulation fallen dabei Publikationen, welche eine Technologie nutzen, um agile Prozesse oder agile Prinzipien als Einzelperson in einem immersiven Spiel oder einer immersiven Simulation zu erleben oder zu lernen. Die Unterkategorie Kollaboration vereint Literatur, bei der mehrere Personen in einer immersiven Situation zusammenarbeiten, um agile Prozesse oder agile Prinzipien in der Gruppe zu erleben oder zu lernen. Bei der Kategorie Arbeiten wurden Veröffentlichungen zusammengeführt, bei welchen nicht das Lernen, sondern die praktische Arbeit in der agilen Arbeitsweise durch die Technologien unterstützt wird. Die letzte Kategorie Visualisieren umfasst Publikationen, welche die Technologien nutzen, um technische Prozesse wie z. B. das Konstruieren mit einer Visualisierung zu unterstützen.

Virtual Reality & Lernen + Simulation

Im technologischen Bereich der VR konnten sechs Publikationen gefunden werden, welche durch eine Simulation versuchen, die agile Arbeitsweise zu vermitteln. Um von den dargelegten Lösungen auch einen optischen Eindruck gewinnen zu können, sind Darstellungen aus den einzelnen Veröffentlichungen in Abbildung 22 abgebildet.

(Campo et al., 2021) präsentieren in ihrer Publikation den Prototyp einer VR-basierten Trainingssoftware, welche das Prinzip des Natural Language Processing (NLP) – eine KI-basierte

Sprachführung – nutzt, um das skalierte agile Framework SAFe in einer „intelligenten, gesprächigen, dreidimensionalen“ Umgebung erlebbar zu machen. Die verwendete Software basiert auf der Veröffentlichung von (Rodriguez et al., 2012) und der Software Virtual Scrum (vergleiche Kategorie Virtuelle Welten & Lernen + Kollaboration) und stellt hier eine Weiterentwicklung dar. Bei der Weiterentwicklung nehmen Agenten – also vom Computer gesteuerte Spieler – die verschiedenen Rollen des SAFe Frameworks ein. In einer Simulation können die Events des SAFe Frameworks erlebt werden, wobei die Agenten auf Basis von NLP auf die individuellen Äußerungen des Nutzers reagieren und situationsbedingt antworten. Die Veröffentlichung selbst beschreibt den Prototyp und die technischen Implikationen. Der Prototyp wurde weder praktisch eingesetzt noch durch eine Nutzerstudie evaluiert.

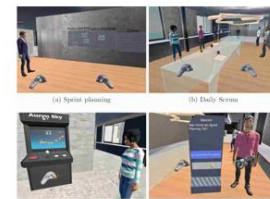
PlaySAFe ist eine VR-Anwendung, welche (O’Farrell et al., 2021) in ihrer Publikation beschreiben, um ebenfalls das skalierte agile Framework SAFe zu vermitteln. Dabei kann ein Nutzer die Events des SAFe Frameworks, z. B. das Daily, in einer VR-Simulation beobachten und miterleben. Das Tool wurde anschließend in einer qualitativen Nutzerstudie (n = 9) bewertet. Hierbei wird der Gamification-Ansatz des Lernens, bei dem Punkte für richtige Antworten gesammelt werden, als motivierend beschrieben. Ferner ist die realistische, interaktive 3D-Umgebung für die Nutzer ansprechend. Vor allem für neue Mitarbeiter bietet es sich an, erstes Wissen über das Framework so zu vermitteln. Zusätzlich beschreiben die Nutzer einen hohen Grad an sozialer Präsenz, mit dem Gefühl, durch die VR-Umgebung wirklich in einem Büro zu sein und eine echte Situation zu erleben. (Caserman & Göbel, 2020) beschreiben in ihrer Publikation eine interaktive Lernsoftware auf Basis der VR, bei der eine Person immersiv das Scrum Framework mit seinen vier Events Planning, Daily, Review und Retrospektive erleben kann. Durch Agenten erhält der Nutzer während der Verwendung Tipps und Informationen zum Framework. Zusätzlich muss der Nutzer Multiple-Choice-Fragen zu verschiedenen Zeitpunkten beantworten, um das Gelernte zu vertiefen. Die Software wurde im Rahmen der Veröffentlichung auch in einer Nutzerstudie (n = 23) evaluiert und vor allem für Nutzer mit einem geringen Vorwissen als gewinnbringend bewertet. Gleichzeitig hielt die ungewohnte Bedienung der VR auch Probleme bei der Navigation bereit, was die Autoren dazu veranlasst, eine Weiterentwicklung anzustreben.



(Campo et al., 2021)



(O'Farrell et al., 2021)



(Caserman & Göbel, 2020)



(Gulec et al., 2021)



(Mayor & López-Fernández, 2021)



(Yilmaz, 2017)

Abbildung 22: Die sechs Publikationen der Kategorie Virtual Reality & Lernen + Simulation mit Bildern aus den jeweiligen Veröffentlichungen (Campo et al., 2021; Caserman & Göbel, 2020; Gulec et al., 2021; Mayor & López-Fernández, 2021; O'Farrell et al., 2021; Yilmaz, 2017)

(Gulec et al., 2021) präsentieren in ihrer Veröffentlichung ein „Virtual Reality Based Software Development Framework“, das u. a. auch dazu eingesetzt werden kann, agile Methoden zu vermitteln. An einem PC kann zunächst ein virtuelles Lernszenario vorbereitet werden. Dabei werden Informationen, Aufgaben und Gegenstände der Simulation individuell konfiguriert. Per XML-Export, kann dieses Szenario anschließend in eine VR-Umgebung importiert und dort erlebt werden; bspw. muss der Nutzer in dieser Simulation eine gewünschte Implementierung anhand einer Projekt- und Anforderungsbeschreibung erfassen, diese konzeptionell in VR designen und anschließend in VR implementieren sowie testen. 20 computergesteuerte Agenten erweitern die Umgebung des virtuellen Büros zusätzlich und geben dem Nutzer Tipps. Die entwickelte Software wurde anschließend in einer Nutzerstudie (n = 32) evaluiert. Dabei durfte eine zufällig ausgewählte Gruppe das entwickelte Tool nutzen. Die Kontrollgruppe durfte hingegen nur bekannte Lernhilfen wie Bücher oder Videos für den Lernprozess verwenden. Das Wissen beider Gruppen unterschied sich vor der Studie nicht signifikant. Durch das Lernen mit und ohne Tool konnte bei beiden Gruppen grundsätzlich eine Verbesserung des Wissens festgestellt werden, wobei der Wissenszuwachs der Gruppe, die das VR-Tool nutzte, größer war. Zusätzlich wurden die soziale Präsenz und Immersion der Probanden, welche das VR-Tool genutzt haben, in Bezug auf die Wahrnehmung des virtuellen Büros evaluiert. Gemittelt über alle Teilnehmer und bezogen auf 100 % Immersion und soziale Präsenz konnte ein Mittelwert von 74,55 % für die Immersion und 77,06 % für die Presence erhoben werden. Beide Werte beurteilen

die Autoren als gutes Ergebnis, was zeigt, dass die virtuelle Realität die reale Realität des Büros gut nachbilden kann.

Mit Scrum VR präsentieren (Mayor & López-Fernández, 2021) in ihrer Veröffentlichung ebenfalls ein interaktives, VR-basiertes Spiel, bei dem ein Nutzer aus der Perspektive eines neuen Entwicklungsteammitarbeiters das Scrum Framework in einer virtuellen Umgebung erlernen kann. Die Art der Visualisierung ist an einen Cartoon angelehnt und unterscheidet sich damit stark von den eher realistischen Designs der anderen Lösungen. Der Ablauf der Simulation ist vordefiniert und umfasst die Scrum Events und Artefakte: Daily, Kanban, Review, Retrospektive, Burndown-Chart, Planning Poker und Review. In vier Kapiteln absolviert der Nutzer Aufgaben, welche er mit der Hilfe von Agenten in Form der Rollen Scrum Master und Product Owner in VR lösen muss. Die Software wurde in zwei Evaluationen bewertet. Bei der ersten Evaluation (n = 15) wurde das Erleben des ersten Kapitels der Software durch Nutzer evaluiert. Das Ergebnis zeigt eine positive Meinung der Nutzer über die Verwendung der Software, wobei gleichzeitig die Bewegung und Interaktion im virtuellen Raum als Herausforderungen identifiziert wurden. Die Nutzer bewerten, dass die Software das Lernen fördern kann und zum Verständnis der Methode beiträgt. Ebenfalls wird die Umgebung als motivierend bewertet und sorgt somit für mehr Energie beim Lernen. In einer zweiten Evaluation (n = 12) wurde das Tool erneut im Hinblick auf alle Kapitel von Nutzern quantitativ und qualitativ bewertet. Die quantitativen und qualitativen Ergebnisse unterstützen die erste Evaluation und zeigen ebenfalls eine positive Bewertung des Tools. Dabei ist die Lösung vor allem für junge Nutzer attraktiv und unterstützt das Lernen durch ihre Interaktivität.

(Yilmaz, 2017) hat ebenfalls ein Scrum Training auf Basis der VR entwickelt und evaluiert. Dabei werden typische Szenarien eines Daily Scrum Meetings durch eine Simulation nachgestellt. Verschiedene, vom Computer gesteuerte Agenten spielen das Meeting vor und begehen dabei typische Fehler. Der Nutzer beobachtet die Simulation und hat die Aufgabe, diese Fehler zu identifizieren. In der Nutzerstudie (n = 6) zeigte sich, dass die eingebauten Verhaltensfehler durch die Nutzer identifizierbar sind. Kein Nutzer entdeckte jedoch alle Fehler.

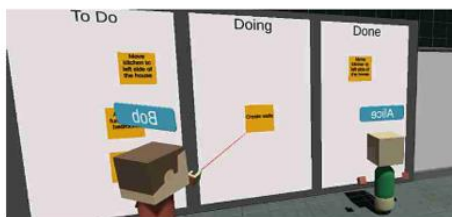
Virtual Reality & Lernen + Kollaboration

Neben den bisher dargelegten Publikationen wurden zudem zwei Veröffentlichungen im Bereich der VR gefunden, welche sich mit dem Thema des kollaborativen Lernens auseinandersetzen. Die Lösungen sind in Abbildung 23 beispielhaft dargestellt.

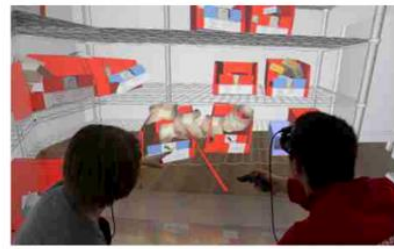
(Radhakrishnan & Koumaditis, 2020) präsentieren in ihrer Publikation den Prototyp einer VR-basierten Kollaborationslösung, welche es erlaubt, mit anderen Nutzern zusammen die Scrum-Methodik zu erleben. Dabei wird auf Basis des Lego4Scrum Spiels – eine beliebte Simulation aus

agilen Trainings vor Ort – der Scrum-Prozess erlebbar gemacht. Mit bis zu fünf Nutzern kann der Scrum-Prozess dabei auch geographisch verteilt in einer kollaborativen Umgebung erlebt werden. Auch die Visualisierung in dieser Umsetzung ist cartoonisiert. Anhand von vordefinierten User Stories müssen die Nutzer in der VR jeweils Gebäude aus Einzelteilen bauen und dabei den Scrum-Prozess sowie die verschiedenen Rollen des Scrum nutzen, um ihre Arbeit zu organisieren. Die Autoren geben lediglich den Ausblick, Nutzerstudien mit der Software durchführen zu wollen. Die Veröffentlichung selbst präsentiert nur den Prototyp.

Als einzige Veröffentlichung bedienen sich (Nicolalde et al., 2014) der Technologie einer CAVE, also einem Projektionsraum für ihre Forschung. Dabei können zwei Nutzer immersiv in einer Multi-User-CAVE die Kanban-Methode verwenden, um einen Operationsraum zu organisieren. In einer Nutzerstudie (n = 14), welche nicht ausführlich beschrieben ist, wurde die Verwendung evaluiert. Diese zeigt, dass die Technologie die Methode Kanban für zwei Nutzer gut vermitteln kann und zu einer Verbesserung im Operationsraum führt.



(Radhakrishnan & Koumaditis, 2020)



(Nicolalde et al., 2014)

Abbildung 23: Bilder der Veröffentlichungen aus der Kategorie Virtual Reality und Lernen + Kollaboration (Nicolalde et al., 2014; Radhakrishnan & Koumaditis, 2020; Rodríguez et al., 2011)

Virtual Reality & Visualisieren

Abschließend wurden im Bereich VR vier Veröffentlichungen gefunden, die sich der Möglichkeit der Visualisierung mittels VR bedienen, um agile Prozesse zu unterstützen. Zwei der Veröffentlichungen beinhalten auch eine Darstellung der beschriebenen Lösung, welche in Abbildung 24 betrachtet werden kann.

In ihrer Veröffentlichung beschreiben (Aguiar et al., 2018) ein VR-Tool mit dem der agile Entwicklungsprozess von sog. *Ambient Assisted Living-Lösungen* verbessert werden kann. Dabei wird eine neue Lösung in der virtuellen Realität simuliert und kann für einen Nutzer schnell zum Testen und Bewertung bereitgestellt werden. In ihrer Publikation bewerten die Autoren ihre Lösung

als mögliche Alternative zu einer klassischen Testung mit einer Verringerung von Kosten, einer Verbesserung der Nutzbarkeit und einer insgesamt guten Eignung.

(Bordegoni et al., 2018) greifen ebenfalls die Idee des Testens eines virtuellen Prototyps auf. In ihrer Veröffentlichung fällt die Verwendung in den Bereich des Produktdesigns von Kleidung. Mittels VR können neue Lösungen oder Ansätze präsentiert werden, welche zum Zeitpunkt der Testung bspw. technisch noch nicht umsetzbar sind. So kann im Sinne der agilen Arbeitsweise frühzeitig Feedback eingeholt werden. Eine Nutzerstudie wurde nicht durchgeführt, vielmehr handelt es sich um eine theoretische Überlegung.

Basierend auf der gleichen Idee, aber als Lösung für die Möbelindustrie, haben (Freitag et al., 2018) ein Tool entwickelt, welches verschiedene Möbelausstattungen eines Büros in VR visualisiert. Dem Nutzer kann mit der Lösung früh ein realistischer Eindruck seines ausgestatteten Büros gegeben werden, was wiederum zu einem frühen Entwicklungszeitpunkt Feedback ermöglicht.

(Freitas et al., 2020) haben eigens eine Literaturrecherche durchgeführt, um der Fragestellung nachzugehen, wie VR mit dem Zweck der Testung der Benutzerfreundlichkeit in der Automobilentwicklung eingesetzt wird. Als Motivation die Forschung durchzuführen, nennt der Autor den agilen Ansatz. So kann durch eine VR-Lösung früh Nutzerfeedback eingeholt werden, ohne physische Prototypen anfertigen zu müssen. Die Recherche zeigt, dass es bereits einige Machbarkeitsstudien auf diesem Gebiet gibt und ein VR-Aufbau meist mit einem klassischen, physischen Aufbau verglichen wird. Bei diesen Studien geht es dabei zumeist um die Interaktion durch einen Nutzer mit einem Prototyp. Die Ergebnisse der Studien zeigen, dass VR-Lösungen ähnliche Ergebnisse wie klassische Aufbauten ermöglichen. Vorteile der VR-Lösungen sind die Kostenreduktion durch den Verzicht auf physische Prototypen und die Möglichkeit des frühen Testens mit der Generierung von frühem Feedback, was wiederum die agile Arbeitsweise unterstützt.

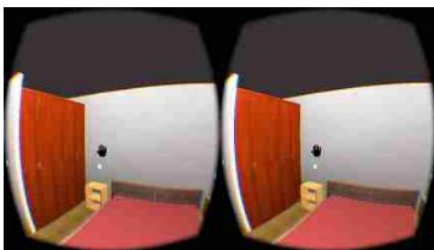


Fig. 1. AIDE-VR - 3D virtual environment.

(Aguilar et al., 2018)



(Freitag et al., 2018)

Abbildung 24: Bilder der Veröffentlichungen aus der Kategorie Virtual Reality und Visualisierung

(Aguilar et al., 2018; Freitag et al., 2018)

Mixed/ Augmented Reality & Arbeiten

Im Bereich der MR/ AR konnten zwei Anwendungsbereiche in Bezug auf die agile Arbeitsweise identifiziert werden. In den Bereich des Arbeitens fällt eine gefundene Veröffentlichung. (Hensen & Klamma, 2021) beschreiben in ihrer Forschung die VIAProMa-Lösung, welche ein „visuell immersives Analysesystem zum Projektmanagement“ darstellt und die AR-Technologie nutzt, um die agile Arbeitsweise praktisch zu unterstützen. Das Tool dient dem Projekttracking und kann aufgrund einer Internetanbindung auch für verteilt arbeitende Teams genutzt werden. Die Nutzer können in der virtuellen Umgebung User Stories in Kartenform erstellen und an Kanban Boards organisieren. Zusätzlich werden Visualisierungen zur Kompetenzübersicht sowie dem Projektfortschritt bereitgestellt. Eine Schnittstelle zu GitHub erlaubt es, komplexe Visualisierungen oder externe User Stories zu importieren. Durch ein Speicherungssystem können die Inhalte im virtuellen Raum zusätzlich persistiert werden. Zur Kollaboration dienen konfigurierbare Avatare, welche andere Nutzer repräsentieren und über eine Audioverbindung die Kommunikation erlauben. Ausschnitte der Lösung können nachfolgend in Abbildung 25 betrachtet werden. Die Lösung wurde durch die Autoren in einer Nutzerstudie (n = 15) evaluiert. Diese hatte zum Ziel, die Benutzerfreundlichkeit und den Mehrwert der Visualisierung in Verbindung mit der kollaborativen Umgebung zu evaluieren. Die Ergebnisse zeigen, dass das Tool einen Überblick über den Prozess verschaffen kann. Laut der Studie würden Probanden alle Features „höchstwahrscheinlich“ benutzen wollen. Zusätzlich beurteilten Nutzer, dass das Tool die verteilte Arbeit gut unterstützen kann.

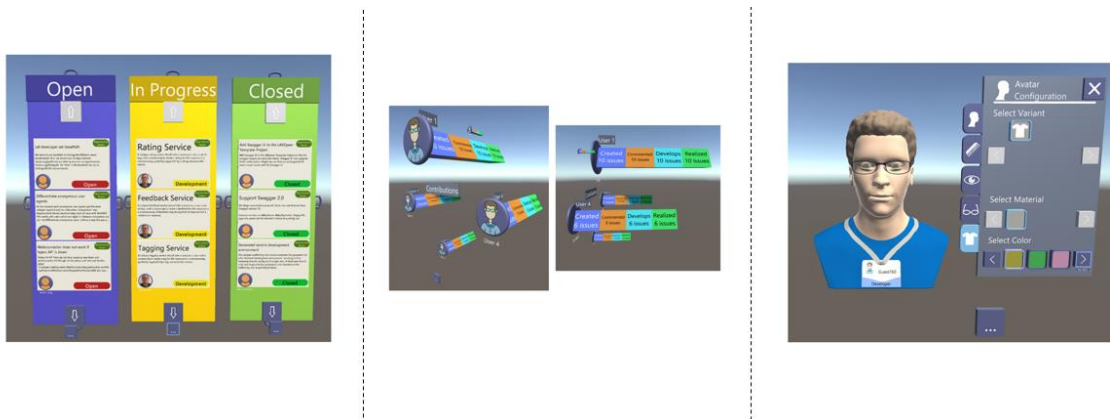


Abbildung 25: Die VIAProMa-Lösung mit User Stories links, Kompetenzübersicht in der Mitte und konfigurierbaren Avataren rechts (Hensen & Klamma, 2021)

Mixed/ Augmented Reality & Visualisieren

Auch die Technologie der MR/ AR kann für eine unterstützende Visualisierung genutzt werden. (Hussien et al., 2019) haben in ihrer Publikation theoretische Überlegungen zur Verbindung der

Technologie AR mit der agilen Arbeitsweise für das Bauwesen angefertigt. Sie benennen ihr Ergebnis selbst als ARGIL Framework und definieren damit ein eigenes agiles Framework. Ausgangslage für das Framework ist eine quantitative (n = 163) sowie eine qualitative Umfrage (n = 18). Evaluiert wurde die Meinung der Nutzer in Bezug auf die Einführung einer agilen Arbeitsweise im Bauwesen und in Bezug auf die Nutzung der AR-Technologie für das Bauwesen. Für die Einführung der Technologie konnten in der quantitativen Messung signifikant positive Korrelationen mit folgenden erwarteten Verbesserungen nachgewiesen werden: Design-Präsentationen, Erwartungen des Auftraggebers, Zusammenarbeit, Projektmarketing, Designanpassungen, Designprozess, realistische Bilder, Entscheidungsfindung, Konzeptdesign, Zeit, Kosten und Abfallreduktion sowie Quantität des Informationsaustausches. Die qualitativen Daten zeigen positive Erwartungen in Bezug auf die Design- und Konstruktionsphase bei der Verwendung der AR-Technologie. Im ARGIL Framework nimmt die AR-Technologie letztlich nur eine Nebenrolle ein. So wird AR im ARGIL Framework für das Testen bei der Zusammenarbeit mit dem Kunden genutzt. Dadurch wird dieser in die Zusammenarbeit mit dem Projektteam integriert und das Verständnis des Kunden vergrößert.

Virtuelle Welten & Lernen + Simulation

Für den Bereich der Virtuellen Welten konnten acht Publikationen gefunden werden. Bilder der Publikationen können nachfolgend in Abbildung 26 betrachtet werden.

Drei dieser Veröffentlichungen fallen dabei in den Bereich Lernen + Simulation. In seiner Publikation beschreibt (Schäfer, 2016) die Integration des Spieles *Minecraft* in das Lernen des Scrum-Prozesses. In der Studie sollte eine Studentengruppe das Scrum Framework auf der einen Seite über die Theorie und auf der anderen Seite über die praktische Simulation im Spiel kennenlernen. Der Professor nahm dabei die Rolle des Product Owners ein. Die Teams definierten eigene Scrum Master und planten die Zusammenarbeit anschließend selbstorganisiert anhand der Scrum Events mit dem Ziel, eine definierte *Minecraft*-Welt zu bauen. Im Anschluss wurde die Simulation durch die Studenten qualitativ evaluiert (n = 36) und in Summe als Mehrwert beschrieben. Die Veröffentlichung geht jedoch nicht sehr detailliert auf die Ergebnisse ein, weshalb diese zurückhaltend bewertet werden sollten.

(Begosso et al., 2019) behandeln in ihrer Veröffentlichung ein Computerrollenspiel namens *SimScrumF*, um ebenfalls den Scrum-Prozess in einer virtuellen Welt kennenzulernen. Dabei durchläuft der Nutzer alle Rollen des Scrum-Prozesses anhand der Scrum Events und lernt so, die einzelnen Aufgaben und Pflichten der Scrum-Rollen kennen. Bspw. muss der Product Owner eine Priorisierung von Backlog Items vornehmen und erhält, gemessen daran, ob der Kunde mit dem Ergebnis des Sprints aufgrund der Priorisierung zufrieden ist, Punkte. In einer Studie (n = 8) wurde

das Tool durch Studenten bewertet. Dabei wurden Verbesserungspotentiale identifiziert. Die subjektive Bewertung des Tools fiel aber positiv aus, so wurde das Tool als sehr intuitiv beurteilt und der Scrum-Prozess als gut verständlich dargestellt. Ferner wurde auch der Gamification-Ansatz positiv bewertet.

Die Veröffentlichung von (Scott & Campo, 2021) stellt die umfangreichste Publikation im Bereich der virtuellen Welten dar und bezieht sich explizit auf die Veröffentlichungen von (Begosso et al., 2019; Caserman & Göbel, 2020; Radhakrishnan & Koumaditis, 2020; Rodriguez et al., 2012). Es handelt sich um eine adaptive, dreidimensionale Lernumgebung, welche dazu dient, das Scrum Framework zu erlernen. In der Rolle eines Entwicklers kann der Nutzer durch eine virtuelle Umgebung laufen, um den Scrum-Prozess zu lernen, wobei sich die Lernumgebung anhand des Nutzers verändert und die Inhalte so bspw. an den Lerntyp des Nutzers anpasst. Die Idee hinter dem Tool wurde anschließend in einer Studie (n = 26) ohne Tooleinsatz, aber in einem Experimentalaufbau mit einer Kontrollgruppe evaluiert. Die Ergebnisse unterstützen die Idee einer adaptiven Lernumgebung, werden aufgrund des kleinen Umfangs von den Autoren aber als verbesserungswürdig bewertet.



Abbildung 26: Bilder der Publikationen von (Begosso et al., 2019; Schäfer, 2016; Scott & Campo, 2021)

Virtuelle Welten & Lernen + Kollaboration

In der Kategorie Virtuelle Welten & Lernen + Kollaboration konnten insgesamt sechs Publikationen gefunden werden. Dabei ist anzumerken, dass vier Publikationen auf der Idee des Tools Virtual Scrum (Rodríguez et al., 2011) beruhen und von oder in Zusammenarbeit mit Guillermo Rodríguez selbst entstanden sind (Rodriguez et al., 2012; Rodriguez et al., 2015; Rodríguez et al., 2011; Scott et al., 2014). Visualisierungen der nachfolgend beschriebenen Publikationen können Abbildung 27 entnommen werden.

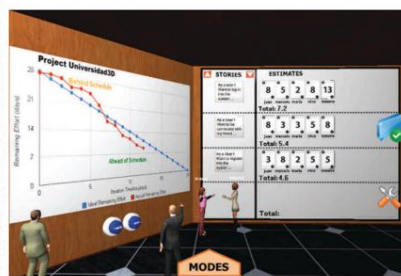
Die Idee des Tools Virtual Scrum wird erstmals von (Rodríguez et al., 2011) veröffentlicht und stellt eine virtuelle Umgebung dar, in welcher die Scrum Events wie das Daily Meeting mit Artefakten des Frameworks (z. B. Planning Poker oder Product Backlog) kollaborativ durchgeführt werden können,

um das Scrum Framework zu erlernen. Dabei kann das Tool auch für geographisch verteilte Nutzer dank einer Internetanbindung verwendet werden. In einer Studie (n = 8) wurde das Schätzen und Disaggregieren von User Stories evaluiert. Aus den Ergebnisse schließen (Rodríguez et al., 2011), dass das Tool den Scrum-Prozess unterstützen und ferner sogar physische Termine ersetzen kann. Gleichzeitig müsse die Interaktivität innerhalb des Tools und die Verbindung zur Software außerhalb des Tools verbessert werden. Kritisch betrachten die Autoren zudem den kleinen Umfang der Evaluation.

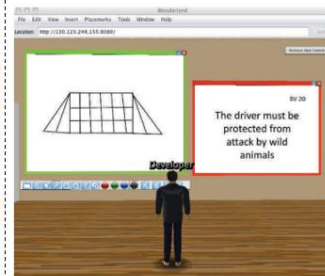
Die Veröffentlichung von (Rodríguez et al., 2012) liegt in spanischer Sprache vor. Nach einem Bildvergleich sowie punktueller Übersetzung ist davon auszugehen, dass die Publikation (Rodríguez et al., 2011) stark ähnelt und die gleiche Veröffentlichung darstellt.



(Rodríguez et al., 2011)



(Scott et al., 2014)



(Parsons & Stockdale, 2014)

Abbildung 27: Bilder der Publikationen von (Parsons & Stockdale, 2014; Rodríguez et al., 2011; Scott et al., 2014)

(Scott et al., 2014) erweitern das Tool des Virtual Scrum um die Idee eines agilen Coaches. In der Publikation beschreiben die Autoren dabei, wie ein Sprint innerhalb des Tools mit der zusätzlichen Rolle des Coaches aussehen kann. Es wird beschrieben, wie das Tool dazu dient, User Story zu schreiben, diese zu schätzen, sie an einem Kanban Board zu tracken und schließlich an einem Burndown-Chart zu verfolgen. Anschließend werden die Ergebnisse aus drei Jahren zusammengefasst, in denen das Tool bei Studenten der Softwareentwicklung eingesetzt wurde. Das Tool unterstützt vor allem die Kollaboration von verteilten Teilnehmern in ihrer Rolle als Entwicklungsteam, aber auch den agilen Coach und sorgt für eine gute Wissensvermittlung über den Scrum-Prozess wie auch für die Stärkung der Problemlösungskompetenz.

In ihrer Publikation evaluieren die Autoren (Rodríguez et al., 2015) das Tool Virtual Scrum an einer größeren Nutzergruppe (n = 45) mittels Befragung von Studenten nach einem Abschlussprojekt. Die größere Studie bestätigt die vorher gefundenen, positiven Ergebnisse auch mit quantitativer Statistik.

(Parsons & Stockdale, 2014) behandeln in ihrer Veröffentlichung ebenfalls eine kollaborative, virtuelle Umgebung in der Scrum Artefakte wie z. B. User Storys oder Whiteboards genutzt werden können, um den Scrum-Prozess zu erlernen. Dabei kann der Nutzer als Entwicklungsteammitglied durch eine virtuelle, galerieähnliche Umgebung laufen und in dieser User Stories formulieren, organisieren sowie mittels Whiteboards Ideen generieren. In zwei Nutzerstudien ($n = 9$ und $n = 12$) evaluierten die Autoren das entwickelte Tool. Dabei dienten die Studien technischen Tests, welche noch praktische Herausforderungen aufzeigten. Durch die qualitative Beobachtung während der Tests konnten aber positive Aspekte identifiziert werden. So unterstützt das Tool das (räumlich und zeitlich) verteilte Lernen und sorgt für erhöhte soziale Interaktionen. Die Autoren fordern letztlich, dass die Software auch außerhalb eines Experimentes im realen Szenario getestet werden muss.

4.5. Auswertung der Ergebnisse der Literaturrecherche

Nachfolgend werden die gefundenen und dargelegten Publikationen analysiert und zusammengeführt. Zur Strukturierung der Erkenntnisse dienen nachfolgend einzelne Kategorien. Für die abschließende Definition der Forschungslücke werden Auffälligkeiten besonders hervorgehoben.

Menge der gefundenen Publikationen

Die Identifizierung von lediglich 23 Publikationen in Summe zeigt, dass das Forschungsfeld der agilen Arbeitsweise unter Verwendung der VR und AR grundsätzlich noch wenig untersucht ist. Dies liegt zum einen daran, dass die Technologie der AR und VR ein neues Forschungsfeld darstellt und laut (Ens et al., 2019) erst nach 2010 technologisch so weit war, in realen Use Cases untersucht zu werden. Zum anderen erfährt die agile Arbeitsweise auch erst in den letzten 10 Jahren eine gewisse Popularität in verschiedensten Bereichen (Hoda et al., 2018) und konnte so erst in jüngster Zeit zu Forschung in Verbindung mit der zusätzlich neuen Technologie der AR und VR motivieren.

Zeitlicher Verlauf

Die gefundenen Veröffentlichungen erstrecken sich über einen Zeitraum von 11 Jahren, vergleiche Abbildung 28. Eine exponentielle Trendkurve basierend auf der Anzahl der gefundenen Veröffentlichungen zeigt, wie die Publikationen über die Zeit zugenommen haben, wobei die Hochpunkte 2014 und 2018 nicht explizit erklärt werden können. Für die Jahre 2020 und 2021 kann jedoch die globale COVID-19 Pandemie als Erklärung für vermehrte Forschung herangezogen werden, vergleiche nächster Abschnitt.

COVID-19

Einen positiven Effekt auf die Anzahl der Veröffentlichungen hat die globale COVID-19 Pandemie. So nennen einige der Autoren 2021 (Hensen & Klamma, 2021; Mayor & López-Fernández, 2021; O'Farrell et al., 2021) wie auch 2020 (Radhakrishnan & Koumaditis, 2020) die globale Pandemie als Motivation für ihre Forschung. Da soziale Kontakte und Reisen stark eingeschränkt wurden, mussten neue Lösungen für das Lernen und die Zusammenarbeit gefunden werden. VR und AR werden dabei als potenzielle Lösung angesehen und durch Publikationen erforscht.

Technologien

Bereits in Kapitel 4.4 wurde im Rahmen der Erstellung der Konzeptmatrix die erste Unterteilung der 23 Veröffentlichungen in drei Technologiebereiche vorgenommen. Es lässt sich feststellen, dass die meisten Publikationen im technologischen Bereich der VR (12 Publikationen), gefolgt von den virtuellen Welten (9 Publikationen) vorliegen. Im Bereich der AR/ MR finden sich hingegen nur zwei Veröffentlichungen in verschiedenen Anwendungsbereichen.

Die VR-Technologie wird vor allem im Anwendungsbereich Lernen sowie Visualisierung eingesetzt. Beim Lernen wird insbesondere die Stärke der Immersion genutzt, um Nutzer in eine künstliche Lernumgebung zu versetzen, in denen sie realitätsnahe Szenarien beobachten oder aktiv durchleben können. Im Falle der Visualisierung erlaubt die Technologie ferner das Darstellen von Objekten/ Umgebungen, welche zu einem frühen Entwicklungszeitpunkt noch nicht physisch vorhanden/ umsetzbar wären.

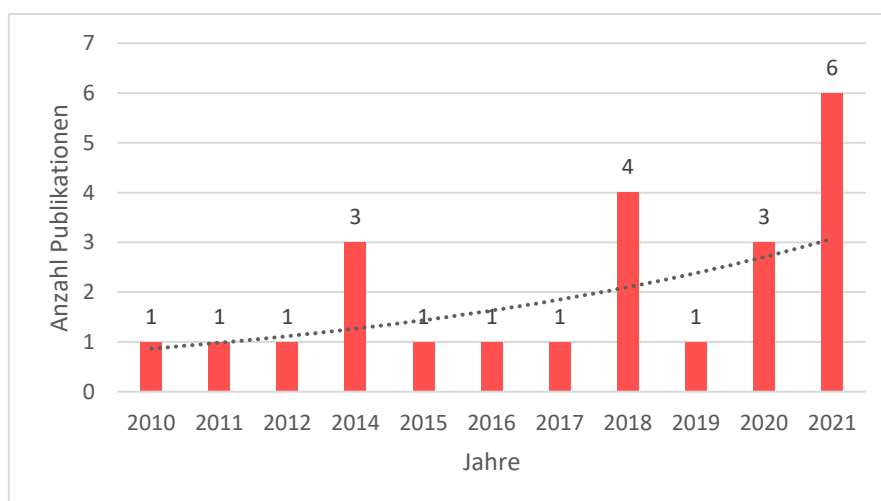


Abbildung 28: Durch die Literaturrecherche identifizierte Publikationen über die Zeit mit einer exponentiellen Trendkurve

Im Bereich der MR/ AR findet sich noch wenig Forschung im Hinblick auf die agile Arbeitsweise. Hier lässt sich das Novum der Technologie als Begründung heranziehen. So gibt es erst seit 2016 eine ausgereifte AR HMD, welche für Untersuchungen bezogen werden kann (Meisel, 2016). Der Bereich der virtuellen Welten wurde ebenfalls schon vermehrt untersucht, wobei vier der gefundenen Publikationen auf dieselbe Idee/ Untersuchung zurückzuführen sind. Es kann festgehalten werden, dass aus technologischer Sicht am wenigsten Forschung im Bereich der AR in Bezug auf die agile Arbeitsweise aufzufinden ist, wodurch sich bereits eine mögliche Forschungslücke zeigt.

Anwendungsfälle

Betrachtet man die Anzahl der Publikationen in den identifizierten Anwendungsbereichen liegen die meisten Publikationen im Anwendungsbereich Lernen (in Summe 17 Publikationen), mit neun Publikationen im Bereich Simulation und acht Publikationen in der Kollaboration vor. Zusätzlich gibt es fünf weitere Veröffentlichungen, welche die Visualisierung nutzen, um die agile Arbeitsweise zu unterstützen. Nur eine weitere Publikation untersucht die praktische Arbeit mit den Technologien. Im Anwendungsbereich Lernen lassen sich viele Gemeinsamkeiten der Publikationen identifizieren. Wie bereits dargelegt, werden die Teilnehmer zumeist in eine künstliche Umgebung gebracht, welche das Arbeiten im Büro nachbildet und so zu einer wiedererkennbaren Umgebung für das Lernen/ Kollaborieren werden soll. Das immersive Erleben dieser Lernsimulationen funktioniert vor allem für neue und junge Mitarbeiter gut und sorgt allgemein für eine positive und motivierende Lernerfahrung. Es lassen sich verschiedene Frameworks z. B. Scrum oder SAFe gleichermaßen abbilden. Durch die vorprogrammierte Lösung kann der Nutzer den Lernprozess eigenständig von überall (wenn Hardware vorhanden) gestalten. Die Gamification-Ansätze wirken zusätzlich motivierend.

Bei den Lösungen, in denen eine kollaborative Umgebung vorhanden ist, konnten ebenfalls hauptsächlich positive Ergebnisse aufgedeckt werden. Vor allem die soziale Interaktion sowie die allgemeine Möglichkeit zu neuen Formen der Interaktion werden positiv bewertet. Das kollaborative Arbeiten mittels einer Internetanbindung unterstützt Lernende, die geographisch verteilt sind und ermöglicht neue Formen des Lernens.

Einige der Publikationen erweitern die Idee ihrer Lernlösung auch auf die praktische Arbeit, jedoch nur eine Publikation hat diese praktische Arbeit mit ersten positiven Ergebnissen auch wissenschaftlich erörtert.

Mit Blick auf den Technologieeinsatz in verschiedenen Anwendungsfällen zeigt sich demnach, dass die geringste Forschung im Bereich des praktischen Arbeitens identifiziert wurde. Während sich die

Ergebnisse aus dem Bereich des Lernens gegenseitig bestätigen, steht die gefundene Publikation im Bereich der praktischen Anwendung noch ohne weitere Unterstützung im Forschungsrampenlicht.

Kernelemente aller Lösungen

Da sich alle Publikationen mit der agilen Arbeitsweise befassen, weisen diese auch eine ähnliche Umsetzung auf. So bedienen sich alle Lösungen Avataren bzw. computergesteuerten Agenten, welche meist die Scrum-Rollen Product Owner, Scrum Master und Entwicklungsteammitglied einnehmen. Nur bei einer Lösung können diese Avatare individuell angepasst werden (Hensen & Klamma, 2021). Die Repräsentationen sind entweder sehr abstrakt als Cartoon-Charakter oder Roboter dargestellt, oder aber sehr realistisch und repräsentieren eine menschliche Figur. Mit jenen Repräsentationen kann der Nutzer interagieren und kommunizieren. Zudem kann sich der Nutzer alleine oder gemeinsam mit anderen durch eine virtuelle Umgebung bewegen. Diese Umgebung besteht im Falle der virtuellen Welten oder VR aus einem virtuellen Büro und weist die typischen Artefakte der agilen Arbeit auf. So kann der Nutzer seine Arbeit zumeist an einem Kanban Board mittels User Stories organisieren und die Abarbeitung in einem Burndown-Chart überblicken. Zur Ideengenerierung finden sich vermehrt Whiteboards wieder. Der Nutzer kann mit diesen Artefakten typische Events des Scrum-Prozesses, zumeist das Daily Meeting, miterleben bzw. nachbilden.

Technische Herausforderungen

Neben den positiven Ergebnissen der Studien zeigen sich vermehrt dieselben Herausforderungen. Vor allem im Hinblick auf die Benutzerfreundlichkeit und Interaktion zeigen einige Studien noch Optimierungspotenzial auf. Die Begründung hierfür kann in dem Novum der Technologie gesehen werden. So besteht zum einen noch kein großes Wissen zu Best Practices aus technischer Sicht, zum anderen sind die Nutzer die Bedienung einer virtuellen Welt noch nicht aus dem Alltag gewohnt.

Prototypen

Einige der Publikationen (Campo et al., 2021; Hussien et al., 2019; Radhakrishnan & Koumaditis, 2020) bestehen aus der reinen Präsentation eines Prototyps. Es fehlt die wissenschaftliche Evaluation der Lösung. Sie stellen somit Machbarkeitsstudien dar, welche die Frage aufwerfen, ob das entwickelte Tool auch einen nachweisbaren Mehrwert bereithält.

Evaluation der Tools

Wurde eine wissenschaftliche Evaluation des Tools innerhalb der Publikationen vorgenommen, untersucht diese meist nur den Mehrwert innerhalb der eigenen Lösung (Hensen & Klamma, 2021;

Parsons & Stockdale, 2014; Rodríguez et al., 2011; Schäfer, 2016). Nutzer wurden aufgefordert, die jeweilige Lösung nach einer Testung zu bewerten. Diese Ergebnisse erlauben eine erste Aussage zur Effektivität/ zum Nutzen der Umsetzung und allgemein zu der Technologie, lassen ferner aber den Vergleich zu bestehenden Lösungen vermissen. Lediglich (Gulec et al., 2021) haben ihre Lösung mit dem herkömmlichen Lernen anhand von Büchern oder Videos verglichen und positive Ergebnisse durch den Einsatz ihres Tools nachweisen können. Auch die statistische Aussagekraft der Untersuchungen ist aufgrund des sehr einfachen Versuchsaufbaus, der simplen statistischen Analyse sowie der geringen Stichprobengröße zumeist kritisch hervorzuheben. (Parsons & Stockdale, 2014) fordern ferner, dass die Tools auch außerhalb von Experimenten in einer realen Umgebung getestet werden sollten, um den praktischen Mehrwert zu evaluieren.

4.6. Beantwortung der Forschungsfrage der Literaturrecherche und Definition der Forschungslücke dieser Arbeit

Basierend auf den Ergebnissen der Analyse aus dem vorherigen Kapitel kann nun die Forschungsfrage der Literaturrecherche beantwortet und eine Forschungslücke definiert werden, für welche diese Arbeit einen Erkenntnisgewinn leisten soll.

An dieser Stelle soll dazu auf die Forschungsfrage F1 zurückgekommen werden, welche die systematische Literaturrecherche angeleitet hat: *„Wurden die Technologien Augmented Reality und Virtual Reality bereits im Kontext der agilen Arbeitsweise eingesetzt und dabei wissenschaftlich untersucht?“*.

Durch die Recherche zeigt sich, dass für die Anwendung der VR/ AR-Technologien im speziellen Fall der agilen Arbeitsweise noch relativ wenig Forschung angefertigt wurde. In Bezug auf F1 lässt sich zwar sagen: Ja, für die Technologie der AR und VR gibt es im Bereich der agilen Arbeitsweise bereits wissenschaftliche Evaluationen. Insbesondere die Anwendungsfälle Lernen und Visualisierung wurden bereits vielschichtig untersucht. Beide Bereiche zeigen dabei jedoch zumeist nur die Machbarkeit und initiale Vorteile der Technologien auf. Aufgrund der bereits dargestellten Kritikpunkte, welche teilweise von den Autoren selbst geäußert werden, können diese Beiträge nur als Ausgangslage angesehen werden und sollten zu weiterer Forschung motivieren.

Weit wenig betrachtet ist der Anwendungsfall des Arbeitens in VR und AR. Nur die einzig identifizierte Forschung von (Hensen & Klamma, 2021) bedient sich der AR-Technologie und zeigt, dass die AR-Technologie grundsätzlich auch die praktische Arbeit unterstützen kann. Gleichzeitig ist auch hier die angewandte Methodik nicht umfangreich und erlaubt keine verallgemeinernden Aussagen. Da in dieser Arbeit jedoch gezeigt wurde, dass es technologisch möglich ist, mittels AR

die praktische agile Arbeitsweise zu unterstützen und ein positives Nutzererlebnis zu erzeugen, soll im Rahmen dieser Arbeit auf diesem Forschungsstand aufgebaut und mögliche Mehrwert weiter untersucht werden.

Gleichzeitig ist zum Zeitpunkt vor dieser Arbeit nicht bekannt, welche Aspekte ein AR-Tool im Vergleich zu herkömmlichen Tools innerhalb der agilen Arbeitsweise valide unterstützen kann und welche Aspekte durch herkömmliche Tools besser unterstützt werden. Forschung die dies beleuchtet, fehlt bis dato.

Auf Basis der Erkenntnisse der Recherche dieses Kapitels in Kombination mit der Definition der agilen Arbeitsweise für diese Arbeit aus Kapitel 2.4.2.3 zeigt sich jedoch ein erster konkreter Aspekt der Technologie der AR, welcher im Betrachteten Anwendungsfall der praktischen agilen Arbeitsweise weiter untersucht werden sollte. So stellt die bestehende Forschung den Aspekt der Interaktion auf der einen Seite als Vorteil der AR/ VR Technologien heraus. Jener Aspekt der Interaktion ist auf der anderen Seite auch ein wichtiger Faktor der agilen Arbeitsweise auf Basis des Regelkreises. Ob sich aus dieser Kombination jedoch auch ein Vorteil während des praktischen Einsatzes ergibt, bleibt an dieser Stelle noch offen.

Die systematische Literaturrecherche zeigt letztlich auch, wie die COVID-19 Pandemie die Forschung im betrachteten Gebiet allgemein motiviert hat. Es ist damit zu rechnen, dass dieser Trend auch zukünftig anhalten und eine erhöhte Nachfrage nach kollaborativen Lösungen bestehen wird, welche auch die agile Arbeitsweise bei geographisch verteilten Teams unterstützt.

Motiviert durch die dargelegten Aspekte lässt sich nun eine leitende Forschungsfrage für diese Arbeit definieren:

LF: Wie kann eine AR-Kollaborationslösung die praktische agile Arbeitsweise in geographisch verteilten Teams der Automobilentwicklung im Vergleich zu herkömmlich eingesetzten Lösungen verbessern?

Dabei sollen die Unterfragen beantwortet werden:

UF1: Wo liegen die Vorteile einer AR-Kollaborationslösung für die verteilte agile Arbeitsweise in Teams der Automobilentwicklung?

UF2: Wo liegen die Nachteile einer AR-Kollaborationslösung für die verteilte agile Arbeitsweise in Teams der Automobilentwicklung?

5. Praktisches Forschungsdesign dieser Arbeit

Basierend auf dem bisherigen Wissen ist es nun möglich, das konkrete Forschungsdesign dieser Arbeit im Rahmen eines Design Science Ansatzes zu definieren.

Ausgangslage dieser Arbeit ist die Zusammenarbeit im agilen Kontext von geographisch verteilt arbeitenden Teams in der Automobilentwicklung. Auf Basis dieser Ausgangslage wurde der Stand der Technik in Kapitel 2 erarbeitet. Dieser zeigt zum einen auf, dass die agile Arbeitsweise mit Herausforderungen in der verteilten Softwareentwicklung einhergeht und zum anderen, dass die AR-Technologie bereits vielfältige Vorteile für den Einsatz in der verteilten Zusammenarbeit (CSCW) bereithält.

Diese Erkenntnisse motivierten eine systematische Literaturrecherche, welche weiterführend versuchte, die bisher getrennten Bereiche der AR-Technologie sowie jene der agilen Arbeitsweise in Kapitel 4 gemeinsam aus einer wissenschaftlichen Sicht zu beleuchten. Die Recherche zeigte auf, dass bis dato nur eine Softwarelösung existiert, welche die Möglichkeit zu einer praktischen, agilen Arbeitsweise mittels AR/ VR schafft. Diese erste Umsetzung begründet wiederum die Motivation, die AR-Technologie als mögliche Lösung im Rahmen einer Design Science Forschung fundiert zu untersuchen.

Übertragen auf den Ansatz von (Simon, 2019) bedeutet dies, dass das Artefakt der AR-CSCW-Software systematisch erschaffen werden muss, um den gewünschten Zweck, mit der Unterstützung bei der verteilten agilen Arbeitsweise, erfüllen zu können. Die Worte von Simon über eine künstliche Welt, die vom Menschen erschaffen werde, erhält in diesem Forschungsvorhaben zudem eine besondere Bedeutung, da die AR-Kollaborationsumgebung tatsächlich eine künstlich erweiterte Welt darstellt, in der sich die Kollaborateure bewegen und miteinander interagieren können, vergleiche auch das sog. *Metaverse* nach z. B. (P. Lee et al., 2021).

Überträgt man die Ausgangslage von Simon nun konkret auf dieses Forschungsvorhaben, ergibt sich die Abbildung 29. Das künstlich erstellte Artefakt der AR-Software besitzt eine eigene innere Umgebung: Die Logik und Ausgestaltung der AR-Software in Code sowie deren nutzbare Ausführung. Dabei besitzt das künstliche Artefakt einen gerichteten Zweck: Es soll die Zusammenarbeit in geographisch verteilten, agilen Teams unterstützen. Diese agil arbeitenden Teams sollen auf Basis der Ausgangslage dieser Arbeit Teil der Automobilentwicklung sein und die äußere Umgebung und somit die Umwelt, in der das Artefakt existiert, bilden. Durch das Variieren des Artefaktes über seine innere Umgebung wird der Zweck in der äußeren Umgebung der Umwelt beeinflusst, wodurch letztlich das Artefakt anhand einer Bewertung des Zweckes optimiert werden kann.

An dieser Stelle wird bereits deutlich, dass die Untersuchung dieses Systems keine Forschungsaufgabe ist, welche in nur einen konkreten Forschungsbereich fällt. Es werden sich diverse Fragestellungen der Informationstechnik (z. B. Wie muss eine solche Software programmiert sein, damit sie performant funktioniert?), des Nutzerverhaltens (z. B. Wie muss eine Software programmiert sein, damit der Nutzer ein gutes Erlebnis bei der Benutzung hat?), der Arbeitswissenschaften (z. B. Welche Arbeitsprozesse muss die Software unterstützen?), der Soziologie (z. B. Wie verhalten sich Arbeitsgruppen in einer solchen Umgebung?) und auch der Psychologie (z. B. Wie fühlt sich die Benutzung der Software für den Einzelnen an?) ergeben. Es zeigt sich hier deutlich, dass die Forschung auf Basis von Kapitel 2.2.4 im Bereich der IS anzusiedeln ist. Im Rahmen der Forschung in dieser Arbeit sollen Aspekte all dieser Teilgebiete angeschnitten und betrachtet werden. Dabei ist es nicht der Anspruch dieser Arbeit, ein Teilgebiet fundamental zu erfassen und zu erforschen. Vielmehr ist der nach (Simon, 2019) definierte Zweck der Nordstern, welcher als Orientierung für die Forschung in dieser Arbeit dienen soll, während die verschiedenen Gebiete durchstreift werden.

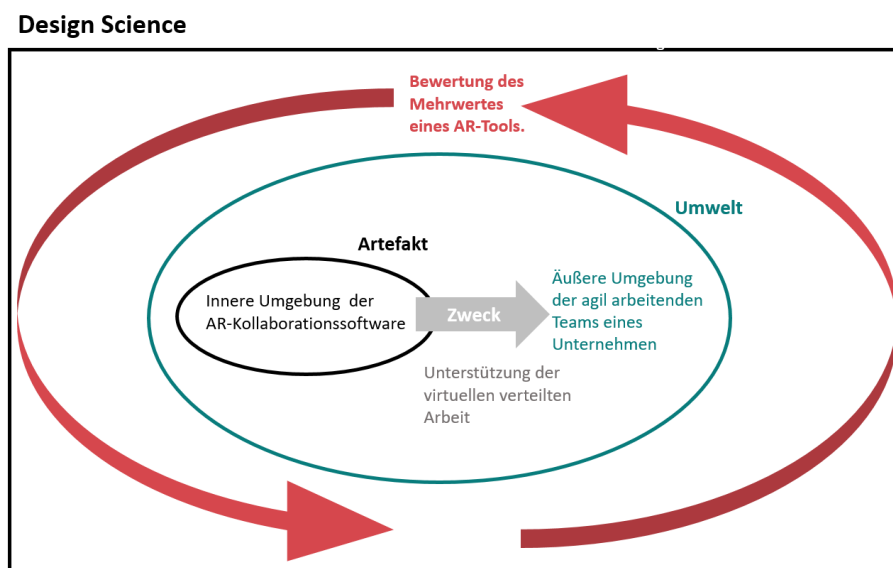


Abbildung 29: Das System dieses Forschungsvorhabens angelehnt an (Simon, 2019)

Mit dem Wissen, dass das Forschungsthema mit der wissenschaftlichen Basis aus diversen Bereichen verknüpft ist, kann das Konzept aus Abbildung 29 zu einem Design Science Research System nach (Hevner et al., 2004) erweitert werden, vergleiche Abbildung 30. Neben dem Teil der Umwelt sowie dem Teil des Artefaktes, welche durch den Zweck gekoppelt sind, erweitert die Wissenschaft durch die Verwendung fundierten Wissens und fundierter Methoden die Erforschung des ursprünglichen Systems. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Wissensbasis bereits durch den Stand der Technik, das theoretische Forschungsdesign und die Literaturrecherche bereitgestellt. Gewonnene Erkenntnisse

werden zudem durch die Veröffentlichung dieser Arbeit wieder zurück in die Wissenschaft gespielt und bereitgestellt.

Das System aus Abbildung 30 lässt sich auch in das Forschungsframework nach (Hevner et al., 2004) überführen, vergleiche Abbildung 31. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde die gleiche farbliche Codierung wie in Abbildung 30 verwendet. Das Artefakt der AR-Software verlässt in dieser Darstellung den schützenden Rahmen der Umwelt und wird ferner in das Spannungsfeld zwischen Wissensbasis und Umwelt, also näher an die Wissenschaft, gerückt. Zudem wurde die Umwelt genauer definiert. Diese Definition ergibt sich aus dem praktischen Umfeld, in dem die Forschung stattfindet und wird als gegeben angenommen. Sie besteht aus Personen in Form von Teams, die geographisch verteilt sind und zusammen eine gemeinsame Aufgabe erfüllen. Mit dem Wissen aus Kapitel 2.4.2.1 ist ferner davon auszugehen, dass die Personen die Rollen Product Owner, Scrum Master und Entwicklungsteammitglied innehaben. Die Organisation, in denen die Personen zusammenarbeiten, ist ein großer Konzern im Bereich der Automobilentwicklung aus Deutschland und organisiert sich auf Teamebene nach einem agilen Framework. Wichtige technologische Rahmenbedingungen stellen die unternehmenseigene Infrastruktur sowie bestehenden IT-Security Richtlinien dar. Das ausgefüllte Framework, angelehnt an (Hevner et al., 2004), stellt den äußeren Rahmen der Arbeit dar.

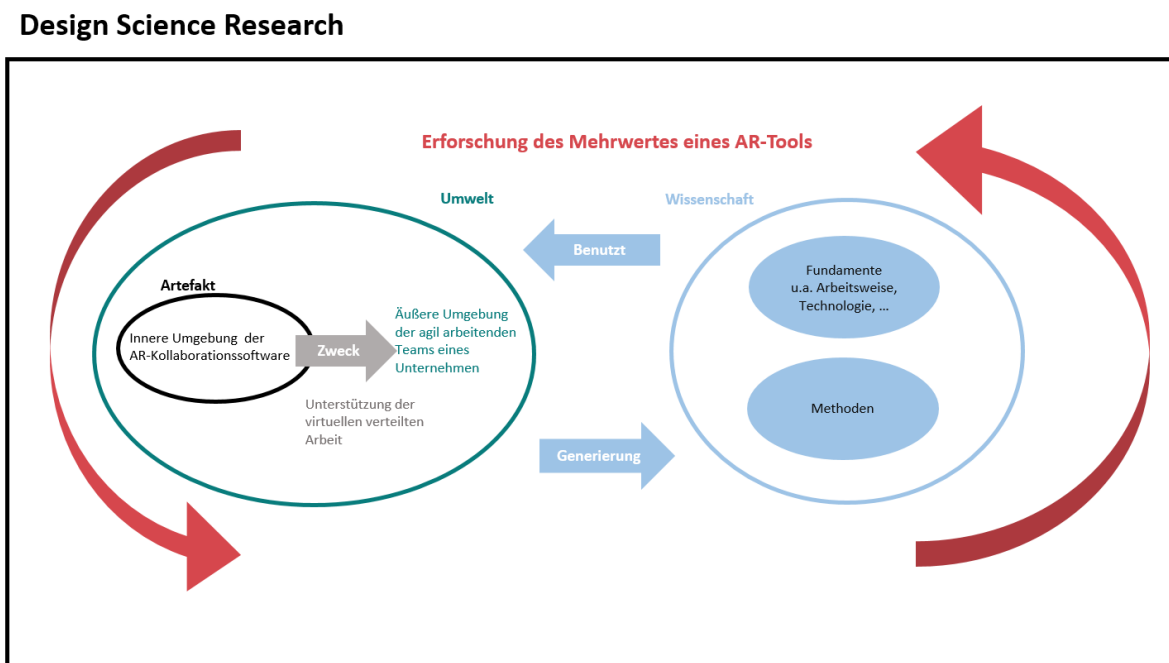


Abbildung 30: Das Research System dieses Forschungsvorhaben angelehnt an (Hevner et al., 2004)

Es fehlt an dieser Stelle jedoch noch das operationalisierte Vorgehen für die konkrete Erforschung des Artefaktes. Auf der Basis von (Peffer et al., 2020) wurde das Framework deshalb um die

sequentielle Abfolge von sechs Prozessschritten erweitert, vergleiche Abbildung 32. Aus der Natur der Aufgabenstellung, der Definition nach (Simon, 2019) folgend sowie der Methodik nach (Peppers et al., 2020), welche einen iterativen Ablauf erlaubt, ist die Umsetzung dieser Forschung in iterativen Einzelprozessen grundsätzlich denkbar.

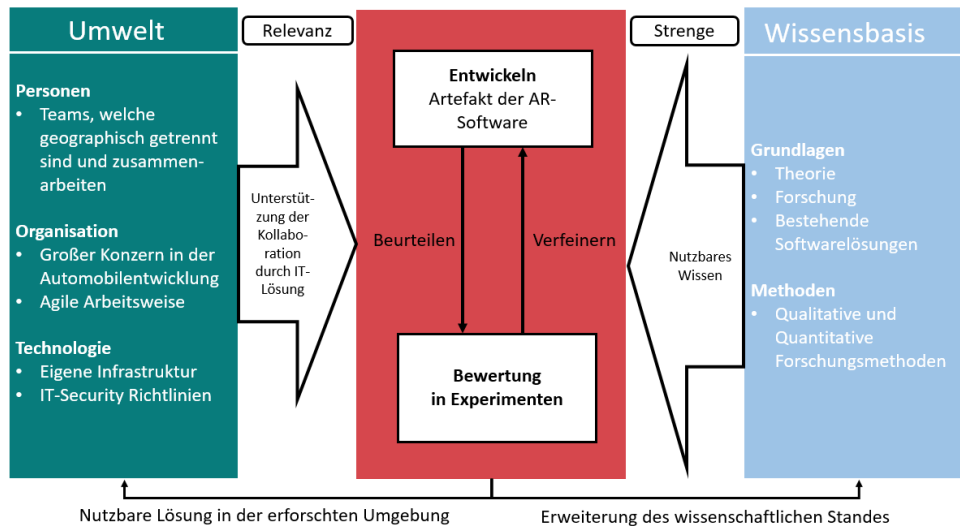


Abbildung 31: Das Forschungsframework dieser Arbeit angelehnt an (Hevner et al., 2004)

Ziel der Arbeit ist, das künstliche Artefakt der Software in seiner Umwelt verbunden durch den Zweck fokussiert zu erforschen. Wiederholend lässt sich zusammenfassen, dass vor dem Start dieser Forschung weder bekannt war, wie eine solche Software detailliert aussehen muss, noch wie eine solche Software in ihrer Anwendung konkret Mehrwert stiftet. Der Natur der künstlichen Welt nach (Simon, 2019) folgend ergab sich das finale Vorgehen erst durch die Ergebnisse der ersten Iterationsschritte. Erweitert wurde das Framework aus Abbildung 32 deshalb um weitere Iterationen. Die ersten Iterationen wurden bereits zu Beginn der Forschung definiert: 1. Bearbeitung des Problems anhand von Literatur, 2. Definition eines Ziels der Lösung (=Zweck) anhand jener Literatur, 3. Durchführung einer qualitativen Studie, welche die Punkte eins und zwei praktisch evaluieren soll, 4. Entwicklung einer verwendbaren Software mit den wichtigsten Funktionen sowie 5. Demonstration und Evaluation der entwickelten Software in einer Pilotstudie. Während die Schritte eins und zwei einer klassischen wissenschaftlichen Arbeit folgen und bereits mit den Kapiteln Stand der Technik und Literaturrecherche geleistet wurden, ergaben sich die Schritte drei bis fünf als weitere Untersuchungspunkte.

Aus den Ergebnissen der Pilotstudie aus Schritt fünf wurden zudem die weiteren Iterationsschritte der Arbeit abgeleitet. Für die Verbindung der einzelnen Elemente untereinander war stets das methodische Vorgehen nach (Peppers et al., 2020) in Verbindung mit einem Mixed Methods-Ansatz,

vergleiche Kapitel 3.2.2, leitend. (Peppers et al., 2020) definiert, dass eine neue Iteration aufgrund einer Evaluation oder Kommunikation eingeleitet werden und an der Zieldefinition oder der Artefakt-Entwicklung ansetzen kann, vergleiche Kapitel 3.1.3. So wurde aus der Literaturrecherche die Interviewstudie als erste Iteration abgeleitet. Die Ergebnisse der Interviewstudie motivierten zur Durchführung der Pilotstudie. Des Weiteren ergab sich aus den Ergebnissen der Interviewstudie die Durchführung einer Usability Studie. Aus der Pilotstudie ergab sich wiederum die Räumlichkeitsstudie, die sich ebenfalls auf den Ergebnissen der Interviewstudie aufbaute. Die Räumlichkeitsstudie motivierte zur Literaturrecherche innerhalb der visuellen Repräsentation.

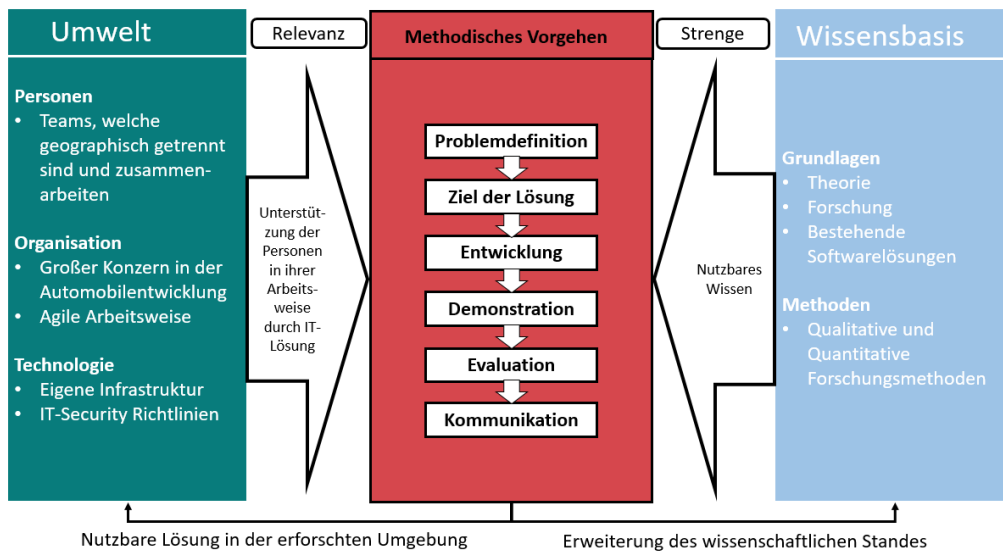


Abbildung 32: Das erweiterte Forschungsframework dieser Arbeit angelehnt an (Hevner et al., 2004; Peppers et al., 2020)

Die Ergebnisse der Interviewstudie und der Pilotstudie motivierten hier zusätzlich. Die Erkenntnisse aus der weiteren Recherche zur visuellen Repräsentation fließen in die Abschlussstudie ein. Diese wurde wiederum primär durch die Räumlichkeitsstudie motiviert, greift jedoch auch Aspekte der Pilotstudie und Interviewstudie auf. Die Kommunikation der Ergebnisse nach (Peppers et al., 2020) erfolgt letztlich durch die Verschriftlichung und Veröffentlichung der Ergebnisse in Form dieser Arbeit.

Das Gesamtbild der final geleisteten Forschung kann nachfolgend Abbildung 33 entnommen werden und definiert von nun an die Struktur dieser Arbeit. Zu beachten ist, dass die gesamte Forschung stets im Spannungsfeld zwischen Umwelt und Wissensbasis stattfindet. Parallel entwickelt sich das Gesamtartefakt in Form des Prototypen der Software von Iterationsschritt zu Iterationsschritt weiter.

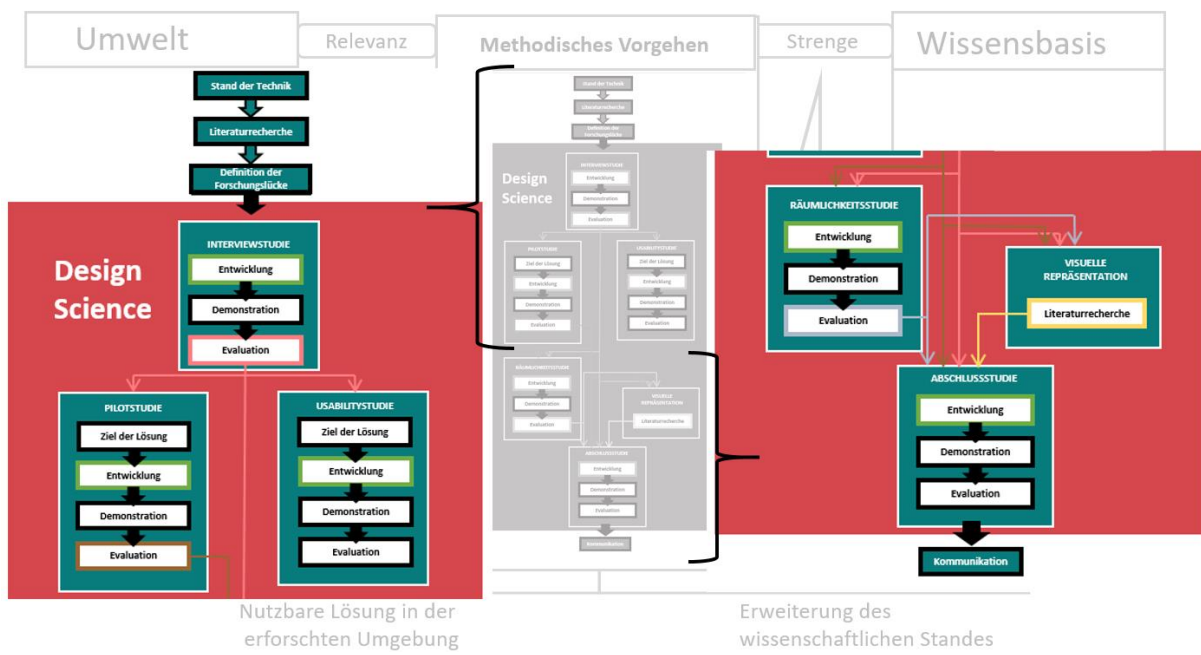


Abbildung 33: Methodisches Vorgehen dieser Dissertation

6. Interviewstudie

In diesem Kapitel wird die erste durchgeführte Studie dieses Forschungsvorhabens dargelegt. Es werden das methodische Vorgehen sowie die Ergebnisse der durchgeführten qualitativen Interviewstudie beschrieben. Die Einordnung dieser Studie in das Gesamtbild der Forschung kann Abbildung 33 entnommen werden.

6.1. Motivation der Interviewstudie

Forschung von (Cho, 2008; Estler et al., 2012; Hossain et al., 2009; Kajko-Mattsson et al., 2010), welche bereits in Kapitel 2.4.2.5 aufgeführt wurde, zeigt, dass vielfältige Herausforderungen bei der Anwendung einer agilen Arbeitsweise bei der verteilten Softwareentwicklung existieren. Anhand von sieben Kategorien geben (Kajko-Mattsson et al., 2010) einen Überblick über jene Herausforderungen. Während die agile Arbeitsweise in der verteilten Softwareentwicklung bereits vielfältig beleuchtet wurde, stellt sich die Frage, ob ähnliche Ergebnisse auch im für diese Arbeit relevanten praktischen Umfeld, der Automobilentwicklung, aufzufinden sind. Während einige Studien bereits Vorteile und Verbesserungen einer verteilten agilen Arbeitsweise im Automobilssektor erörtern, vergleiche bspw. (Schrof et al., 2019; Socha et al., 2013), fehlen zu Beginn dieses Forschungsvorhabens Erkenntnisse zu Herausforderungen im betrachteten Umfeld. Es ist anzunehmen, dass die Ergebnisse aus der Softwareentwicklung grundsätzlich auch auf die Automobilentwicklung übertragbar sind, ein Nachweis fehlt bis dato jedoch. Somit ist es zielführend, die praktischen Herausforderungen der verteilten agilen Arbeitsweise innerhalb der Automobilentwicklung zunächst aus einer wissenschaftlichen Sicht zu erörtern.

Auch der Design Science Forschungsrahmen dieser Arbeit motiviert zur Evaluation konkreter Herausforderungen in der Umwelt der Forschung anhand derer weiterführend untersucht werden kann, ob die AR-Technologie mit dem Artefakt der Softwarelösung einen gerichteten Zweck ausüben, identifizierte Herausforderungen verbessern und somit einen konkreten Mehrwert schaffen kann.

Beiden Einzelmotivationen soll eine qualitative Studie mittels Experteninterviews gerecht werden. Methodisch begründet sich die Wahl einer qualitativen Methode aus der explorativen Charakteristik: Es soll vom Einzelnen (einzelne Akteure der agilen Arbeitsweise) auf das Ganze (komplett agil arbeitende Teams) geschlossen werden. Da bisher eine ausreichend wissenschaftliche/ theoretische Grundlage fehlt, soll durch diese erste Studie eine Ausgangslage für die weitere Forschung im Rahmen dieser Arbeit geschaffen werden.

Neben dem Blick auf die Herausforderungen einer verteilten agilen Arbeitsweise innerhalb der Automobilentwicklung sollen die Experteninterviews zusätzlich bereits einen Blick auf die in dieser Arbeit entwickelte Lösung richten. Den Interviewten soll dazu ein erster Prototyp des Artefaktes der Ar-Kollaborationssoftware präsentiert werden. Durch den praktischen Eindruck in Verbindung mit einer Befragung soll ein erstes Feedback zum Forschungsvorhaben dieser Arbeit gesammelt werden, welches die weitere Forschung anleiten soll.

6.2. Methode der Interviewstudie

Aus der dargestellten Motivation für die Studie, die zum einen in den bestehenden Herausforderungen in der verteilten agilen Automobilentwicklung und zum anderen in der initialen Bewertung des Einsatzes der neuen AR-Technologie liegt, lassen sich zwei Forschungsfragen ableiten, die das weitere Vorgehen dieser Studie bestimmen:

- F2:** Welche charakteristischen Probleme existieren bei verteilt arbeitenden Teams innerhalb der agilen Arbeitsweise in der Automobilentwicklung?
- F3:** Welche potenziellen Mehrwerte ergeben sich durch den Einsatz der AR-Technologie in der agilen Arbeitsweise?

Auf Basis dieser Forschungsfragen wird nachfolgend ein Studiendesign konzipiert, welches zur Beantwortung beitragen soll. Dabei steht der explorative Charakter der Forschungsfragen im Zentrum.

6.2.1. Studiendesign der Interviewstudie

Für die erste Studie dieser Arbeit wird, wie bereits dargelegt, ein qualitatives Forschungsdesign gewählt. Ferner sollen Experteninterviews in Form von teilstrukturierten Leitfadeninterviews durchgeführt werden. Als Experten werden Personen bestimmt, welche in der agilen Arbeitsweise eine übergreifende Rolle spielen: Agile Coaches und Scrum Master. Beide Rollen haben insofern eine übergreifende Rolle, da sie zumeist in mehreren agilen Teams gleichzeitig tätig sind. Sie besitzen somit, im Vergleich zu einzelnen Entwicklungsteammitgliedern oder Product Ownern, welche zumeist nur in einem Team verankert sind, einen umfassenderen Überblick innerhalb der agilen Arbeitsweise. Es wird erwartet, dass die Aussagen – der Idee eines Experteninterviews folgend – zwar immer noch subjektiv, jedoch bereits allgemeingültiger sein werden.

Auf Basis der unterschiedlichen Empfehlungen zur Stichprobengröße von (Guest et al., 2006) mit sieben bis zwölf Teilnehmern, von (Hennink et al., 2017) mit neun Teilnehmern und von (Namey et al., 2016) mit acht bis 16 Teilnehmern, um eine ausreichende Sättigung in den Ergebnissen einer qualitativen Erhebung erreichen zu können, wird für diese Studie gemittelt die Mindeststichprobengröße von elf Experteninterviews festgelegt. Auf Basis dieser Abschätzung sollen Experten innerhalb des betrachteten Unternehmens akquiriert werden.

Für die Befragung der Probanden wird ein teilstrukturiertes Leitfadenterview konstruiert. Es werden offene Fragen verwendet, welche zum Teil dazu auffordern, aus dem Arbeitsalltag zu erzählen. Je nach individuellem Verlauf des Interviews und situationsabhängig kann vom Leitfaden abgewichen und vertiefende Fragen zu einzelnen Berichten gestellt werden.

Um beide Forschungsfragen F2 und F3 beantworten zu können, wird die Studie in zwei Teile aufgeteilt, vergleiche Abbildung 34. Im ersten Teil werden die Experten zu ihrer alltäglichen Anwendung der agilen Arbeitsweise und deren Herausforderungen in einer verteilten Umsetzung interviewt. Zusätzlich werden die Probanden mit den Problemkategorien nach (Kajko-Mattsson et al., 2010) aus Kapitel 2.4.2.5 konfrontiert, um die Erkenntnisse der Herausforderungen der agilen Arbeitsweise in der verteilten Softwareentwicklung mit Vertretern der Automobilentwicklung zu beleuchten. Neben dem Ziel, die Probanden zu befragen, sollen die Probanden hierüber auch für bekannte Herausforderungen sensibilisiert werden. Diese Sensibilisierung wird im zweiten Teil dazu genutzt, um die Probanden eigenständig die AR-Technologie im Hinblick auf die Herausforderungen bewerten zu lassen.

In jenem zweiten Teil wird den Probanden zunächst eine Demonstration mit einem Prototyp der AR-Kollaborationssoftware gegeben. Die genaue Beschreibung dieses Prototyps folgt in Kapitel 6.2.2. Ziel dieser Demonstration ist es, die Probanden an die AR-Technologie heranzuführen. Forschung von (Blusi & Nieves, 2019; Ewais & Troyer, 2019) zeigt, dass viele Personen noch keine Erfahrung mit der AR-Technologie gesammelt haben. Somit ist es schwer, nach einer Bewertung dieser Technologie im Hinblick auf eine Herausforderung zu fragen, wenn der praktische Bezug fehlt. Die Demonstration beinhaltet typische Funktionen und Methoden, welche aus der agilen Arbeitsweise bekannt sind und in die AR übertragen wurden. Während die Probanden den Prototyp testen, werden sie unstrukturiert zu ihren Eindrücken befragt und zum lauten Denken (Mey & Mruck, 2010) angeregt.

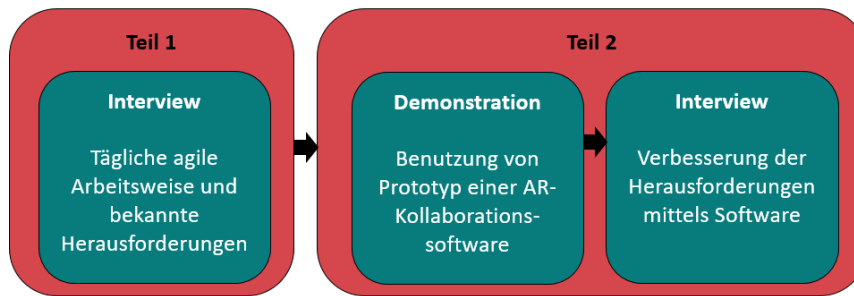


Abbildung 34: Aufbau der Interviewstudie mit zwei Teilen

An die Demonstration schließt sich der zweite Teil des teilstrukturierten Leitfadenterviews an. Die Probanden werden hier zu ihren Eindrücken der Demonstration befragt und aufgefordert, von ihren Ideen zu einer Verbindung der Technologie mit der agilen Arbeitsweise zu berichten. Auch erkannte Herausforderungen der Technologie werden explizit abgefragt, um auch die erwarteten Hindernisse der Technologie zu erfassen. Abschließend werden die Probanden zu konkreten Umsetzungen der AR-Technologie innerhalb der agilen Arbeitsweise mit z. B. der Nutzung eines AR Kanban Boards oder der Durchführung einer AR Retrospektive befragt.

Um die Interviews im Nachgang auswerten zu können, werden sie mit einem Aufnahmegerät aufgezeichnet. Parallel hält der Versuchsleiter schriftliche Notizen zu Auffälligkeiten des Interviews auch schon während der Durchführung fest. Anschließend werden die Interviews händisch transkribiert und nachfolgend durch die qualitative Inhaltsanalyse nach (Kuckartz & Rädiker, 2022) ausgewertet, um die Forschungsfragen F2 und F3 zu beantworten.

6.2.2. Prototyp

Für den zweiten Teil der Studie wurde ein Prototyp zur Demonstration der AR-Technologie in Form einer kollaborativen AR-Software entwickelt. Der Prototyp wurde durch den Autor dieser Arbeit von Grund auf selbst entwickelt, speziell für die Verwendung auf der HoloLens 2 ausgelegt und zu einer nutzbaren Lösung programmiert. Mit diesem Prototyp wird erstmals das Artefakt dieser Forschung umgesetzt. Der Prototyp wurde nachfolgend an diese Studie durch die Folgestudien stetig weiterentwickelt. Die einzelnen Evolutionsstufen können jeweils im Prototypenteil einer Studie nachverfolgt werden.

Der initiale Prototyp wurde in der Game Engine Unity (Unity Technologies, 2022) entwickelt und auf einer HoloLens 2 AR-Brille bereitgestellt. Für die Entwicklung auf der HoloLens wurde das Mixed Reality Toolkit (Microsoft, 2022d) herangezogen, um z. B. das Handtracking und weitere Funktionen der Brille nutzen zu können. Für die Umsetzung einer kollaborativen Erfahrung mit

mehreren Nutzern wurde auf drei Bausteine der Firma Exit Games mit dem Photon Software Development Kit (SDK) zurückgegriffen (Exit Games, 2022). Das Netzwerk SDK Photon PUN erlaubt dabei die Synchronisation von Objektbewegungen, Interaktionen und Eingaben. Zur Übertragung von Stimmen wurde auf das Photon Voice SDK zurückgegriffen. Über einen Photon Server können mehrere HoloLens-Nutzer mit diesen Bausteinen über eine sichere WebSocket-Verbindung kollaborativ arbeiten, vergleiche Abbildung 35. Geographisch verteilte Nutzer werden dabei über Avatare dargestellt und können über den Audiokanal miteinander kommunizieren. Diese Audioverbindung unterstützt räumlichen Sound (Spatial Sound) und erlaubt so die Lokalisation eines Nutzers im dreidimensionalen Raum anhand seiner Stimme.

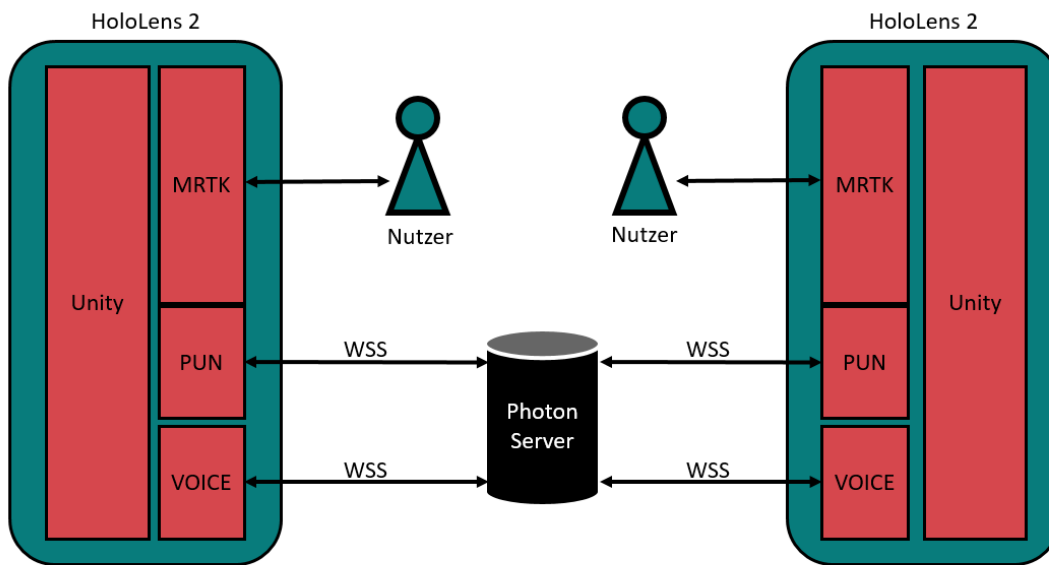


Abbildung 35: Basisarchitektur des Prototyps

Die Avatare sind Repräsentationen mit einem statischen, menschlichen Oberkörper (3D-Scan des Autors dieser Arbeit, vergleiche Abbildung 36), welcher sich analog zur Position eines Nutzers im Raum bewegt und rotiert. Mittelpunkt der kollaborativen Erfahrung ist ein initiales Objekt. Alle weiteren Objekte und auch die Avatare sind relativ zu diesem ausgerichtet. Befinden sich die initialen Objekte zweier Nutzer in einem gemeinsamen physischen Raum an der gleichen räumlichen Stelle, sind auch die virtuellen Objekte beider Nutzer im physischen Raum an den gleichen Positionen. Auch wenn die Avatare und die Audioverbindung ausgeschaltet werden, findet die Synchronisation der virtuellen Objekte weiterhin statt und erlaubt dank der AR-Technologie das kollaborative Arbeiten in einer virtuellen Welt an einem gemeinsamen physischen Ort.

Im Prototyp wurden verschiedene Möglichkeiten zur Umsetzung einer agilen Arbeitsweise implementiert. Eine Auswahl kann in Abbildung 36 betrachtet werden. Inspiration für die initial realisierten Möglichkeiten lieferte der Scrum Guide (Schwaber & Sutherland, 2020) und die Arbeit

von (Andresen, 2017) zur Durchführung von Retrospektiven. Die Möglichkeiten sollen Beispiele aus dem Alltag eines agilen Coaches/ Scrum Masters aufgreifen. Alle Funktionen werden über die Nutzer synchronisiert und in gleicher Art und Weise für jeden Nutzer dargestellt.



Abbildung 36: Exemplarische Möglichkeiten des Prototyps. V.l.o.n.r.u.: Das Hand-Menü, der Avatar, ein CAD-Bauteil, die XY-Skala, der Timer, die Retrospektive, das Whiteboard, der Post-it sowie Post-It-Cube und das Coaching-Tool

Im Prototyp können so z. B. virtuelle Post-its erstellt und mit einer virtuellen Tastatur beschriftet werden. Anschließend können diese Post-its im 3D-Raum bewegt und platziert werden, indem man sie greift. Als Besonderheit wurden zudem Post-its in Würfelform realisiert, welche den eingegebenen Text auf vier Außenseiten repräsentieren und so die weiterführenden Möglichkeiten der AR aufzeigen sollen. Außerdem kann der Nutzer weitere Annotationen in Form von dreidimensionalen Skizzen im Raum erstellen. Als letzte Möglichkeit virtuelle Annotationen anzufertigen, wird dem Nutzer ein virtuelles Whiteboard bereitgestellt, auf dem mit einem virtuellen Stift Skizzen angefertigt werden können. Ein virtueller Timer erlaubt das Stoppen der Zeit innerhalb der virtuellen Welt. Dargestellt ist des Weiteren ein virtuelles Kanban Board mit vordefinierten User Stories, welches interaktiv bedient werden kann. Zur Durchführung von Retrospektiven steht auch eine Visualisierung zur Verfügung, mit der der Nutzer eine Vier-Felder-Matrix aufrufen sowie beschriften und so eine bekannte Form einer Retrospektive durchführen kann (Andresen, 2017). Zusätzlich kann eine beschreibbare XY-Skala aufgerufen werden, welche auf den Boden gelegt werden kann, um eine sog. *systemische Aufstellung* (Lieser, 2014) durchzuführen.

Neben diesen Coaching-Werkzeugen wurde zudem eine metaphorische Beschreibung der agilen Arbeitsweise in Form einer Visualisierung mit einer Vase, einer Fliege, einer Biene und einer Sonne entwickelt. Die Idee stammt aus der Methodensammlung eines Coaches aus dem betrachteten Unternehmen. Bei dieser Visualisierung werden verschiedene Arbeitsweisen anhand der beiden Tiere, welche in eine Vase gesperrt werden, beschrieben. Die Fliege fliegt in dieser Metapher „dumm“ ohne Vorgaben in eine zufällige Richtung los und wendet immer, wenn sie den Rand der Vase erreicht, in eine andere, zufällige Richtung. Die Biene hingegen fliegt immer auf die Sonne zu, weil sie gelernt hat, dass diese sie aus einem Gefäß führt. In einer normalen Umgebung, wenn sich die Vase also auf einem Tisch befindet und die Sonne über der Vase steht, findet die Biene schnell aus dem Glas heraus, da sie den direkten Weg nimmt. Die Fliege muss hingegen auf den Zufall hoffen und braucht in der Regel länger. Ändern sich jedoch die Rahmenbedingungen und die Vase wird verkehrt herum gehalten, findet die Biene nie mehr aus der Vase heraus, da sie immer gegen den nun obenliegenden Boden der Vase fliegt, wenn sie ihrem klassischen Plan folgt und sich zur Sonne bewegt. Die Fliege hat hier den Vorteil, dass sie irgendwann durch die zufälligen Richtungswechsel den auf dem Kopf liegenden Ausgang finden wird. Übertragen soll hier das unterschiedliche Vorgehen beim planungsbasierten Wasserfallprinzip (=Biene) und bei der iterativen, agilen Arbeitsweise (= Fliege) metaphorisch dargestellt werden. Die programmierte Umsetzung in AR erlaubt dabei das Beobachten des beschriebenen Sachverhalts durch eine dreidimensionale Visualisierung mit modellierten Bewegungen der Tiere.

Als letztes Element wurde zudem ein virtuelles Konstruktionselement in Form einer Kurbelwelle mit Kolben in die Umgebung integriert, um die Betrachtung von dreidimensionalen Konstruktionsdaten beispielhaft darstellen zu können.

6.2.3. Beschreibung der Stichprobe der Interviewstudie

Für die Interviewstudie wurden im Summe 20 Probanden rekrutiert. Die Interviewten waren alle Beschäftigte eines großen deutschen Automobilbauers. Darunter befanden sich drei Scrum Master und elf agile Coaches. Zwei zusätzliche Probanden gaben zunächst an, als Scrum Master tätig zu sein, wollten im Interview aufgrund der breiteren Erfahrung aber lieber aus der Rolle eines Product Owners (n = 1) und Entwicklungsteammitglieds (n = 1) antworten. Diese Interviews wurden ebenfalls ausgewertet, da nach einer ersten Sichtung wertvolle Aspekte gefunden werden konnten, welche zur Beantwortung der Forschungsfragen beitragen können.

Während der Akquise der Probanden zeigte sich zudem, dass die agile Arbeitsweise in einem großen Unternehmen mehr Facetten besitzt als zunächst angenommen. So finden sich auch die Frameworks des Design Thinking (Meinel et al., 2011) und des User Experience Designs (Hartson & Pyla, 2012)

innerhalb der Automobilentwicklung in einer agilen Arbeitsweise wieder. Es wurden deshalb auch Experten dieser Frameworks in der Rolle von Design Thinking Coaches (n = 2) und User Experience Coaches (n = 2) mit in diese Interviewstudie aufgenommen.

Von den 20 Probanden waren zwölf männlich und acht weiblich, mit einer Altersstaffelung von 20-29 Jahren mit n = 4, 30-39 Jahren mit n = 8, 40-49 Jahren mit n = 6 und 50-59 Jahren mit n = 2.

Zehn der Probanden gaben an, eine Berufserfahrung mit der agilen Arbeitsweise von 1-3 Jahren zu besitzen, weitere sechs Probanden arbeiteten bereits 4-6 Jahre in der agilen Arbeitsweise und jeweils zwei Probanden 7-9 Jahre bzw. mehr als 13 Jahre.

Die Probanden stammten aus verschiedenen Bereichen des Unternehmens. Zehn Probanden gaben an, im Bereich der Forschung und Entwicklung tätig zu sein. Weitere zwei Probanden stammten aus der IT und weitere zwei Probanden aus dem Strategiebereich. Die verbleibenden vier Probanden gaben an, jeweils in den Bereichen Finanzen, Einkauf, Aftersales und Vertrieb zu arbeiten.

6.3. Durchführung der Interviewstudie

Die Durchführung der Interviewstudie begann am 18.08.2020 und fiel damit in den Beginn der zweiten COVID-19-Welle in Deutschland (Tolksdorf et al., 2021). Dem Versuchsleiter war es aufgrund der praktischen Demonstration der AR-Technologie wichtig, die Interviews vor Ort durchzuführen. Die dazu nötigen Hygienemaßnahmen und verschärften Kontaktbeschränkungen hatten zur Folge, dass sich die Erhebung der Interviews über fast vier Monate erstreckte und erst am 02.11.2020 abgeschlossen werden konnte.

Aufgrund der Corona-Maßnahmen während dieser Zeit, arbeiteten die meisten Probanden bereits seit längerer Zeit (ca. 5 Monate) vollständig aus dem Homeoffice, also verteilt zusammen. Durch diese Besonderheit bezogen viele Probanden die gestellten Fragen intuitiv auf die aktuelle Situation einer verteilten Arbeitsweise.

Die Probanden wurden einzeln vom Versuchsleiter in den Räumlichkeiten der Konzernzentrale empfangen, um die 90-minütige Studie zu absolvieren. Der detaillierte Interviewleitfaden, welcher den Ablauf vorgab, kann Anhang 1 entnommen werden.

Zu Beginn wurden die Probanden auf die Aufzeichnung des Gesprächs hingewiesen und um Zustimmung gebeten. Wurde diese gegeben, konnte die Aufnahme gestartet und mit dem Leitfaden des Interviews begonnen werden. Zunächst wurden die Probanden über den Hintergrund der Forschung aufgeklärt und über den groben Ablauf der Studie informiert. Erneut wurden sie über die Aufzeichnung und die Auswertung der Interviews belehrt und offiziell mit der Unterschrift auf einer Datenschutzerklärung um ihre Zustimmung gebeten. Nach der Nachfrage, ob Fragen vor Beginn des

Interviews bestehen, startete das eigentliche Interview mit der Evaluation der demographischen Merkmale.

Für den ersten Teil der Studie wurden 45 Minuten eingeplant. Die Zeit wurde über einen auch für die Probanden sichtbaren Timer gestoppt. Um von der gleichen Definition einer agilen Arbeitsweise auszugehen, wurde den Probanden zunächst eine Definition vorgestellt, vergleiche Interviewleitfaden im Anhang 1. Es folgten Fragen zur alltäglichen agilen Arbeitsweise, den genutzten Tools und Events. Anschließend wurden die Probanden zum Ablauf typischer Events einer agilen Arbeitsweise befragt, wobei sich die Leitfäden für die Befragung eines Product Owners, Entwicklungsteammitglieds und Scrum Masters von jenem eines Coaches unterschieden, um den Besonderheiten der typischen Arbeit gerecht zu werden. Nach der Schilderung typischer Vorgehensweisen (z. B. bei einer Retrospektive, einem Planning oder Coaching durch die Probanden) wurden die Probanden immer explizit zu Herausforderungen bei der Durchführung dieses Vorgehens im Allgemeinen und speziell in einem verteilten Set-up befragt. Darauf folgte die Darlegung der sieben Problemkategorien nach (Kajko-Mattsson et al., 2010) mit der Befragung, ob diese Kategorien nachvollziehbar sind und in der eigenen Arbeit mit Beispielen wiedergefunden werden können.

Nach einer kurzen Pause startete der zweite Teil des Interviews mit der Demonstration des Prototyps der AR-Kollaborationssoftware. Diese dauerte ca. 15 Minuten. Dazu wurden zwei HoloLens 2 Brillen vorbereitet, von denen eine vom Probanden und eine vom Versuchsleiter getragen wurden. Nach dem Aufsetzen der Brille wurden die Probanden schrittweise an die Technologie herangeführt. So wurde als Erstes das 3D-Modell der Kurbelwelle präsentiert, um die räumliche Verankerung von virtuellen Objekten zu veranschaulichen. Die Probanden konnten dabei frei um das Objekt herumlaufen. Daraufhin wurden die Probanden instruiert, wie sie selbst ein Objekt durch Handgesten bewegen und manipulieren können, um die Interaktivität der Technologie kennenzulernen. Anschließend wurde der Hinweis gegeben, dass sie sich in einem gemeinsam synchronisierten, virtuellen Raum mit dem Versuchsleiter befinden und die Manipulation der Objekte auf beiden Brillen gespiegelt wird. Es folgte die Demonstration der Audioverbindung und das Einschalten des Avatars für eine kurze Zeit zur Demonstration der Möglichkeit der verteilten Arbeit. Nach dieser initialen Einführung folgte die Präsentation der verschiedenen Use Cases durch den Versuchsleiter. Dazu demonstrierte dieser das Arbeiten am CAD-Modell mit der Markierung einzelner Bereiche des Modells durch eine dreidimensionale Skizze. Informationen zu dieser Skizze platzierte der Versuchsleiter auf beschrifteten Post-its direkt neben dieser. Als nächstes öffnete der Versuchsleiter den Timer und das dreidimensionale Kanban Board mit User Stories zur Demonstration der Arbeit während eines Planning Meetings. Es folgte darauf die Präsentation der Vier-Felder-Matrix und des XY-Skala anhand der Demonstration einer kleinen Retrospektive und Aufstellung zusammen mit dem

Probanden. Abschließend nutzte der Versuchsleiter das Coaching-Tool mit der Vase, Fliege, Biene und Sonne, um dem Probanden die agile Arbeitsweise metaphorisch zu erklären. Mit diesem Teil endete die vorstrukturierte Demonstration. Der Proband hatte anschließend die Möglichkeit, die Funktionen weiter auszuprobieren und die Technologie näher kennenzulernen; ggf. wurden Fragen zur Technologie oder Software beantwortet.

Nach dieser ca. 15-minütigen Demonstration wurden die Probanden gebeten, ihre Brillen abzusetzen. Es folgte der zweite Interviewteil mit weiteren 30 Minuten, der mit der Frage zu allgemeinen Eindrücken der Probanden begann. Dabei sollten sowohl positive als auch negative Aspekte der Demonstration berichtet werden. Es folgte die Befragung zu konkreten Use Cases, in welchen die Technologie zum Einsatz kommen könnte: Workshops, virtueller Projektraum, Arbeit am Kanban Board, Planning/ Review Meeting und Coaching. Durch den Versuchsleiter wurden dabei immer Hinweise auf genannte Herausforderungen des Probanden aus dem ersten Teil des Interviews wiedergegeben und die mögliche Verbesserung mittels der Technologie abzufragen. Zum Abschluss des Interviews wurden die Probanden dazu angeregt, eigene Ideen zum Einsatz der Technologie innerhalb der agilen Arbeitsweise einzubringen. Das Tonbandgerät lief jedoch auch nach diesem offiziellen Ende weiter, da die Probanden in der Nachbesprechung der Interviews zum Teil noch weitere interessante Aspekte offenlegten. Diese Aussagen wurden mit in die Auswertung aufgenommen.

6.4. Auswertung der Interviewstudie

An die Durchführung der Studie und damit die Datenerhebung schließt sich die Auswertung der qualitativen Daten an. Diese wurde in die Teile Transkription und qualitative Inhaltsanalyse aufgeteilt. Das methodische Vorgehen orientiert sich dabei an Kapitel 3.2.3.

6.4.1. Transkription der Interviewstudie

Durch die Datenerhebung der Interviews in Form der Tonbandaufnahmen ergab sich eine große Summe an Gesamtmaterial von 2027 Minuten (=33 Stunden und 47 Minuten). Diese Tonbandaufnahmen wurden in die computergestützte qualitative Textanalysesoftware MAXQDA (VERBI GmbH, 2022) überführt und anschließend händisch transkribiert und in eine Textform gebracht. (Sandelowski, 1994) folgend, ist im Rahmen dieser Studie vor allem der Informationskontext und weniger der narrative Kontext interessant. In Anlehnung an (Buber & Holzmüller, 2009) wurde deshalb die wörtliche Transkription in literarische Umschrift genutzt, um das Gesagte in seiner gesprochenen Form zu verschriftlichen. Dabei wurde auf weitere

Beschreibungen über die Art und Weise des Gesagten – z. B. die Wiedergabe von Pausen oder Gesichtsausdrücke – während der Transkribierung verzichtet. Dialekt und Grammatik des Aufgezeichneten wurden wörtlich übernommen. Die händische Transkription dieser Daten benötigte über 200 Stunden und erstreckte sich über 35 Tage. In Summe wurden 207.638 Wörter durch die Transkription verschriftlicht. Nachfolgend kann beispielhaft ein Auszug aus der Transkription des Interviews Nr. 3 betrachtet werden, um die Form der Transkripte nachvollziehen zu können:

Interviewer: Ändert sich in der Arbeitsweise was, wenn du ein Team schon länger begleitest? Von deinem Coaching, von deiner Rolle als Coach, von deiner Arbeitsweise?

Proband: Ja klar. Am Anfang bin ich alles. Am Anfang bin ich Methodenexperte. Am Anfang bin ich unternehmerisch denkende Führungskraft, die mithilft, relevante Verantwortungsfragen zu klären. Ich bin Kontaktpartner zum Betriebsrat, zu Top Management, zur Basis. Ich bin Scrum Master, ich bin Moderator, ich bin alles. Das verändert sich relativ schnell sobald die Gruppe steht. Wenn ich nicht 90 % dieser Rollen abgeben kann an die Gruppe, dann wird das Projekt auch nichts. Das ist meine Erfahrung. Also das Projekt hat nichts davon, wenn ich weiterhin diese Tätigkeiten alle tue, sondern die Gruppe soll mich sehen, mich beobachten und das dann übernehmen. Bei manchen Gruppen muss man gar nicht so viel tun, die können das schon ganz alleine. Bei anderen Gruppen ist ganz viel Hub erforderlich. Von daher es verändert sich stark. Im Idealfall ist es nach 4-6 oder 4-8 Wochen so, dass ich tatsächlich nur 1:1 Coachings mache und dezidierte Scrum Master und Methodenspezialisten das Projekt führen.

Interviewer: Fallen dir extreme Herausforderungen in geographisch getrennten Teams ein, die dir jedes Mal begegnen? Du hast schon gesagt es könnte die Kommunikation sein, die nicht die Körpersprache überbringt.

Proband: Ja also wie gesagt, wenn man sich nicht sieht, kann man bestimmte Reaktionen auch nicht erkennen oder schwerer. Bestimmte Dinge dauern länger, weil man sich aussprechen lassen muss, weil man übers Telefon einfach oder über Skype eingeschränkt ist. Allein schon die Übertragungsbandbreite: Es hört sich immer nach Telefon an und es ist immer irgendwie entfernt. Das hat aber auch Vorteile, weil man

disziplinierter ist. Man ist ruhiger, hört zu, es gibt kaum Nebengespräche, kein Gequatsche. Die Menschen sind fokussierter und konzentrierter. Das strengt aber auch dann wieder mehr an. Ja, es ist anders, in manchen Dingen besser, in manchen schlechter. Was mir nur fehlt, ist immer der Anfang. Also wenn der Anfang nicht physisch ist, dafür habe ich noch keine Antwort. Wenn ich nicht denen zeigen kann: Guck mal, wie sieht das auf einem Plakat aus? Und wie formen wir dies, wie bringen wir diese Inhalte dann in eine digitale Form? Also dieser Prozess ist aus meiner Sicht wichtig, damit die Gruppe die Verantwortung für die Karten und Inhalte auch echt übernimmt. Damit es nicht fremde Sachen sind, sondern ihre eigenen.

6.4.2. Qualitative Inhaltsanalyse der Interviewstudie

Das transkribierte Material wurde qualitativ nach der Methode von (Kuckartz & Rädiker, 2022) mit der qualitativen Inhaltsanalyse und der Softwareunterstützung durch MAXQDA (VERBI GmbH, 2022) analysiert. In der nachfolgenden Beschreibung werden konkrete Eigenschaften und Verfahren dieser wissenschaftlichen Methode durch kursives Hervorheben dargestellt.

Das Verfahren in dieser Arbeit orientiert sich an einem *nicht theoriegeleiteten* Vorgehen und bildet Kategorien und Codierungen *am Material* selber. Somit wird die explorative Motivation aus Kapitel 6.1 aktiv unterstützt. Die Codierung wird *thematisch* vollzogen und die Auswertung findet *kategoriebasiert* statt. Auf eine *quantitative* Betrachtung der Kategorien wird bewusst verzichtet. Die Häufigkeit einer Kategorie ist zwar relevant, jedoch wird sie nicht in ein Verhältnis zu anderen Kategorien gesetzt.

Die Analyse orientiert sich an dem in Abbildung 17 dargestellten Ablauf. Konkret wurde das Material im ersten Schritt *initiiierend* betrachtet und im Hinblick auf die Forschungsfragen in seiner Summe gelesen. Auffälligkeiten wurden bereits unstrukturiert in *Memos* festgehalten. Auf *Fallzusammenfassungen* wurde bewusst verzichtet, da die *kategoriebasierte* Auswertung angestrebt wurde. Auf Basis der initialen Textarbeit wurde ein erstes *Hauptkategoriensystem induktiv am Material* entwickelt, welches in Abbildung 37 abgebildet ist. Für dieses erste System wurden vier Interviews der Transkripte zunächst in ihre zwei Interviewteile aufgeteilt und an diesen das Hauptkategoriensystem abgeleitet. Nachfolgend wurde das gesamte Material erneut gesichtet und mit diesem ersten Hauptkategoriensystem codiert. Es war zulässig, einzelne Textausschnitte *mehrfach* durch verschiedene Kategorien zu codieren. Durch MAXQDA (VERBI GmbH, 2022) wurden die einzeln codierten Abschnitte zusammengetragen und für Teil 1 erneut betrachtet, um einzelne Subkategorien zu bilden. Wieder fand diese Subkategorisierung *thematisch* und *induktiv am Material*

statt. In einer erneuten Iteration wurden diese Subkategorien nochmals betrachtet und weiter in Sub-Subkategorien unterteilt.

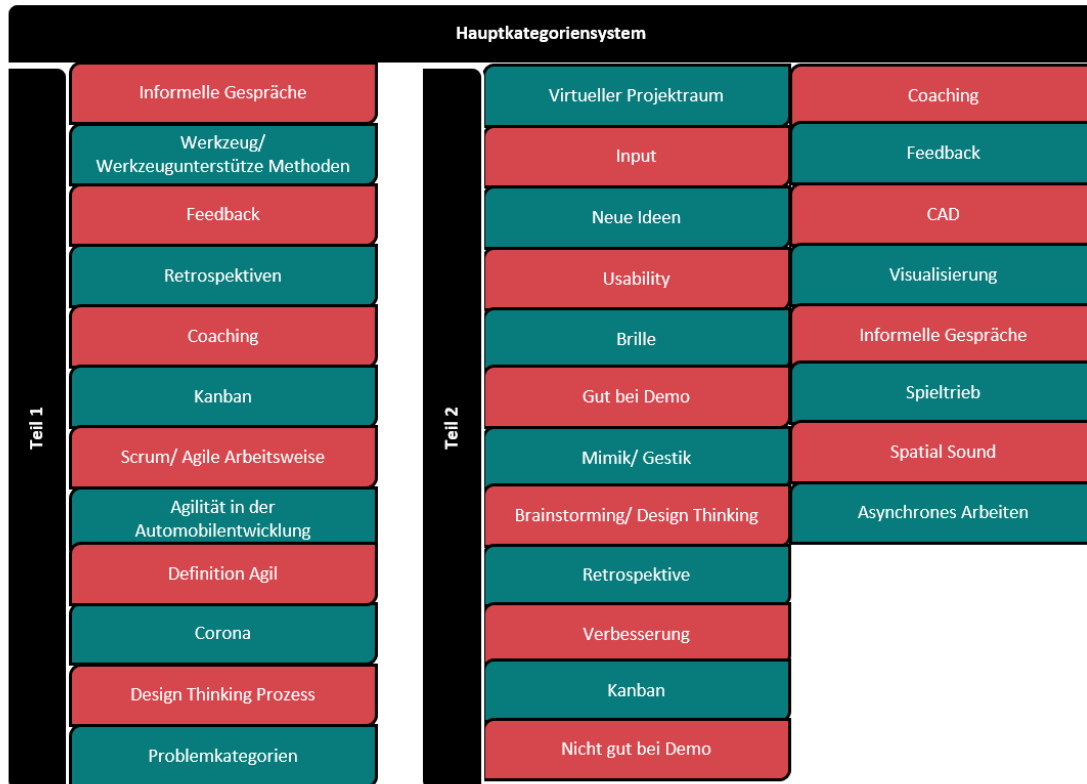


Abbildung 37: Das Hauptkategoriensystem definiert nach der initialen Textarbeit

Einige Sub-Subkategorien wurden ferner in eine weitere Ebene mit Sub-Sub-Subkategorien aufgegliedert, um die Themen weiter auszudifferenzieren. Auf eine Aufzählung all dieser Sub-Subkategorien und Sub-Sub-Subkategorien wird an dieser Stelle verzichtet, da sie in den Ergebnissen der qualitativen Inhaltsanalyse nachverfolgt werden können. Beispielhaft kann ein Teil des auscodierten Kategoriensystems für die Hauptkategorie *Feedback* aus Teil 1 in Abbildung 38 betrachtet werden.

Für die unterste Sub-(...)-kategorie einer Hauptkategorie wurde im Anschluss an die Codierung die *kategoriebasierte Auswertung* vollzogen. Für jede codierte Stelle wurde dazu zunächst eine Zusammenfassung formuliert, um den Informationsinhalt einer transkribierten Stelle destilliert zu dokumentieren. Beispielhaft kann dies an folgender Aussage von Proband 19 zur Sub-Sub-Subkategorie *Mimik+Gestik+Körpersprache* innerhalb der Hauptkategorie *Feedback* nachvollzogen werden. Die wörtliche Transkription (Proband 19 Abschnitt 60) lautet:

„Und deshalb finde ich es halt cooler, wenn du die Leute wirklich mal persönlich siehst und ganz anders die Mimik und Gestik und so mitbekommst. Weil das machen die Leute

auch nicht. Also so wie wir reden. Also wie ich mich verhalte, das kriegst du nur mit, wenn man gegenüber sitzt. Also das hast du nicht, vor der Kamera fuchelt niemand rum.“

Dies Transkription wurde während der Auswertung zusammengefasst zu:

„Persönlich sieht man die Mimik und Gestik anders. Vor dem PC verhält man sich anders, es wird z. B. weniger gestikuliert.“

Die Zusammenfassungen aller codierten Aussagen wurden auf Basis der Kategorien tabellarisch mit Hilfe von MAXQDA zusammengeführt, anschließend erneut betrachtet und auf dieser Ebene übergreifend zusammengefasst, um eine weitere Destillation des Informationsinhaltes zu vollziehen. Das Ergebnis dieses Analyseschrittes kann in Anhang 2 betrachtet werden. Sortiert nach dem Hauptkategoriensystem wird hier jede Kategorie und nachfolgende Sub-Kategorie explizit definiert und die Zusammenfassung auf der niedrigsten Sub-(...)-kategorie dargelegt.

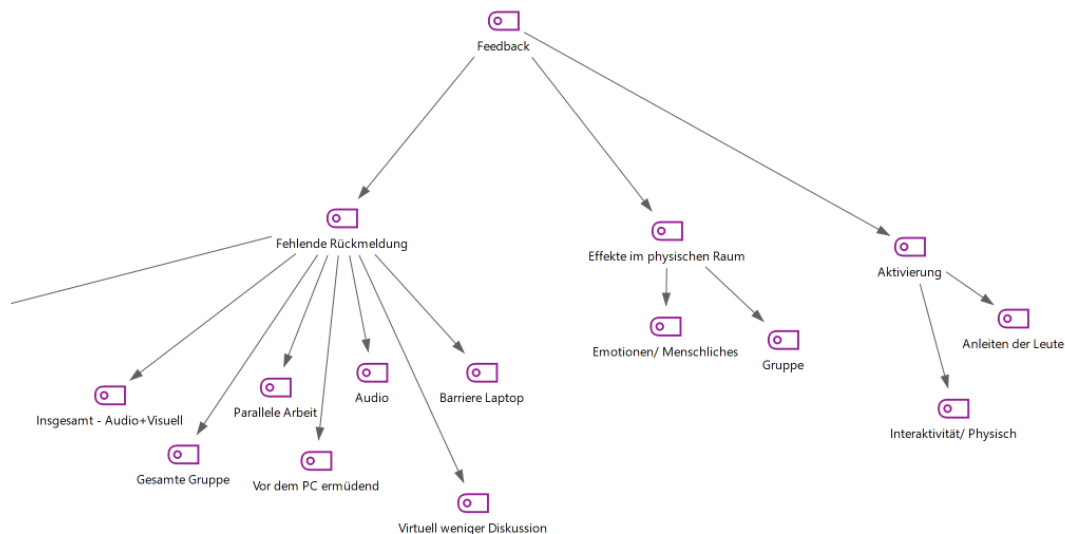


Abbildung 38: Auszug aus dem Sub-Codesystem der Hauptkategorie Feedback

6.4.3. Darlegung und Diskussion der Ergebnisse aus Teil 1 der Interviewstudie

Aufbauend auf der methodischen Inhaltsanalyse, die im vorherigen Kapitel dargestellt wurde und deren vollständige Ergebnisse Anhang 2 zu entnehmen sind, werden in diesem Kapitel speziell die Ergebnisse des ersten Teils der Interviewstudie ausgewertet und diskutiert. Dabei werden die

Herausforderungen bei verteilt arbeitenden Teams innerhalb der agilen Arbeitsweise in der Automobilentwicklung anhand des Kategoriensystems herausgearbeitet. Die Aufzählung der Kategorien ist nach der Anzahl der Nennungen einer Haupt- und Sup-(...)-kategorie sortiert. Dies geschieht im Hinblick auf die Beantwortung der Forschungsfrage F2: *Welche charakteristischen Probleme existieren bei verteilt arbeitenden Teams innerhalb der agilen Arbeitsweise in der Automobilentwicklung?* An die Herausarbeitung schließt sich direkt die Ableitung eines angenommenen Mehrwertes der AR-Technologie durch den Autor an. Dieser Schritt geschieht im Hinblick auf die Beantwortung der Forschungsfrage F3: *Welche potenziellen Mehrwerte ergeben sich durch den Einsatz der AR-Technologie in der agilen Arbeitsweise?*

Informelle Gespräche

Als erste Erkenntnis der Zusammenfassung der Interviews kann eine Herausforderung bei informellen Gesprächen in einer verteilten agilen Zusammenarbeit innerhalb des betrachteten Automobilkonzerns gefunden werden. Diese informellen Gespräche werden zum einen weniger und zum anderen aufwendiger in der Durchführung, wenn Personen räumlich verteilt zusammenarbeiten. Es fehlen oft die natürlichen, meist spontanen Situationen wie das zufällige Treffen an der Kaffeemaschine oder im Büro, bei denen diese Gespräche stattfinden. Die Bedeutung dieser informellen Gespräche kann vorgehend aus der Kategorie *Agilität in der Fahrzeugentwicklung* abgeleitet werden. So ist die agile Arbeit in der Automobilentwicklung meist eine agile Arbeit auf skalierter Ebene mit dem Zusammenspiel verschiedener Baugruppen und verschiedener Teams. Zwischen diesen bestehen zumeist Abhängigkeiten, welche Abstimmungen erfordern. Informelle Gespräche zwischen den Teams, welche vor Ort zufällig entstehen, können einen Mehrwert bereithalten, da Informationen unkompliziert ausgetauscht werden können.

Die AR-Technologie könnte einen Mehrwert (=F3) bereithalten, wenn sie es schafft, informelle Gespräche auch in einem verteilten Set-up zu erlauben. Dabei sollte es möglich sein, spontane Begegnungen stattfinden zu lassen, welche im Anschluss natürlich ablaufen können. Dieser natürliche Ablauf wird von einem Interviewten als Mithören eines Gespräches mit der Option, aber nicht der Pflicht einer Teilnahme beschrieben. So könnte eine Person mehreren zufälligen Begegnungen virtuell lauschen und bei Bedarf in ein informelles Gespräch einsteigen oder dieses beginnen.

Werkzeuge

Herausforderungen bei einer verteilten agilen Arbeit in der Automobilentwicklung können basierend auf den Interviews zudem bei einem hybriden Set-up gefunden werden. Ist ein Teil der Kollaborierenden räumlich vereint und arbeitet mit einem verteilten Teil zusammen, trennt sich der räumlich vereinte Teil der Gruppe laut den Interviewten jedoch zusätzlich künstlich durch die Verwendung eigener Laptops. Es besteht hier eine Herausforderung (=F2). Eine Verbesserung (=F3) könnte durch die AR-Technologie geschaffen werden, wenn die Technologie eine hybride Zusammenarbeit gewinnbringend unterstützen kann. So erlaubt es die AR grundsätzlich, mit Personen virtuell und parallel auch physisch vereint zusammenzuarbeiten, da bei der Technologie sowohl die Realität als auch die virtuelle Welt genutzt wird. Durch die transparenten Displays kann die Person im gleichen Raum natürlich betrachtet werden, während die Person aus dem verteilten Teil des Teams als Avatar repräsentiert wird und dabei trotzdem im virtuellen Raum anwesend ist.

Die Verwendung von sog. *Infinty-Whiteboards* (vergleiche (Miro, 2022) oder (Tactivos, 2022)) hat bereits viele Aspekte der verteilten Arbeit verbessert. So ist die Dokumentation einfacher, da sie automatisch erstellt wird. Auch das kreative Arbeiten mit Post-its, Zeichnungen und virtuellen Rundgängen ist über ein Board möglich. Durch die Zusammenfassung dieser Kategorie wird deutlich, welche Aspekte bei der verteilten Arbeit wichtig sind. Ein AR-Tool kann sich demnach an den Funktionen eines Infinty-Whiteboards orientieren. Ergänzt um die Eigenschaften der AR-Technologie könnten jene Funktionen im Hinblick auf F3 sogar noch weiterentwickelt werden.

Gleichzeitig gibt es auch eine Reihe an Funktionen, die verbesserungswürdig bei den Infinty-Whiteboards sind. Eine Herausforderung (=F2) ist die Benutzerfreundlichkeit, welche nicht ideal ist, Nutzer überfordern kann und meist eine Schulung verlangt. Auch die hohe Geschwindigkeit einer Gruppenarbeit kann nicht von allen Tools, wie z. B. OneNote, ideal unterstützt werden. Die gleichzeitige Verwendung verschiedener Tools, wie z. B. Videokonferenz + Infinty Whiteboard + weitere, führt zudem schnell zu einem zu vollen Bildschirm, was die Arbeit erschwert. Hier könnten die natürliche Benutzung der AR durch virtuelle Post-its in Kombination mit bekannten Bedienmechaniken aus der vereinten Zusammenarbeit und die Nutzung des gesamten dreidimensionalen Raums eine positive Nutzererfahrung unterstützen (=F3). Dabei könnte die Verwendung des dreidimensionalen Raumes ferner dazu beitragen, dass die Nutzer einen besseren Überblick über die Geschehnisse und Informationen bekommen.

In der vereinten Zusammenarbeit verwenden Coaches vor allem Post-its als Werkzeug. Ergänzend werden einfache Werkzeuge wie Stift und Papier, Whiteboards oder Flipcharts verwendet. Diese Werkzeuge sind beliebt, weil sie unkompliziert zu bedienen und gleichzeitig vertraut sind. Laut den Interviewten ist die agile Arbeitsweise meist ein Lernfeld, bei dem die Verwendung von bekannten,

einfachen Werkzeugen eine gewisse Sicherheit gibt und es dem Nutzer erlaubt, den Fokus auf die neue Arbeitsweise zu legen. Viele virtuelle Tools haben die Herausforderung (=F2) zu kompliziert zu sein und besitzen die Gefahr, Personen zu stark durch die Nutzung und Möglichkeiten der Tools abzulenken.

Diese einfachen Werkzeuge werden dabei oft zum Visualisieren verwendet. Es geht darum, eine Idee auch schnell visuell zu erschaffen und sie gleichzeitig leicht anpassen zu können. Ziel ist, das Gesprochene durch visuelle Inhalte zu unterstützen und viel Inhalt in kurzer Zeit zu erschaffen. Der haptische Aspekt dieser Arbeit, z. B. das Greifen eines Post-its, nimmt für viele Coaches eine zusätzliche Bedeutung ein und fehlt bei einer virtuellen Zusammenarbeit oft (=F2). Es ergeben sich daraus vielfältige Potentiale (=F3). Die Verwendung von Funktionen in der AR sollte möglichst einfach sein, um die physische Arbeitsweise mit adäquaten virtuellen Werkzeugen adaptieren zu können. Durch die Interaktivität der AR könnte das Verändern von erschaffenen Inhalten leicht ermöglicht werden und durch eine dreidimensionale Visualisierung das gesprochene Wort noch besser unterstützen.

Feedback

Übergreifend kann der Verlust von Feedback in der verteilten Arbeit basierend auf den Interviews als weitere Herausforderung (=F2) festgehalten werden. Dieser Verlust äußert sich in verschiedenen Arten von Feedback z. B. visuelles Feedback, auditives Feedback oder emotionales Feedback. Vorherrschend ist bei den Interviews der Verlust des visuellen Feedbacks. Dieses bezieht sich auf den Verlust von Mimik, Gestik und Körpersprache, welche entweder durch das statische Sitzen vor einem Bildschirm gehemmt, durch die Verwendung einer Kamera vermindert oder durch den Verzicht einer Videoverbindung komplett abwesend ist. Zudem ist es nicht möglich, einzelne Personen gezielt an und in die Augen zu schauen. Die Verwendung von Gestik wie ein Nicken kann zudem irritieren, da diese meist missverstanden wird. Vielen Coaches fehlt in Summe das Gefühl zur Einschätzung, ob ein gesprochenes Wort auch übereinstimmend zur Mimik/ Körpersprache ist, um damit eine Aussage im Hinblick auf ihre Wahrhaftigkeit bewerten zu können. Da die Mimik/ Körpersprache nicht ausreichend übertragen wird, kann aus den nonverbalen Informationen nur schwer die Haltung einer Person abgelesen werden. Auch die Stimme spielt eine wichtige Rolle und wird oft nicht ideal über eine Videokonferenz übertragen. Ein großer Teil, der sonst die Wahrnehmung des Coaches ausmacht wie z. B. die Position einer Person bei einer Gruppenarbeit im Raum, fehlt virtuell komplett. Die AR könnte Verbesserungspotentiale (=F3) liefern, indem der dreidimensionale Raum wieder einbezogen wird. So könnten sich die Personen wieder durch den Raum bewegen und dazu motiviert werden, natürliche Gestik und Körpersprache zu nutzen. Über die

Sensorik der AR-Brille könnte zudem die Gestik sowie Position einer Person im Raum erfasst und über den Avatar dargestellt werden. Möglich wäre theoretisch auch die Erfassung der Mimik über eine geeignete Sensorik zur Darstellung des Gesichtes von Nutzern. Durch die Verwendung eines räumlichen Sounds könnte zudem auch das auditive Feedback verbessert werden, da das gesprochene Wort in einen räumlichen Bezug gesetzt wird.

Das fehlende Feedback hat laut der Interviews eine weitere Herausforderung (=F2) der verteilten Arbeit zufolge. So arbeiten viele Personen in virtuellen Meetings parallel an anderen Sachen, so schreiben sie bspw. eine E-Mail während eines Termins, worunter die Aufmerksamkeit leidet. Es stellt sich für den Coach immer die Frage, wo die Aufmerksamkeit der Teilnehmenden gerade liegt. Auch hier könnte die AR-Technologie einen Mehrwert (=F3) liefern, da durch die räumliche Repräsentation des Nutzers immer visualisiert wird, wo sich dieser befindet. Steht der Avatar eines Nutzers z. B. nicht vor einer virtuellen Post-it Wand, kann davon ausgegangen werden, dass seine Aufmerksamkeit nicht bei diesen Post-its liegt.

Eine weitere Erkenntnis zu den Herausforderungen aus den Interviews ist, dass in einem verteilten Set-up weniger Diskussionen stattfinden. Die technischen Verzögerungen bei der Sprachübertragung in virtuellen Besprechungen werden hier als Grund genannt. Auch der Laptop als Barriere zwischen einem Selbst und den Anderen sorgt laut den Interviewten dafür, dass man eine passive Haltung in Diskussionen einnimmt. Durch die interaktive Arbeit in der AR wäre hier ein weiterer Vorteil (=F3) zu erwarten.

Um Feedback zu generieren, benutzen viele Coaches aktivierende Elemente, wie die physische Arbeit vor dem Whiteboard oder das Bewegen im Raum, um das Energielevel bei der Zusammenarbeit hoch zu halten. Auch Gesten des Coaches laden bei Präsenzterminen die Teilnehmer zum Mitmachen ein. Verteilt ist dies jedoch schwieriger (=F2), da zu natürlichen Bewegungen vor dem Computer so gut wie nicht animiert werden kann. Die AR-Technologie besitzt erneut die Möglichkeit (=F3), die Personen in eine dynamische Arbeitsweise zu bringen und interaktiv mit Bewegungen zu arbeiten.

Retrospektive

Im Hinblick auf mögliche Herausforderungen liefert die Kategorie Retrospektive nur wenige Erkenntnisse. Auch wenn es manchmal technische Probleme bei der Nutzung von Tools gibt, um eine Retrospektive mit verteilten Teams durchführen zu können, kommen insgesamt mehr Vorteile durch die Kategorie zum Vorschein. So ist das Vorbereiten und Dokumentieren einer Retrospektive im verteilten – also virtuellen Format – einfacher, weil die Vorbereitung von überall gemacht werden kann und die Dokumentation automatisch digital vorliegt. Unkompliziert sind verteilte Retrospektiven zudem für eingespielte Teams. Wichtig ist bei der Retrospektive wieder die

Einfachheit der Werkzeuge mit Post-its und Flipcharts, um den Fokus auf den Inhalt zu erlauben. Parallel kommt der Visualisierung der Informationen, aber auch der Visualisierung der Methode eine große Bedeutung zu. Durch eine gute Visualisierung der Methode ist es möglich, die Personen aus Denkweisen des Alltags zu holen und die Qualität der Retrospektive zu verbessern. Hier könnte erneut ein großer Vorteil (=F3) der AR liegen. So könnte es möglich sein, durch die immersive Technologie eine visuelle Methode zu schaffen, welche über die Möglichkeiten der physischen und computergestützten Retrospektive hinausgeht. Durch die immersive Technologie könnten die Personen dabei noch besser aus bekannten Situationen und Denkweisen herausgelöst werden.

Coaching

Aus den Interviews wird deutlich, dass Coaches vor allem zu Beginn der Arbeit in einem neuen Team eine beobachtende Rolle einnehmen. Dabei geht es zum einen um das Beobachten von fachlichen/methodischen Aspekten und zum anderen um das Beobachten von weichen Faktoren wie die Stimmung in einem Team. In einem verteilten Set-up haben die Coaches Schwierigkeiten, diese Beobachtungen virtuell vorzunehmen. Hier kann auch eine mögliche Begründung für die Herausforderung (=F2) in der Kategorie Feedback gefunden werden. So sind für das Wahrnehmen der Stimmung in einem Raum Mimik, Gestik und Körpersprache sehr wichtig. Diese wird virtuell jedoch gehemmt bzw. nicht ideal übertragen. Die AR-Technologie könnte, aufgrund der genannten Vorteile aus dem Feedbackabschnitt, wieder für eine Verbesserung (=F3) sorgen.

Weitere wichtige Aspekte des Coachings sind die Aktivierung der Teilnehmer über Bewegung, den Einsatz von Spielen oder das gemeinsame Arbeiten. Sie sorgen für eine größere Kreativität, sog. *Aha-Effekte* und erhöhte Energielevel. Das Arbeiten in der Gruppe ist durch ein Erleben gekennzeichnet, wodurch vermitteltes Wissen besser verinnerlicht werden kann. Die technischen Möglichkeiten bestehender virtueller Zusammenarbeit stellen natürliche Hürden (=F2) für diese Aspekte dar. Wieder könnten sich durch den Einsatz der AR neue Möglichkeiten (=F3) ergeben, die Bewegungen im Raum zu nutzen, um damit Spiele in AR zu realisieren.

Auch Diskussionen und Gespräche sind ein wichtiger Bestandteil des Coachings. Es werden so Vorschläge in einem Team eingebracht und ein gemeinsames Verständnis sowie eine gemeinsame Kultur gebildet. Aus der Kategorie Feedback ist bekannt, dass die Übertragung von Mimik und Gestik im Tool nicht ideal ist. Da in einem Coaching, aber auch in agil arbeitenden Teams, viele Gespräche geführt werden, welche u. a. auch durch den Scrum Guide bewusst mit Events wie dem Daily angestoßen werden, fällt das fehlende Feedback stärker ins Gewicht.

Unterstützt werden die Gespräche in der Arbeit eines Coaches oft durch Visualisierungen. Sie dienen dem Aufzeigen eines Ausgangspunktes oder der Veranschaulichung einer Methode. Die Interviewten

nennen hier keine Herausforderungen. Die erweiterte Möglichkeit der Visualisierung in einer dreidimensionalen, immersiven Welt kann jedoch als Vorteil (=F3) aufgeführt werden.

Als wichtiger Aspekt im Coaching wird von den Interviewten das Vertrauen wiedergegeben. Dabei beeinflusst das Vertrauen in einem Team verschiedene weitere Aspekte wie z. B. die Kommunikation. Hier kann festgestellt werden, dass das Vertrauen in Teams, welche sich vorher physisch kennengelernt haben, über die Dauer einer virtuellen Zusammenarbeit laut den Interviewten abnimmt (=F2). Ob dies mit der AR-Technologie zu verbessern ist (=F3), bleibt zu überprüfen.

Ein Coach hat laut den Interviewten immer die Rolle, zu moderieren und vorzubereiten. Auch wenn sich der Coach im Laufe der Zeit immer weiter aus dieser Rolle zurückzieht und die Aufgaben an das Team übergibt, startet er jedoch zumeist mit dieser Rolle. Wie bereits durch die Kategorie Retrospektive klar wurde, ist es deshalb wichtig, dass der Coach seine Arbeit auch im Virtuellen vorbereiten können muss, was in virtuellen Tools bereits gut funktioniert. Auch die AR müsste in Bezug zu F3 diese Möglichkeit bieten.

Als herausfordernd (=F2) beschreiben die Interviewten zudem den Aufwand bei der Betreuung von virtuellen Teamworkshops. So sind im Physischen zwei Coaches die gewünschte Besetzung für einen Workshop. Virtuell müssen es jedoch zwingend zwei Coaches sein, weil der Aufwand für den Coach steigt. So muss dieser zum einen die Technik bedienen (Infinity-Whiteboard, Videokonferenz, ...) und zum anderen die Methode und Teilnehmer anleiten. Physisch erfordern die einfachen Werkzeuge, wie Post-its oder Whiteboards meist nur wenig Betreuung, wodurch der gesamte Fokus der Coaches auf der Methode und den Teilnehmern liegen kann. Die Bedienung der AR müsste so einfach wie im Physischen handhabbar sein, um die Coaches in der verteilten Arbeit zu entlasten (=F3).

Als weitere Herausforderung (=F2) nennen die Interviewten die gehemmte Interaktion zwischen Teilnehmern in einem virtuellen Setting. So ist die Arbeit virtuell oft eine Einbahnstraße, welche wenig Raum für Interaktion bietet. Diesen Raum könnte die AR-Technologie wieder öffnen (=F3), indem die Personen durch die immersive Technologie wieder mehr in eine Bewegung und Interaktion geführt werden.

Kanban

Die Interviewten gaben vermehrt an, dass sie die Arbeit an einem Kanban Board gerne in einem physischen Set-up erstmalig einsetzen, um die neue Methode einem Team zu vermitteln. Dabei kommen erneut nur Post-its und z. B. Whiteboards zum Einsatz. Diese einfachen Tools schützen die Personen auch bei dieser Methode davor, direkt während der Lernphase in eine Tooldiskussion einzusteigen. Das Arbeiten mit Post-its ist dabei spielerisch und beschränkt sich auf das Nötigste. Auch ist der Platz auf einem Post-it beschränkt, was zu höherer Selbstdisziplin führt. Somit sind keine

Hürden zu überwinden, damit die Personen mit der Methode beginnen. Aus diesen Aussagen lässt sich ableiten, dass eine Herausforderung (=F2) in der Arbeit mit Tools besteht, welche dazu dienen, die Kanban-Methode zu vermitteln, da sie meist zu komplex und umfänglich sind. Die AR-Technologie müsste wieder die Einfachheit der physischen Tools aufgreifen und einfache Mechaniken nutzen, um eine Kanban-Methodik bestmöglich vermitteln zu können (=F3).

Den Interviewten fehlt zudem der räumliche Aspekt der Zusammenarbeit (=F2), also das gemeinsame Stehen vor einem physischen Board. Auch die Performance von manchen Tools ist nicht ausreichend. Alle Tools bringen zudem Einschränkungen mit, weshalb ein Kanban Board nicht analog zur eigenen Arbeitsweise aufgebaut werden kann. Die Arbeit mit Post-its auf einem Whiteboard ist flexibler und erlaubt die Darstellung von z. B. Zeitstrahlen oder Swim Lanes. Ein Vorteil könnte darin liegen (=F3), dass Personen mit AR wieder gemeinsam virtuell vor einem Whiteboard stehen könnten. Auch könnte die AR für die Verwendung der Kanban-Methodik sehr flexibel und individuell aufgebaut werden, wenn sie nach den gleichen Mechaniken wie die physische Arbeitsweise funktioniert.

Als Herausforderung (=F2) nennen die Interviewten zudem die Pflege des Kanban Boards. Da dieses in einem verteilten Set-up in der Regel nur über ein Tool explizit erreichbar ist, gerät es im Gegensatz zu einem physischen Board, welches immer präsent in einem Büro hängt, schnell in Vergessenheit. Die AR könnte hier einen Mehrwert liefern (=F3), da ein virtuelles Board bei jeder Besprechung in der AR auch immer anwesend sein könnte und so für alle Teilnehmer bewusst wahrnehmbar wäre.

Auf die Frage, ob ein freies Tool in Anlehnung an ein leeres Whiteboard oder ein sehr vorstrukturiertes Tool in Anlehnung an ein vordefiniertes Kanban Board besser geeignet ist, geben die Interviewten keine eindeutige Aussage an. So ist ein freies Tool besser, wenn die Kanban-Methode an einen bestehenden Prozess angepasst werden soll. Zu einem späteren Zeitpunkt der agilen Arbeitsweise kann jedoch ein strukturiertes Tool mit Automatisierungen hilfreich sein.

Scrum/ Agile Arbeitsweise

In dieser Kategorie finden sich, wie im Anhang 2 zu lesen, meist Beschreibungen der Arbeitsweise und praktische Beispiele der Scrum Methodik wieder. Auf die Summe aller Aspekte wird in dieser Diskussion bewusst verzichtet, da sie nicht primär zur Beantwortung von F2 und F3 beitragen. Nachfolgend werden jedoch einzelne Erkenntnisse dargestellt, welche zum Wissensgewinn beitragen.

Genau wie die Kanban-Methode durch die Coaches auf tatsächliche Prozesse angepasst wird, stellt auch die Arbeitsweise nach dem Scrum Prozess zumeist eine adaptierte Variante des Scrum Guides dar. Als Herausforderung (=F2) ergibt sich dabei für den Coach das individuelle Anpassen des Coachings auf ein Team. Mit dem Wissen aus der Kategorie Coaching mit der Herausforderung des

Beobachtens und dem verminderten Feedback aus der Kategorie Feedback wird klar, dass dieses Anpassen des Coachings im verteilten Set-up herausfordernder ist.

Auch innerhalb der agilen Arbeitsweise ist der Aspekt des Aktivierens der Teilnehmer in kleineren Gruppen wichtig. Dies folgt aus der Herausforderung (=F2), da bei Monologen von z. B. dem Product Owner, andere Personen schnell abschalten, in die bereits genannte passive Haltung verfallen oder die individuelle Meinung untergeht. Die AR-Technologie könnte hier wieder durch eine interaktivere Basis Vorteile liefern (=F3).

Eine große Herausforderung auch in der vereinten Arbeit ist die vorhandene Projektraumknappheit. So ist es für Teams schwierig, einen eigenen Projektraum zu bekommen, welcher individuell und dauerhaft eingerichtet werden kann. Dabei sind vor allem das visuelle Vorbereiten eines Raums sowie das visuelle Arbeiten im Raum Aspekte, welche einen Projektraum ausmachen. Nicht explizit durch die Interviewten ausgedrückt, aber indirekt ableitbar, ist die Herausforderung (=F2), dass auch in einem verteilten Set-up Projekträume nur schwer anzulegen sind. Infinity-Whiteboards bieten hier zwar Möglichkeiten, bringen aber auch die aufgezeigten Nachteile mit. Die AR-Technologie könnte durch die räumliche Nutzung einen echten Projektraum schaffen, welcher dank der mobilen AR-Technologie an jedem Ort geöffnet werden kann (=F3).

Auch in Bezug auf die Arbeitsweise sind physische Treffen sehr wichtig, aber auch eine Herausforderung (=F2). Da bspw. durch die Dailys eine erhöhte Zahl an Treffen die Regel sind, werden auch kleine Entfernungen zwischen Teammitgliedern mit 15 Minuten Laufweg zum Problem. Ein physisches Treffen von 30 Minuten verursacht dabei bereits einen Aufwand von 30 Minuten Laufweg und sorgt auf lange Sicht zu dem Verzicht eines physischen Treffens.

Auch in der Arbeit nach der Scrum Methodik spielt Vertrauen eine große Rolle und ist in einem verteilten Set-up laut der Interviews eine Herausforderung (=F2), da ein Vertrauensaufbau virtuell schwieriger ist. Auch ein Gruppenvertrauen ist schwierig aufzubauen, da die Personen nicht an einem gemeinsamen Tisch sitzen. Es stellt sich wieder die Frage, ob AR hier einen Mehrwert liefern kann (=F3).

Agilität in der Automobilentwicklung

Wie bereits in der Kategorie Informelle Gespräche aufgeführt, stellt die agile Arbeitsweise in der Automobilindustrie zumeist eine skalierte Variante nach z. B. dem SAFe Framework dar. Erweiternd lässt sich für die Agilität in der Automobilentwicklung festhalten, dass die skalierte Arbeitsweise meist adaptiert ist und sogar klassische Methoden der Automobilentwicklung mit agilen Aspekten

vermischt. Der Bezug des ersten Aspektes wurde bereits in der Kategorie informelle Gespräche zu F2 hergestellt.

Wie schon durch den Stand der Technik dargelegt, wird auch durch die Interviews deutlich, dass die Entwicklung von Hardware in der Automobilentwicklung eine Herausforderung für die agile Arbeitsweise darstellt, da Prototypen gewisse Fertigungszeiten benötigen, welche in agilen Frameworks eigentlich nicht berücksichtigt werden. Dieser Aspekt ist nicht direkt auf F2 zu beziehen, stellt aber in Bezug auf F3 einen Mehrwert durch die Nutzung der AR dar, wie bereits durch die aufgezeigte Literatur im Stand der Technik belegt werden konnte

Problemkategorien

Mit den Problemkategorien konfrontiert bestätigen die Interviewten diese Kategorisierung zum Teil auch für ihre eigene agile Arbeitsweise. Dabei werden vier von sieben Kategorien bewusst aufgenommen und kommentiert: Kommunikation, Kultur, Vertrauen und Training. In Bezug auf die Herausforderungen (=F2) zeigt sich somit, dass die Kategorisierung aus der Softwareentwicklung grundsätzlich auf die Automobilentwicklung übertragbar ist. Auch lassen sich die Erkenntnisse dieser Interviewserie, wie vorhergehend dargelegt, gut anhand der sieben Kategorien strukturieren.

6.4.4. Kategorisierung der Erkenntnisse aus Teil 1 der Interviewstudie

Die identifizierten Herausforderungen (=F2) und die angenommenen Mehrwerte der AR-Technologie durch den Autor (=F3) sind nachfolgend in Tabelle 2 zusammenfassend dargestellt. Im Hinblick auf die weitere Forschung wurden die möglichen Mehrwerte der Technologie dazu erneut kategorisiert. Es ergeben sich sechs übergreifende Bereiche. Zehn gefundene Herausforderungen könnten durch das natürliche Abbilden der physischen Arbeitsweise in einem augmentierten Set-up verbessert werden, da gewohnte Abläufe und Methoden aufgegriffen, die Teilnehmer während der Arbeit möglichst wenig abgelenkt und gleichzeitig bekannte Mechaniken und Abläufe der Zusammenarbeit geboten werden.

Weitere acht Herausforderungen könnten durch die Interaktivität verbessert werden, da die Technologie die bewusste Bewegung von Nutzern ermöglicht bzw. sogar fordert. Drei weitere Verbesserungen beziehen sich auf die bewusste Nutzung des dreidimensionalen Raums, welcher zu den Bewegungen an sich, aber auch zu einer verbesserten Übersicht führen kann. Ebenfalls drei Verbesserungen stehen in Verbindung mit einer verbesserten Visualisierung durch die Technologie, die u. a. auf der Möglichkeit beruht, drei Dimensionen zu nutzen. Einmal identifiziert wurde zudem der Aspekt der Funktionen, bei welcher die AR-Technologie Funktionen von bekannten 2D-Tools

aufgreifen sollte, sowie das Vertrauen, für welches die Technologie ebenfalls einen Mehrwert liefern könnte.

Diese vom Autor angenommenen Mehrwerte sollen im Anschluss an die Diskussion der Ergebnisse aus Teil 2 mit einer Kategorisierung der durch die Interviewten geäußerten potenziellen Mehrwerte der Technologie verglichen werden.

Tabelle 2: Kategorien des ersten Teils der Interviewstudie

Nr.	Kategorie	Herausforderung (=F2)	Theoretischer Mehrwert durch AR (=F3)	Möglicher Aspekt der Technologie
1	Informelle Gespräche	Nehmen ab, werden aufwendiger	Natürlichen Ablauf eines Treffens ermöglichen	Natürlicher Ablauf mit Technologie
2	Hybrides Set-up	Schwer durchzuführen	Mit Technologie möglich	Natürlicher Ablauf mit Technologie
3	Infinity Whiteboards	-	Gleiche Funktionen sollten vorhanden sein	Funktionen
4	Infinity Whiteboards	Benutzerfreundlichkeit	Kann natürliche Arbeitsweise aus der physischen Welt nachbilden	Natürlicher Ablauf mit Technologie
5	Infinity Whiteboards	Geschwindigkeit der Gruppenarbeit	Gewohnte Abläufe abbilden	Natürlicher Ablauf mit Technologie
6	Infinity Whiteboards	Beschränkter Platz auf Bildschirm	Nutzung des dreidimensionalen Raums	Räumlicher Aspekt
7	Post-its/ Whiteboards	Tools meist kompliziert und lenken ab	Kann natürliche Arbeitsweise aus der physischen Welt nachbilden	Natürlicher Ablauf mit Technologie
8	Feedback (Visuell, Auditiv)	Nimmt insgesamt ab, wird gehemmt oder nicht gut übertragen	Schafft durch Interaktivität und Verwendung des Raums Anreize und kann besser übertragen	Interaktivität
9	Parallele Arbeit	Findet statt, weil Personen leicht abgelenkt werden	Liefert die Rückmeldung, wo der Fokus von Personen ist	Interaktivität
10	Diskussionen	Nehmen grundsätzlich ab bzw. werden gehemmt	Dynamischer Ablauf kann zu Diskussionen motivieren	Interaktivität
11	Retrospektive	Personen müssen aus der alltäglichen Denkweise geholt werden	Immersive Technologie bringt neue Möglichkeiten	Visualisierung
12	Coaching	Verteilt können Teams schwer beobachtet/ bewertet werden	Durch räumliche Bewegung und Körpersprache besser zu beobachten	Interaktivität
13	Aktivierung	Vor dem Computer sind Bewegungen unnatürlich und deshalb gehemmt	Aktivierung der Teilnehmer ist natürlich gegeben	Interaktivität
14	Visualisierungen	-	Können durch den dreidimensionalen Raum besser sein	Visualisierung
15	Vertrauen	Nimmt über die Zeit ab	Könnte verbessert werden	Vertrauen
16	Betreuung von Teams	Aufwendig, da zusätzlich Technik betreut werden muss	Intuitive Bedienung könnte Aufwand vermindern	Natürlicher Ablauf mit Technologie
17	Interaktivität	Gehemmt, meist eine Einbahnstraße	Natürlich gegeben	Interaktivität
18	Kanban-Methodik	Lernen mit Tools schwierig, da diese Ablenken	Einfaches Tool mit bekannten Mechaniken ermöglicht einfachen Ablauf	Natürlicher Ablauf mit Technologie
19	Kanban-Methodik	Gemeinsames Stehen vor dem Board nicht möglich	Natürlich gegeben	Natürlicher Ablauf mit Technologie
20	Kanban-Methodik	Flexible Arbeit in Tools meist nicht möglich	Freiheit des dreidimensionalen Raums gibt Flexibilität	Räumlicher Aspekt
21	Kanban-Methodik	Pflege des Tools gerät in Vergessenheit	Board immer in Meetings anwesend	Natürlicher Ablauf mit Technologie
22	Adaptieren	Coach muss Team wahrnehmen können, um Arbeitsweise anzupassen	Coach kann Teamdynamik besser wahrnehmen	Interaktivität
23	Diskussionen	Diskussionen werden oft zu Monologen	Interaktivität kann zu Diskussionen motivieren	Interaktivität
24	Projekträume	Physisch knapp und virtuell schwer abzubilden	Dreidimensionaler Raum schafft neue Möglichkeiten	Räumlicher Aspekt
25	Physische Treffen	Aufwendig	Können durch Technologie ersetzt werden	Natürlicher Ablauf mit Technologie
26	Agile Hardwareentwicklung	Zeitaufwendig	AR kann Prototypen einsparen	Visualisierung

6.4.5. Darlegung und Diskussion der Ergebnisse aus Teil 2 der Interviewstudie

Auf die Auswertung des ersten Interviewteils folgt nun die Darlegung und Diskussion der Ergebnisse des zweiten Teils. Die vollständigen Ergebnisse der methodischen Inhaltsanalyse können ebenfalls Anhang 2 entnommen werden. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse jener Zusammenfassung destilliert wiedergegeben und vor allem in Hinblick auf die Beantwortung von F3 diskutiert. Dabei sind die Erkenntnisse anhand des Kategoriensystems strukturiert. Die potenziellen Mehrwerte, welche sich durch die Technologie ergeben und auf F3 beziehen, werden anders als in Kapitel 6.4.3 nicht vom Autor hergeleitet, sondern aus den Aussagen der Interviewten direkt abgeleitet. An geeigneten Stellen werden zudem die Ergebnisse aus dieser Darlegung zu Teil 2 bereits auf Erkenntnisse aus dem vorherigen Kapitel zu Teil 1 bezogen und diskutiert.

Virtueller Projektraum

Wie in Teil 1 bereits diskutiert wurde, herrscht grundsätzlich eine Projektraumknappheit im Unternehmen der Interviewten. Durch den Interviewleiter wurde deshalb die Idee eines virtuellen Projektraums mittels der AR-Technologie vorgeschlagen und mit einem Beispiel in der Demonstration gezeigt. Anhand der hohen Anzahl an Aussagen zu dieser Idee wird bereits deutlich, dass die Interviewten diese Idee inspirierend finden. Sie sehen die Lösung sogar als Ersatz für physische Projekträume an. Gerade das schnelle Zugreifen auf nötige Informationen, welche immer anwesend im Raum sind, das räumliche Anordnen dieser Dokumente und die insgesamt größere Fläche zur Visualisierung werden als Argumente für eine solche Idee genannt und sprechen für einen Mehrwert (=F3). Von einem Interviewten als „Schneckenhaus“ bezeichnet, könnte man so einen Projektraum überall mit hinnehmen z. B. auch ins Homeoffice. Kritisch sehen die Probanden die regelmäßige Aktualisierung der Informationen im Raum und eine nötige Anbindung des Raums an andere Software z. B. eine Kanban Software. Trotzdem bewerten die Interviewten diesen Aufwand geringer in einer AR-Lösung als in der physischen Welt mit ausgedruckten Dokumenten.

Input

Die Kategorie Input bildet keine unterstützenden, sondern vermehrt hindernde Erkenntnisse. So gestaltet es sich im AR-Prototyp schwierig, einen Input an Informationen zu leisten. Dies bezieht sich sowohl auf die Beschriftung von Post-its per Text als auch auf die Nutzung des virtuellen Whiteboards für Freihandeingaben. Das virtuelle Whiteboard wird dabei zwar grundsätzlich als klarer Vorteil einer AR-Lösung angesehen, jedoch wünschen sich die Interviewten ein haptisches Feedback und eine intuitive Bedienung, um den Arbeitsfluss während eines Meetings nicht zu unterbrechen.

Neue Ideen

Aus der Kategorie Neue Ideen gruppieren sich die Vorschläge um zwei Kernfunktionen der AR. So schlagen die meisten Interviewten neue Ideen vor, welche die Visualisierungsmöglichkeit der AR nutzen, um z. B. eine Prozessdarstellung oder bekannte Methoden besser umsetzen zu können. Als zweite Kernfunktion wird oft der räumliche Aspekt angesprochen. So könnte es im Raum z. B. verschiedene Audiobereiche geben, in denen parallele Gruppenarbeit möglich ist oder ein Gallery Walk durchgeführt wird, bei dem sich Nutzer in einem physischen Rundgang die AR-Informationen anschauen. Die Visualisierung und der räumliche Bezug sind somit Vorteile (=F3), welche von den Interviewten erkannt werden.

Usability

Wie bereits bei der Kategorie Input in deutlich wird, bemängeln die Interviewten die Benutzerfreundlichkeit der AR-Software. Hier sollte berücksichtigt werden, dass die Interviewten einen Prototyp, welcher noch nicht ausgereift war, genutzt haben. Trotzdem beinhalten diese Aussagen wichtige Erkenntnisse in Bezug auf die Mehrwerte (=F3). So muss das AR-Tool eine gute Usability besitzen und intuitiv funktionieren, damit Personen direkt mit der Lösung arbeiten können, der Arbeitsfluss nicht gestört wird und sich ein Vorteil ergibt. Vor allem für den Durchschnittsnutzer, welcher kein Enthusiast ist und nicht von der Technologie begeistert sein wird, ist die Usability laut den Interviewten sehr wichtig, damit eine AR-Lösung nicht enttäuscht.

Brille

Kritische Aussagen konnten auch für die Hardware gesammelt werden. Hier zeigen sich zwei Kernprobleme der genutzten AR-Brille. Zum einen ist das Blickfeld der AR-Brille klein, weshalb man den Kopf oft bewegen muss, um Objekte zu erfassen. Außerdem sind große Objekte oft nicht im Gesamten zu erfassen. In Hinblick auf F3 ist hier zu hinterfragen, ob das Blickfeld den Vorteil der Visualisierung mit der Schaffung eines guten Überblicks wieder vermindert. Zum anderen ist die grafische Qualität der Darstellung nicht zufriedenstellend und ermüdet die Augen. Für den Durchschnittsnutzer wird die Hardware laut den Interviewten deshalb zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht zufriedenstellend sein.

Coaching

In Bezug auf das Coaching bewerten die Interviewten die Möglichkeit zur dreidimensionalen Visualisierung in Verbindung mit der spielerischen, interaktiven Umsetzung und der Möglichkeit zu Bewegungen als gute Grundlage, um Aspekte eines Coachings in AR umzusetzen/ weiter zu denken.

Im Hinblick auf F3 können Methoden aus der realen Welt unter Berücksichtigung der Eigenschaften der AR übertragen oder sogar neue Methoden auf Basis der Eigenschaften erfunden werden. Kritisch im Hinblick auf persönliche Themen im Rahmen von Coaching ist der Aspekt der fehlenden Mimik bei der visuellen Repräsentation zu beachten, siehe auch später Kategorie Mimik/Gestik.

Gut bei Demo

Die Interviewten berichten viele positive Aspekte der AR-Software, welche zur Beantwortung von F3 beitragen. Das Clustern von Post-its wird als gewinnbringend wahrgenommen und unterstützt zusammen mit dem Whiteboard ein flexibles Arbeiten. Der aus der Realität übernommene, körperliche Einsatz führt zu mehr Bewegungen, gesteigerter Gestik und bricht die klassische, starre Arbeit vor dem PC positiv auf. Auch ist das Feedback über die Position und Aktivität anderer Nutzer in der AR-Software besser; sie erlaubt darüber hinaus das gemeinsame und gleichzeitige Arbeiten.

Mimik/ Gestik

Wie bereits in der Kategorie Coaching wiedergeben, berichten viele Interviewte einen starken Verlust der Mimik durch die statischen Avatare, was wiederum gegen einen Einsatz der Software in einer agilen Arbeitsweise spricht und ein Gegenargument in Bezug auf F3 darstellt. Für die Gestik sind die Aussagen der Interviewten nicht eindeutig. So finden sich Berichte über einen Verlust der Gestik, wie auch Berichte über eine erhöhte Gestik, welche bereits in der vorherigen Kategorie aufgegriffen wurden. Es gilt hier zu überprüfen, ob die Nutzung und Repräsentation von Gestik durch das Tool die Zusammenarbeit nachhaltig verbessert (=F3).

Brainstorming

Für den Use Case des Brainstormings finden sich in den Interviews vielfältige Argumente für den Einsatz einer AR-Software und somit eine Reihe Vorteile (=F3). Dabei stellt die Interaktivität, welche die Personen in Bewegung bringt, laut den Interviewten mit dem Aspekt der gleichzeitigen Arbeit an einer gemeinsamen Visualisierung Vorteile der Lösung dar. Zwar gehemmt durch die Usability, aber gefördert durch die Nutzung von dreidimensionalen Objekten wird spielerisch die Kreativität und Innovation gefördert. Somit sind auch hier die Aspekte des Bewegens, des gemeinsamen Arbeitens und der Visualisierung Vorteile, welche einen Mehrwert liefern (=F3).

Retrospektive

Ähnliche Befunde lassen sich auch auf den Einsatz der AR-Software in einer Retrospektive finden. Mittels einer Toolbox und Templates könnten vielfältige Retrospektiven dank der dreidimensionalen

Visualisierung neu erfunden und umgesetzt werden. Auch in Bezug auf die Retrospektive sind das Clustern von Post-its und der spielerische Aspekt der AR-Lösung Vorteile für den Use Case (=F3). Limitierend wird aber auch hier der Aspekt der fehlenden Mimik für persönliche Themen innerhalb einer Retrospektive berichtet. Auch dürfte eine Visualisierung in der AR nicht zu verspielt sein, da eher rationale Nutzer sonst abgeschreckt werden können.

Kanban

Mit der AR-Software ist laut den Interviewten wieder ein gemeinsames Stehen vor und gemeinsames Update an einem Kanban Board möglich. Dies fördert das Vertrauen (=F3). Wie auch für die Pflege des Projektraumes schlagen die Interviewten eine Anbindung an eine PC-Software vor. So kann die AR genutzt werden, um das Kanban Board zu visualisieren. Ferner kann die Pflege des Boards durch den PC übernommen werden.

Nicht gut bei Demo

Ist die körperliche Betätigung grundsätzlich ein Vorteil der AR-Lösung, kann sie für die Interviewten auch ein Hindernis sein, wenn das Homeoffice nicht groß genug ist. Dieser Aspekt muss im Hinblick auf F3 kritisch betrachtet und ggf. durch technische Lösungen umgangen werden, um in Zukunft keinen der genannten Vorteile auszuhebeln.

Feedback

Bereits als guten Aspekt der Demo berichtet und durch verschiedene Aussagen der Interviewten bestätigt, ist die Verbesserung des Feedbacks und des Fokus. Bei der Nutzung der Brille wird man so zum einen nicht durch Emails oder Instantmessenger auf dem Computer abgelenkt. Zum anderen sieht man durch die Repräsentation als Avatar und hört durch den räumlichen Sound direkt, wo die Aufmerksamkeit eines Nutzers im Raum liegt. Dies zählt laut den Interviewten in vielfältiger Hinsicht auf F3 mit einer verbesserten Kultur, Kommunikation und Vertrauen ein. So fühlt sich das Arbeiten in der AR so an, als wenn die Personen anwesend sind, was wiederum dazu motiviert, selbst aktiv am Meeting teilzunehmen.

6.4.6. Kategorisierung der Erkenntnisse aus Teil 2 der Interviewstudie

In Anlehnung an Kapitel 6.4.4 soll auch für den zweiten Teil eine finale Kategorisierung der Erkenntnisse in Bezug auf die Beantwortung von F3 stattfinden. Die Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den Interviews kann in Tabelle 3 betrachtet werden. Erneut wurden die möglichen Verbesserungen durch die Technologie mittels Kategorien gruppiert.

Tabelle 3: Identifizierte Aspekte des zweiten Teils der Interviewstudie

Nr.	Aspekt aus Interview	Mehrwert von AR (=F3)	Möglicher Aspekt der Technologie
1	Virtueller AR-Projektraum	Informationen leicht und überall zugänglich	Visualisierung
2	Virtueller AR -rojektraum	Räumliche Anordnung von Informationen	Räumlicher Aspekt
3	Input	Input von Informationen nicht gut	Nicht ausgereift
4	Neue Ideen	Darstellung von Prozessen oder Methoden	Visualisierung
5	Neue Ideen	Methoden, die Räumlichkeit nutzen	Räumlicher Aspekt
6	Usability	Benutzerfreundlichkeit nicht gut	Nicht ausgereift
7	Brille	Qualität der grafischen Darstellung und Blickfeld	Nicht ausgereift
8	Coaching	Neue Möglichkeiten, den Raum zu nutzen	Räumlicher Aspekt
9	Coaching	Neue Möglichkeiten mit 3D-Visualisierung zu spielen	Visualisierung
10	Coaching	Neue Methoden, welche die Interaktivität aufgreifen	Interaktivität/ Bewegungen
11	Gut bei Demo	Clustern von Post-its gibt guten Überblick	Visualisierung
12	Gut bei Demo	Clustern von Post-its auch dreidimensional möglich	Räumlicher Aspekt
13	Gut bei Demo	Clustern von Post-its bringt Personen in Bewegung	Interaktivität/ Bewegungen
14	Mimik/ Gestik	Mimik wird nicht übertragen	Nicht ausgereift
15	Mimik/ Gestik	Gestik wird in manchen Aspekten erhöht	Interaktivität/ Bewegungen
16	Brainstorming	Neue Möglichkeiten der Visualisierung erhöhen Kreativität	Visualisierung
17	Brainstorming	Gemeinsames Arbeiten an einer Visualisierung möglich	Räumlicher Aspekt
18	Brainstorming	Bewegung der Nutzer führt zu erhöhter Kreativität	Interaktivität/ Bewegungen
19	Retrospektive	Neue Möglichkeiten mit 3D-Visualisierung zu spielen	Visualisierung
20	Retrospektive	z B. wieder Aufstellungen möglich	Räumlicher Aspekt
21	Retrospektive	Spielerische Abläufe möglich	Interaktivität/ Bewegungen
22	Kanban	Gemeinsames Stehen vor einem Board	Räumlicher Aspekt
23	Kanban	Stehen statt sitzen	Interaktivität/ Bewegungen
24	Kanban	Kann ein Kanban Board schön im Raum visualisieren	Visualisierung
25	Kanban	Gemeinsames stehen vor einem Board erhöht Vertrauen	Vertrauen
26	Nicht gut bei Demo	Physischer Raum kann zu klein im HO sein	Nicht ausgereift
27	Feedback	Avatare visualisieren Feedback, z. B. Gestik	Visualisierung
28	Feedback	Man sieht räumlich, wo der Fokus einer Person liegt	Räumlicher Aspekt
29	Feedback	Durch das Bewegen wird die Interaktivität erhöht	Interaktivität/ Bewegungen
30	Feedback	Erhöhtes Feedback sorgt für verbessertes Vertrauen	Vertrauen

Acht Aspekte lassen sich übergreifend dem räumlichen Aspekt zuordnen, um welchen die Technologie die Zusammenarbeit erweitert. Weitere acht Aspekte nutzen ebenfalls die Möglichkeiten der Visualisierung, oft in Kombination mit dem räumlichen Aspekt. Sieben zusätzliche Aspekte bedienen sich weiterführend der Interaktivität und Bewegung der Nutzer, welche durch die Technologie ermöglicht wird. Fünf weitere Aspekte sind keine Vorteile des AR-Tools, sondern ferner Hürden, welche auf eine nicht ausgereifte Software und Hardware zurückzuführen sind. Letztlich

finden sich auch zwei Verbesserungen, welche ein erhöhtes Vertrauen in der Zusammenarbeit aufbauen, wieder.

6.4.7. Beantwortung der Forschungsfragen der Interviewstudie

Die Diskussionen der Ergebnisse aus den vorherigen Kapiteln liefern vielseitige Erkenntnisse, welche zur Wissensbildung dieser Arbeit beitragen. In Bezug auf die Forschungsfrage F2: *Welche charakteristischen Probleme existieren bei verteilt arbeitenden Teams innerhalb der agilen Arbeitsweise in der Automobilentwicklung?* konnten 20 Kategorien mit insgesamt 26 spezifischen Herausforderungen identifiziert werden. Die Übersicht über diese wurde bereits in Tabelle 2 dargestellt und kann als Antwort auf die Forschungsfrage angesehen werden. Die Ergebnisse sind nicht nach Bedeutsamkeit oder Priorität bewertet, sondern spiegeln lediglich sichtbare Herausforderungen im betrachteten Unternehmen der Automobilentwicklung innerhalb der agilen Arbeitsweise durch die Interviewten wider. Die identifizierten Herausforderungen stellen von nun an den Ausgangspunkt für die weitere Forschung dieser Arbeit dar und werden an gegebener Stelle wieder aufgegriffen.

Aus diesen Herausforderungen wurden durch den Autor theoretische Mehrwerte abgeleitet, die die AR-Technologie leisten könnte. Diese wurden zusammengetragen, weiter kategorisiert und stehen konkreten Mehrwerten, berichtet durch die Interviewten nach einer Demonstration der Technologie, gegenüber. Die berichteten Mehrwerte wurden ebenfalls weiter kategorisiert. Die Gegenüberstellung der beiden Kategorien kann Tabelle 4 entnommen werden, diese soll zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage F3: *Welche potenziellen Mehrwerte ergeben sich durch den Einsatz der AR-Technologie in der agilen Arbeitsweise?* beitragen.

Für vier Kategorien liegt dabei eine Übereinstimmung vor. So konnten neben theoretischen Mehrwerten, abgeleitet aus Herausforderungen, auch konkrete Mehrwerte, abgeleitet durch die Interviews, identifiziert werden: Interaktivität (/ Bewegungen), Räumlicher Aspekt, Visualisierung und Vertrauen. Auf Basis dieser Zusammenführung können im weiteren Verlauf dieser Arbeit jene Aspekte auch im Hinblick auf eine Verbesserung der Herausforderung untersucht werden. An dieser Stelle kann die Forschungsfrage F3, die nach potenziellen Mehrwerten der AR-Technologie fragt, mit einer gesteigerten Interaktivität/ Bewegungen, der Nutzung des räumlichen Aspektes der Technologie, den neuen Möglichkeiten der Visualisierung und einer Verbesserung des Vertrauens beantwortet werden.

Für die vom Autor angenommene Kategorie Funktionen hat sich aus der Analyse des zweiten Teils der Interviews keine konkrete Kategorie ergeben. Indirekt werden jedoch auch im zweiten Teil der Interviews Funktionen genannt, welche aus anderen Tools übernommen werden sollten oder welche

sich durch die Technologie ergeben. Hier sollten vor allem die nachgewiesenen Mehrwerte betrachtet werden, um neue Funktionen in der AR im Hinblick auf die agile Arbeitsweise zu entwickeln.

Tabelle 4: Mehrwerte der Analyse

Theoretische Mehrwerte	Berichtete Mehrwerte
Interaktivität	Interaktivität/ Bewegungen
Räumlicher Aspekt	Räumlicher Aspekt
Visualisierung	Visualisierung
Natürlicher Ablauf mit Technologie	Nicht ausgereift
Vertrauen	Vertrauen
Funktionen	-

Interessant sind die Erkenntnisse aus den verbleibenden Kategorien. In der Kategorie *Natürlicher Ablauf mit Technologie* wurde vom Autor theoretisch angenommen, dass das Nachbilden der bekannten Arbeitsweise aus der physischen Welt in der augmentierten Welt einen Vorteil bereithält. Diesem Mehrwert steht die berichtete Kategorie *nicht ausgereift* gegenüber, welche keinen Mehrwert, sondern ferner eine Hürde darstellt. Es stehen sich hier also der theoretische Mehrwert und der berichtete Mehrwert gegenüber. Statt einen Vorteil auf Basis einer natürlichen Bedienung und nachgeahmten Arbeitsweise zu liefern, zeigt der AR-Prototyp Probleme bei der Benutzerfreundlichkeit, Bedienung und Hardware. Diese Differenz legt damit ein klares Optimierungspotential offen. Damit die AR-Technologie einen Mehrwert für die agile Arbeitsweise bereithalten kann, müssen die Bedienung sowie der Ablauf intuitiver und natürlicher ablaufen. Aktuell kann die Technologie dies nicht ideal unterstützen. Vor allem die Aspekte der Eingabe von Informationen und die Repräsentation von Mimik sind dabei Punkte, welche vermehrt kritisch geäußert wurden.

6.5. Zusammenfassung der Interviewstudie

Mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse sollte an dieser Stelle explorativ die Ausgangslage der Arbeit definiert werden. Ziel war es zum einen, konkrete Herausforderungen in der praktizierten agilen Arbeitsweise in der Automobilentwicklung eines großen Automobilkonzerns mit verteilten Mitarbeitern zu identifizieren und parallel erste mögliche Mehrwerte einer Zusammenarbeit mittels der AR-Technologie offenzulegen. Konkret sollten zwei Forschungsfragen beantwortet werden. F2: *Welche charakteristischen Probleme existieren bei verteilt arbeitenden Teams innerhalb der agilen Arbeitsweise in der Automobilentwicklung?* Und F3: *Welche potenziellen Mehrwerte ergeben sich durch den Einsatz der AR-Technologie in der agilen Arbeitsweise?* Dazu wurden teilstrukturierte

Experteninterviews mit 20 Experten aus verschiedenen Bereichen eines Automobilherstellers durchgeführt. Neben einem Interview beinhaltete die Studie zudem die Demonstration eines Prototyps einer AR-Kollaborationslösung mit der anschließenden Befragung zu dieser Demonstration. Die Interviews wurden auf Tonband aufgenommen, anschließend wörtlich transkribiert und nach der qualitativen Inhaltsanalyse von (Kuckartz & Rädiker, 2022) analysiert. Aus der kategoriebasierten Analyse ergaben sich 20 Kategorien mit insgesamt 26 spezifischen Herausforderungen. Diese können in Tabelle 2 betrachtet und in Anhang 2 in ihrer Gesamtheit nachgelesen werden. Tabelle 2 beantwortet dabei die Forschungsfrage F2 und stellt konkrete Herausforderungen zusammen.

Aus den analysierten Herausforderungen wurden zudem mögliche Verbesserungen abgeleitet, welche sich aus der Nutzung der AR-Technologie ergeben könnten. Zusätzlich wurden nach der Demonstration der AR-Kollaborationslösung 13 weitere Kategorien mit insgesamt 30 berichteten Mehrwerten der Technologie qualitativ zusammengetragen. Diese können in Tabelle 3 betrachtet oder ebenfalls im Anhang 2 in ihrer Gesamtheit nachgelesen werden. Die Gegenüberstellung der theoretischen Mehrwerte, welche sich aus Herausforderungen ableiten ließen und den berichteten Mehrwerten nach einer ersten Demonstration der AR, lieferte vier übereinstimmende Aspekte, welche durch die Technologie verbessert werden können: Interaktivität (/Bewegungen), Räumlicher Aspekt, Visualisierung und Vertrauen. Für den weiteren Verlauf dieser Arbeit gilt es zu überprüfen, ob jene Aspekte als Hebel genutzt werden können und zu einer Bewältigung der Herausforderungen sowie letztlich zu einer Verbesserung der verteilten agilen Arbeitsweise führen. Neben diesen vier übereinstimmenden Kategorien fand sich auch eine entgegengesetzte Kategorie. Der Erwartung, dass eine AR-Lösung bekannte Mechanismen und Interaktionen der physischen Welt nachahmt, stehen Probleme der Benutzbarkeit, Hardware und fehlenden Mimik gegenüber. Hier wurde ein Forschungsfeld aufgedeckt, welches im Verlauf dieser Arbeit ebenfalls aufgegriffen werden soll.

6.6. Entwicklung des Kommunik-AR-tionsmodell für diese Arbeit

Mit Hilfe der Erkenntnisse aus den vorherigen Kapiteln kann, unter Zuhilfenahme des Kommunikationsmodells nach (Shannon & Weaver, 1964) aus Kapitel 2.5, an dieser Stelle ein erstes Modell entwickelt werden, welches die Mehrwerte der AR-Technologie für die agile Arbeitsweise beschreibt, vergleiche Abbildung 39. Dieses Modell greift dabei ähnlich wie bei (Rubio-Tamayo et al., 2017) das Modell von (Shannon & Weaver, 1964) auf und adaptiert es für den spezifischen Anwendungsfall. Dieses Modell dient im weiteren Verlauf dazu, den Zweck der AR-Kollaborationssoftware auf Basis von (Simon, 2019) besser beschreiben zu können.

Wie im Regelkreis definiert, ist Kommunikation eines der Kernelemente der agilen Arbeitsweise, vergleiche Kapitel 2.4.2.3, und kann durch das Modell nach (Shannon & Weaver, 1964) abgebildet werden. Im Fall der AR-Technologie, welche die Nachrichten über den AR-Kanal während dieser Kommunikation überträgt, können konkrete Signale definiert werden, welche auf den Ergebnissen der initialen Interviewstudie basieren.

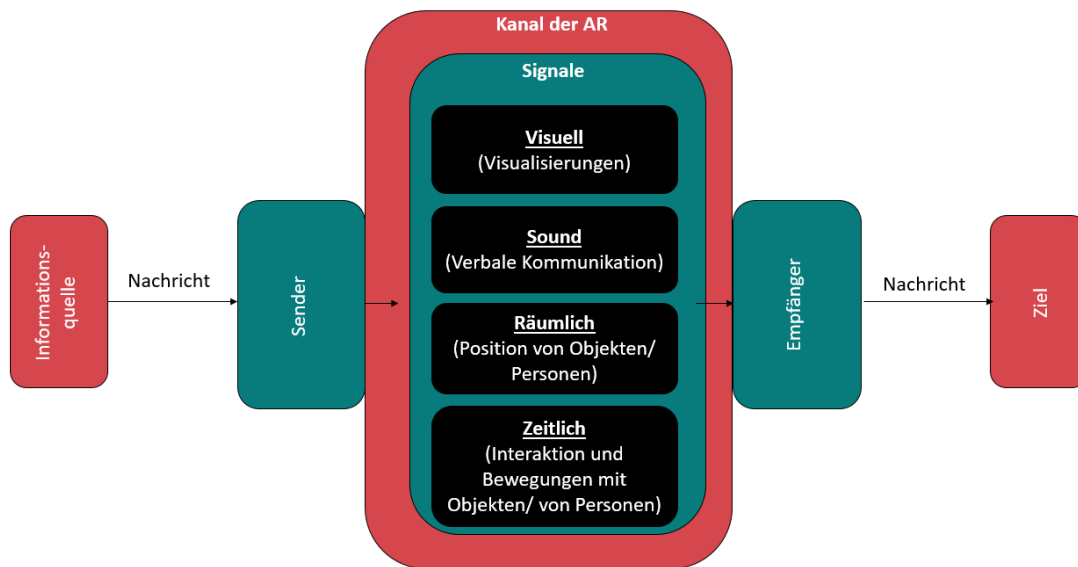


Abbildung 39: Das Kommunik-AR-tionsmodell in Anlehnung an (Shannon & Weaver, 1964)

Unabhängig von den Ergebnissen der Interviewstudie kann zunächst die verbale Kommunikation über das Signal des Sounds definiert werden. Durch die Audioverbindung der Nutzer innerhalb einer AR-Softwarelösung können die Nutzer per Sprache verbal miteinander kommunizieren. Neben diesem Sound kommt ein visuelles Signal dazu, welches die Nutzung von z. B. Visualisierungen ermöglicht, aber auch die Nutzer visuell repräsentiert. Erweitert wird sowohl der Sound als auch die Visualisierung um ein räumliches Signal. So können zwei visuelle Post-its nebeneinander im virtuellen Raum stehen und somit die Information über eine Gemeinsamkeit transportieren. Auch kann das Signal über die räumliche Position der visuellen Repräsentation eines Nutzers als Information gedeutet werden. Als letztes kann auch die räumliche Richtung des Sounds als zusätzliche Information über den Sprecher dienen. Die Interaktion mit Objekten und Personen überträgt zusätzliche Signale, welche zeitlicher Natur sind. So ist bspw. das Zeigen mit der virtuellen Repräsentation der Hand auf einen Post-it zwar eine visuelle Information mit räumlichem Bezug, aber aufgrund der Erscheinung zu einem spezifischen Zeitpunkt ein separates Signal. Auch Bewegungen durch den Raum, welche zeitlich nacheinander ablaufen, können hier eingeordnet werden. Aus der Beschreibung der Beispiele wird bereits deutlich, dass es schwer ist, diese Signale

differenziert zu betrachten. Oft ist die Kommunikation vielmehr die Vereinigung der verschiedenen Signale, welche durch die Technologie ermöglicht wird.

6.7. Limitationen der initialen Interviewstudie

An dieser Stelle sollen die Ergebnisse der Interviewstudie kurz kritisch betrachtet werden. Übergreifend kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse nur eine initiale Ausgangslage für dieses Forschungsvorhaben darstellen können. So stammen die verwendeten Daten aus lediglich einer qualitativen Quelle, nämlich der eines einzelnen Automobilkonzerns. Die Anzahl der Probanden ist dabei für eine qualitative Untersuchung zwar relativ hoch und sollte bereits einen guten Überblick innerhalb der initialen Ergebnisse liefern, jedoch ist es fraglich, ob die Ergebnisse ohne weiteres auf andere Automobilkonzerne übertragbar sind.

Des Weiteren ist kritisch anzumerken, dass die Probanden die Bewertung des Artefaktes nach einer kurzen praktischen Einführung durchführen sollten. Da anzunehmen ist, dass die Probanden keine umfassende Erfahrung mit der AR-Technologie besitzen, konnte die realisierte Einführung auch nur einen ersten Einblick in die tatsächlichen Möglichkeiten der Technologie geben. Die Ergebnisse sollen daher in einer Folgestudie über einen längeren Zeitraum bestätigt werden.

Qualitative Daten geben zwar die Richtung einer Aussage wieder, jedoch bewerten sie nicht die Bedeutung einer Aussage, wie dies quantitative Daten tun. Aufgrund dessen ist es nicht möglich, die Herausforderungen und möglichen Verbesserungen durch die AR-Technologie zu priorisieren oder zu sortieren. In Folgestudien muss die Bedeutung der Ergebnisse weiter untersucht und anhand von quantitativen Methoden weiter erörtert werden.

6.8. Einordnung der Interviewstudie in Design Science Rahmen dieser Arbeit

An dieser Stelle ist es zielführend, die Ergebnisse der qualitativen Interviewstudie in den Rahmen der gesamten Arbeit anhand des Design Science Ansatzes einzuordnen. Die qualitative Studie deckte zum einen praktische Herausforderungen in der agilen Arbeitsweise bei verteilten Teams und zum anderen potenzielle Mehrwerte der Technologie für die agile Arbeitsweise auf.

Die identifizierten Herausforderungen sollen im Folgenden dazu dienen, bei Evaluationen im Rahmen des Frameworks von (Peppers et al., 2020) den Zweck des Artefaktes in der Evaluation messbar zu machen und die Verbesserung der Arbeitsweise durch die Technologie nachzuweisen. Als Beispiel nimmt laut der Interviewstudie das Feedback (auditiv und visuell) in einer verteilten Zusammenarbeit ab, was zuvor als Herausforderung identifiziert wurde. Wenn es die Technologie

schaft, das Feedback zu verbessern, kann das Artefakt der AR-Kollaborationslösung einen gerichteten Zweck ausüben und so die verteilte Zusammenarbeit verbessern.

Die identifizierten Mehrwerte aus der qualitativen Studie führten zudem zum Kommunik-AR-tionsmodell. Das Modell soll als erster Erklärungsansatz für die Wirkung der Technologie dienen und im weiteren Verlauf der Arbeit genutzt werden, um den Zweck der Technologie zu beschreiben.

Aber auch der identifizierte Gegensatz zu den Erwartungen mit nicht ausgereiften Aspekten des AR-Artefakts (z. B. der Mimik der Avatare oder der Benutzerfreundlichkeit der Lösung) sollen im weiteren Verlauf dieser Arbeit mit untersucht werden.

Aus der Evaluation der initialen Interviewstudie wurden auf Basis des Vorgehens nach (Peppers et al., 2020) zwei Folgestudien abgeleitet. Zum einen sollen die potenziellen Mehrwerte der Technologie durch eine längere Vergleichsstudie auch experimentell bestätigt werden, vergleiche Kapitel 8. Da die identifizierten Mehrwerte zunächst nur eine erste Evaluation nach einer 15-minütigen Demonstration der Technologie darstellen, müssen die Aspekte tiefergehend über einen längeren Studienzeitraum untersucht werden. Dabei soll eine weitere Iteration eingeleitet werden, beim Schritt der Zieldefinition anschließen, vergleiche (Peppers et al., 2020) und zum Erkenntnisgewinn dieser Arbeit beitragen, vergleiche auch Abbildung 33.

Da es explizit als Herausforderung im Rahmen der Interviewstudie genannt wurde, soll zum anderen durch eine weitere Studie die Benutzerfreundlichkeit der Lösung anhand einer wichtigen Funktion – der Eingabe von Informationen – verbessert werden. Hierbei setzt die neue Iteration direkt bei der Entwicklung eines Teilartefaktes an, vergleiche wieder (Peppers et al., 2020) und Abbildung 33.

7. Usability Studie

Aus der initialen Interviewstudie wurde im Rahmen des Design Science Ansatzes eine weitere Studie abgeleitet: Die Usability Studie. Diese hatte zum Ziel, ein Teilartefakt der AR-Software weiterzuentwickeln, um den gerichteten Zweck des Gesamtartefaktes besser ausüben zu können. In der Interviewstudie wurde festgestellt, dass die Benutzerfreundlichkeit des Tools, vor allem im Hinblick auf die Eingabe von Informationen, nicht zweckgerichtet ist. So beinhaltet der Prototyp die Möglichkeit, schriftliche Informationen auf einem Post-it zu dokumentieren, die im weiteren Verlauf eines Meetings verarbeitet werden. Um diesen Teilaspekt zweckgerichteter zu gestalten, setzt an diesem Punkt die Usability Studie an.

Das nachfolgende Kapitel entstand unterstützend durch die Masterarbeit von (Spring, 2021). Die Studie und Masterarbeit wurde durch den Autor dieser Arbeit angeleitet und konzipiert. Mit Hilfe der Masterarbeit wurde der Stand der Technik aufbereitet, ein nutzbarer Prototyp umgesetzt und die Studie durchgeführt sowie ausgewertet. Die Darlegung in dieser Arbeit baut auf den Ergebnissen von (Spring, 2021) auf.

7.1. Motivation der Usability Studie

Insbesondere in Bezug auf die Eingabe von Informationen mit der Beschriftung von Post-its wurde in der initialen Interviewstudie in mehreren Aussagen ein Optimierungspotenzial offengelegt. Die Aussagen teilen sich zum einen in bestehende Herausforderungen der virtuellen Zusammenarbeit und zum anderen in Herausforderungen mit der AR-Software auf. In der Anwendung der agilen Arbeitsweise vor Ort sind Post-its in Kombination mit einem Whiteboard, oder auch die einfache Kombination aus Stift und Papier, ein beliebtes Hilfsmittel in der Zusammenarbeit, vergleiche Kapitel 6.4.3 mit der Kategorie Werkzeuge. Als Begründung nennen die Interviewten die Einfachheit dieser Mittel, welche es Personen erlaubt, sich ganz auf eine neue Methodik zu fokussieren und nicht durch die Bedienung eines komplizierten Werkzeuges abgelenkt zu sein. Die Werkzeuge werden dabei benutzt, um Ideen schnell darzustellen, einfach anzupassen und schließlich ein gemeinsames Bild zu kreieren. In der verteilten Zusammenarbeit muss dabei zumeist auf digitale Tools zurückgegriffen werden, welche diese Einfachheit nicht mitbringen und deshalb zu sehr ablenken.

Auch der bestehende Prototyp der AR-Kollaborationssoftware wurde von den Interviewten in diesem Aspekt bemängelt. In Kapitel 6.4.5 können die Aussagen der Kategorie Input entnommen werden. Es zeigte sich, dass der Arbeitsfluss durch die bestehende Möglichkeit der Texteingabe in der AR-Lösung zu sehr unterbrochen wird, weshalb kein Mehrwert durch die Software erreicht wird und der Zweck des Artefaktes im Rahmen des Design Science Ansatzes nicht optimal eingesetzt werden kann.

Aus diesen zwei Punkten leitet sich die Motivation dieser Usability Studie im Rahmen des Design Science Ansatzes der Arbeit ab. Ziel ist es, eine Eingabemethode für die AR-Kollaborationssoftware zu finden, welche den Fluss der Zusammenarbeit nicht stört – also benutzerfreundlich ist – und so die Zusammenarbeit in einem AR-Tool verbessert.

7.2. Forschungsfragen der Usability Studie

Abgeleitet aus der Motivation dieser Studie wurde eine Forschungsfrage definiert, welche diesen Teil der Arbeit anleitet:

F4: Welche ist die zweckgerichtetste Eingabemethode für die Beschriftung eines Post-its für die agile Arbeitsweise in einer AR-Kollaborationssoftware?

Aus dieser Forschungsfrage leitet sich zunächst eine weitere Forschungsfrage ab:

F5: Welche bestehenden Methoden zur Texteingabe existieren im Bereich der AR und VR?

Bevor sich F4 gewidmet wird, soll die Beantwortung von F5 eine Ausgangslage auf Basis einer kurzen Literaturrecherche bilden. Ausgehend von dieser Recherche wird anschließend F4 in einer Studie untersucht. Diese hat den Zweck, die praktischen Eingabemethoden wissenschaftlich zu evaluieren.

7.3. Literaturrecherche zu bestehenden Eingabemethoden

Zunächst wird ein kurzer Überblick über bestehende Methoden der Texteingabe in VR und AR gegeben, um den Stand der Technik abzubilden. Nach einer initialen Recherche ist zunächst festzustellen, dass für die konkrete Fragestellung F5 bis dato noch keine wissenschaftliche Publikation vorliegt. Der Anwendungsfall der Beschriftung von Post-its im Rahmen einer AR- oder VR-Anwendung ist eine neue Fragestellung und verlangt somit nach einer eigenen Recherche. Es wurde deshalb eine unstrukturierte Literaturrecherche in der Scopus Datenbank (Elsevier B.V, 2022) angefertigt. Die Recherche legt Erkenntnisse aus anderen Untersuchungen vor, welche ebenfalls der grundsätzlichen Fragestellung einer Texteingabe in AR und VR nachgingen. Es wird bewusst Forschung aus dem Bereich der AR und dem Bereich der VR gesammelt berichtet, um einen breiten Einblick in bestehende Methoden innerhalb der erweiterten Realitäten zu gewinnen. Die Recherche

erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da sie lediglich zum Ziel hatte, einen Überblick über bestehende Methoden zu schaffen.

Als vergleichendes Maß wird – falls vorhanden – im Folgenden die Messgröße Wörter pro Minute (WPM) herangezogen, um die Geschwindigkeit der Eingabemethoden gegenüberzustellen. Ein Vergleich der Benutzerfreundlichkeit der einzelnen Eingabemethoden über verschiedene Studien hinweg wurde vom Autor als schwierig bewertet, da zumeist keine einheitlichen Skalen wie der SUS oder UMUX herangezogen wurden.

Als erste Eingabemethode zeigt sich bei der Recherche die durch die Bedienung eines Computers bereits bekannte Eingabe von Text über eine physische Tastatur. Ist dies in VR meist ein Problem, da die VR-Brille den Blick auf eine reale Tastatur versperrt, kann in AR unkompliziert eine physische Tastatur verwendet werden. In einer normalen Konstellation an einem Computer sind dabei mit einer physischen Tastatur laut (Knierim et al., 2018) für einen ungeübten Nutzer im Durchschnitt 45,398 WPM und für einen geübten Nutzer 67,223 WPM möglich.

Neben der Texteingabe durch Buchstaben über eine physische Tastatur, existiert zudem die Möglichkeit einer zeichnerischen Eingabe per Handschrift. In VR und AR kann dazu ein sog. *Stylus* eingesetzt werden. Umfangreiche Forschung beschreibt Aspekte der Benutzerfreundlichkeit und gibt Empfehlungen für die Konstruktion eines Stylus, vergleiche dazu (Jackson & Keefe, 2016; Li et al., 2020; Pham & Stuerzlinger, 2019; Wacker et al., 2020). Eine Evaluation der WPM ist nicht zu finden. Interessant ist diese Eingabemethode im Hinblick auf die agile Arbeitsweise, weil sie es erlaubt, auch Skizzen zu erstellen, welche von den Interviewten der Interviewstudie in Kapitel 6.4.3 als gewinnbringende Funktion an einem Whiteboard beschrieben wurden.

Gesten stellen eine weitere Eingabemethode dar, bei welcher Bewegungen des Kopfes (Yan et al., 2019) oder Bewegungen der Hand/ der Finger (Dudley et al., 2018) ohne zusätzliche Geräte in eine Eingabe übersetzt werden können. Damit ist sowohl die Auswahl von Buchstaben auf einer virtuellen Tastatur über verschiedene Umsetzungen möglich mit 10,59 WPM, 15,58 WPM, 19,04 WPM nach (Yan et al., 2019) als auch die Eingabe von Freihandskizzen per Hand, ähnlich zur Eingabe per Stylus. Auch hierfür findet sich keine Angabe von WPM (Dudley et al., 2018).

Dem Nutzer von VR oder AR-Systemen steht meist auch ein Controller zur Verfügung, welcher ebenfalls zur Texteingabe genutzt werden kann (Boletsis & Kongsvik, 2019; Y. Lee & Kim, 2017; Speicher et al., 2018). Die umfangreiche Studie von (Speicher et al., 2018) vergleicht dabei verschiedene Arten der Controller-Eingabe mit weiteren Eingaben über Kopfgesten oder eine virtuelle Tastatur bedient über Handgesten. Die Ergebnisse in Bezug auf die Wörter pro Minute sind: 10,20 WPM für das Zeigen mit dem Kopf auf Buchstaben einer virtuellen Tastatur, 15,44 WPM für das Zeigen mit einem Controller auf eine virtuelle Tastatur, 12,69 WPM für das direkte Tippen mit

einem Controller auf eine virtuelle Tastatur, 9,77 WPM für das direkte Tippen mit Fingern auf einer virtuellen Tastatur, 5,31 WPM mit einem diskreten Cursor, der über eine virtuelle Tastatur wandert und 8,35 WPM mit einem kontinuierlichen Cursor, der ebenfalls über eine virtuelle Tastatur wandert. Weitere Publikationen zeigen auch neuartige Interfaces, welche die Texteingabe über eine gewöhnliche QWERTZ/QWERTY Tastatur aufbrechen und neue Tastatur-Layouts bereitstellen (Jackson et al., 2020; Wang et al., 2015).

Mikrofone an VR- und AR-Brillen erlauben auch die Eingabe von Text per Sprache (Pick et al., 2016; Ruan et al., 2018). Bei der Studie von (Ruan et al., 2018) wurden dabei sehr hohe WPM-Werte im Bereich von 150 WPM erreicht, welche in der Studie fast dreimal so hoch waren wie die WPM einer physischen Tastatur.

7.4. Methode der Usability Studie

Die angefertigte Literaturrecherche legt offen, dass es noch keine konkrete Literatur zur Beantwortung der spezifischen Forschungsfrage F4 gibt. In diesem Kapitel wird die Methode dargelegt, die zur Beantwortung der Forschungsfrage F4 gewählt wurde. Es wird dazu ein hypothesenbasiertes Vorgehen umgesetzt, nachfolgend das Studiendesign dargelegt und anschließend der genutzte Prototyp erklärt.

7.4.1. Hypothesen der Usability Studie

Zur Beantwortung der Forschungsfrage werden anhand der Literaturrecherche zunächst Hypothesen gebildet, welche anschließend in der Usability Studie untersucht werden. Die drei untersuchten Hypothesen werden nachfolgend erläutert.

H1: Die Spracheingabe ist die zweckgerichtetste Eingabemethode von Text.

Aufgrund der höchsten WPM-Werte aus der dargelegten Literaturrecherche wird erwartet, dass die Eingabe von Text über eine Spracheingabe von den meisten Probanden verwendet wird, um eine Texteingabe in der AR zu erzielen und dabei hohe Werte der Benutzerfreundlichkeit erzielt.

H2: Für die agile Arbeitsweise ist die Eingabe per Handschrift zweckgerichteter als die Eingabe per Text.

Basierend auf den Aussagen der Interviewstudie wird erwartet, dass die Eingabe von Informationen über Handschrift ein wichtiger Aspekt der agilen Arbeitsweise ist. Es wird angenommen, dass auch die Methoden der Freihandeingaben oft verwendet werden und hohe Werte der Benutzerfreundlichkeit erzielen.

H3: Eingabemethoden mit Zusatzgeräten sind zweckgerichteter und erzielen eine höhere Benutzerfreundlichkeit.

Aus den Aussagen der Interviewstudie wird erwartet, dass Methoden mit Zusatzgeräten, z. B. mit physischer Tastatur oder mit Handy, höhere Werte der Benutzerfreundlichkeit erzielen als Methoden ohne Zusatzgeräte und deshalb öfter verwendet werden. Unterstützt wird diese Annahme durch die Recherche, welche zeigt, dass über eine physische Tastatur sehr hohe WPM-Werte erzielt werden können.

7.4.2. Prototyp

Für die Usability Studie wurden in Summe sieben Möglichkeiten der Texteingabe praktisch in einem Prototyp umgesetzt, um die Hypothesen und Forschungsfrage F4 in einer praktischen Studie erörtern zu können. Die Methoden wurden in den initialen Prototyp der Interviewstudie eingebunden und standen somit auch für eine kollaborative Untersuchung zur Verfügung. Die Methoden teilen sich wie folgt auf: Bluetooth Tastatur (BT), Virtuelle Tastatur der HoloLens 2 (VT), Spracheingabe (SE), Freies Schreiben mit Fingern in der Luft (FS), Freies Schreiben mit einem Stylus in der Luft (FSS), Nutzung der virtuellen Tastatur eines Smartphones (ST) und Freies Schreiben auf dem Touchscreen eines Smartphones (FST). Alle Methoden sind exemplarisch in Abbildung 40 zusammengestellt.

Abgeleitet wurden die Methoden zum einen aus der Literaturrecherche aus Kapitel 7.3 und zum anderen aus den Interviews aus Kapitel 6. Die Methoden teilen sich in zwei Bereiche auf: 1. Eingabe von Text in Form von Buchstaben (BT, VT, SE, ST) und 2. Eingabe von Text in Form von Handschrift (FS, FSS, FST). Im Folgenden wird auf jede Methode kurz eingegangen, damit deren Funktionsweise nachvollziehbar ist.

Bluetooth Tastatur (BT)

Die Methode der BT wird aufgenommen, da in vergleichbaren Studien hohe WPM-Werte mit einer physischen Tastatur erreicht werden konnten. Über die Bluetooth-Schnittstelle der HoloLens2 lassen sich dabei verschiedene Peripheriegeräte an diese anschließen, so auch eine physische Tastatur. Die

Funktionsweise ist trivial: Bei dieser Eingabemethode wird der über die angeschlossene Tastatur eingegebene Text direkt auf einem virtuellen Post-it im Blickfeld der Nutzer dargestellt, vergleiche Abbildung 40 oben links.

Virtuelle Tastatur (VT)

Die Methode der VT ist eine der Standardmöglichkeiten zur Texteingabe bei der verwendeten AR-Brille und soll als Vergleichsmethode herangezogen werden. Über das Mixed Reality-Toolkit (Microsoft, 2022d) liefert der Hersteller der AR-Brille eine systemweite, virtuelle Tastatur mit, vergleiche Abbildung 40 oben in der Mitte. Diese Tastatur kann über die Zeigefinger eines Nutzers bedient werden, indem die Zeigefinger die virtuellen Tasten durchdringen. Auch hier wird der eingegebene Text direkt auf dem virtuellen Post-it im Blickfeld des Nutzers dargestellt.



Abbildung 40: Die Prototypen der Eingabemethoden (v.o.l.n.u.r): Bluetooth Tastatur, Virtuelle Tastatur der HoloLens 2, Spracheingabe, Freies Schreiben mit Fingern in der Luft, Freies Schreiben mit einem Stylus in der Luft, Nutzung der virtuellen Tastatur eines Smartphones, Freies Schreiben auf dem Touchscreen eines Smartphones, Beispielhafte Darstellung von Post-its mit Buchstaben und Handschrift aus (Spring, 2021)

Spracheingabe (SE)

Die Methode der SE wird mit aufgenommen, da sie die höchsten WPM-Werte in der dargelegten Recherche erzielte. Auch für die Spracheingabe liefert das Mixed Reality-Toolkit (Microsoft, 2022d) des Herstellers der Brille eine nutzbare Lösung, welche auf eine Cloud API zurückgreift (Microsoft, 2022e). Der Aufruf dieser API wird im Prototyp auf einen virtuellen Knopf des Post-its gelegt. Drückt

der Nutzer den Knopf, aktiviert sich die Spracheingabe und der Nutzer kann einen Text verbal eingeben, der daraufhin auf dem Post-it dargestellt wird. Über ein erneutes Drücken des Knopfes kann die Spracheingabe deaktiviert werden.

Virtuelle Smartphone Tastatur (ST)

Die Eingabe per Zweitgerät z. B. Handy oder Tablet wurde von einigen Interviewten der initialen Interviewstudie vorgeschlagen und wird deshalb ebenfalls mit aufgenommen. Es wird dazu eine Smartphone-App entwickelt, welche sich über das Internet mit der Brille verbindet und so die Eingabe von Informationen über ein Zweitgerät erlaubt. Es kann hier die bekannte virtuelle Tastatur auf dem Smartphone genutzt werden. Der geschriebene Text wird zunächst auf dem Smartphone dargestellt und kann dort ebenfalls editiert werden, vergleiche Abbildung 40 mittlere Reihe rechts. Ist der Nutzer mit der Eingabe zufrieden, kann er den Text vom Smartphone auf die Brille schicken, wo dieser auf einem virtuellen Post-it dargestellt wird.

Freies Schreiben auf dem Touchscreen eines Smartphones (FST)

Die Eingabe per Handschrift wird ebenfalls aus den Interviews abgeleitet und soll hier für den Fall der agilen Arbeitsweise mit anderen Methoden verglichen werden. Neben der virtuellen Tastatur besitzt die im vorherigen Abschnitt erwähnte Smartphone-App deshalb auch einen Modus, in dem der Nutzer auf dem Touchscreen des Smartphones per Fingerbewegung malen kann, siehe Abbildung 40 unten links. Der Nutzer kann hier zusätzlich alle oder die letzte Linie einer Eingabe per Tastendruck löschen. Ist der Nutzer mit der Eingabe zufrieden, kann er die Skizze/ die Handschrift an die Brille senden, wo diese auf einem Post-it dargestellt wird, vergleiche Abbildung 40 untere Reihe mittig.

Freies Schreiben mit Fingern in der Luft (FS)

Die Methode FS orientiert sich an den technischen Möglichkeiten der AR-Brille, um aus Nutzersicht einfach eine Freihandskizze anfertigen zu können. Neu entwickelt wird dazu das Freie Schreiben in der Luft. Bei dieser Eingabemethode kann der Nutzer zunächst mit seinen Fingern dreidimensionale Linien frei im augmentierten Raum anfertigen. Der Nutzer löst den virtuellen Stift aus, indem er seinen Zeigefinger und Daumen zusammentippt und anschließend gedrückt hält, vergleiche Abbildung 40 mittlere Reihe links. Löst der Nutzer beide Finger wieder, stoppt der virtuelle Stift eine Linie zu zeichnen. Das Tracking der Fingerpositionen geschieht über die Brille selbst. Auf diese Weise können unbegrenzt Linien und somit auch Buchstaben sowie Skizzen in der Luft visualisiert werden. Möchte der Nutzer die Eingabe abschließen, kann er die Skizze über einen virtuellen

Tastendruck bestätigen. Durch einen Algorithmus werden die dreidimensionalen Linien bei der Bestätigung auf eine zweidimensionale Ebene projiziert. Diese Projektion wird anschließend auf einem Post-it dargestellt. Durch die Anfertigung der Skizze im dreidimensionalen Raum ist der Nutzer nicht an den begrenzten Raum auf einen Post-it beschränkt. Dies wird ebenfalls den Aussagen aus den Interviews gerecht, bei denen eine adaptive Umsetzung gewünscht wird, da die agile Arbeitsweise während Workshops oft nach einer flexiblen Lösung verlangt.

Freies Schreiben mit einem Stylus in der Luft (FSS)

Die Eingabemethode FSS greift ferner einen Stylus auf, welcher ebenfalls durch die Literaturrecherche als oft verwendetes Zusatzgerät identifiziert wurde. Dazu wird die Eingabe von Linien auch über einen Stylus realisiert. Zum Einsatz kommt hier der Stylus XR der Firma Holo-Light (Holo-Light GmbH, 2022). Ferner wird die Funktionalität des FS so angepasst, dass der Nutzer über das Drücken und Halten eines Knopfes auf dem Stylus ebenfalls eine Linie beginnen und zeichnen kann. Das Tracking der Position geschieht hier über die Sensorik des Stiftes selbst.

7.4.3. Studiendesign der Usability Studie

Wie bereits in Kapitel 3.2.5 gezeigt, beeinflussen verschiedenste Einflussgrößen die Bewertung der Benutzerfreundlichkeit. Ziel dieser Studie ist es, die Benutzerfreundlichkeit der dargestellten Eingabemethoden im realen Umfeld der Nutzung, also in der angewandten agilen Arbeitsweise zu bewerten. Gleichzeitig sollen die untersuchten Methoden der Eingabe zum Zeitpunkt der Evaluation bereits eine Reife besitzen, um die Vergleichbarkeit herstellen zu können. Aus diesem Grund wird für den Erkenntnisgewinn eine sequenzielle Gesamtstudie aus zwei Teilen definiert. Ziel des ersten Teils der Studie ist es, vergleichbare Prototypen bereitzustellen und diese initial bewerten zu lassen. Das erzeugte Feedback soll auch dazu genutzt werden, die Prototypen weiterzuentwickeln. Anschließend wird der Einsatz der weiterentwickelten Prototypen in einem zweiten Studienteil im realen Umfeld der Nutzung bewertet. Eine Diskussion der Ergebnisse findet abschließend aus den Befunden beider Studienteile triangulierend statt.

Der Aufbau der gesamten sequenziellen Studie kann in Abbildung 41 betrachtet werden. Nachfolgend wird der methodische Aufbau der Studienteile detailliert dargelegt.

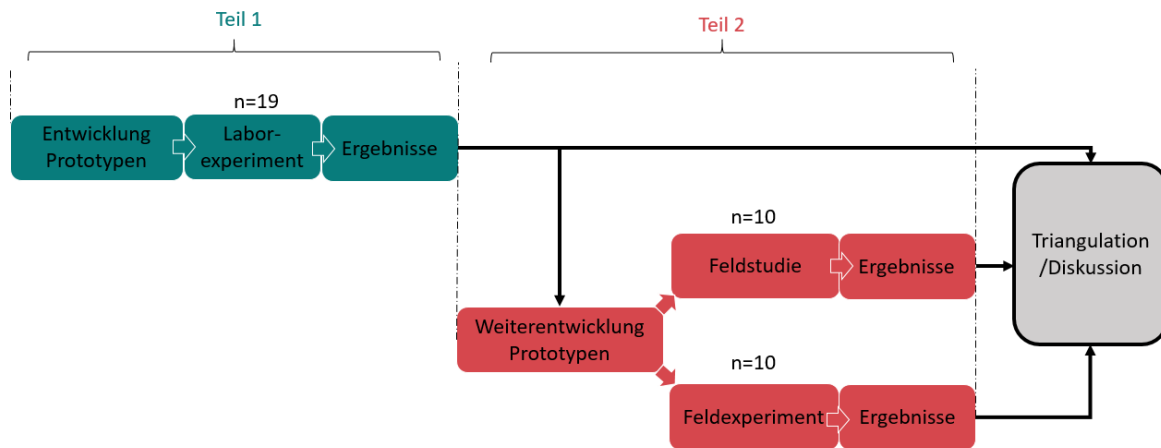


Abbildung 41: Aufbau der Usability Studie

Studiendesign des ersten Teils

Für den ersten Teil der Studie wird ein Laborexperiment konzipiert, um unter Idealbedingungen und mit möglichst wenigen Störgrößen die Benutzbarkeit der Eingabemethoden initial bewerten zu können. Dazu werden Probanden in einem experimentellen Aufbau alle sieben Eingabemethoden nacheinander nutzen, um einen definierten Text auf Post-its niederzuschreiben. Der Aufbau basiert auf einem Within-Subject-Design, bei dem jeder Proband alle Eingabemethoden bewertet.

Um die Vergleichbarkeit der Texteingabe zu ermöglichen, stammt der auf die Post-its zu schreibende Text aus der Sammlung von (MacKenzie & Soukoreff, 2003), welche 500 standardisierte Sätze für die Evaluation von Texteingabemethoden definiert haben. Da die Sammlung in Englisch vorliegt, werden die Sätze zunächst methodisch übersetzt. Dazu werden diese von drei unabhängigen Personen aus dem Englischen übersetzt und der Konsens zu einer finalen deutschen Übersetzung zusammengeführt.

Die Reihenfolge der Eingabemethoden ist randomisiert, um Positionseffekte der Methoden auszumitteln. Die Reihenfolge der Sätze ist hingegen fest definiert, um eine Eingabemethode unabhängig von einem Satz evaluieren zu können. Für die Evaluierung jeder Eingabemethode werden vor Studienbeginn drei Sätze gewählt. Nach der Verschriftlichung dieser drei Sätze durch die

Probanden folgt die quantitative Bewertung der Benutzerfreundlichkeit über einen UMUX-Fragebogen, vergleiche Kapitel 3.2.5.

Während der Bedienung der Eingabemethoden werden die Probanden zudem durch den Versuchsleiter animiert, Gedankengänge anhand der Thinking Aloud Methode zu äußern, vergleiche Kapitel 3.2.5.

Der gesamte Ablauf wiederholt sich für alle Eingabemethoden. Im Anschluss an die Durchführung wird aus den Fragebögen der UMUX-Wert für jede Eingabemethode berechnet und so eine Vergleichbarkeit der Benutzerfreundlichkeit hergestellt. Zudem werden die Thinking Aloud Äußerungen transkribiert und qualitativ analysiert. Aus dem Zusammenspiel der UMUX-Werte und den qualitativen Aussagen können im Anschluss Optimierungspotenziale der Eingabemethoden identifiziert sowie nach Möglichkeit praktisch umgesetzt werden. Die finale Diskussion der Ergebnisse findet nach Studienteil zwei im Rahmen der Triangulation statt.

Studiendesign des zweiten Teils

Für den zweiten Teil der Studie werden ferner ein Feldexperiment sowie eine Feldstudie angestrebt, um die realen Einsatzbedingungen einer agilen Arbeitsweise zu berücksichtigen. Die Ergebnisse beider Teile werden im Anschluss mit den Ergebnissen aus Teil eins in der Triangulation zusammengeführt. Für den zweiten Teil der Studie wird ein längerer Zeitraum vorgesehen, in dem den Probanden dauerhaft eine AR-Brille zur Verfügung steht. Dadurch können sich die Probanden fundiert mit der verwendeten Technik und der Software auseinandersetzen und eine Routine aufbauen.

Für das Feldexperiment werden AR-Spiele entwickelt, in denen die Probanden spielerisch in der Gruppe eine Aufgabe per Texteingabe lösen müssen. Diese werden ebenfalls in den initialen Prototyp der Interviewstudie eingebaut. Die verwendeten Spiele sind: Stadt-Land-Fluss, ein Memory und ein Quiz, vergleiche beispielhaft Abbildung 42. Um die Methoden zu evaluieren, wird pro Woche ein Spiel zu einem festgelegten Termin eingeplant. Die Evaluation findet in der natürlichen Umgebung der Meeting-Software statt, welche bereits für die initiale Interviewstudie entwickelt wurde. Die Probanden sollen die erweiterte Software aus dem Homeoffice nutzen und die Spiele während der Termine kollaborativ lösen. Dank dieser Durchführung kommt die Evaluation der Eingabemethoden dem Ablauf eines agilen Meetings im verteilten Set-up bereits sehr nahe. Auch beim zweiten Teil der Studie handelt es sich um ein Within-Subject-Design, bei dem jeder Proband alle Spiele und alle Eingabemethoden in einer randomisierten Reihenfolge dreimal im Zeitraum von drei Wochen bewertet.

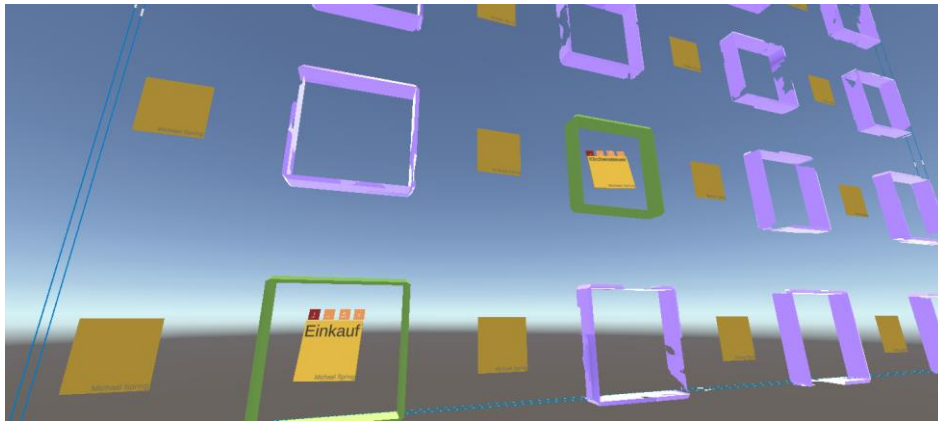


Abbildung 42: Das entwickelte Memory Spiel aus (Spring, 2021)

Für die zusätzliche Feldstudie wird zudem ein Termin identifiziert, bei dem die gleichen Probanden die Software ebenfalls in einem realen Meeting verwenden. Ein geeigneter Termin stellt eine Retrospektive dar, die im realen Team durchgeführt wird. Während dieses produktiven Meetings werden die Probanden in Bezug auf das Nutzungsverhalten der Eingabemethoden beobachtet. Zur Verfügung steht dabei jede Möglichkeit zur Texteingabe, wie aus Teil eins bekannt. Während des Meetings wird verdeckt erfasst, welche Eingabemethode wie häufig von den Probanden genutzt wird.

7.4.4. Beschreibung der Stichprobe der Usability Studie

Die beiden Studienteile wurden mit unterschiedlichen Probandengruppen durchgeführt und werden nachfolgend getrennt beschrieben. Aufgrund des hohen Aufwandes dieser Studie durch die Ausstattung von Nutzern mit einer AR-Brille, fällt der Umfang der Stichproben verhältnismäßig gering aus. Anders als in Benutzerstudien für bspw. Smartphone-Applikationen konnte nicht auf bestehende Geräte der Nutzer zurückgegriffen werden. Nutzer mussten deshalb explizit eingeladen und an die Technologie der Brille herangeführt werden, um sie beobachten zu können. Die Durchführung der Studie während der COVID-19 Pandemie verschärfte die Problematik der Probandenakquise zusätzlich, weshalb letztlich 19 Probanden an Teil 1 und zehn Probanden an Teil 2 der Studie teilnahmen.

Probanden des ersten Teils

Für den ersten Studienteil wurden 19 Probanden randomisiert akquiriert. Dazu wurden die Probanden zufällig angesprochen und zum Studientermin eingeladen. Die Probanden stammten alle aus dem Umfeld der ARENA2036, einem Forschungscampus der Universität Stuttgart (Froeschle, 2023). 16 Probanden waren männlich, drei Probanden weiblich. Die Probanden hatten alle einen technischen Hintergrund und waren zwischen 22 und 32 Jahre alt mit einem Durchschnittsalter von 26 Jahren. In

Bezug auf die Erfahrung mit den Technologien der AR und VR gaben fünf Probanden an, Experten im Umgang mit der AR-Technologie zu sein. Die restlichen 14 Probanden gaben hingegen an, keine bis geringe Erfahrung mit AR und VR zu besitzen.

Probanden des zweiten Teils

Für den zweiten Teil der Studie wurden gezielt zwei Teams mit je 5 Teilnehmern eines großen Automobilkonzerns akquiriert. Es handelte sich zum einen um ein Team aus der Informationstechnologie (IT) und zum anderen um ein Team aus dem Produktionsumfeld. Diese Teams waren in ihrer täglichen Arbeit bereits vertraut mit der agilen Arbeitsweise. Die Probanden waren in einem Alter von 23 bis 43 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 31 Jahren.

7.5. Durchführung der Usability Studie

Nachfolgend wird die Durchführung des ersten und zweiten Teils der Usability Studie dargelegt. Ziel ist es die praktische Umsetzung der Studie nachvollziehen zu können.

Durchführung des ersten Teils

Der erste Teil der Studie fand über einen Zeitraum von zehn Tagen in Einzelterminen unter Beachtung der geltenden Infektionsschutzmaßnahmen während der COVID-19 Pandemie auf dem Gelände der ARENA2036 statt. Die Durchführung des Experimentes dauerte im Durchschnitt eine Stunde. Nach einer Begrüßung und der Unterzeichnung der Datenschutzerklärung durften sich die Probanden zunächst mit der Technik der AR-Brille und den Interaktionsmöglichkeiten der Technologie vertraut machen. Dazu verwendeten die Probanden die vom Hersteller der Brille bereitgestellte Applikation *Tipps* (Microsoft, 2022a), welche die Möglichkeiten der Brille spielerisch erklärt.

Anschließend begann der praktische Teil der Studie, wobei den Probanden durch den Versuchsleiter zunächst immer die zu verwendende Eingabemethode erklärt und vorgeführt wurde. Nachfolgend las der Versuchsleiter nacheinander drei deutsche Sätze aus der Sammlung von (MacKenzie & Soukoreff, 2003) vor und ließ den Probanden diese auf einem virtuellen Post-it eintragen. An die erfolgreiche Eingabe von drei Post-its mit einer Eingabemethode schloss sich direkt die Bewertung dieser Methode mittels des UMUX-Fragebogens an. Diese Schritte wurden randomisiert für alle Eingabemethoden wiederholt, bis alle sieben Varianten ausgeübt wurden. Die Bedienung der Methoden wurde während des Versuchs durch die Brille inklusive Ton abgefilmt. Während der Benutzung wurden die Teilnehmer wiederkehrend animiert, ihre Gedanken zu verbalisieren und zusätzlich Feedback zu geben.

Durchführung des zweiten Teils

Der zweite Studienteil erstreckte sich über einen Zeitraum von vier Wochen. Den Probanden wurde dazu eine HoloLens 2 ausgehändigt. In einem initialen Termin, welcher aufgrund der vorherrschenden COVID-19 Pandemie über das Videokonferenz-Tool Microsoft Teams durchgeführt werden musste, wurde durch den Versuchsleiter die Funktionsweise der Brille und die Bedienung der verwendeten AR-Software erklärt. Zusätzlich wurde den Probanden in diesem Termin die Datenschutzerklärung vorgelegt. Den Probanden wurde es anschließend freigestellt, die Brille im Alltag einzusetzen und Geschäftsmeetings mittels der AR-Meeting-Software abzuhalten. Es sollte so erreicht werden, dass sich die Probanden mit der Technik vertraut machen.

Für das Feldexperiment wurde ab der zweiten Woche jeweils montags ein Studientermin von einer Stunde geplant. Bei diesen Terminen kamen die entwickelten Spiele zum Einsatz, welche durch die Verwendung aller Eingabemethoden in der Gruppe gelöst werden mussten. Es handelte sich dabei um die optimierten Eingabemethoden aus dem ersten Studienteil, mit dem Verzicht auf die Eingabe per Stylus, da nicht genug Stylus-Geräte für den Zeitraum des zweiten Teils der Studie zur Verfügung standen. Die Durchführung der Termine erfolgte für jeden Teilnehmer aus dem eigenen Homeoffice. Wie bereits im ersten Studienteil nutzten die Probanden alle Methoden randomisiert nacheinander. An die Nutzung jeder Methode schloss sich direkt, analog zum Teil eins, die Beantwortung eines UMUX-Fragebogens an. Untergeordnetes Ziel des Feldexperimentes war auch die regelmäßige Nutzung jeder Eingabemethode durch die Studienteilnehmer in jeder Woche. Es sollte so erreicht werden, dass die Probanden für die Feldstudie jeder Methode kennelernt haben und sie bewusst einsetzen können.

Für die Feldstudie wurde zusätzlich ein Termin für die Retrospektive geplant. Dabei wurde auf die gleichen Probanden zurückgegriffen wie für das Feldexperiment. Dieser Teil fand ab der dritten Woche der Studie statt und dauerte 90 Minuten. Der Termin beinhaltete ein produktives Thema, war also nicht vom Versuchsleiter konstruiert, sondern ergab sich aus dem Arbeitsumfeld der Teams. Die Teams sollten während des Termins die Methode des Regelkreises aus Kapitel 2.4.2.3 im Rahmen einer Retrospektiv nutzen. Während des Sammelns von Themen konnten die Probanden eine Eingabemethode frei wählen. Die Wahl einer Methode wurde für die Teilnehmer verdeckt durch die Applikation gezählt. Ziel war es, die Häufigkeit der Nutzung einer Methode zu erfassen.

7.6. Auswertung der Usability Studie

Nachfolgend werden die Ergebnisse der beiden Studienteile getrennt voneinander dargelegt. Auf die Darstellung der Ergebnisse jedes Teils folgt noch nicht die Diskussion der Ergebnisse. Dies findet ferner gemeinschaftlich nach der Darstellung in einer Triangulation statt.

7.6.1. Darlegung der Ergebnisse aus Teil 1 der Usability Studie

Die Ergebnisse des ersten Studienteils teilen sich in quantitative Ergebnisse aus den UMUX-Fragebögen und qualitative Ergebnisse aus den Thinking Aloud Aussagen der Probanden auf. Die quantitativen Ergebnisse werden aufgrund der geringen Stichprobengröße rein deskriptiv und grafisch ausgewertet.

Quantitative Ergebnisse

In Abbildung 43 können nachfolgend die ermittelten UMUX-Werte, berechnet aus den Fragebögen zu jeder Eingabemethode, betrachtet werden. Bei der Durchführung kam es in zwei Terminen zu technischen Problemen, weshalb für die Bewertung der Spracherkennung und die Bewertung der Bluetooth Tastatur nur jeweils 18 Bewertungen aufgenommen wurden.



Abbildung 43: Durchschnittliche UMUX-Werte ($n = 19$) aus (Spring, 2021)

Die höchste Benutzerfreundlichkeit weist den UMUX-Werten folgend ST, also die Virtuelle Smartphone Tastatur auf ($M = 94,52$; $SD = 6,77$; $n = 19$). Eine ebenfalls sehr gute Benutzerfreundlichkeit liegt bei der Bluetooth Tastatur (BT) vor ($M = 86,81$; $SD = 15,4$; $n = 18$). Im mittleren Bereich der Benutzerfreundlichkeit liegen mit ähnlichen UMUX-Werten die Methoden Freies Schreiben mit einem Stylus in der Luft (FSS) ($M = 67,32$; $SD = 18,8$; $n = 19$), Virtuelle Tastatur (VT) ($M = 66,89$; $SD = 20,1$; $n = 19$), Spracheingabe (SE) ($M = 67,13$; $SD = 27$; $n = 18$) und Freies Schreiben auf dem Touchscreen eines Smartphones (FST) ($M = 63,6$; $SD = 22,2$; $n = 19$). Den niedrigsten UMUX-Wert erreicht das Freie Schreiben mit Fingern in der Luft (FS) ($M = 40,57$; $SD = 24,7$; $n = 19$).

Visualisiert man die verschiedenen Ergebnisse zudem mit einem Boxplot-Diagramm, vergleiche Abbildung 44, wird die unterschiedlich starke Streuung der Werte sichtbar. Übergreifend lässt sich feststellen: Je schlechter eine Methode anhand des Mittelwertes bewertet wurde, desto höher fällt dessen Standardabweichung und damit die Streuung aus. FST stellt hier jedoch eine Ausnahme dar. Sortiert man die Eingabemethoden anhand der erreichten UMUX-Werte und teilt die Methoden in die Gruppen Freiform- und Texteingabe ergibt sich ferner das Bild aus Abbildung 45.

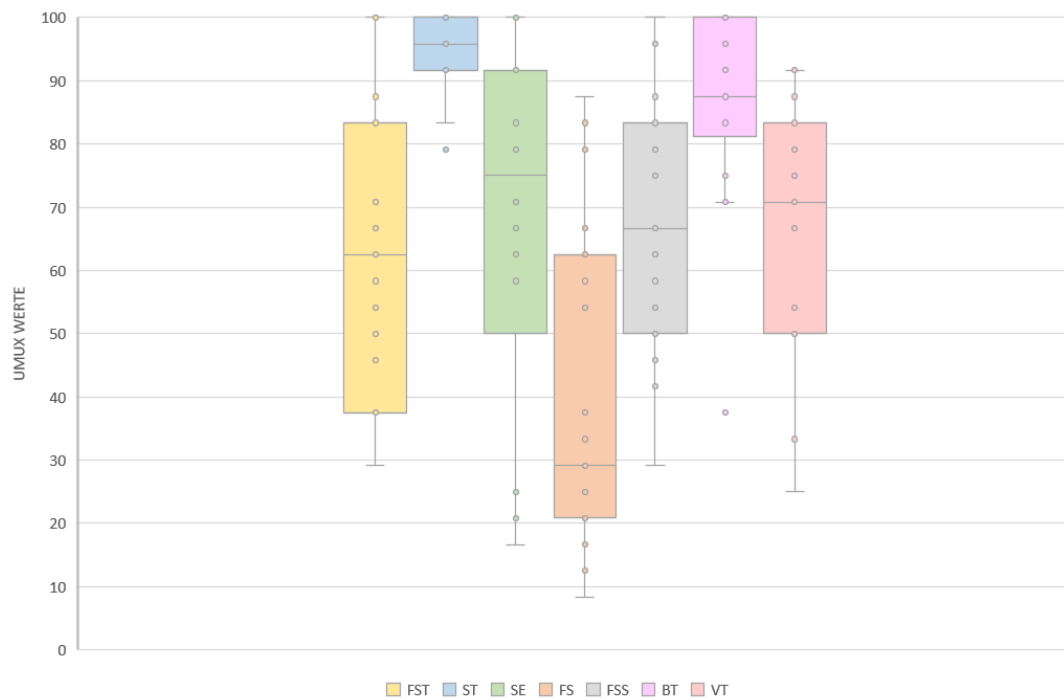


Abbildung 44: Boxplot-Diagramm der Eingabemethoden - Studententeil eins aus (Spring, 2021)

Wie im linken Teil der Abbildung zu sehen, befindet sich unter den fünf höchsten Werten nur eine einzelne Freihandeingabe (Freies Schreiben mit einem Stylus in der Luft). Die restlichen vier Eingabemethoden sind alle textbasiert. Im rechten Teil der Abbildung 45 ist zudem der Unterschied in der Bewertung einer Eingabe mit Zusatzgerät und Freihand farblich dargestellt. Hier liegen Eingaben mit einem Zusatzgerät auf Rang eins, zwei und drei (Smartphone Tastatur und Bluetooth Tastatur, Freies Schreiben mit einem Stylus in der Luft), gefolgt von zwei Freihandeingaben (Spracheingabe, Virtuelle Tastatur).



Abbildung 45: Eingabemethoden sortiert nach den UMUX-Werten, aufgeteilt nach Text und Freiform links sowie Freihand und Zusatzgerät rechts

Qualitativen Ergebnisse

Die Aussagen, welche durch die Thinking Aloud Methode auf Video aufgenommen wurden, konnten im Anschluss an das Laborexperiment gesichtet werden. Anders als bei der Interviewstudie aus Kapitel 6, wurde für diese Studie auf eine wortwörtliche Transkription des gesamten Materials verzichtet, da das Feedback bereits anhand der Aufnahmen ausreichend bewertet werden konnte. Es wurde nur solches Feedback wörtlich transkribiert, welches einen Mehrwert für die Beantwortung der Forschungsfrage in diesem Kapitel beinhaltet. Bei der Transkription wurde neben dem verbalen Feedback auch eine Beschreibung des Geschehens mit aufgenommen, um relevante Beobachtungen mit in die qualitativen Daten einfließen zu lassen. Angelehnt an die Inhaltsanalyse nach (Kuckartz & Rädiker, 2022), vergleiche Kapitel 3.2.3, wurden die Aussagen zunächst anhand der verwendeten Methode initial kategorisiert. Anhand einer weiteren Sub-Kategorie wurden die Aussagen der Probanden anschließend nach dem Inhalt des Feedbacks sortiert. Beispielhaft soll dieser Prozess für Proband Nummer vier dargestellt werden: Als der Proband Nummer vier an einem Post-it, initial beschrieben über die Spracheingabe, eine Korrektur vornehmen möchte, stellt er eine Frage: „Kann ich hier was verändern?“. Diese Aussage wurde für die Eingabemethode SE transkribiert und die Situation wie folgt festgehalten: „Will Aufnahme ändern“ und der wörtlichen Transkription: „Kann ich hier was verändern?“ und anschließend codiert mit: *Korrektur unklar*.

Anhand der Sub-Kategorien wurde anschließend das gesamte Material gesondert betrachtet und kategoriebasiert ausgewertet. Für jede Kategorie wurde abschließend eine Beschreibung formuliert und die Anzahl der Nennungen für jede Eingabemethode aufsummiert. Die Zusammenstellung dieser kategoriebasierten Auswertung ist Anhang 3 zu entnehmen.

Betrachtet man die qualitativen Ergebnisse auch unter quantitativen Gesichtspunkten, lässt sich feststellen, dass sich die meisten Aussagen auf die Freihandmethoden beziehen und vor allem

Feedback zum Freien Schreiben mit Fingern in der Luft (FS) gegeben wurde, vergleiche Abbildung 46.

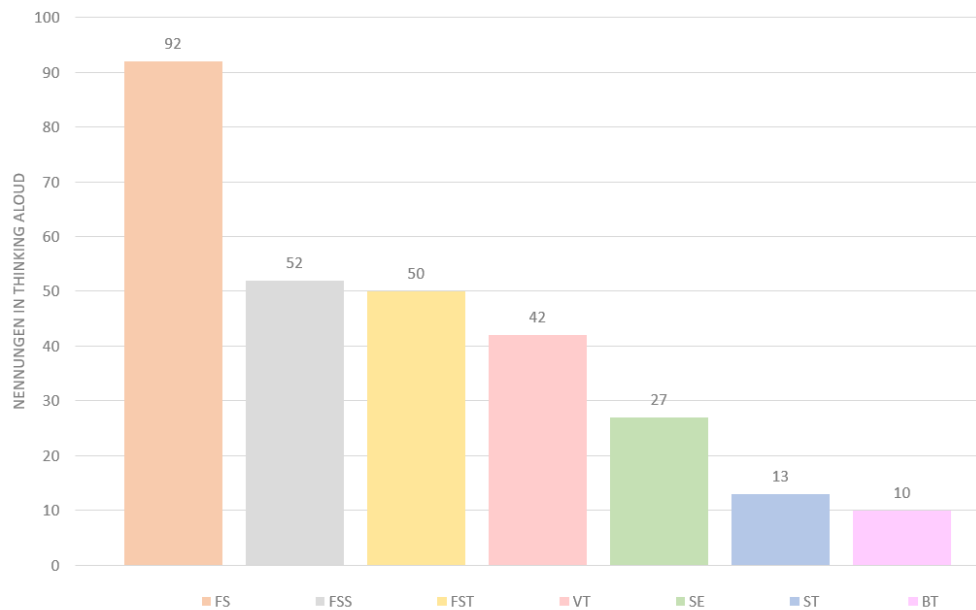


Abbildung 46: Anzahl an Aussagen je Eingabemethode aus (Spring, 2021)

Die ausgewerteten Aussagen konnten primär für die Weiterentwicklung der Prototypen genutzt werden und werden daher an dieser Stelle nicht explizit beschrieben.

Im Hinblick auf die Beantwortung der Forschungsfrage sind jedoch elf Kategorien interessant, die im Folgenden dargestellt werden. So wird in 18 Aussagen die Eingabe per Schrift als krakelig/ eckig wahrgenommen (*Schlechtes Schriftbild (Tracking)*), was laut fünf Aussagen dazu führt, dass die Schrift schlecht lesbar ist und deshalb eine Eingabe per Text bevorzugt wird (*Schlechtes Schriftbild (Handschrift)*). Laut 12 Aussagen stellt sich bei verschiedenen Eingabemethoden zudem ein Lerneffekt über die Zeit ein, welcher von den Probanden explizit bemerkt wird (*Learning Curve*). Aus den Kategorien *Stift Haptik* und *Haptisches Feedback fehlt* wird aus drei Aussagen deutlich, dass haptisches Feedback bei der Eingabe per Freihand fehlt. Elf weitere Aussagen spiegeln zudem wider, dass eine Reihe von Eingabemethoden als langsam wahrgenommen wird (*Methode langsam*), wobei sich alleine fünf Aussagen auf die Virtuelle Tastatur beziehen. Dass die Spracheingabe sehr fehleranfällig ist, wird in zehn Aussagen explizit geäußert (*Eingabe fehleranfällig*) und verschärft sich durch weitere drei Aussagen, in denen die Spracheingabe gar nicht funktioniert (*Keine Spracherkennung*). In Bezug auf ein Zusatzgerät wurden elf Aussagen getätigt, welche die Nutzung eines externen Gerätes grundsätzlich als negativ bewerten (*Extra Gerät* und *Extra Gerät (Hand)* und *Extra Gerät (mitführen)*).

7.6.2. Darlegung der Ergebnisse aus Teil 2 der Usability Studie

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aus dem zweiten Studienteil dargelegt. Wieder werden die quantitativen Ergebnisse an dieser Stelle aufgrund der geringen Stichprobengröße rein deskriptiv und vor allem visuell ausgewertet. Bevor die Ergebnisse aufgeführt werden, wird der weiterentwickelte Prototyp kurz beschrieben.

Prototyp 2.0

Auf Basis der gesammelten Aussagen anhand der Thinking Aloud Methode wurden die Eingabemethoden weiterentwickelt. Die Verbesserungen bezogen sich dabei vor allem auf die Freihandeingabe, da hierzu auch die meisten Aussagen getätigt wurden, vergleiche Abbildung 46. Es wurde dabei die Gestenerkennung der FS überarbeitet sowie der Algorithmus der Projektion einer dreidimensionalen Zeichnung auf eine zweidimensionale Ebene verbessert. Des Weiteren wurden identifizierte Fehler bei den anderen Methoden überarbeitet, um die Nutzbarkeit aller Methoden zu verbessern.

Quantitative Ergebnisse des Feldexperimentes

Aufgrund von technischen Problemen während des Versuchszeitraums bei zwei Personen (einmal mit einer Bluetooth Tastatur, einmal mit einem Smartphone) sowie einem organisatorischen Problem bei einer Person, wurden anstelle von 180 Datensätzen (= 6 Methoden mit 1 UMUX-Fragebogen je Woche über 3 Wochen für 10 Personen) nur 156 Datensätze erhoben. Für die Auswertung der UMUX-Werte stellt dies kein Problem dar, da die genutzten Formeln an die Probandenzahl angepasst werden können. Die Anzahl der ausgewerteten Fragebögen kann bei der nachfolgenden Auswertung jeweils n entnommen werden.

Nach der dreiwöchigen Laufzeit des Feldexperimentes ergeben sich im Durchschnitt die in Abbildung 47 dargestellten UMUX-Werte für die einzelnen Methoden. Die Methode Smartphone Tastatur (ST) erzielt auch in dieser Studie den vergleichsweise höchsten UMUX-Wert ($M = 85,94$; $SD = 11,21$, $n = 24$). Erneut den zweithöchsten Wert erzielt die Eingabe per Bluetooth Tastatur (BT) ($M = 80,5$; $SD = 21,72$; $n = 25$). Auf Basis der UMUX-Werte schließt sich das Freie Schreiben auf dem Touchscreen eines Smartphones (FST) an ($M = 77,67$; $SD = 11,84$; $n = 25$).

Ebenfalls einen Wert im oberen Drittel der UMUX-Skala erreicht die Virtuelle Tastatur (VT) ($M = 71,88$; $SD = 16,73$; $n = 27$). Die Spracheingabe erreicht einen Wert von ($M = 66,98$; $SD = 19,38$; $n = 27$). Den geringsten UMUX-Wert weist das Freie Schreiben mit Fingern in der Luft (FS) auf ($M = 59,48$; $SD = 19,42$; $n = 29$).

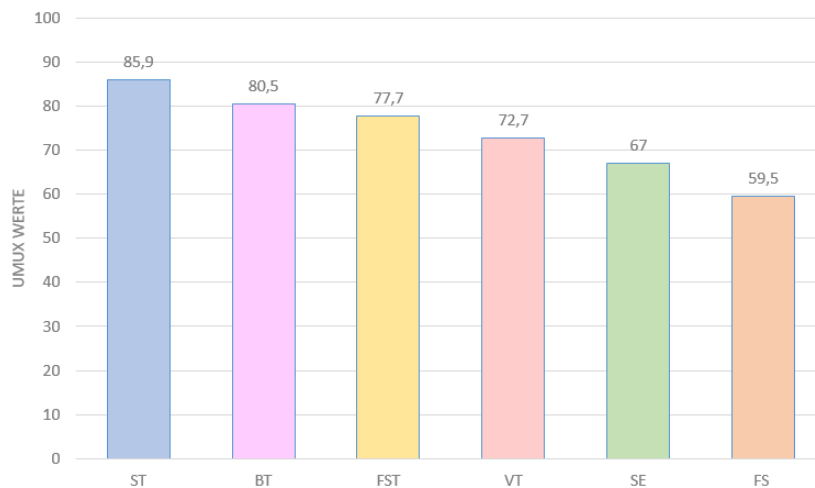


Abbildung 47: UMUX-Werte des Feldexperimentes aus (Spring, 2021)

Auch für diese Werte wird die Streuung in einem Boxplot-Diagramm visualisiert, vergleiche Abbildung 48. Es zeichnet sich ein ähnliches Bild wie für die Ergebnisse aus Studienteil eins ab: Mit einem schlechteren UMUX-Wert geht auch eine größere Streuung der Werte einher. Eine Ausnahme bildet in diesem Fall die Bluetooth Tastatur mit der höchsten Standardabweichung in dieser Erhebung.

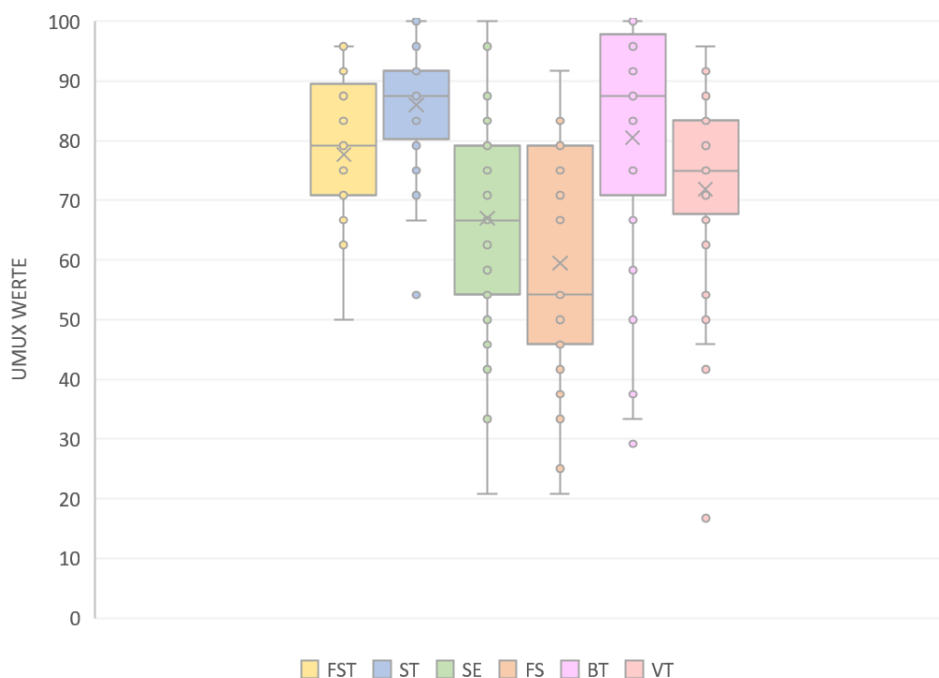


Abbildung 48: Boxplot-Diagramm der Eingabemethoden - Studienteil zwei aus (Spring, 2021)

In Abbildung 49 kann zudem der Verlauf der Mittelwerte über die dreiwöchige Laufzeit der Studie nachverfolgt werden. Für jede Methode ist dabei eine Veränderung über den Zeitraum der Studie zu bemerken. Werden nur die Zeitpunkte eins und drei betrachtet, können die Methoden ferner in zwei Gruppen geteilt werden: 1. Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit (Virtuelle Tastatur,

Spracheingabe, Bluetooth Tastatur) und 2. Verschlechterung der Benutzerfreundlichkeit (Freies Schreiben auf dem Touchscreen eines Smartphones, Virtuelle Smartphone Tastatur, Freie Schreiben mit Fingern in der Luft). Ebenfalls wird ersichtlich, wie die Werte für die Smartphone Tastatur, für die Bluetooth Tastatur, für das Freie Zeichnen mittels Smartphone und die Virtuelle Tastatur nach der dritten Woche auf einen gemeinsamen UMUX-Wert von ca. 80 zusteuern.

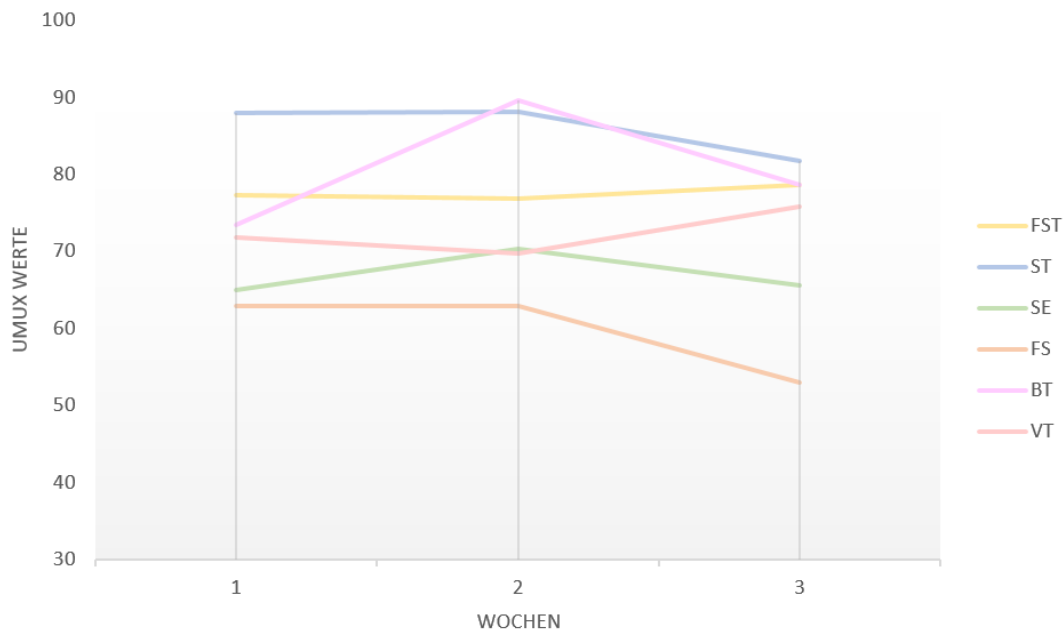


Abbildung 49: Verlauf der UMUX-Werte der verschiedenen Methoden über die drei Wochen der Studie aus (Spring, 2021)

Quantitative Ergebnisse der Feldstudie

In der Feldstudie wurden die Probanden während der Durchführung der Retrospektive beobachtet. Es wurden in Summe 126 Post-its erzeugt, die sich gemäß Abbildung 50 auf die verschiedenen Eingabemethoden verteilen. Knapp die Hälfte aller Post-its wird mit einer Anzahl von 57 Post-its durch die Virtuelle Tastatur angefertigt. Am zweithäufigsten wird die Bluetooth Tastatur mit 39 Zählungen verwendet. Deutlich weniger genutzt wird die Spracheingabe mit 14 Zählungen und die Smartphone Tastatur mit 13 Zählungen. Das Freie Schreiben mit Fingern in der Luft mit 3 Zählungen und das Freie Schreiben auf dem Touchscreen eines Smartphones mit keiner Zählung werden sehr selten bzw. gar nicht verwendet.

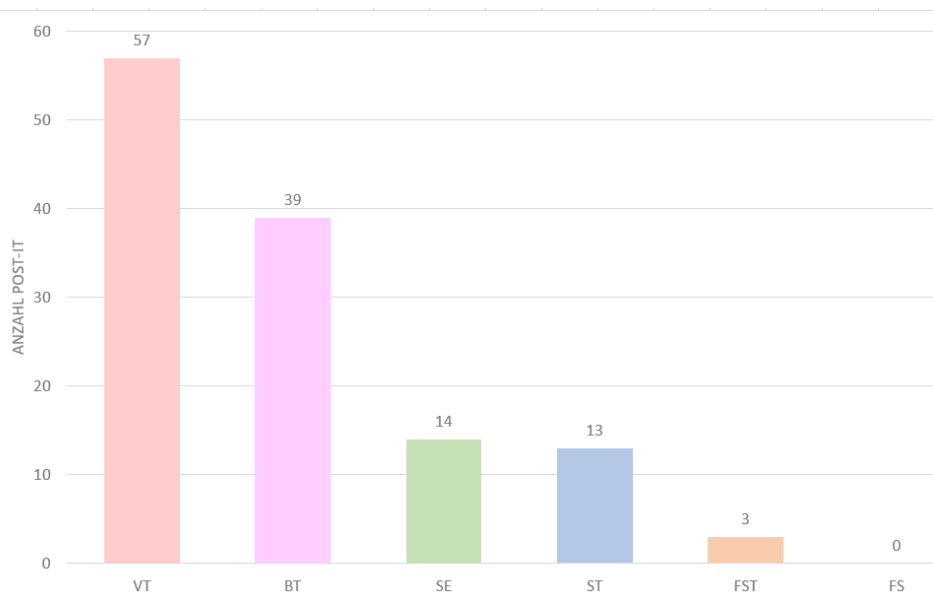


Abbildung 50: Anzahl der erstellten Post-its je Eingabemethode über drei Retrospektiven hinweg aus (Spring, 2021)

Die Nutzung der einzelnen Methoden wird in Abbildung 51 zusätzlich auf die verschiedenen Probanden aufgeteilt. Es wird deutlich, dass die Methode der Spracheingabe und die Methode der Smartphone Tastatur jeweils von einem Probanden sehr häufig, von den anderen Probanden jedoch fast gar nicht verwendet wird. Vereinzelt werden einzelne Post-its von Probanden auch mit anderen Methoden erstellt, die meisten Probanden nutzen jedoch eine der Methoden der Bluetooth Tastatur oder der Virtuellen Tastatur.

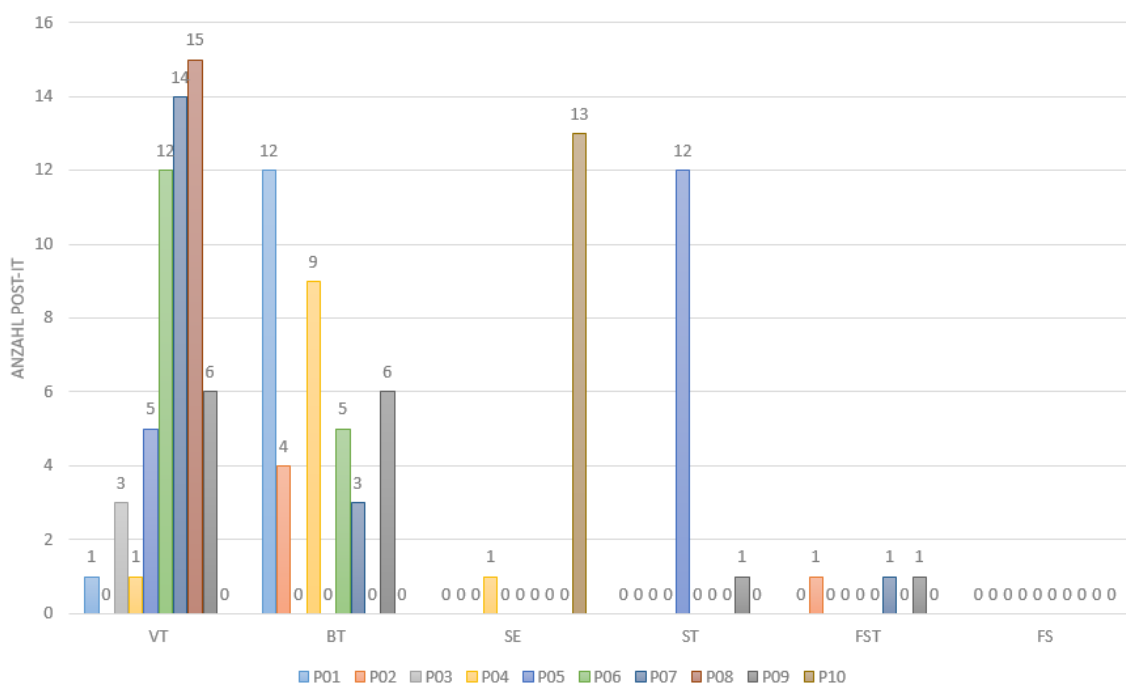


Abbildung 51: Nutzung der Eingabemethoden für jeden Probanden aus (Spring, 2021)

7.7. Diskussion der Ergebnisse der Usability Studie

Durch eine Triangulation sollen nun alle Ergebnisse der Usability Studie in einem gemeinsamen Schritt diskutiert werden. Zunächst ist festzustellen, dass das Laborexperiment und das Feldexperiment übereinstimmende Ergebnisse erzielen. In Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit ergeben sich für die verschiedenen Eingabemethoden in einem experimentellen Aufbau ähnliche Positionen im Ranking. In beiden Erhebungen erzielt die Eingabe per Smartphone Tastatur die besten Werte der Benutzerfreundlichkeit, gefolgt von der Eingabe per Bluetooth Tastatur. Es folgt in beiden Erhebungen zudem eine Gruppe von Eingabemethoden mit ähnlichen UMUX-Werten: Die Freihandeingabe per Smartphone, die Virtuelle Tastatur und die Spracheingabe. Die Freihandeingabe per Smartphone erzielt im Feldexperiment verbesserte Werte und nimmt hier den dritten statt den (durch den Stylus bereinigten) fünften Rang ein. Die Virtuelle Tastatur verliert im Feldexperiment einen Rang und ordnet sich auf Rang vier ein. Ebenfalls verliert die Spracheingabe einen Rang und liegt nun auf Rang fünf. Das schlechteste Ergebnis in beiden Erhebungen erreicht das Freie Schreiben mit Fingern in der Luft. Der Schritt von einem Laboraufbau in die natürliche Umgebung des Feldes mit dem Homeoffice hat demnach nur einen geringen Einfluss auf die Benutzerfreundlichkeit der Methoden. Die Unterschiede in den Bewertungen können hier auf den längeren Erhebungszeitraum und die damit verbundene Gewöhnung an die Technologie und Methoden sowie die Verbesserung des Prototyps vom Laborexperiment zum Feldexperiment zurückgeführt werden.

Es ist ferner festzustellen, dass sich im Feldexperiment die Unterschiede zwischen den Methoden sowohl im oberen als auch im unteren Bereich glätten. Die oberen drei Ränge orientieren sich im Feld um einen UMUX-Wert von 80, wobei sich die unteren drei Werte um einen Wert von 65 sortieren (Differenz = 15 Punkte). Dies sind große Unterschiede zum Laboraufbau, mit einem hohen Wert der Smartphone Tastatur von 94,5 und einem niedrigen Wert von 40,5 für das Schreiben mit Fingern in der Luft (Differenz = 54 Punkte). Es ist anzunehmen, dass sich über die längere Dauer der Nutzung anfänglich gute Bewertungen und anfänglich schlechte Bewertungen mit der Zeit und dem damit verbundenen Erfahrungsaufbau abschwächen. Dies wird auch durch die geringere Streuung der Werte in den Boxplot-Darstellungen ersichtlich. Vor allem für die mittleren und schlecht platzierten UMUX-Werte nimmt die Streuung der Bewertungen im Vergleich stark ab. Auffällig ist hier aber die sehr hohe Streuung des Wertes der Bluetooth Tastatur – also der Eingabe mit Zusatzgerät – im Feldexperiment. Diese hohe Streuung ist bereits ein erstes Indiz auf eine aufgedeckte Herausforderung im Feldaufbau. Die Annäherung der UMUX-Werte nach einer längeren Nutzungsdauer kann auch mit Aussagen aus der Thinking Aloud Methode erklärt werden. So berichten Probanden bereits beim Laborexperiment eine Lernkurve nach wenigen Versuchen. Es ist

anzunehmen, dass sich diese Lernkurve auch im weiteren Verlauf fortsetzt, wodurch Methoden, welche zunächst kompliziert erscheinen, über die Nutzungsdauer benutzerfreundlicher werden.

Die Eingabe per Text stellt sich sowohl im Laborexperiment als auch im Feldexperiment als benutzerfreundlicher gegenüber der Freihandeingabe heraus. Auch in der Feldstudie werden die Methoden zur Eingabe per Text weitaus öfters verwendet als jene per Freihand.

Im Laboraufbau erzielen die Eingabemethoden per Zusatzgerät in Summe bessere UMUX-Werte als eine Freihandeingabe. Aus den Aussagen der Thinking Aloud Methode wird deutlich, dass Probanden bei den Freihandeingaben haptisches Feedback vermissen und die Schrift per Freihand oft schlecht lesbar ist. Gleichzeitig bemängeln einzelne Probanden bereits hier die Verwendung zusätzlicher Geräte, welche mitgeführt werden müssen. Da dies beim Aufbau im Labor aber zunächst kein Hindernis darstellt – die Probanden sitzen während des Versuches immer am gleichen Platz – fällt dies bei der Bewertung nicht ins Gewicht. Auch im Feldexperiment scheint das Mitführen eines weiteren Gerätes grundsätzlich keine Hürde darzustellen. Auch hier liegen das Handy und die Bluetooth Tastatur an der ersten und zweiten Stelle im Ranking der Methoden. Es ist anzunehmen, dass die Probanden während des Versuches im Homeoffice ähnlich wie im Laboraufbau eine statische Position an z. B. einem Tisch eingenommen haben. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass sich einige Probanden bereits durch den Raum bewegt haben, wodurch die Nutzung des externen Bluetooth Gerätes vereinzelt negativ auffiel und für eine größere Streuung der Werte gesorgt hat.

Der Schritt vom Experiment in die Studie verändert die bisherigen Erkenntnisse zum Teil. Sehr erstaunlich ist unter Berücksichtigung der bisherigen Ergebnisse die häufige Verwendung der Virtuellen Tastatur im realen Szenario. Sowohl im Laborexperiment als auch im Feldexperiment liegt die Virtuelle Tastatur im Mittelfeld der Benutzerfreundlichkeit. Trotzdem wird sie für fast die Hälfte aller Post-its in der Feldstudie verwendet.

Gestützt durch die Experimente, aber mit großem Abstand zur Virtuellen Tastatur, ist die am zweithäufigsten verwendete Methode in der Feldstudie die Bluetooth Tastatur. Die Methoden VT und BT werden dabei von unterschiedlichen Probanden während der Studie verwendet und scheinen somit den Durchschnitt der Probanden anzusprechen.

Die Beobachtung unter Realbedingungen kann durch die Aussagen der Thinking Aloud Methode erklärt werden. Wie bereits erwähnt, kritisieren einige Nutzer im Labor das Mitführen eines zusätzlichen Gerätes. Im Feld scheint dieses Mitführen mehr ins Gewicht zu fallen, wie schon die Streuung der BT aus dem Feldexperiment andeutet. Da sich die Probanden während des realen Szenarios durch den Raum bewegen, weil sie z. B. Post-its bewegen oder mit anderen Nutzern interagieren, scheint ein zusätzliches Gerät im realen Szenario deutlich hinderlicher zu sein.

Die immer zugängliche Virtuelle Tastatur scheint jedoch eine gute Alternative darzustellen, obwohl sie nicht die beste Benutzerfreundlichkeit besitzt. Sie kann unkompliziert zum Erstellen von Text überall im Raum aufgerufen werden, weil sie ein eingebautes Mittel der Brille ist. Dabei ist die Virtuelle Tastatur laut den UMUX-Werten aus dem Feldexperiment die benutzerfreundlichste Methode zur Eingabe von Text, welche kein Zusatzgerät benötigt.

Anders als die Nutzung eines Smartphones scheint die Verwendung einer Bluetooth Tastatur für die Probanden in vielen Fällen gewinnbringender zu sein. Die in den Experimenten am benutzerfreundlichsten bewertete Smartphone Tastatur wird nur für sehr wenige Post-its und dabei auch nur von fast einem Probanden verwendet. Dieser Proband scheint zusammen mit einem weiteren Probanden eine Präferenz entwickelt zu haben. So benutzen diese beiden Probanden fast ausschließlich jeweils die Smartphone Tastatur bzw. die Spracheingabe für alle ihre Post-its. Diese Entwicklung von individuellen Präferenzen kann auch durch die Experimente bestätigt werden. So zeigen auch hier die meisten Methoden eine sehr gute Benutzerfreundlichkeit bei einzelnen Nutzern auf z. B. die Spracheingabe (siehe hohe Streuung). Der Durchschnitt der Nutzer tendiert aber zu anderen Methoden wie der Smartphone Tastatur oder Bluetooth Tastatur.

In Bezug auf den großen Unterschied in der Nutzung eines Smartphones und der Bluetooth Tastatur wird vermutet, dass die Bluetooth Tastatur durch ihre physische Anwesenheit zu einer vermehrten Nutzung gegenüber dem Smartphone führt, da sie intuitiv für den Zweck der Beschriftung von Post-its gedacht ist. Die Nutzung eines Smartphones könnte darüber hinaus einen zu großen Medienbruch zur AR bedeuten und wird trotz einer besseren Benutzerfreundlichkeit oft nicht für den Einsatz bedacht.

7.8. Beantwortung der Forschungsfrage der Usability Studie

Die durchgeführte Studie mit ihren zwei Teilen liefert interessante Erkenntnisse in Bezug auf die Forschungsfrage F4: *Welche ist die zweckgerichtetste Eingabemethode für die Beschriftung eines Post-its für die agile Arbeitsweise in einer AR-Kollaborationssoftware?* Zunächst ist festzustellen, dass die Ergebnisse eines Laborexperimentes stark von den Ergebnissen einer Feldstudie für das betrachtete Szenario abweichen. Diese Erkenntnis unterstützt die Motivation zum Forschungsvorhaben in dieser Arbeit. Das Tool der AR-Meeting-Software sollte, bestätigt durch die Erkenntnisse aus dieser Studie, am besten in seiner realen Umwelt untersucht werden, um den Zweck des Artefaktes fundiert bewerten zu können. Das Laborexperiment zeigt zwar erste Erkenntnisse und Erklärungen auf, diese weichen jedoch von der Evaluation im Feld ab. Unter diesem Gesichtspunkt fällt die Bewertung der Hypothesen H1 bis H3 zum Teil zweigeteilt aus.

Die Hypothese H1 kann abgelehnt werden. Die Spracheingabe bildet in allen Evaluationen dieser Studie nicht die höchste Benutzerfreundlichkeit ab. Auf Basis der UMUX-Werte stellt die Nutzung einer virtuellen Smartphone Tastatur die beste Benutzerfreundlichkeit im Rahmen eines experimentellen Aufbaus dar. Auf Basis des Nutzungsverhaltens der Probanden lässt sich dies in der realen Kollaborationssituation aber nicht bestätigen. Hier weist die Eingabe per Virtueller Tastatur die größte Nutzung auf.

Die Hypothese H2 kann abgelehnt werden. Im Rahmen der Experimente weisen Eingabemethoden über Text im Vergleich zu Eingabemethoden per Handschrift eine höhere Benutzerfreundlichkeit auf. In der Feldstudie wurden darüber hinaus fast keine Eingabemethoden per Handschrift verwendet, um eine agile Methode durchzuführen. Da die Eingabemethoden per Text eine höhere Benutzerfreundlichkeit aufweisen, stellen diese Methoden eine zweckgerechtere Umsetzung dar.

Die Hypothese H3 kann nicht eindeutig abgelehnt oder bestätigt werden. Ferner kommt es auf die konkrete Nutzungssituation an. In einer kontrollierten Umgebung, bei welcher die Nutzer sitzen, weisen Eingabemethoden mit Zusatzgerät eine höhere Benutzerfreundlichkeit auf. Befinden sich die Nutzer jedoch in einer unkontrollierten Umgebung, bei welcher sie sich im Raum bewegen können, ist gemessen an der Nutzung ein Zusatzgerät nicht die zweckgerichtetste Eingabemethode.

Die Forschungsfrage kann auf Basis dieser Studie nicht eindeutig beantwortet werden. Es zeigt sich hingegen, dass die zweckgerichtetste Eingabemethode für die Beschriftung eines Post-its für die agile Arbeitsweise in einer AR-Kollaborationssoftware stark vom Nutzungsszenario abhängig ist. So wurde die Virtuelle Tastatur am häufigsten verwendet, obwohl sie nur eine mittlere Benutzerfreundlichkeit aufweist. Dies resultiert aus drei Aspekten: 1. Die Eingabe von Text ist beliebter als die Eingabe über Freihandskizzen, 2. Eine Methode, welche ortsunabhängig genutzt werden kann, ist beliebter und 3. Die virtuelle Tastatur ist die benutzerfreundlichste Eingabemethode per Text ohne Zusatzgerät in dieser Studie. Die Forschungsfrage kann zusammenfassend somit nur zum Teil beantwortet werden: Auf Basis der Erkenntnisse ist eine Eingabemethode per Text, ohne die Nutzung von Zusatzgeräten, mit einer hohen Benutzerfreundlichkeit die beste Eingabemethode für die agile Arbeitsweise in einer AR-Kollaborationssoftware, wenn sich die Nutzer aktiv bewegen. Agieren die Benutzer hingegen nur von einem Ort, ist die Nutzung von Zusatzgeräten wie einem Handy mit der Eingabe von Text gewinnbringend. Ist das Szenario gemischt, besteht also aus aktiven Teilen und passiven Teilen, ist die Nutzung einer Bluetooth Tastatur gewinnbringend.

Für die Folgestudien dieser Arbeit werden auf Basis dieser Studie drei Eingabemethoden weiterverwendet: 1. Virtuelle Tastatur für die interaktive Nutzung, 2. Bluetooth Tastatur für die hybride Nutzung an einem Ort sowie im Raum und 3. Freihand zeichnen mit der Hand in der Luft falls der Use Case des Zeichnens für weitere Studien relevant ist.

8. Pilotstudie

Der Prototyp der AR-Meeting-Software wurde initial in der Interviewstudie in Kapitel 6 bewertet. Diese Bewertung kann jedoch nur einen Ausgangspunkt darstellen, um die Forschungsfrage dieser Arbeit zu beantworten. Die Ergebnisse aus der Usability Studie bestärken die Annahme, dass die Bewertung der AR-Kollaborationssoftware zur Unterstützung der agilen Arbeitsweise zweckorientiert nur in der realen Umwelt untersucht werden kann. Deshalb wurde bereits während der Entwicklung des praktischen Forschungsdesigns dieser Arbeit eine Studie definiert, in der das Artefakt der Software über einen längeren Zeitraum während einer praktischen Anwendung der agilen Arbeitsweise untersucht wird. Dieser Idee soll die Pilotstudie in diesem Kapitel gerecht werden. Die Durchführung dieser Studie wurde dabei durch die Masterarbeit von (Radosav Majstorovic, 2021) unterstützt. Die Studie selbst wurde durch den Autor dieser Arbeit angeleitet und konzipiert. Mit Hilfe der Masterarbeit wurde ein nutzbarer Prototyp umgesetzt und die Studie durchgeführt sowie ausgewertet. Die Darlegung in dieser Arbeit greift Aspekte der Masterarbeit von (Radosav Majstorovic, 2021) auf.

8.1. Motivation der Pilotstudie

Im Rahmen des Design Science Ansatzes dieser Arbeit soll eine Software entwickelt werden, welche es agilen Teams erlaubt, besser verteilt zusammenzuarbeiten als es herkömmliche Kollaborationssoftware bisher erlaubt. Aus der geleisteten Forschung dieser Arbeit wurden bereits erste Ansatzpunkte einer Verbesserung durch die Technologie in einer Interviewstudie mit Experten offengelegt. Diese Punkte beinhalten u. a. eine Verbesserung auf Basis der Bewegungen sowie Interaktion, auf Basis der Visualisierung und auf Basis des räumlichen Aspektes der Technologie. Sie ergaben sich aus Aussagen zum Status Quo der Anwendung der agilen Arbeitsweise und deren Herausforderungen in einer verteilten Umsetzung sowie aus Aussagen nach der Demonstration eines Prototyps der AR-Kollaborationssoftware. Es ist an dieser Stelle noch offen, ob diese Verbesserungen auch im praktischen Einsatz bestätigt werden können. Es stellt sich daher die Frage, ob es das Artefakt der AR-Kollaborationssoftware im Vergleich zu bestehender Software schafft, die agile Zusammenarbeit zu verbessern.

Um diese Frage beantworten zu können, wird eine Studie konzipiert, welche an einem praktischen Beispiel der agilen Arbeitsweise den Einsatz der AR-Software evaluiert. Dabei läuft diese Studie nicht unter Laborbedingungen ab, sondern untersucht so nah wie möglich den realen Einsatz.

Für die praktische Anwendung der agilen Arbeitsweise wird für diese Untersuchung die Methode der Retrospektive gewählt. Anhand Kapitel 2.4.2.3 konnte aufgezeigt werden, dass sie den Scrum-

Prozess und die agile Arbeitsweise auf Basis des Regelkreises gut repräsentiert. Bevor die Methode der Retrospektive in einer Studie praktisch erörtert werden kann, muss jedoch der Prototyp der AR-Kollaborationssoftware aus den vorherigen Kapiteln so erweitert werden, dass er die Durchführung der Methode erlaubt. Es leiten sich deshalb zwei Forschungsfragen ab, welche diese Studie anleiten sollen:

F6: Kann das Artefakt der AR-Kollaborationssoftware die Durchführung einer Retrospektive gegenüber der Durchführung in bestehender Groupware verbessern?

Dazu muss jedoch als erstes die Frage beantwortet werden:

F7: Welche Funktionen muss eine AR-Kollaborationssoftware beinhalten, um die Methode der Retrospektive abbilden zu können?

Beide Forschungsfragen werden unabhängig voneinander und sequenziell beantwortet. Zunächst widmet sich die Arbeit nachfolgend der Forschungsfrage F7.

8.2. Erweiterung des Prototyps auf Basis der Kano-Methode

Um die Durchführung einer Retrospektive in AR zu ermöglichen, musste zunächst der Prototyp der AR-Kollaborationssoftware erweitert werden. Das folgende Kapitel widmet sich dieser Erweiterung entlang der Kano-Methode bis zum praktischen Ausbau des Prototyps.

8.2.1. Studiendesign der Kano-Methode

Zur Erweiterung des Funktionsumfangs der AR-Kollaborationssoftware wird eine Befragung von Experten mittels der Kano-Methode durchgeführt. Der methodische Ablauf kann Abbildung 52 entnommen werden.

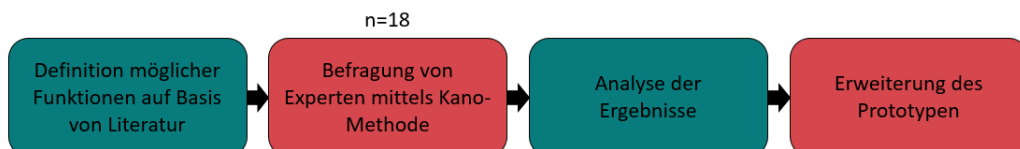


Abbildung 52: Ablauf der Erweiterung des Prototyps für Retrospektiven

Im Rahmen der Studie werden auf Basis einer Recherche zunächst mögliche Funktionen aus bestehenden Methoden einer Retrospektive und bekannten Werkzeugen zur Durchführung von Retrospektiven zusammengetragen. Aufbauend auf diesen möglichen Funktionen wird ein Fragebogen mittels der Kano-Methode entworfen und eine Befragung anhand von Experten durchgeführt. Als Experten werden Personen definiert, die Retrospektiven häufig vorbereiten sowie durchführen und somit die Rollen eines Scrum Masters oder Agilen Coaches einnehmen. Durch diese Wahl soll sichergestellt werden, dass auch solche Funktionen im Tool abgebildet werden, welche einem normalen Teilnehmer einer Retrospektive nicht bewusst, aber bei der Erstellung einer Retrospektive wichtig sind. Auf Basis der Ergebnisse der Fragebögen findet anschließend eine Analyse statt. Die bewerteten Funktionen sollen abschließend anhand des Ergebnisses der Kano-Methode priorisiert und zum Teil in den Prototyp integriert werden.

8.2.2. Definition möglicher Funktionen für die Kano-Methode

In Vorbereitung auf die Kano-Methode wurden Funktionen recherchiert und zusammengetragen, welche für die Durchführung einer Retrospektive denkbar sind. Dazu wurde vor allem die Literatur von (Andresen, 2017) herangezogen, welche verschiedene Möglichkeiten zur Durchführung einer Retrospektive sammelt. So ergibt sich als Beispiel aus der nötigen Vorbereitung für eine Retrospektive die mögliche Funktion des Speicherns und Ladens einer virtuellen Retrospektive. Inspiriert wurden mögliche Funktionen auch von Softwarelösungen, welche bereits existieren. So dienen Gruppenräume in Microsoft Teams bereits als Möglichkeit, um eine große Gruppe in kleinere Gruppen aufzuteilen. Diese Funktion kann in der AR weitergedacht werden. So könnten Audiogruppen in AR dazu dienen, in einem gemeinsamen, virtuellen Raum in Kleingruppen aktiv zu sein.

Die zusammengetragenen Funktionen können im Anhang 4 dem Fragebogen der Kano-Methode entnommen werden. Auf eine Aufzählung aller 30 Funktionen wird an dieser Stelle verzichtet. Im Fragebogen wurden die Funktionen visuell dargestellt und mit einer kurzen Beschreibung versehen. Entsprechend der Kano-Methode müssen die Funktionen im Fragebogen anhand der funktionalen und dysfunktionalen Frage bewertet werden.

8.2.3. Beschreibung der Stichprobe für die Kano-Methode

Wie im Studiendesign definiert, sollten für die Studie Experten für die Retrospektive befragt werden. Dazu wurden gezielt Personen aus einem Konzern der Automobilentwicklung akquiriert, welche selbst mit der agilen Arbeitsweise arbeiten und bereits Retrospektiven vorbereitet sowie moderiert

haben. Die Probanden stammten dabei aus verschiedenen Bereichen des Konzerns, unter anderem der IT, der Entwicklung, der Produktion und dem Aftersales und wurden gezielt angesprochen. Es konnten in Summe 18 Probanden für die Kano-Methode gewonnen werden. Dabei gaben zehn Probanden an, Agile Coach zu sein, vier weitere Probanden waren Scrum Master. Drei weitere Probanden gaben an, selbst Retrospektiven in der Rolle als Moderator durchzuführen. Ein Proband gab an, zwar Retrospektiven zu moderieren, wollte im Rahmen der Befragung jedoch lieber die Rolle eines Teilnehmers einnehmen. Die Probanden waren in einem Alter von 27 bis 53 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 38,5 Jahren. Darunter waren neun weibliche und neun männliche Probanden. 17 Probanden gaben an, schon Berührungspunkte mit der AR-Technologie gehabt zu haben, wobei nur ein Proband die Technologie bereits häufiger verwendet hat.

8.2.4. Durchführung der Kano-Methode

Aufgrund der zu dem Zeitpunkt der Erhebung herrschenden COVID-19 Pandemie in Deutschland, wurde die Kano-Methode per Videokonferenzen durchgeführt. Dabei wurden die 18 Probanden zu Einzelterminen eingeladen. Zu Beginn des Termins wurden die Teilnehmer begrüßt, es wurde der Gegenstand der Erhebung erläutert und sie wurden gebeten eine Datenschutzerklärung auszufüllen. Bevor die Probanden den Fragebogen ausgehändigt bekamen, wurde durch den Versuchsleiter eine kurze Einführung in die AR-Technologie gegeben, damit den Probanden der Rahmen der Erhebung bewusst ist. Anschließend hatten sie 30 Minuten, um den Fragebogen auszufüllen. Im Anschluss an die Erhebung wurden die Fragebögen auf Basis der diskreten Auswertungsmethode nach (Hölzing, 2008) ausgewertet.

8.2.5. Darlegung der Ergebnisse der Kano-Methode

Die detaillierten Ergebnisse je Funktion können dem Anhang 5 entnommen werden. An dieser Stelle soll es genügen, die Kategorisierung der Ergebnisse zu beschreiben. Der Kategorisierung folgend, stellen die Funktionen: Speichern/ Laden, Sprecherfokus, Teilnehmerliste, Timer, Aufkleber, Whiteboard, Dokumentationstool und Post-it Basisanforderungen dar. Als Begeisterungsanforderungen wurden folgende Funktionen bestimmt: Audiogruppen, Gruppen bilden, persönlicher Tag, Smiley, Clustering-Tool, Retrospektive Vorlagen, Dokumente laden, akustische Glocke, Gallery Walk, Gamification, Illustrationen, konkrete Objekte, interaktive Objekte und immersive Szenen. Irrelevant sind ferner die Funktionen: Aufnahme, zentrale Stummschaltung, Flipchart, Sonderzeichen/ 3D-Wörter. Als einzige Leistungsanforderung wurde das Abstimmungstool identifiziert. Nicht eindeutig definiert werden, konnten drei Funktionen. Dabei sind

der Musikplayer und die Geometrien sowohl als Basisanforderung als auch als irrelevant bewertet worden. Die Agenda Übersicht ist ferner sowohl eine Basisanforderung als auch eine Begeisterungsanforderung. Eine hohe Bedeutung haben für die Probanden die Funktionen Speichern/Laden, Sprecherfokus, Teilnehmerliste, Timer, Retrospektive Vorlagen, Whiteboard, Dokumentationstool und Post-its.

8.2.6. Diskussion Ergebnisse der Kano-Methode

Mit der Kategorisierung der Ergebnisse kann nun die Forschungsfrage F7 beantwortet werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die meisten aus der Literatur zusammengetragenen Funktionen auf Basis einer Bewertung durch Experten einen relevanten Mehrwert für die erweiterte Lösung bereithalten bzw. als Grundfunktionen implementiert sein müssen, um eine Retrospektive in der AR durchführen zu können. Die identifizierten Basisanforderungen beinhalten dabei nachvollziehbare Funktionen, welche in jedem Fall in einem Prototyp integriert werden sollten.

Die als Begeisterungsanforderung identifizierten Funktionen decken sich gut mit den berichteten Mehrwerten aus der Interviewstudie und den daraus gebildeten Kategorien, vergleiche Kapitel 6.4.6. Die Audiogruppen, das Gruppen bilden und der Gallery Walk lassen sich dem räumlichen Aspekt zuordnen. Die Funktionen persönlicher Tag, Smiley, Clustering-Tool, Retrospektive Vorlagen, Dokumente laden, Illustrationen, konkrete Objekte und immersive Szene spiegeln dabei Mehrwerte mittels einer Visualisierung wider. Der Mehrwert der Interaktivität wird ferner durch die Begeisterungsanforderung Gamification und interaktive Objekte unterstützt. Es bleibt im Rahmen der Evaluation von F6 darauf zu achten, ob die Mehrwertkategorien auch in der praktischen Studie nachgewiesen werden können.

8.2.7. Ausbau des Prototyps auf Basis der Ergebnisse der Kano-Methode

Auf Basis der Kano-Methode wurden die möglichen Funktionen, welche zur Durchführung einer Retrospektive dienen können, nutzerzentriert bewertet. Ausgehend von dieser Bewertung wurde eine Priorisierung der Funktionen vorgenommen. Die Priorisierung leitete daraufhin die Implementierung der Funktionen in den bestehenden Prototyp an. Dabei wurden alle Funktionen bis auf die irrelevanten Funktionen Aufnahme, Musikplayer und Flipchart im Tool abgebildet. Die zwar als irrelevant bewerteten Funktionen zentrale Stummschaltung, Sonderzeichen/ 3D-Wörter und Geometrien wurden trotz ihrer Irrelevanz implementiert, weil sich deren Funktionen unmittelbar aus der Entwicklung anderer Funktionen ergaben und die Integration somit keinen Mehraufwand bedeutete. In der Abbildung 53 können exemplarisch einige der Funktionen betrachtet werden. Von oben links

nach unten rechts finden sich hier: Das automatische Clustering-Tool, Geometrien mit 3D-Wörtern, interaktive Objekte, Abstimmungstool, Audiogruppen, Objektsammlung, Speicher-/ Lademenü und die immersive Szene der Retrospektive.

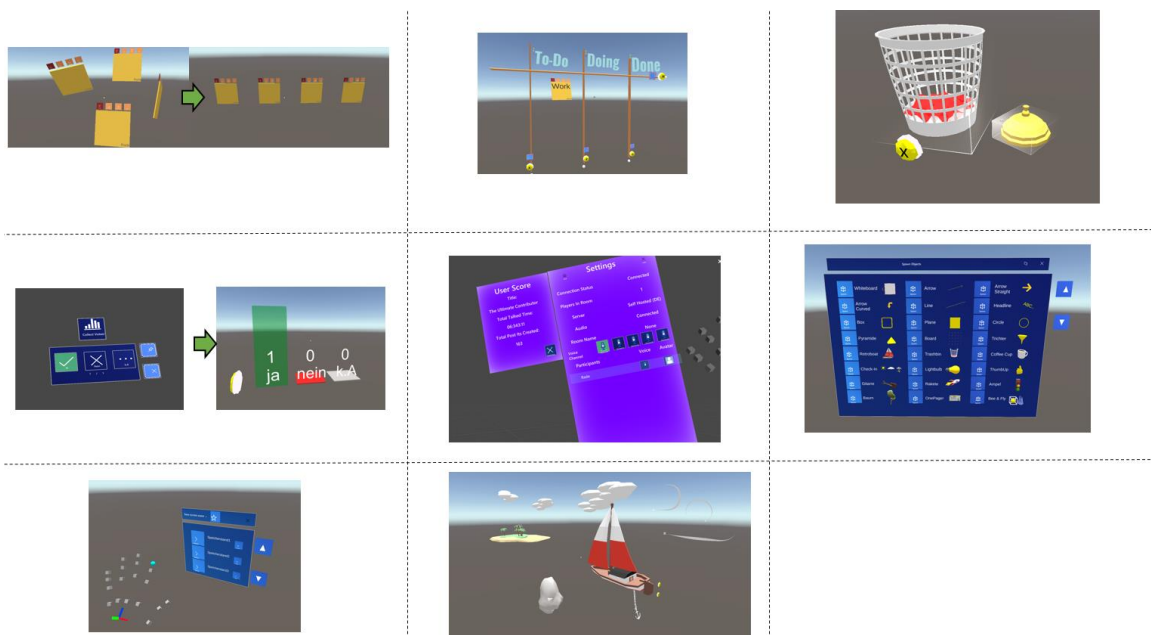


Abbildung 53: Auszug der umgesetzten Funktionen aus (Radosav Majstorovic, 2021)

Unabhängig von der Kano-Methode wurden weitere Verbesserungen am Prototyp vorgenommen. Auf Basis der Ergebnisse der Interviewstudie wurden die Repräsentation von Nutzern und der Aufbau des virtuellen Raums überarbeitet.

Für die Repräsentation von Nutzern kann nun auf personalisierte Avatare zurückgegriffen werden. Die Erstellung geschieht über den Konfigurator Ready Player Me (Wolf3d, 2022) anhand eines Fotos. Durch diese Funktion kann jeder Nutzer der AR-Software einen persönlichen Avatar erstellen, welcher ihn repräsentiert. Diese Avatare besitzen einen cartoonisierten Look mit einem Kopf, einem Oberkörper und Händen, welche über das Handtracking der Brille animiert werden können. Exemplarisch ist der mittels dieses Konfigurators erstellte Avatar des Autors dieser Arbeit in Abbildung 54 dargestellt.

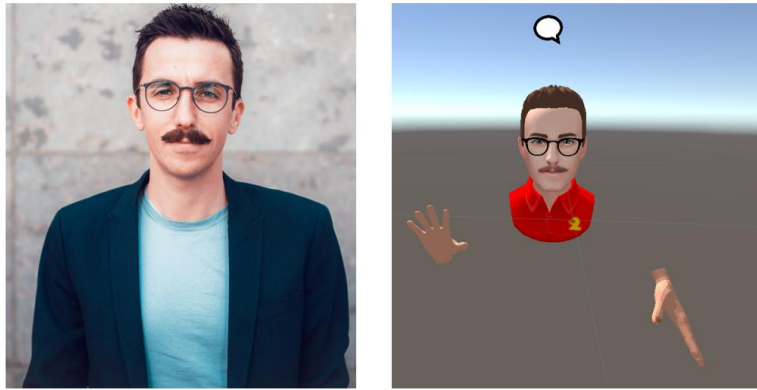


Abbildung 54: Zweite Generation der Avatare (rechts) erstellt auf Basis eines Bildes (links) über den Konfigurator Ready Player Me (Wolf3d, 2022)

Auf Basis der Usability Studie aus dem letzten Kapitel wurde zudem der Post-it mit seinem neuen Design und den entwickelten Eingabemethoden in den Prototyp integriert.

Des Weiteren wurde die Performance der Software verbessert. Durch unstrukturierte Nutzertests wurde dabei die Usability der Grundsoftware verbessert, Fehlfunktionen identifiziert sowie beseitigt und die Stabilität der Software erhöht. Dank einer Raumverwaltung können mehrere Gruppen die Software nun auch in parallelen Sessions verwenden.

8.3. Pilotierung der AR-Kollaborationssoftware

Wie im methodischen Aufbau dieser Arbeit dargelegt, wurden vor dem Start dieser Forschung einige Studien vordefiniert. Eine dieser vordefinierten Studien wurde als Pilotstudie betitelt. Sie dient dem Ziel, über einen längeren Zeitraum den Zweck des Artefaktes der AR-Kollaborationssoftware in seiner natürlichen Umwelt zu untersuchen. Mit Hilfe des methodischen Vorgehens aus dem letzten Kapitel wurde dazu zunächst eine Software zur praktischen Durchführung von Retrospektiven in der AR realisiert. Die Methode der Retrospektive dient dabei als Repräsentation der agilen Arbeitsweise. Mittels des realisierten Prototyps wird in diesem Kapitel die eigentliche Forschungsfrage F6 untersucht. Nachfolgend wird dazu eine Studie konzipiert.

8.3.1. Studiendesign der Pilotisierung

Der Motivation folgend, fokussiert die Pilotstudie zwei Aspekte: Die Verwendung der AR-Software über einen längeren Zeitraum und die Verwendung der AR-Software in einer realen Situation der verteilten agilen Arbeitsweise in der Automobilentwicklung. Um dem ersten Aspekt gerecht zu werden, wird den Probanden dieser Studie über einen Zeitraum von mehr als einem Monat eine AR-

HMD zur Verfügung gestellt, sodass sich diese ausgiebig mit der Technologie sowie der AR-Kollaborationssoftware vertraut machen können und eine Routine in der Verwendung der Technologie aufbauen.

Um dem zweiten Aspekt gerecht zu werden, wird – wie in der Motivation bereits dargelegt – für die Studie ein praktischer Anwendungsfall der agilen Arbeitsweise gewählt. Dabei stellt die Retrospektive eine geeignete Repräsentation dar, da sie auf Basis des Regelkreises die agile Arbeitsweise kondensiert abbildet. Die Teilnehmer sind demnach während einer Retrospektive dazu angehalten durch Kommunikation, Sprache, Visualisierungen und Interaktionen eine Fragestellung, anhand der Prozessschritte Informationen sammeln, Überblick verschaffen, Bewerten und Maßnahmen ableiten, zu beantworten.

Die Studie besitzt sowohl einen erläuternden als auch einen explorativen Charakter. Zum einen sollen die initialen Erkenntnisse aus der Interviewstudie im Feld bestätigt und zum anderen neue Erkenntnisse gewonnen werden. Es bietet sich deshalb an, die Studie nach einem Mixed Methods-Ansatz, vergleiche Kapitel 3.2.2, zu designen. In einem quantitativen Teil sollen die Erkenntnisse aus der Interviewstudie zunächst statistisch evaluiert werden. Um die quantitativen Ergebnisse weiter beschreiben zu können, soll ein sich anschließender qualitativer Strang tiefere Einblicke in diese erlauben.

Es ergibt sich daraus das Vorgehen nach einem erläuternden Mixed Methods-Design. Für diese Studie wurde deshalb das in Abbildung 55 dargestellte Studiendesign entwickelt. Die beiden Teile (quantitativer Strang und qualitativer Strang) werden nachfolgend einzeln beschrieben. Die Interpretation der Ergebnisse beider Stränge erfolgt gemeinsam nach der Durchführung des qualitativen Strangs.

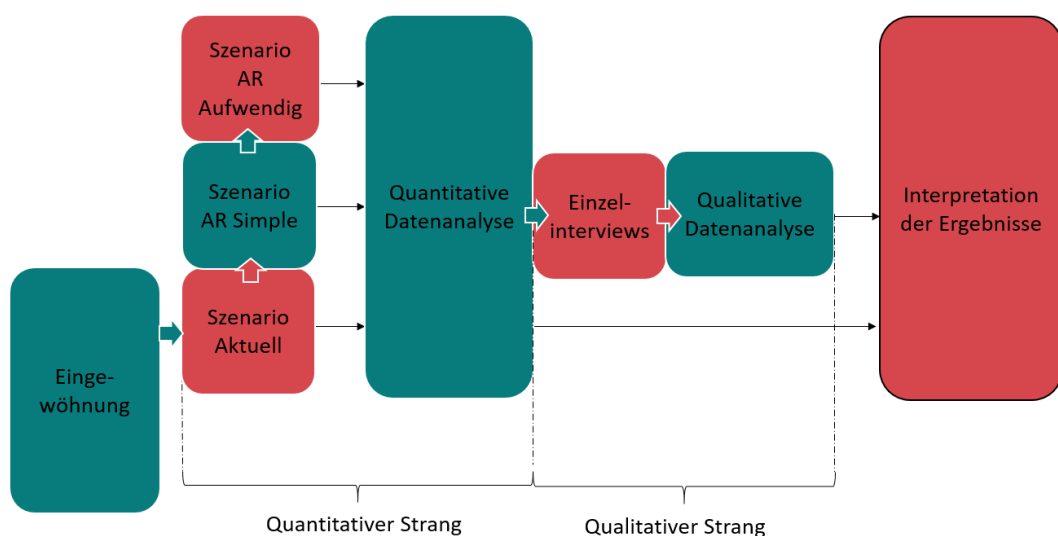


Abbildung 55: Mixed Methods-Aufbau der Pilotstudie

Quantitativer Strang

Für den quantitativen Strang der Studie stellt sich zunächst die Frage nach einem geeigneten Aufbau. Dazu gilt es speziell die Fragen zu beantworten, wie der Zweck des Artefaktes über die identifizierten Mehrwerte aus den Interviews konkret evaluiert und zudem vergleichbar gemacht werden kann, um die Forschungsfrage F6 beantworten zu können. Zunächst soll dabei die Frage nach der Vergleichbarkeit beantwortet werden.

In den Interviews der initialen Studie wurde offengelegt, dass Retrospektiven in einem verteilten Set-up meist über Videokonferenz-Tools in Verbindung mit einem Infinity-Whiteboard abgehalten werden, vergleiche Kapitel 6.4.3 mit der Kategorie Retrospektive. Diese Durchführungsart stellt demnach das Szenario *Aktuell* dar und wird in dieser Studie als Vergleich herangezogen. Über diese gängige Durchführung einer Retrospektive per Videokonferenz-Tool und Infinity-Whiteboard können zunächst Vergleichswerte erhoben werden. Diese Basiswerte repräsentieren die Durchführung einer Retrospektive im aktuell verteilten Set-up und können mit Werten, welche bei der Durchführung einer Retrospektive mittels der AR-Technologie erhoben werden, verglichen werden. Dieser A/ B-Vergleich würde zunächst nur beide Technologien miteinander vergleichen und globale Aussagen zu den Szenarien erlauben. Um spezielle Aspekte der Technologie mehrdimensional untersuchen und demnach F6 differenzierter beantworten zu können, wurden die AR-Szenarien weiter granuliert. Dazu wurde ein Szenario *AR Simple* und ein weiteres Szenario *AR Aufwendig* konzipiert.

Das Szenario *AR Simple* versucht, auf Basis der initialen Interviews eine Retrospektive so einfach wie möglich in AR nachzubilden. Dazu wird die Idee eines Infinity-Whiteboards in den dreidimensionalen Raum übertragen. Wie in der zweidimensionalen Umsetzung werden Visualisierungen auf zweidimensionalen Folien im AR-Raum geladen. An diesen Folien kann anschließend mit dreidimensionalen Post-its gearbeitet werden. Dieses Szenario erweitert somit die bekannte Umsetzung einer Retrospektive auf einem Infinity-Whiteboard um die dreidimensionale Umgebung der AR, in Verbindung mit den Besonderheiten und Herausforderungen der AR-Technologie.

Das Szenario *AR Aufwendig* versucht hingegen, besondere Aspekte der AR-Technologie in einer Retrospektive abzubilden. So kommen statt Folien interaktive, immersive, dreidimensionale Visualisierungen zum Einsatz. Zusätzlich werden spezielle Funktionen der AR verwendet. Die Summe der verwendeten Funktionen und Besonderheiten kann nachfolgend in der Zusammenfassung der Szenarien betrachtet werden, vergleiche Abbildung 57. Zunächst wird für die Untersuchung der verschiedenen Szenarien jedoch ein standardisiertes Vorgehen für die eingesetzten Methoden sowie den Ablauf der Retrospektive definiert.

Die Sammlung von (Andresen, 2017) stellt vielfältige Methoden zur Durchführung einer Retrospektive zusammen. Eine dieser Methoden ist die sog. *Was zieht, was bremst?*. Bei ihr wird die Visualisierung eines Segelschiffes genutzt, um die Retrospektive zu strukturieren. In einem physischen Set-up wird dieses Segelschiff auf ein Whiteboard oder Flipchart gemalt. Im Bereich der Segel sammeln die Teilnehmer während der Retrospektive auf Posts-its Punkte, die das Team antreiben. Punkte, die das Team aufhalten, werden unter dem Schiff in der Nähe des Ankers gesammelt. Das Bild des Schiffes aus (Andresen, 2017) wurde für diese Studie zusätzlich um einen Eisberg und eine Insel erweitert. Der Eisberg, welcher nur zu einem Zehntel aus der Wasseroberfläche ragt, dient zusätzlich zur Sammlung von Gefahren, welche für ein Team auftauchen könnten. Die Insel stellt ferner das Ziel dar, welches vom Team erreicht werden soll.

In Anlehnung an (Andresen, 2017) wurde zudem der methodische Ablauf der Retrospektive mit fünf Schritten definiert, vergleiche Abbildung 56. Den Einstieg in das Szenario der Retrospektive bietet der sog. *Moodcheck*, welcher einem Check-in dient und ein klassisches Element der agilen Arbeitsweise zur Eröffnung eines Termins darstellt. Die Teilnehmer werden dazu aufgefordert, ihre aktuelle Stimmung auf einem Post-it durch eine Skizze (z. B. lachender Smiley) ausdrücken. Es folgt die vom Autor erweiterte Methode *Was zieht, was bremst?*. Die Teilnehmer wählen hier ein aktuelles Thema aus dem Arbeitsalltag, welches sie mit Hilfe der Methode reflektieren. Die Methode dient dabei dem Sammeln von Input.

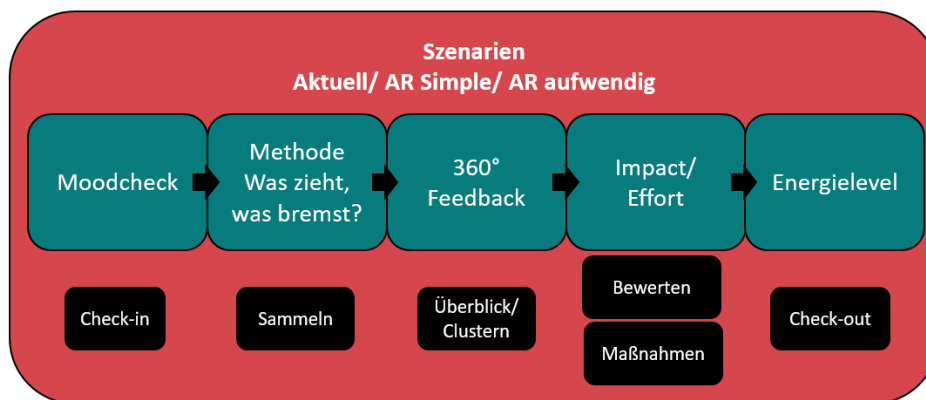


Abbildung 56: Methodischer Ablauf der Retrospektive

Es schließt sich daran ein sog. *360° Feedback* an, bei dem die gesammelten Punkte zunächst geclustert werden und anschließend jeder Teilnehmer die Möglichkeit hat, Fragen zu einem Cluster zu stellen, um die Themenbereiche besser zu verstehen. Im nächsten Schritt *Impact/Effort* werden die gefundenen Cluster in Bezug auf ihren Aufwand und ihre Auswirkungen bei einer Veränderung bewertet. Hier gilt es letztlich eine Maßnahme je Cluster abzuleiten. Das Szenario schließt mit der

Methode des sog. *Energielevel*, bei der jeder Teilnehmer, ähnlich zum Check-in, seine Stimmung zum Schluss der Retrospektive darlegt.

Dieser methodische Ablauf ist für alle drei Szenarien identisch und wird jeweils nur anders abgebildet. Abbildung 57 stellt die drei Szenarien *Aktuell* (Durchführung auf einem Infinity-Whiteboard), *AR Simple* und *AR Aufwendig* vergleichend gegenüber. Anhand der farblichen Markierungen wird deutlich, wie sich die drei Szenarien voneinander unterscheiden. Abbildung 58 bietet darüber hinaus einen Einblick in die Umsetzung der Szenarien.

Für das Szenario *Aktuell* wurde der methodische Ablauf der Retrospektive aus Abbildung 56 dazu auf einem Infinity-Whiteboard in Microsoft Teams realisiert. Für jeden Methodenschritt wurden Visualisierungen auf dem Whiteboard erstellt und so die Retrospektive strukturiert. Während der Kollaboration auf dem Whiteboard nutzen die Probanden zusätzlich Microsoft Teams als Videokonferenz-Tool, um sich auch visuell sehen und verbal kommunizieren zu können.

Für das Szenario *AR Simple* wurden die gleichen Visualisierungen wie für das Szenario *Aktuell* verwendet, auf Folien übertragen und in die dreidimensionale Umgebung der AR-Software geladen, vergleiche ebenfalls Abbildung 58. Diese Folien wurden wie in einer Galerie im virtuellen Raum angeordnet und strukturieren die Retrospektive.

Für das Szenario *AR Aufwendig* wurden für jeden Methodenbaustein eigene dreidimensionale Visualisierungen und Interaktionselemente auf Basis der AR-Technologie entwickelt. Diese Elemente werden zu jedem Methodenschritt einzeln geladen und beim Folgeschritt durch die nächsten Visualisierungen ersetzt. So wurde beispielsweise das Schiff der Methode „Was zieht, was bremst?“ als dreidimensionales Objekt mit Animationen, einem Meeressound und einer automatischen Cluster-Funktion entwickelt, vergleiche wieder Abbildung 58.

Durch diese drei Szenarien ist nun ein differenzierterer Vergleich der Technologien möglich. So kann durch den Vergleich der Szenarien *Aktuell* und *AR Simple* untersucht werden, wie sich der Wechsel von einer zweidimensionalen zu einer dreidimensionalen Arbeitsumgebung bei grundsätzlich gleicher Umsetzungsart verhält. Der Vergleich der Szenarien *AR Simple* und *AR Aufwendig* erlaubt ferner die Betrachtung von Besonderheiten der AR-Technologie.

Für die Durchführung der Studie wird eine abhängige Stichprobe gewählt, bei der jeder Proband alle drei Szenarien durchläuft. Die Begründung für die Wahl liefert (Döring & Bortz, 2016): „Messwiederholungsdesigns reduzieren (...) die Fehlervarianz, steigern somit (...) die Effektgröße und reduzieren folglich den notwendigen Mindeststichprobenumfang“. Dadurch kann der große Aufwand bei einer Studie dieser Art verringert werden, indem die Größe der Akquirierung möglichst geringgehalten wird.

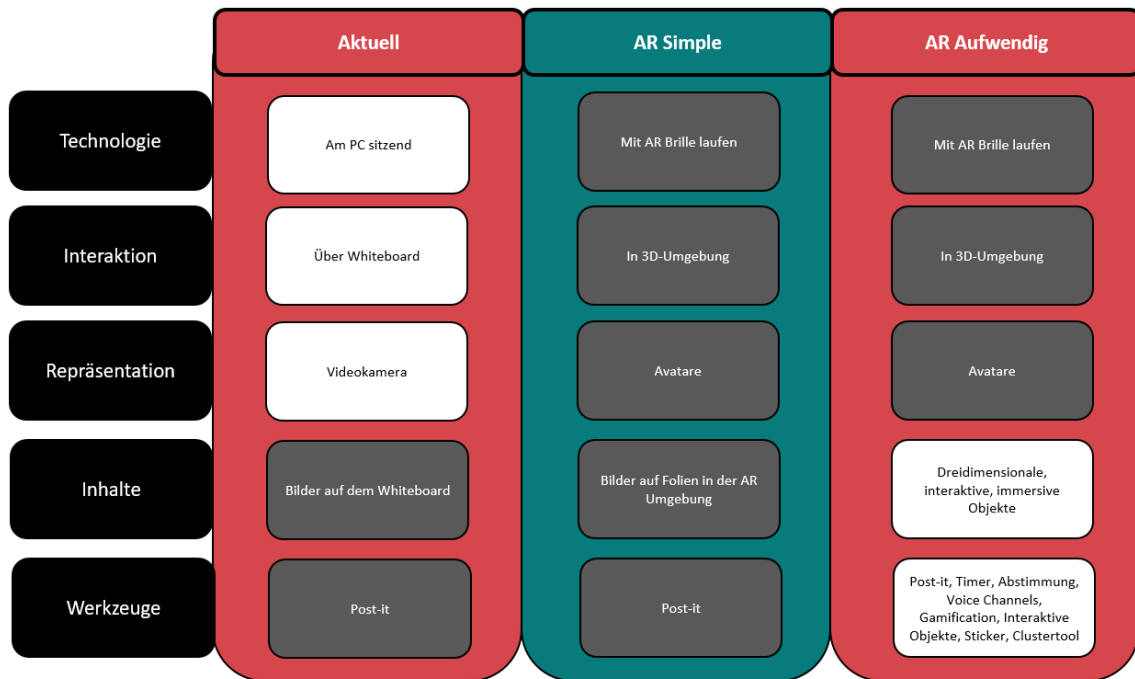


Abbildung 57: Die verschiedenen Szenarien der Pilotierung

Auf eine Kreuzung der Szenarien wird bewusst verzichtet, um Lerneffekte bei der Verwendung der Software mit zu berücksichtigen. Das Studiendesign sieht zwar eine Phase der Eingewöhnung vor, vergleiche Abbildung 55, doch ist zu erwarten, dass diese Eingewöhnung von einer Woche nicht ausreicht, damit die Probanden mit den vielfältigen Funktionen des Szenarios *AR Aufwendig* zurechtkommen. Daher dient die Zeit während der Durchführung des anderen AR-Szenarios auch dazu, dass sich die Probanden an die Technologie gewöhnen. Die Probanden sind darüber hinaus angehalten, die Technologie während der gesamten Studienzeit auch außerhalb der Studie im Arbeitsalltag einzusetzen. Für das Szenario *AR Aufwendig* kann so aller Voraussicht nach mit Probanden gerechnet werden, welche sich bereits mit der Technologie auskennen, diese sicher bedienen und fundiert bewerten können. Für das Szenario *Aktuell* kann ferner davon ausgegangen werden, dass die Probanden sowohl mit dem Tool der Videokonferenz als auch nach der Einweisung in das Infinity-Whiteboard mit der Bedienung vertraut sind, da sie beide Tools bereits aus ihrem Arbeitsalltag im betrachteten Automobilkonzern kennen.

Nachdem der methodische Ablauf definiert wurde, gilt es nun ein geeignetes Messinstrument für den quantitativen Strang zu konstruieren. Wie bereits erläutert wurde, ist das Ziel des quantitativen Strangs, die Erkenntnisse aus den initialen Interviews statistisch zu untersuchen. Es wurde dazu bereits herausgearbeitet, dass die Aspekte Interaktivität/ Bewegungen, räumlicher Aspekt, Visualisierung und Vertrauen Kategorien sind, welche eine Verbesserung der Arbeitsweise mittels der AR-Technologie ermöglichen. Das Kommunik-AR-tionsmodell aus Kapitel 6.6 beschreibt vier

dieser Aspekte. Auf Basis dieser Kategorien wurden für diese Studie Messgrößen abgeleitet, welche weitere Aspekte hinter den initialen Kategorien offenlegen. Es soll der Nachvollziehbarkeit genügen, dass die Kategorie Vertrauen in drei weitere Aspekte unterteilt wird: Effekte, Gruppenarbeit, Durchführung. Die Kategorie Interaktion/ Bewegungen wird durch die Aspekte Regelkreis und Arbeiten verfeinert. Die Kategorie Visualisierung wird in die Aspekte Visualisierung und Funktionen aufgeteilt. Zusätzlich wird die Kategorie Repräsentation mit den Aspekten Visuelle Repräsentation und Auditive Repräsentation aus den Erkenntnissen der initialen Interviewstudie gebildet.

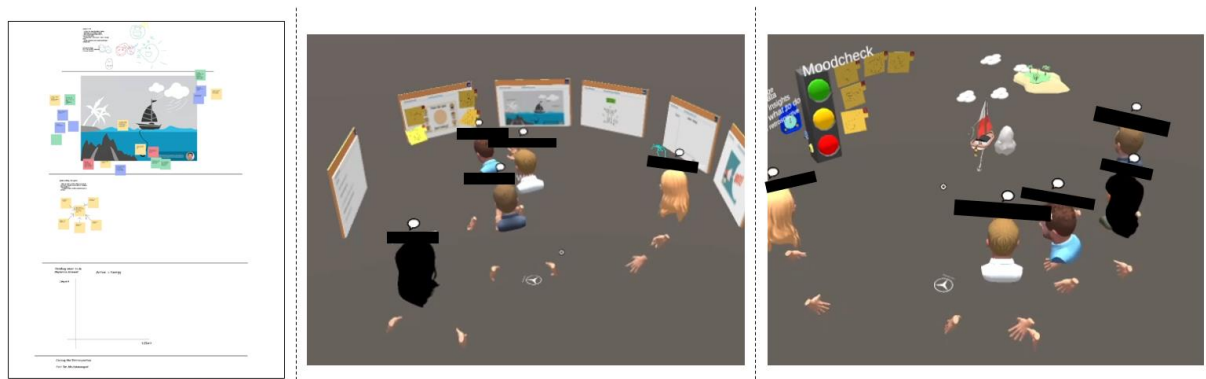


Abbildung 58: Die drei Szenarien der Pilotstudie (v.l.n.r: Aktuell, AR Simple, AR Aufwendig) während eines Probedurchlaufs aus (Radosav Majstorovic, 2021)

Alle weiteren Messgrößen sind in Anhang 6 dem vollständigen Fragebogen zu entnehmen. Die aus den Messgrößen abgeleiteten Fragen werden auf einer fünfstufigen Likert-Skala über die Zustimmung der Probanden bewertet. Die Beantwortung eines Fragebogens schließt sich immer direkt an die Durchführung eines Szenarios an.

Nachdem alle drei Szenarien durchlaufen sind, werden die erhobenen Daten quantitativ analysiert. Neben der deskriptiven Analyse wird ebenfalls versucht, die Daten mittels Inferenzstatistik zu analysieren.

Qualitativer Strang

Neben dem quantitativen Strang wurde ein qualitativer Strang definiert. Bei diesem steht die explorative Motivation im Vordergrund. Im Anschluss an die quantitative Datenanalyse wird dabei über ein teilstrukturiertes Interview erörtert, wie sich der subjektive Eindruck der Probanden in den Szenarien voneinander unterscheidet. Der Interviewleitfaden zu diesem teilstrukturierten Interview, der sich sequenziell nach der ersten Sichtung der quantitativen Daten ergab, kann in Anhang 7 betrachtet werden. Das Interview besteht aus drei Teilen. Während des ersten Teils können die Probanden unstrukturiert ihre Eindrücke zur Verwendung der AR-Kollaborationssoftware wiedergeben. Dabei werden die Probanden aufgefordert, sowohl positive als auch negative Aspekte

zu berichten. Es folgt im zweiten Teil die Darlegung des Regelkreises aus Kapitel 2.4.2.3 durch den Versuchsleiter. Die Probanden werden dabei befragt, wo die Technologie diesen iterativen Prozess unterstützen konnte und wo sich das Tool noch verbessern muss. Abschließend wird den Probanden das Kommunik-AR-tionsmodell aus Kapitel 6.6 erklärt und ebenfalls visuell dargelegt. Auch hier werden die Probanden gebeten, ihre Eindrücke zu verbalisieren und unterstützende sowie hemmende Aspekte zu beschreiben.

Die Interviews werden auf Tonband aufgenommen und anschließend qualitativ – erneut angelehnt an die kategoriebasierte Inhaltsanalyse nach (Kuckartz & Rädiker, 2022) – analysiert. Dazu werden die Interviews wörtlich transkribiert und kategoriebasiert ausgewertet.

8.3.2. Beschreibung der Stichprobe der Pilotisierung

Diese Studie hat den Anspruch, den Einsatz der AR-Software in seiner realen Umwelt zu evaluieren. Dieser Anspruch äußert sich auch in der Wahl geeigneter Probanden. Gleichzeitig führt jener Anspruch auch zu einer großen Herausforderung, denn das gewählte Studiendesign ist sehr aufwendig und zeitintensiv. Es muss eine feste Probandengruppe in Form eines gemeinsam arbeitenden Teams über einen längeren Studienzeitraum mit der AR-Technologie ausgestattet werden und mehrmals an Evaluationsterminen teilnehmen.

Für die Studie wurden letztlich gezielt vier natürliche Teams eines großen Automobilkonzerns akquiriert, welche sich bereits in einer agilen Arbeitsweise befinden und somit eine Repräsentation der Grundgesamtheit darstellen. Nach Ausschluss einzelner Probanden, aufgrund von zeitlichen Problemen oder technischen Herausforderungen während der Studie, konnten in diesen vier Teams 16 Probanden erfolgreich alle drei Szenarien durchlaufen und am Abschlussinterview der Pilotstudie teilnehmen. Diese Probanden waren in einem Alter von 23 bis 43 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 31,5 Jahren. Darunter befanden sich zwölf männliche und vier weibliche Teilnehmer. Die Teams stammten aus den Bereichen Aftersales, IT, Produktion und Entwicklung des betrachteten Konzerns. Bezogen auf die Vertrautheit mit der Methode der Retrospektive gaben sieben der Probanden an, Profi auf dem Gebiet der Retrospektive zu sein. Weitere neun Probanden gaben an, Retrospektiven schon öfters verwendet zu haben. Dabei weicht die Erfahrung mit verteilten Retrospektiven von der Erfahrung mit der Methode an sich ab: Vier Probanden haben selbst noch keine verteilte Retrospektive durchgeführt, ein Proband hat dies lediglich ausprobiert. Nur sechs weitere Probanden haben eine verteilte Retrospektive häufiger ausprobiert. Drei Probanden gaben ferner an, Profi bei verteilten Retrospektiven zu sein.

Die Erfahrung der Probanden mit den Technologien der AR/ VR liegt vor Studienbeginn im mittleren Bereich. So haben fünf Probanden die Technologien bereits häufiger verwendet, weitere fünf bereits ausprobiert und die restlichen sechs davon gehört.

8.3.3. Durchführung der Pilotisierung

Die Durchführung der Studie erstreckte sich über einen Zeitraum von 6 Monaten und startete im April 2021. Die Länge des Durchführungszeitraums resultierte aus dem hohen Aufwand zur Umsetzung der Studie. So standen zum Zeitpunkt der Evaluation in Summe nur AR-HMDs für zwei Teams zur Verfügung. Die angestrebte Durchführung mit vier Teams machte zwei Durchgänge nötig. Da die Studie während der COVID-19 Pandemie stattfand, verzögerte sich die Ausstattung des zweiten Probandendurchgangs mit AR-HMDs zusätzlich.

Die Durchführung folgt dem methodischen Aufbau der Studie aus Abbildung 55. Den Probanden wurde zunächst eine eigene AR-HMD Brille inkl. Datenschutzerklärung zur Unterzeichnung ausgehändigt. In einem gemeinsamen Termin, welcher aufgrund der Pandemie virtuell in Microsoft Teams mit allen Teilnehmern eines Teams stattfand, wurde anschließend eine Einführung in die Hardware der AR-Brille und Software der AR-Kollaborationslösung gegeben. Individuell konnte hier auch auf Fragen der Probanden eingegangen werden. Daraufhin hatten die Probanden eine Woche Zeit, um sich eigenverantwortlich mit der Technologie auseinanderzusetzen. Parallel zum gesamten Zeitraum der Studie waren die Probanden angehalten, die AR-Kollaborationssoftware im beruflichen Alltag einzusetzen, um eine Vertrautheit mit dem AR-Tool und der AR-HMD aufzubauen.

Quantitativer Strang

Nach der ersten Woche der Eingewöhnung begann der dreiwöchige Durchführungszeitraum der Studie. An jedem Freitag wurde ein 1,5-stündiger Termin zur Durchführung der Retrospektive eingeplant. Die Teams durften sich in jeder Woche ein eigenes Thema für die Retrospektive aussuchen, welches einen Bezug zu Geschehnissen der Woche/ der aktuellen Arbeitssituation hatte. In der ersten Woche wurde dabei die Durchführung des Szenarios *Aktuell*, in der zweiten Woche die Durchführung des Szenarios *AR Simple* und in der dritten Woche die Durchführung des Szenarios *AR Aufwendig* umgesetzt.

Der Ablauf der Termine orientierte sich an dem in Abbildung 56 dargestellten Ablauf. Aus jedem Team wurde ein Moderator ausgewählt (i.d.R. der Scrum Master des Teams), welcher die Retrospektive anleitete. Mit diesem Moderator wurde vor jedem Termin eine Vorbesprechung von 30 Minuten mit dem Versuchsleiter durchgeführt, um die Retrospektive vorzubereiten. Ziel war es hier, die natürliche Umwelt der agilen Arbeitsweise nicht durch die Anwesenheit eines

Versuchsleiters zu verfälschen. Lediglich für ein Team wurde ein Moderator von außen gestellt, da der Scrum Master dieses Teams lieber selbst als Teilnehmer in der Studie agieren wollte. Es ergab sich dadurch eine Aufteilung von 1-mal drei, 2-mal vier und 1-mal fünf Teilnehmern pro Team. Im Anschluss an jede Retrospektive wurde den Probanden der Fragebogen aus Anhang 6 ausgehändigt.

Qualitativer Strang

Nachdem ein Team alle drei Szenarien durchlaufen hatte, wurde jeder Proband des Teams zu einem Einzelinterview eingeladen. Aufgrund der COVID-19 Pandemie fanden diese teilstrukturierten Interviews verteilt in Microsoft Teams statt und dauerten ca. 30 Minuten. Anhand des teilstrukturierten Leitfadens, vergleiche Anhang 7, wurde jeder Proband individuell zu seinen Eindrücken befragt.

Die quantitativen Daten aus dem Fragebogen und die qualitativen Daten aus den Interviews wurden im Anschluss an den jeweiligen Teil zunächst unabhängig voneinander analysiert und diskutiert. Beide Analyseschritte werden nachfolgend dargelegt.

8.3.4. Darlegung und Analyse der quantitativen Ergebnisse der Pilotisierung

Aus dem quantitativen Strang ergaben sich 48 Datensätze mit je drei Evaluationen der Szenarien pro Proband über den Stichprobenumfang von 16 Probanden mit insgesamt 816 Datenpunkten. Nachfolgend werden diese Datenpunkte analysiert, um die Forschungsfragen dieses Abschnittes zu beantworten.

Deskriptive Statistik

Zunächst werden die Daten deskriptiv mittels der klassischen Häufigkeitsverteilung über Mittelwerte und Standardabweichungen betrachtet. Aufgrund der Menge an Datenpunkten wird vorgreifend auf die inferenzstatistische Analyse ebenfalls Cohens d berechnet. Dieser Wert soll als Filter dienen, um nennenswerte Unterschiede zwischen den Szenarien aufzuzeigen. Dabei werden nachfolgend nur solche Variablen diskutiert, welche im Betrag einen mittleren oder großen Effekt und somit ein Cohens $d > 0,5$ über zwei Szenarien aufweisen. Dabei steht t_0 für das Szenario *Aktuell*, t_1 für das Szenario *AR Simple* und t_2 für das Szenario *AR Aufwendig*. Es ist an dieser Stelle noch nicht sicher, ob diese Unterschiede auf reinem Zufall beruhen. Die statistische Signifikanz der Unterschiede wird später explizit in der Inferenzstatistik untersucht.

Die Gesamtheit der Ergebnisse ist Anhang 8 zu entnehmen. An die Darlegung eines Effektes schließt sich direkt die Diskussion der Szenarien an, um einen Erkenntnisgewinn zu generieren. Die

Interpretation dieses Erkenntnisgewinns findet im Nachgang an die quantitative und qualitative Datenanalyse statt.

Für die Kreativität kann ein mittlerer Effekt ($d = 0,512$) für den Vergleich von t_0 ($M = 3,88$; $SD = 0,719$) zu t_2 ($M = 4,31$; $SD = 0,946$) nachgewiesen werden. Es zeigt sich, dass nur das Szenario t_2 einen nennenswerten Effekt auf die Kreativität der Probanden hat.

Für die Motivation der Probanden zeigt sich ein mittlerer Effekt ($d = 0,698$) für den Vergleich von t_0 ($M = 4$; $SD = 0,73$) zu t_2 ($M = 4,44$; $SD = 0,512$). Von t_0 zu t_1 ($M = 4,31$; $SD = 0,602$) liegt der Effekt knapp unter der Grenze zum mittleren Effekt ($d = 0,463$). Somit hat die AR-Technologie einen Effekt auf die Motivation der Probanden, dieser ist aber nur im Vergleich von Szenario t_0 zu t_2 mit einem relevanten Effekt belegt.

Für den Fokus zeichnet sich ein mittlerer negativer Effekt ($d = 0,54$) für den Vergleich von Szenario t_0 ($M = 4,44$; $SD = 0,512$) zu t_2 ($M = 4$; $SD = 1,033$) ab und ein knapp unter der Grenze zum mittleren negativen Effekt ($d = 0,479$) liegender Vergleich von t_0 zu t_1 ($M = 4,06$; $SD = 0,998$). Die AR-Technologie scheint hier die Probanden eher zu stören und lenkt den Fokus von der eigentlichen Aufgabe ab.

Eine angenehme Teilnahme kann mit einem großen Effekt ($d = 1,012$) zwischen den Szenarien t_0 ($M = 4,13$; $SD = 0,619$) und t_2 ($M = 4,69$; $SD = 0,479$) und mit einem mittleren Effekt ($d = 0,757$) zwischen den Szenarien t_0 und t_1 ($M = 4,56$; $SD = 0,512$) nachgewiesen werden. Somit sorgt die AR-Technologie insgesamt für eine angenehmere Teilnahme, wobei das Szenario t_2 zum besten Erlebnis führt.

Die Erkenntnisse für die Gruppenarbeit fallen nicht konsistent aus. So ist von t_0 ($M = 3,81$; $SD = 0,911$) zu t_1 ($M = 3,19$; $SD = 0,911$) ein mittlerer negativer Effekt nachzuweisen ($d = 0,611$), der Vergleich von t_0 zu t_2 ($M = 4,06$; $SD = 0,929$) liefert einen kleinen positiven Effekt ($d = 0,272$) und der Vergleich von t_1 zu t_2 einen großen positiven Effekt ($d = 0,85$). Es lässt sich hier also feststellen, dass die Gruppenarbeit im Szenario t_1 sehr schlecht gewesen sein muss und sich im Vergleich zu t_2 positiver verändert als im Vergleich zu t_0 .

Für den Vergleich von t_0 ($M = 3,63$; $SD = 0,806$) zu t_2 ($M = 4,06$; $SD = 0,854$) ist ein mittlerer Effekt ($d = 0,512$) bei der Verbesserung der Kommunikation aufzufinden. Für den Vergleich von t_0 zu t_1 ($M = 4$; $SD = 0,894$) liegt der Effekt knapp unter der mittleren Grenze ($d = 0,435$). Somit verbessert die AR-Technologie die Kommunikation grundsätzlich, ein mittlerer Effekt liegt jedoch nur im Vergleich von t_0 zu t_2 vor.

Das Engagement wird mit einem mittleren Effekt ($d = 0,504$) von t_1 ($M = 4,44$; $SD = 0,512$) zu t_2 ($M = 4,69$; $SD = 0,479$) verbessert. Für den Vergleich von t_0 ($M = 4,37$; $SD = 0,885$) zu t_2 liegt der

Effekt knapp unter der mittleren Grenze ($d = 0,45$). Das Szenario t2 hat somit einen Einfluss darauf, wie stark sich eine Person engagiert fühlt.

Für die Motivation zum Teilen von Wissen kann ein mittlerer Effekt ($d = 0,51$) für den Vergleich der Szenarien t0 ($M = 3,5$; $SD = 0,73$) zu t1 ($M = 3,87$; $SD = 0,719$) und ein großer Effekt ($d = 0,93$) von t0 zu t2 ($M = 4,06$; $SD = 0,443$) gefunden werden. Die AR-Technologie motiviert die Teilnehmer somit zum Teilen von Wissen, wobei t2 dies besonders fördert.

Der Vergleich des pünktlichen Starts der Retrospektive fällt mit einem großen Effekt ($d = 1,04$) von t1 ($M = 2,94$; $SD = 1,34$) zu t2 ($M = 4,19$; $SD = 1,047$) aus. Die Effekte von t0 ($M = 3,63$; $SD = 1,544$) zu t1 ($d = 0,477$) und t0 zu t2 ($d = 0,425$) liegen knapp unter der Grenze des mittleren Effektes. Dieses uneinheitliche Bild ergibt sich aus vermehrten, technischen Problemen bei der Durchführung des Szenarios t1. Dabei musste das Szenario bei manchen Durchführungen erneut gestartet werden, weil der Screenshare, welcher im Szenario t1 zum Präsentieren der Folien diente, nicht ideal funktionierte. Somit verzögerten sich diese Termine. Der Vergleich von t1 zu t2 ist somit wenig erkenntnisbringend. Für den Vergleich von t0 und t2 kann ferner nur ein kleiner Effekt nachgewiesen werden, sodass dieser nicht als besonders relevant eingestuft wird.

Ähnlich wie der Vergleich des pünktlichen Starts fällt der Vergleich der Unterbrechungen aus. Auch hier führen die erwähnten Probleme im Szenario t1 zu negativen Effekten im Vergleich von t1 und t2 mit einem großen negativen Effekt ($d = 1,04$).

Auch in Bezug auf die Verständlichkeit der Retrospektive zeigt sich ein uneinheitliches Bild. Die Werte von t0 ($M = 4,5$; $SD = 0,632$) und t2 ($M = 4,5$; $SD = 0,632$) sind identisch ($d = 0$), für den Vergleich von t0 zu t1 ($M = 4,06$; $SD = 1,063$) ergibt sich ein mittlerer negativer Effekt ($d = 0,503$) und für den Vergleich von t1 zu t2 ein mittlerer positiver Effekt ($d = 0,503$). Es lässt sich somit nur aussagen, dass das Szenario t1 im Vergleich zu den anderen beiden Szenarien am schlechtesten abschneidet.

Für das Rollenverständnis zeigt sich ein negatives Bild für die AR-Anwendung. So weist der Vergleich von t0 ($M = 4,69$; $SD = 0,704$) zu t1 ($M = 4,19$; $SD = 0,834$) einen mittleren negativen Effekt auf ($d = 0,65$). Der Vergleich von t0 zu t2 ($M = 4,38$; $SD = 0,619$) liegt knapp unter der mittleren Effektgrenze ($d = 0,468$). Somit verschlechtert die Technologie das Rollenverständnis und die Zuordnung von Personen und ihrer Funktion.

Für den zeitlichen Rahmen fallen die Effekte jedoch wieder zugunsten der AR-Technologie aus. Für das Szenario t2 ($M = 4,38$; $SD = 0,719$) lassen sich hier im Vergleich zu t0 ($M = 3,87$; $SD = 0,957$) mit $d = 0,603$ und zu t1 ($M = 3,75$; $SD = 1,125$) mit $d = 0,667$ mittlere Effekte nachweisen. Somit sorgt das Szenario t2 für einen besseren zeitlicheren Rahmen als t0 und t1.

Ebenfalls von zeitlichem Charakter ist der Vergleich des angenehmen Tempos. Dabei liegt beim Vergleich von t0 (M = 3,81; SD = 0,544) zu t2 (M = 4,37; SD = 0,619) ein großer Effekt vor (d = 0,961). Der Vergleich von t0 zu t1 (M = 4,13; SD = 0,806) liegt erneut knapp unter der mittleren Grenze (d = 0,465). Die AR-Technologie kann somit die empfundene Geschwindigkeit der Durchführung verbessern, wobei diese Empfindung für das immersive Szenario von t2 besonders positiv ausfällt.

Befragt nach der Zustimmung über die Wiederverwendung einer Lösung lässt sich mit (d = 0) zwischen den Szenarien t1 (M = 4,44; SD = 0,512) und t2 (M = 4,44; SD = 0,629) kein Unterschied feststellen. Aufgrund der höheren Standardabweichung bei t2 liegt für das Wiederverwenden von t1 im Vergleich zu t2 in Bezug auf t0 (M = 4,13; SD = 0,619) nur für t1 ein mittlerer Effekt (d = 0,546) vor. Dieser liegt bei t2 mit d = 0,497 knapp unter der Grenze zum mittleren Effekt. Somit spricht t1 Personen konsistent positiv an. t2 wird hingegen diverser bewertet.

Das Erstellen von sinnvollen Inhalten fällt in t0 (M = 4; SD = 0,894) und t1 (M = 4; SD = 0,432) gleich aus (d = 0). Der Vergleich von t1 zu t2 (M = 4,31; SD = 0,476) weist einen mittleren Effekt auf (d = 0,502). Der Vergleich von t0 zu t2 liegt mit d = 0,432 bei einem kleinen Effekt. Somit hat das immersive Szenario t2 einen positiven Einfluss auf die Inhalte.

Die Ableitung von Maßnahmen wird mit einem mittleren Effekt (d = 0,562) in t2 (M = 3,88; SD = 0,5) positiver als in t0 (M = 3,5; SD = 0,816) bewertet. Der Vergleich von t0 zu t1 (M = 3,69; SD = 0,73) und von t1 zu t2 weist hingegen kleine Effekte auf.

Das Bearbeiten von Objekten schneidet mittels der AR-Technologie im Vergleich zur bekannten Umsetzung zugunsten von t0 (M = 4,06; SD = 0,722) ab. Sowohl der Vergleich von t0 zu t1 (M = 3,31; SD = 1,014) als auch von t0 zu t2 (M = 3,56; SD = 0,727) fällt negativ aus. Dabei ist der Effekt t0 zu t1 mit d = 0,852 groß und der Effekt t0 zu t2 mit d = 0,69 mittel. Die Bearbeitung von Inhalten ist damit in AR deutlich schlechter als in t0.

Das Bewegen von Inhalten wird im Vergleich von t0 (M = 4,06; SD = 1,063) zu t1 (M = 3,5; SD = 1,014) ebenfalls in AR schlechter bewertet mit einem mittleren Effekt von d = 0,591. Zwar fällt der Effekt von t0 zu t2 (M = 3,75; SD = 0,683) nur klein aus, jedoch ist auch hier der Trend für die AR-Technologie negativ. Die Verbesserung von t1 zu t2 kann durch die längere Lernphase erklärt werden.

Die AR-Technologie verbessert die Interaktionsmöglichkeiten der Retrospektive in beiden Szenarien deutlich. Im Vergleich von t0 (M = 3,44; SD = 0,964) zu t1 (M = 4; SD = 0,816) kann dabei ein mittlerer Effekt nachgewiesen werden (d = 0,627) und für den Vergleich t0 zu t2 (M = 4,56; SD = 0,512) ein großer Effekt (d = 1,451). Die Interaktivität nimmt also über die beiden Szenarien zu und weist vor allem für t2 einen hohen Effekt auf.

Deutliche Verschlechterungen in den AR-Szenarien können in der Repräsentation der Mimik wahrgenommen werden. Sowohl für den Vergleich von t0 ($M = 3,69$; $SD = 0,602$) zu t1 ($M = 1,44$; $SD = 0,727$) mit $d = 3,337$ als auch für den Vergleich von t0 zu t2 ($M = 1,75$; $SD = 0,775$) mit $d = 2,796$ sind sehr große negative Effekte nachzuweisen. Die AR-Technologie führt hier zu einer großen Verschlechterung der Repräsentation der Nutzer anhand der Mimik.

Für die Gestik lässt sich dies hingegen nicht in dem Maße nachweisen. Zwar fallen die Effekte von t0 ($M = 2,75$; $SD = 1$) zu t1 ($M = 2,5$; $SD = 1,414$) und t0 zu t2 ($M = 2,69$; $SD = 1,138$) negativ aus, jedoch sind sie mit $d = 0,204$ und $d = 0,056$ sehr klein. Somit überträgt die AR-Technologie Gestik nicht mit einem großen, sondern nur einem kleinen Effekt, schlechter.

Für die Körpersprache zeichnet sich jedoch wieder ein ähnliches Bild wie für die Mimik mit mittleren negativen Effekten für die Vergleiche von t0 ($M = 3,13$; $SD = 1,025$) zu t1 ($M = 2,44$; $SD = 1,504$) mit $d = 0,536$ und t0 zu t2 ($M = 2,31$; $SD = 1,302$) mit $d = 0,7$. Hier vermindert die AR-Technologie wieder die Repräsentation von Teilnehmern anhand der Körpersprache.

Die Bewertung der Möglichkeit den Sprecher fokussieren zu können, fällt positiv für das Szenario t2 ($M = 3,56$; $SD = 0,727$) aus. Im Vergleich zu t0 ($M = 3,31$; $SD = 1,25$) kann ein mittlerer Effekt ($d = 0,65$) nachgewiesen werden. Für den Vergleich von t0 zu t1 ($M = 3,88$; $SD = 0,885$) ist der Effekt hingegen klein und mit $d = 0,395$ nahe der Grenze zum mittleren Bereich. Somit kann das Szenario t2 einen relevanten Mehrwert liefern, welcher es erlaubt, den Sprecher gezielt in das Zentrum der Aufmerksamkeit zu legen.

Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich für den Erhalt von visuellem Feedback. Auch hier ist der Vergleich von t0 zu t2 mit einem großen Effekt versehen ($d = 0,801$). Dabei liegt bereits der Vergleich von t1 zu t2 knapp unter der Grenze zum mittleren Effekt mit ($d = 0,419$). Somit scheint vor allem der Schritt zu t2 einen großen Mehrwert für das visuelle Feedback bereitzuhalten.

Der visuelle Sprecherfokus wird vor allem für das Szenario t1 ($M = 3,88$; $SD = 0,885$) gut bewertet mit einem mittleren Effekt von $d = 0,526$ im Vergleich zu t0 ($M = 3,31$; $SD = 1,25$). Zwar ist auch der Vergleich von t0 zu t2 ($M = 3,56$; $SD = 0,727$) positiv mit einem kleinen Effekt, jedoch scheint der Sprecherfokus in Szenario t1 stärker zu existieren.

Auch die Audioqualität wird für t1 ($M = 4,5$; $SD = 0,894$) am positivsten bewertet und weist im Vergleich zu t0 ($M = 4,06$; $SD = 0,574$) einen mittleren Effekt auf ($d = 0,586$). Für den Vergleich der Audioqualität von t0 zu t2 ($M = 4,13$; $SD = 0,855$) fällt der Effekt zwar ebenfalls positiv, jedoch nur klein aus. Somit scheint auch die Wahrnehmung der Audioqualität für t1 am besten zu sein.

Die Identifizierung des Sprechers anhand des Audios wird ebenfalls mit einem mittleren Effekt von $d = 0,685$ im Vergleich von t0 ($M = 4$; $SD = 0,632$) zu t1 ($M = 4,5$; $SD = 0,816$) besser bewertet als mit einem mittleren Effekt von $d = 0,511$ im Vergleich von t0 zu t2 ($M = 4,37$; $SD = 0,806$).

Zusammenfassend scheint das Szenario t1 eine verbesserte Erfahrung in Bezug auf die Audiorepräsentation von Nutzern zu liefern.

Gewinnbringend wird die Arbeitsumgebung vor allem in Szenario t2 ($M = 4,37$; $SD = 0,719$) bei einem Vergleich zu t0 ($M = 3,75$; $SD = 0,775$) mit einem großen Effekt ($d = 0,829$) bewertet. Zwar lässt sich bereits ein kleiner Effekt von t0 zu t1 ($M = 4$; $SD = 0,816$) auffinden ($d = 0,314$), jedoch scheint das Szenario t2 einen großen Ausschlag zu geben.

Für die Darstellung der Retrospektive kann ein mittlerer Effekt von $d = 0,646$ für den Vergleich von t0 ($M = 4$; $SD = 0,816$) zu t2 ($M = 4,44$; $SD = 0,512$) und ein großer Effekt von $d = 0,897$ von t1 ($M = 3,88$; $SD = 0,719$) zu t2 nachgewiesen werden. Somit ist die Darstellung in t1 nicht gewinnbringender als in t0, wie der kleine Effekt von $d = 0,156$ andeutet. Die reine Darstellung von zweidimensionalen Folien in einer dreidimensionalen Welt führt zu keiner Verbesserung der Darstellung einer Retrospektive.

Für die Immersion zeigt sich vor allem für t2 ($M = 4,56$; $SD = 0,512$) ein relevanter Effekt. Der Vergleich von t0 ($M = 3,88$; $SD = 0,885$) zu t2 hält dabei einen großen Effekt von $d = 0,941$ bereit. Aber auch der Vergleich von t1 ($M = 4,13$; $SD = 0,719$) zu t2 weist einen mittleren Effekt ($d = 0,689$) auf. Somit ist vor allem der Schritt zu Szenario t2 mit einer größeren Immersion versehen. Die dreidimensionalen, interaktiven Objekte verbessern hier mit ihren zusätzlichen Audioeffekten das Immersionsgefühl.

Die Bewertung der Restzeit fällt unterschiedlich aus. Dabei weist der Vergleich von t1 ($M = 2,63$; $SD = 1,204$) zu t2 ($M = 3,69$; $SD = 0,793$) einen großen Effekt auf ($d = 1,04$). Der Vergleich von t0 ($M = 3,38$; $SD = 1,088$) zu t1 ist hingegen mit einem mittleren negativen Effekt ($d = 0,654$) belegt. Dieses Ergebnis ist wahrscheinlich auf den in Szenario t2 vorhandenen und in t1 fehlenden Timer zurückzuführen, welcher in t2 eine gute Bewertung der Zeit erlaubt. Dies ist jedoch keine relevante Verbesserung zu t0.

Die Funktion der Breakout Rooms wird analog zu den Möglichkeiten der verschiedenen Szenarien bewertet. So fällt der Vergleich von t0 ($M = 3,06$; $SD = 1,088$) zu t1 ($M = 2,44$; $SD = 1,153$) mit einem mittleren negativen Effekt aus, da in t1 keine Breakout Rooms vorhanden waren. Im Vergleich zu t2 ($M = 4,06$; $SD = 0,929$) sind jedoch große positive Effekte der Breakout Rooms im Vergleich zu t0 ($d = 1,04$) und t1 ($d = 1,547$) zu finden. Somit stellt die Möglichkeit der Breakout Rooms auch im Vergleich zu t0 in t2 eine gewinnbringende Lösung dar.

Die Durchführung von Abstimmungen wird vor allem in t2 ($M = 4,25$; $SD = 0,683$) positiv bewertet. Da hier explizit ein Abstimmungstool zum Einsatz kam, können mittlere positive Effekt im Vergleich zu t0 ($M = 3,81$; $SD = 0,911$) mit $d = 0,547$ und t1 ($M = 3,81$; $SD = 0,75$) mit $d = 0,613$ gefunden werden. Die Funktion hat somit einen positiven Effekt auf die Bewertung.

In AR bemängeln Probanden die Nutzung von Schnittstellen. Sowohl im Vergleich von t0 zu t1 ($d = 0,766$) als auch im Vergleich von t0 zu t2 ($d = 0,531$) können mittlere negative Effekte gefunden werden. Das AR-Tool lässt somit nötige Schnittstellen vermissen.

Das Äußern einer anonymen Meinung ist vor allem für t1 ($M = 1,63$; $SD = 0,806$) beschränkt. Im Vergleich von t0 ($M = 2,62$; $SD = 1,306$) zu t1 kann ein großer negativer Effekt mit $d = 0,912$ nachgewiesen werden. Auch der Vergleich von t1 zu t2 ($M = 2,5$; $SD = 1,155$) liegt im mittleren Bereich und spricht mit $d = 0,874$ gegen t1. Der Vergleich von t0 zu t2 ist dagegen mit einem sehr kleinen Effekt versehen. Die fehlenden Funktionen in t1 sorgen somit dafür, dass es nicht möglich ist, eine anonyme Meinung zu äußern. Stehen nötige Funktionen in AR wie in Szenario t2 bereit, ist jedoch kein relevanter Unterschied zu einer Videokonferenz zu bemerken.

Zusammenfassung der deskriptiven Statistik

Die identifizierten Variablen mit mindestens einem mittleren Effekt können nun in der Gegenüberstellung der einzelnen Szenarien zusammengefasst werden. Zunächst wird das Szenario t0 = *Aktuell* mit dem Szenario t1 = *AR Simple* verglichen. Dabei weisen zehn Variablen einen negativen Effekt von t0 zu t1 auf. Weitere sechs Variablen haben ferner einen positiven Effekt von t0 zu t1. Drei der sich verschlechternden Variablen weisen einen Bezug zu den Avataren und der Repräsentation von Nutzern auf. So nehmen die Mimik, die Körpersprache und das Rollenverständnis in AR ab. Gleichzeitig können auch drei positive Effekte in Bezug auf die Repräsentation gefunden werden. So verbessert sich die Audioqualität in AR und der Sprecherfokus nimmt auf Basis des visuellen sowie auditiven Aspektes zu. Die Arbeit in AR ist im Szenario *AR Simple* schlechter. So fällt das Bearbeiten von Inhalt schwerer, Gruppenarbeit gestaltet sich aufgrund fehlender Breakout Rooms in t1 schwieriger, das Bewegen von Objekten ist aufwendiger, es ist schwieriger anonym seine Meinung zu äußern und die Restzeit lässt sich weniger gut bewerten. Letztlich ist auch das Verständnis der Retrospektive in AR schlechter. Trotzdem empfinden die Probanden die Teilnahme als angenehm, würden das Tool eher wiederverwenden als ein Videokonferenz-Tool und teilen lieber Wissen im AR-Tool.

Dieser Vergleich kann auch für die Szenarien t1 = *AR Simple* und t2 = *AR Aufwendig* angestellt werden. Dabei weisen alle identifizierten Variablen einen positiven Effekt von t1 zu t2 auf. Lediglich die Variable Unterbrechungen, welche aufgrund ihrer negativ formulierten Frage invertiert werden muss, weist zunächst einen negativen Effekt auf, welcher korrigiert aber positiv ist. So führt der Vergleich von t1 zu t2 mit der dreidimensionalen Darstellung und der Verwendung von Interaktionselementen zu einer verbesserten Darstellung der Retrospektive bei ebenfalls verbesserter Interaktivität. t2 weist darüber hinaus eine erhöhte Immersion und eine bessere Darstellung der

Retrospektive auf. Die Umgebung ermöglicht zudem eine verbesserte Gruppenarbeit, ein erhöhtes Engagement der Teilnehmer und verbesserte Erstellung von sinnvollen Inhalten. Die zusätzlichen Funktionen ermöglichen das Durchführen der Retrospektive in einem angenehmeren zeitlichen Rahmen mit verminderten Unterbrechungen und einem pünktlicheren Start. Durch die realisierten Funktionen verbessern sich auch die Durchführung von Abstimmungen, das Äußern von anonymen Meinungen, der Überblick über die Restzeit und die Arbeit in Breakout Rooms.

Der abschließende Vergleich der Szenarien t0 *Aktuell* mit dem Szenario t2 *AR Aufwendig* unterstützt die Erkenntnisse aus den vorangegangenen Vergleichen. Übergeordnet sind vier negative Effekte festzustellen. Wie vorher bereits einzeln festgestellt wurde, verschlechtert sich die Repräsentation der Körpersprache und Mimik sowie das Bearbeiten von Inhalten. Zusätzlich ist bei diesem Vergleich ein negativer Effekt in Bezug auf den Fokus zu finden. So scheint das umfangreiche Szenario den Nutzer sehr stark abzulenken. Ebenfalls übereinstimmend mit den Ergebnissen aus den beiden anderen Vergleichen, verbessern sich in AR und dabei vor allem im Szenario t2 die Variablen Darstellung der Retrospektive, angenehme Teilnahme, der auditive Sprecherfokus, das Teilen von Wissen, der zeitliche Rahmen, das angenehme Tempo, die Interaktivität, die Immersion, die Abstimmungen und die Breakout Rooms. Zusätzlich ergeben sich aus der vollumfänglichen Umsetzung neue positive Effekte. So werden das Ableiten von Maßnahmen, die Kommunikation, die Motivation, die Kreativität, der visuelle Sprecherfokus, das visuelle Erhalten von Feedback und eine verbesserte Arbeitsumgebung von den Probanden festgestellt.

Inferenzstatistik

An dieser Stelle soll ebenfalls die Inferenzstatistik zum Einsatz kommen. Aufgrund der dreistufigen, abhängigen Stichprobe in Verbindung mit einer ordinalskalierten Likert-Skala wurde der zweiseitige Friedman-Test für abhängige Stichproben genutzt, um die zentralen Tendenzen der drei Messzeitpunkte zu evaluieren. Um auch die Unterschiede zwischen konkreten Messzeitpunkten festzustellen, wurde zudem eine Post-Hoc Überprüfung mittels zweiseitiger Dunn-Bonferroni-Tests durchgeführt.

Zunächst konnten 16 Variablen identifiziert werden, welche gem. Friedman-Test einen signifikanten Unterschied zwischen allen Messzeitpunkten aufweisen. Post-Hoc geprüft, konnten aber nur fünf Variablen identifiziert werden, welche auch einen signifikanten Unterschied zwischen zwei konkreten Messzeitpunkten aufweisen. Nachfolgend sollen nur die signifikanten Post-Hoc Untersuchungen dargelegt werden.

Für die Bewertung der Pünktlichkeit des Startes ist ein signifikanter Unterschied zwischen den Messzeitpunkten t1 und t2 nachzuweisen (zweiseitiges $p = 0,031$). Hier kann erneut die Beschreibung

der Problematik bei t1 aus der deskriptiven Statistik als Erklärung herangezogen werden. Für die Unterbrechungen ist ebenfalls ein signifikanter Unterschied zwischen t0 und t1 festzustellen (zweiseitiges $p = 0,018$), welche ebenfalls bereits erklärt wurde.

Der sehr große Effekt in der Bewertung der Mimik wird unterstützt durch einen hoch signifikanten Unterschied zwischen t0 und t1 sowie t0 und t2 (zweiseitiges $p = 0$).

Auch für die Interaktionen weist t2 im Vergleich zu t0 einen signifikanten Unterschied auf (zweiseitiges $p = 0,003$). Letztlich fällt auch der Unterschied der Bewertung der Breakout Rooms signifikant für die Messzeitpunkte t1 und t2 aus (zweiseitiges $p = 0,018$).

Einen Erkenntnisgewinn liefern hier lediglich die Ergebnisse der Mimik und der Interaktion.

Der bereits in der deskriptiven Statistik dargestellte sehr große Effekt der verschlechterten Repräsentation kann dabei auch als hoch signifikant nachgewiesen werden. Es zeigt sich hier erneut eine große Herausforderung der Technologie, welche die mimische Repräsentation der Nutzer verschlechtert.

Es verbessert sich hingegen signifikant die Interaktion im Vergleich von t0 zu t2 mit einem ebenfalls großen Effekt. Die erweiterte Nutzung von dreidimensionalen Objekten verbessert somit auch nachweislich die Möglichkeiten zur Interaktion der Teilnehmer.

Die Inferenzstatistik zeigt somit, dass die meisten Effekte, welche in der Darlegung der deskriptiven Statistik zur Filterung der Daten zur Hilfe genommen wurden, nicht verallgemeinernd nachgewiesen werden können. Im weiteren Verlauf dieses Kapitels soll trotzdem an dem gewählten Vorgehen festgehalten werden. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass die meisten quantitativen Daten keine Aussagen auf die Grundgesamtheit erlauben, sondern nur Ergebnisse dieser Stichprobe widerspiegeln.

8.3.5. Darlegung und Analyse der qualitativen Ergebnisse der Pilotisierung

Aus dem qualitativen Strang ergaben sich in Summe 16 Interviews auf Tonband mit einer Gesamtlänge von rund 454 Minuten. Die qualitativen Daten wurden analog zur initialen Interviewstudie verarbeitet und ausgewertet, vergleiche Kapitel 6.4 Dazu wurden die Aufnahmen zunächst händisch transkribiert und in Textform überführt. Mittels der Software MAXQDA (VERBI GmbH, 2022) wurden die Interviews anschließend nach der Methode von (Kuckartz & Rädiker, 2022) kategoriebasiert am Text analysiert. Auf die detaillierte Darlegung des Vorgehens wird an dieser Stelle verzichtet, da dieses analog zu Kapitel 6.4 verlief.

Die Analyse des Materials ergab ein Kategoriensystem mit 17 Hauptkategorien, welche am Text erarbeitet wurden. Die Hauptkategorien wurden auf maximal zwei weitere Unterkategorien aufgeteilt. Im Rahmen der Analyse wurden die Aussagen jeder niedrigsten Kategorieebene zusammengefasst.

An dieser Stelle werden die Zusammenfassungen kondensiert dargelegt und diskutiert, welche der Beantwortung der Forschungsfrage dienen. Die vollständige Zusammenfassung aller Aussagen kann in Anhang 9 gefunden werden.

Negative Aspekte

Die meisten Aussagen ($n = 67$) der Interviews werden zu negativen Aspekten getätigt (Hauptkategorie). Dabei entfallen mit 40 Aussagen die meisten auf den Bereich der User Experience (Sub-Kategorie). In 20 Aussagen berichten die Probanden eine Herausforderung beim Einstieg in das Tool (Sub-Sub-Kategorie). So muss beim Einstieg in die Arbeit mit dem Tool erst eine neue Art der Interaktion und Benutzung erlernt werden. Es braucht dabei eine gewisse Zeit, bis man sicher mit dem Tool interagieren kann. Auch ist zu bemerken, dass das Tool ein Prototyp ist (Sub-Sub-Kategorie mit zehn Aussagen). Unter anderem muss sich laut den Probanden noch die Usability verbessern. Sechs weitere Aussagen gehen auch auf die Möglichkeit des Inputs ein und kritisieren die Art, wie man Informationen in das Meeting einbringen kann (Sub-Sub-Kategorie). Vier weitere Aussagen kritisieren fokussiert das User-Interface (Sub-Sub-Kategorie) und stellen dies als verbesserungswürdig heraus.

Neben der User Experience nennen die Probanden mit 22 Aussagen ebenfalls die Hardware als Herausforderung (Sub-Kategorie). Die Kritik lässt sich dabei in sieben Sub-Sub-Kategorien einordnen. Die Probanden stört: Das Gewicht der Brille ($n = 9$), die Belastung von Augen und Kopf ($n = 6$), die Kosten der Brille ($n = 1$), das begrenzte Sichtfeld der Brille ($n = 1$), die grafische Leistung der Brille ($n = 1$), die Wärmeabstrahlung bei warmen Temperaturen ($n = 1$) und die Anordnung von Schaltern ($n = 1$) sowie das Gefühl, etwas im Gesicht zu haben ($n = 1$).

Letztlich wird zudem die Geschwindigkeit des Arbeitens mit dem Tool als Sub-Kategorie mit fünf Aussagen identifiziert. So ist die Arbeit mit einem Infinity-Whiteboard weitaus schneller als die Arbeit mit dem AR-Tool.

Es lässt sich zusammenfassen, dass die Aussagen zunächst ein negatives Bild auf das AR-Tool werfen und aktuelle Hürden der AR-Technologie – bestehend aus der AR-Software und der AR-Hardware – beschreiben. Dabei decken sich die Aussagen mit jenen aus der initialen Interviewstudie und können in ähnlicher Form bei der Kategorie Nicht ausgereift in Kapitel 6.4.5 wiedergefunden werden. In der späteren Zusammenführung der quantitativen und qualitativen Analysen gilt es zu untersuchen, ob sich verschlechternde quantitative Werte mit dieser qualitativen Erkenntnis erklären lassen.

Nonverbale Kommunikation

Aus 57 Aussagen wird die zweite Hauptkategorie der nonverbalen Kommunikation gebildet. Der Großteil der Aussagen ($n = 35$) entfällt dabei auf eine Bewertung der Mimik und Gestik. Dabei berichten die Probanden vor allem einen Verlust beider nonverbaler Kommunikationskanäle. Während die Gestik im AR-Tool zum Teil nur schlecht übertragen wird, geht die Mimik als Informationskanal im Tool laut Aussagen der Probanden komplett verloren. Über das gesprochene Wort haben die Probanden dabei versucht, die Emotion einer Person abzulesen. Sobald eine Person jedoch still ist, bekommt man kein Feedback über die Stimmung und die Emotion einer Person im AR-Tool. Viele der Probanden fordern, dass sich vor allem die mimische Repräsentation der Nutzer verbessern muss, um z. B. ein Videokonferenz-Tool ersetzen zu können. Vor allem bei Terminen wie der Retrospektive wird die Repräsentation für besonders wichtig erachtet.

Mit acht Aussagen kann zudem die Sub-Kategorie Visuelle Repräsentation gebildet werden. Hier beschreiben die Probanden die cartoonisierten Avatare als bereits ausreichend, aber verbesserungswürdig in der Detaillierung von Bewegungen, der Anzahl an Körperteilen und dem Grad der Realität.

Aus weiteren sieben Aussagen besteht die Sub-Kategorie Feedback, bei der Probanden berichten, dass sie an den Avataren gut ablesen können, was eine Person gerade macht und wo die Aufmerksamkeit einer Person liegt. So sieht man an der Körperhaltung, wenn eine Person während des Meetings am PC sitzt oder das Handy in der Hand hält.

Vier weitere Aussagen aus der letzten Sub-Kategorie unterstützen zudem die Aussagen aus der ersten Sub-Kategorie, wonach es nicht ausreicht, die fehlenden Informationen über Emotionen oder die Stimmung einer Gruppe rein aus dem Ton der Stimmen abzulesen. Hier ist die Repräsentation der Mimik wichtig.

Zusammenfassend stellt auch diese Hauptkategorie eine Hürde der aktuellen Technologie dar. Mit der bestehenden Realisierung von Mimik und Gestik stellt das aktuelle Tool den umsetzbaren Stand der Technik dar. Dieser reicht den Probanden jedoch nicht aus, um eine Retrospektive vollumfänglich abzuhalten. In Bezug auf die visuelle Repräsentation können Verbesserungspunkte gefunden werden. So scheint eine realitätsnahe Repräsentation gewinnbringender zu sein. Einen Vorteil liefert das Tool jedoch für das Feedback. So erhalten die Personen im AR-Tool eine bessere Rückmeldung, wo die Aufmerksamkeit der Teilnehmer liegt. Auch die Erkenntnisse dieser Hauptkategorie decken sich mit denen der initialen Interviewstudie, vergleiche Kategorie Nicht ausgereift. Der erneute Befund bestätigt hiermit auch die Herausforderung der fehlenden Repräsentationsqualität von Mimik und Gestik in einer produktiven Umsetzung.

Präsenz

Mit 37 Aussagen wird ebenfalls die Hauptkategorie Präsenz gebildet. Dabei beschreiben eine Reihe von Aussagen das Gefühl, innerhalb des AR-Tools eine wirkliche Kollaboration mit anderen Personen in einem gemeinsamen Raum durchgeführt zu haben. 15 Aussagen werden dabei zunächst der Sub-Kategorie Gemeinsam zugeordnet. Diese vereint verschiedene Aspekte, bei denen Probanden beschreiben, wie sie etwas gemeinsam mit anderen Personen gemacht haben. Die meisten Aussagen beschreiben hier das Gefühl der Probanden, mit anderen Personen gemeinsam in einem Raum zu stehen (Sub-Sub-Kategorie). Das Gefühl gleicht dabei einem realen Workshop. Viele Probanden beschreiben als Beispiel, dass man durch das Tool wieder neben einem Kollegen stehen kann. Auch bei Diskussionen wird dieses Gefühl beschrieben, da man Personen beim Sprechen wieder bewusst anschauen kann. Der Kontrast zu einer herkömmlichen virtuellen Zusammenarbeit, bei der frontal am PC gegenüber von anderen Teilnehmern gesessen wird, ist groß. Das Gefühl, gemeinsam auf den gleichen Inhalt zu schauen während man nebeneinander steht, wird als zweite Sub-Sub-Kategorie identifiziert. Ergänzt wird dies durch die Sub-Sub-Kategorie des Gefühls, auch etwas gemeinsam mit anderen Teilnehmern zu machen.

Neben der ersten Sub-Kategorie wird zudem die zweite Sub-Kategorie mit neun Aussagen gebildet, welche beschreibt, wie man wieder Feedback darüber erhält, wo andere Personen im Meeting gerade aktiv sind. So sieht man an den Bewegungen und der Position eines Avatars zunächst, ob die Person aktiv ist, wo sie sich gerade befindet und was sie dort macht. Dies geht in Infinity-Whiteboards oft verloren und führt schnell zu Chaos.

Mit sieben Aussagen wird ebenfalls eine weitere Sub-Kategorie gebildet, welche beschreibt, dass das AR-Tool Personen besser integriert und motiviert. Dabei bemerken zwei Probanden, dass eine sonst eher ruhige Person im AR-Tool sehr aktiv gewesen ist. Das Bewusstsein über die eigene räumliche Präsenz bei anderen, führt laut einem Probanden zu einer gesteigerten Motivation sich einzubringen. So ist man im AR-Tool allein durch das Set-up automatisch engagierter.

Drei Aussagen beschreiben in einer weiteren Sub-Kategorie die Möglichkeit, sich Personen wieder zuzuwenden zu können. Man kann dabei bewusst eine Person anschauen und diese fokussieren. Dies entwickelt sich laut den Probanden bereits zu einer Interaktion, welche im AR-Tool genutzt wird.

Als unangenehm beschreiben die Probanden in einer weiteren Sub-Kategorie mit drei Aussagen zudem das Gefühl, in einer anderen Person zu stehen. Dies verursacht Unwohlsein und ein komisches Gefühl.

Die Kategorie Präsenz wirft wieder ein positives Licht auf das AR-Tool. Das beschriebene Erlebnis der Kollaboration kann als klare Verbesserung zur klassischen Umsetzung mittels Videokonferenz-Tools gesehen werden. Vor allem der Aspekt der Gruppe und des gemeinsamen Arbeitens sind hier

hervorzuheben. Ein gesteigertes Feedback über die Aktivität anderer Personen in einem Meeting stellt einen Mehrwert für die Zusammenarbeit dar. Auch das zunächst als negativ beschriebene Gefühl des ineinander Stehens ist ein Zeichen für eine gesteigerte Wahrnehmung anderer Teilnehmer im Meeting und kann als positives Indiz für die Verbesserung der Zusammenarbeit gewertet werden.

Physischer Raum

Rund 32 Aussagen werden der Hauptkategorie des physischen Raums zugeordnet. Die Mehrzahl der Aussagen ($n = 20$) kann dabei der Sub-Kategorie der Bewegung durch den physischen Raum zugeordnet werden. Dabei werden die Bewegungen, die aus der Funktionsweise des AR-Tools resultieren, als positiv beschrieben. Da man um sich herum den physischen Raum sehen kann, ist es möglich, diesen problemlos zu durchschreiten. Die entstehenden Bewegungen sind dabei eine willkommene Abwechslung zum Alltag vor dem PC und steigern die Kreativität und das Engagement der Teilnehmer laut den Probanden. Bewegungen werden dabei auch bewusst genutzt, um Aufmerksamkeiten zu lenken, indem man sich zu einem Objekt bewegt und auf dieses zeigt. In Summe ist die Art und Weise der Bewegung wieder näher an jener eines realen Workshops.

Zehn Aussagen beschreiben in einer Sub-Kategorie jedoch auch störende Aspekte des eigenen Raums. So kommt es immer wieder vor, dass virtuelle Objekte von physischen Objekten verdeckt werden oder außerhalb des eigenen physischen Raums hängen. Der Raum wird so häufiger zur natürlichen Barriere für die Interaktion im Homeoffice.

Durch zwei Aussagen in der dritten Sub-Kategorie wird aber auch deutlich, dass es noch weitere Möglichkeiten gibt, den physischen Raum aktiver in das Tool einzubauen. So kann man z. B. weitere Pinnwände, welche automatisch an physischen Wänden des Raums hängen, integrieren.

Aus einer quantitativen Sicht überwiegen die positiven Aussagen ($n = 20$) gegenüber den kritischen Aussagen ($n = 10$) zu Bewegungen im physischen Raum. Dieser Eindruck wird auch durch die qualitative Sicht unterstützt. So nennen die Probanden die Bewegung durch den Raum selbst als Vorteil zu bestehenden Videokonferenz-Tools. Die Nutzung des physischen Raums findet sich zudem als Grundlage vieler anderer Hauptkategorien wieder und ist Ausgangspunkt weiterer Verbesserungen, welche das AR-Tool erlaubt.

Aktivierung

Als Folge aus der letzten Hauptkategorie wird am Material ebenfalls die Hauptkategorie der Aktivierung erarbeitet. Rund 27 Aussagen beschreiben hier, welche Auswirkungen das Bewegen durch den physischen Raum auf die Teilnehmer hat. Neben der Möglichkeit sich zu bewegen, beschreiben die Probanden in einer Sub-Kategorie mit elf Nennungen auch, dass sie durch das Tool

motiviert sind, sich zu bewegen. Dabei ist dies erneut der große Vorteil des AR-Tools, welches Bewegungen verlangt und letztlich zu einer Aktivierung der Teilnehmer führt. Erneut zeigt sich ein großer Unterschied zu bestehenden Videokonferenz-Tools. Durch das Stehen in einer Gruppe um Objekte herum, steigt die Motivation, sich mit der Thematik zu beschäftigen und sich einzubringen. Laut der zweiten Sub-Kategorie und sechs Aussagen führt die Aktivierung zu einer Begeisterung. So wird der aktivierende Faktor des AR-Tools in verschiedener Art und Weise positiv mit Begriffen wie u. a. Spaß, spannend, spielerisch oder fancy beschrieben. Dies führt dazu, dass die Teilnehmer eigeninitiativ mit dem Tool umgehen. Bei der Arbeit mit Infinity-Whiteboards muss man hingegen häufiger zum aktiven Teilnehmen aufrufen.

Fünf weitere Aussagen beschreiben verschiedene Atmosphären (Sub-Kategorie), welche das Tool bei den Meetings erzeugt. Dabei ist die Atmosphäre ähnlich zu jener eines realen Workshops und unterscheidet sich von der PC-Arbeit. Den Beschreibungen der verschiedenen Atmosphären ist gemein, dass sie stets eine positive Auswirkung haben.

Innerhalb dieser Atmosphäre führt das Tool laut drei Aussagen auch wieder zu Erlebnissen (Sub-Kategorie). So kann man im AR-Tool wie in einem physischen Teambuilding wieder zusammen Dinge erleben und gemeinsame Erfolgserlebnisse erfahren.

Der aktivierende Faktor führt auch dazu, dass man zur Teilnahme angeregt wird (Sub-Kategorie). So sorgen die verschiedenen Eingriffsmöglichkeiten dafür, dass man auch aktiver am Geschehen teilnimmt.

Insgesamt wird die Aktivierung, welche die Teilnehmer aufgrund des Tools erfahren, als positiv beschrieben. Die Folge des Bewegens durch den physischen Raum fördert verschiedene Aspekte und bereichert somit die Kollaborationssituation. Da es keine negativen Aussagen in Bezug auf die Aktivierung gibt, kann davon ausgegangen werden, dass dieser Faktor noch weiter gefördert werden kann und neue Aspekte der Aktivierung in das AR-Tool integriert werden können.

Räumlicher Sound

Der räumliche Sound, über die technische Umsetzung des Spatial Sounds, wird von den Teilnehmern aktiv wahrgenommen. Die Hauptkategorie mit 24 Aussagen fasst diese Wahrnehmungen zusammen. 13 Aussagen beschreiben dabei die Möglichkeit, Personen über den räumlichen Sound verorten zu können (Sub-Kategorie). Dabei erlaubt der räumliche Sound, dass man sich schnell einem Redner zuwenden kann. Das Meeting ist dadurch kommunikativer und die Gruppenarbeit wird verbessert. Das Gefühl der Zusammenarbeit wird laut den Probanden durch den räumlichen Sound aktiv unterstützt. Mit Breakout Rooms (Sub-Kategorie) ist es dabei besser als in Videokonferenz-Tools möglich, kleinere Gruppenarbeiten spontan zu organisieren. Die Möglichkeit, Teilnehmer bei

getrennten Soundkanälen weiter visuell verfolgen zu können, ist ein positiver Unterschied zu bestehenden Videokonferenz-Tools.

Fünf weitere Aussagen geben zudem allgemein Feedback zur Audioqualität (Sub-Kategorie). Dabei führt das AR-Tool zu einem positiven Audioerlebnis und hat in Summe einen guten Sound.

Der räumliche Sound ist laut den Probanden somit eine positive Eigenschaft des AR-Tools, welche bewusst wahrgenommen und mit verschiedenen Vorteilen beschrieben wird. Vor allem in Hinblick auf die Arbeit in einer Gruppe scheint diese Funktion einen Mehrwert bereitzuhalten und auch einen Einfluss auf die Hauptkategorie Präsenz zu haben.

Neue Ideen

In 21 Aussagen berichten die Probanden neue Ideen, welche im AR-Tool umgesetzt werden könnten (Hauptkategorie). Die Beschreibung dieser Aussagen kann in Anhang 9 nachverfolgt werden. Dabei wurde kein direkter Erkenntnisgewinn in Bezug auf die Forschungsfragen identifiziert.

Integration von Objekten

Die Interviewten tätigen rund 20 Aussagen zu den virtuellen Objekten des AR-Tools (Hauptkategorie). Dabei beziehen sich neun Aussagen auf visuelle Aspekte der Objekte (Sub-Kategorie). Vor allem das in der Retrospektive eingesetzte Schiff wird von verschiedenen Probanden als visuell ansprechend und gewinnbringend beschrieben. Es trägt laut den Interviewten zu einer angenehmen Atmosphäre bei.

Inspiziert durch die positiven Aspekte dieser Visualisierung wird in vier Aussagen der Wunsch geäußert, weitere Templates mit Visualisierungen in das Tool zu integrieren (Sub-Kategorie). Mit diesen ist es möglich, Workshops ohne lange Vorbereitungszeit durchzuführen.

Bei den Visualisierungen liegt der große Unterschied zu herkömmlichen Lösungen im räumlichen Eindruck (Sub-Kategorie). Dies wird als Vorteil des AR-Tools wahrgenommen. Laut eines Probanden führt dabei die Retrospektive im Szenario *AR Aufwendig* mit der aufwendigen Visualisierung des Retrospektiven Schiffs im Vergleich zur Retrospektiven *AR simple* zu einer erhöhten Motivation.

Zwei Aussagen der Sub-Kategorie Für manche Use Cases stellen heraus, dass es Use Cases, wie z. B. eine CAD-Besprechung gibt, bei denen die Integration von 3D-Objekten ein klarer Vorteil ist. Werden hingegen keine Objekte verwendet, stellt das Tool keinen Mehrwert dar.

Ein weiterer Proband berichtet in der letzten Sub-Kategorie zudem den Verlust einer Struktur aufgrund von vielen dreidimensionalen Objekten, welche chaotisch im eigenen Raum hängen.

Zusammenfassend kann die Integration von dreidimensionalen Objekten für Anwendungsfälle, in denen diese einen Mehrwert darstellen, als positiv bewertet werden. Der Vergleich der AR-Szenarien bei der Retrospektive zeigt dabei einen Vorteil der 3D-Objekte in den Aussagen der Probanden.

Sammeln

Analog zur ersten Phase des Regelkreises wird auch die Hauptkategorie Sammeln aus 16 Aussagen wiedergefunden. Dabei bilden sich verschiedene Aspekte heraus, welche einen Vorteil des AR-Tools aufzeigen. In der ersten Sub-Kategorie des Überblicks beschreiben die Probanden mit sechs Aussagen, durch das Tool einen guten Überblick über die Inhalte des Meetings zu bekommen. Wie in einem realen Workshop kann man dabei an der Post-it Wand vorbeilaufen und sich einen Überblick verschaffen. Der Überblick wird zwar nicht so gut wie im realen Set-up bewertet, ist aber besser als auf einem Infinity-Whiteboard. Sich einen Überblick zu verschaffen, ist zudem intuitiver als auf einem Infinity-Whiteboard, weil man – statt zu scrollen und zu klicken – einfach den Kopf und die Hände bewegen kann.

Mit vier Aussagen wird zudem die Sub-Kategorie der Synchronisation gebildet. Einigen Probanden sind aus herkömmlichen Tools, Probleme bei der Synchronisation von bspw. virtuellen Post-its bekannt. Dies ist im bestehenden AR-Tool besser gelöst, da jeder Teilnehmer zu jedem Zeitpunkt das Gleiche sieht.

Vier Aussagen beschreiben in einer weiteren Sub-Kategorie zudem das Betrachten von Inhalten anderer Personen in der Phase des Sammelns. So kann man sich im AR-Tool wie auch auf einem Infinity-Whiteboard von den Inhalten anderer Teilnehmer inspirieren lassen. Ein Proband beschreibt in einer weiteren Sub-Kategorie die Phase des Sammelns als langsamer im Vergleich zu einem Infinity-Whiteboard.

In einer weiteren Aussage in der letzten Sub-Kategorie wird die Möglichkeit, beim Sammeln auf eine Spracheingabe zurückgreifen zu können, positiv hervorgehoben.

Das Resümee der Kategorie Sammeln fällt somit grundsätzlich positiv aus. Das AR-Tool erlaubt, dank des räumlichen Platzierens von Objekten in Verbindung mit der Möglichkeit des Bewegens durch den Raum, einen guten Überblick. Auch die schnelle Synchronisation der Inhalte wird positiv wahrgenommen. Zusätzlich ist die Möglichkeit, Post-its über die Sprache beschriften zu können eine positive Neuerung. Kritisch ist hingegen die Geschwindigkeit zu bewerten. So ist das AR-Tool in der Phase des Sammelns langsamer als ein Infinity-Whiteboard.

Interaktionen

14 Aussagen greifen den Aspekt der Interaktionen auf. Diese werden in einer Hauptkategorie zusammengetragen. Eine Sub-Kategorie ist das gemeinsame Interagieren. Sechs Aussagen beschreiben, dass das Interagieren in der AR zwischen Personen besser funktioniert als auf einem Infinity-Whiteboard. Das Bewegen von Objekten macht dabei den größten Teil dieser Interaktion aus.

Durch fünf Aussagen wird vor allem das schnelle Bewegen (Sub-Kategorie) als Vorteil des AR-Tools beschrieben. Durch das intuitive Anfassen kann man unkompliziert Objekte versetzen und zusätzlich auf Inhalte aufmerksam machen. Auch aus der Ferne ist dies mit den Möglichkeiten der AR-Brille gut möglich.

Die Art und Weise mit Objekten zu interagieren, wird grundsätzlich als positiv (Sub-Kategorie) beschrieben. Das Interagieren motiviert und hat einen positiven Einfluss auf die Ergebnisse.

Zusammenfassend wird die Möglichkeit, im AR-Tool miteinander interagieren zu können als positiv – sowohl für den persönlichen Eindruck als auch für das Ergebnis – beschrieben. Vor allem im Vergleich zu einem Infinity-Whiteboard ist die Interaktion im AR-Tool verbessert.

Fokus

Mit elf Aussagen finden sich in den Interviews auch Beschreibungen eines veränderten Fokus wieder. Dabei bezieht sich die Beschreibung des Fokus zum einen auf die Fokussierung auf das Meeting selbst (Sub-Kategorie). Die Probanden beschreiben in acht Aussagen, wie sie wahrnehmen, dass man im AR-Tool weniger abgelenkt wird, was am PC hingegen oft geschieht. Da man im Tool in einem abgeschotteten Raum ist, kann man sich rein auf das Meeting fokussieren. Dies führt wiederum dazu, dass die Probanden engagierter sind und sich mehr in das Meeting einbringen.

Zum anderen merken die Probanden in drei Aussagen an, dass sie im AR-Tool ihren Fokus auch bewusst setzen können, indem sie sich z. B. Objekten zuwenden und dabei andere Objekte bewusst ausblenden. Bei der Arbeit mit einem Infinity-Whiteboard ist die Aufmerksamkeit hingegen weniger fokussiert, weil immer viel visueller Inhalt im Blickfeld vorhanden ist.

Für das Tool ist dies eine positive Erkenntnis. So sorgt das Tool zum einen dafür, dass die Teilnehmer fokussiert am Geschehen teilnehmen und dabei ihren eigenen Fokus bewusst steuern. Vor allem für den Fall der Gruppenarbeit und Kollaboration ist dies ein Vorteil, weil die Teilnehmer so immer mit voller Aufmerksamkeit am Geschehen teilnehmen.

Virtueller Raum

Insgesamt elf Aussagen beziehen sich auf den virtuellen Raum und seine Eigenschaften. Dabei berichten sieben Aussagen den Vorteil eines guten Überblicks, welchen der virtuelle Raum ermöglicht. So hat man viel Platz, um Post-its zu platzieren, kann diese gut betrachten und leicht verschieben.

Außerdem werden drei Aussagen in der Kategorie Aufteilen gesammelt, welche weiter beschreiben, wie der virtuelle Raum durch Bereiche gestaltet werden kann, um Inhalte zu strukturieren und aufzuteilen.

Insgesamt zeigt sich hier, dass der virtuelle Raum eine Erweiterung bietet, welche den Überblick über Inhalte verbessert, indem er mehr Platz als in anderen Bildschirm Lösungen bietet. Außerdem kann dieser Platz individuell gestaltet werden und verbessert so zusätzlich den Überblick.

Ordnen

Zehn gesammelte Aussagen beziehen sich auf die Abfrage der Phase Ordnen aus dem Regelkreis. Die Aussagen beschreiben dabei einen ähnlichen Sachverhalt wie jene aus der Kategorie Virtueller Raum. Sieben Aussagen beziehen sich auf einen guten Überblick während dieser Phase. Die Dreidimensionalität und der vorhandene Platz erlauben es den Probanden, Post-its einfach zu ordnen und zu clustern. Zusätzlich entsteht kein Chaos, wie es auf Infinity-Whiteboards entstehen kann, wenn mehrere Personen an einem Post-it agieren. Im AR-Tool sieht man dabei über die Repräsentation des Avatars genau, wer gerade an welcher Stelle aktiv ist. Zusätzlich berichten drei Aussagen das einfache Bewegen der Inhalte, indem man sie greift und platziert. Dies funktioniert besser als auf einem Infinity-Whiteboard.

Die Aussagen dieser Hauptkategorie ergänzen das Bild aus den anderen Hauptkategorien. Durch den vorhandenen Platz, das intuitive Bewegen von Objekten und die Repräsentation der Nutzer bekommt man einen guten Überblick über die Inhalte des Meetings und die Aktivität der Teilnehmer. Außerdem können die Inhalte des Meetings einfach geordnet und sortiert werden. Gegenüber einem Infinity-Whiteboard schließt das AR-Tool in dieser Hauptkategorie laut den Aussagen positiver ab.

Verbale Kommunikation

Insgesamt fünf Aussagen beschreiben die Situation der verbalen Kommunikation. Drei Aussagen gehen hier auf den Fall zweier Personen ein, die zufällig gleichzeitig sprechen. Dies ist laut den Probanden im AR-Tool seltener passiert als im Videokonferenz-Tool. So fällt man sich hier weniger ins Wort und selbst wenn dies passiert, stellt sich schneller eine natürliche Redereihenfolge ein. Zwei weitere Aussagen beschreiben ebenfalls einen besseren Redefluss im AR-Tool. Es werden weniger Momente der Stille und eine klare Kommunikation durch die Probanden wahrgenommen.

Für die verbale Kommunikation formt sich ein positives Bild. Das Kommunizieren mit mehreren Personen kann im AR-Tool besser abgebildet werden als in einem Videokonferenz-Tool.

Maßnahmen ableiten

Bei der Betrachtung des Regelkreises fehlen noch zwei Phasen, u. a. jene des Maßnahmen Ableitens. Vier Aussagen gehen auf diese Phase ein und bemängeln mit zwei Aussagen die fehlende Dokumentation nach dieser Phase. So ist es aktuell schwer, nach der Durchführung der Methode die Ergebnisse außerhalb des Meetings zu überführen. Zwei weitere Aussagen sehen keinen Unterschied zu der klassischen Durchführung.

Somit lässt sich aus dieser Hauptkategorie ein neutrales Resümee ziehen. Wenn der Aspekt der Dokumentation verbessert wird, sollte sich die Phase nicht von der klassischen Durchführung unterscheiden.

Bewertung

Mit der Phase der Bewertung schließt die Betrachtung des Regelkreises ab. Drei Aussagen beschreiben die Phase als Diskussion, bei welcher die Gestik wichtig und das Tool deshalb ein Nachteil ist. Gleichzeitig bekommt man laut den Probanden stärker das Feedback, wer aktiv an der Diskussion teilnimmt, was wiederum ein Vorteil ist.

Auch hier fällt die Bewertung der Hauptkategorie neutral aus. So bietet das AR-Tool sowohl Vor- als auch Nachteile.

Einstieg

Die letzte Hauptkategorie bilden drei Aussagen, welche den Einstieg in das AR-Tool beschreiben. Im Gegensatz zu den kritischen Aussagen in Bezug auf die User Experience fällt die Bewertung der ersten Verwendung der Hardware und des Tools in Summe laut diesen Aussagen positiv aus. So

beschreiben die Probanden eine intuitive Bedienung und einen einfachen Start bei der ersten Verwendung des Tools.

Die Aussagen dieser Kategorie zeigen die unterschiedliche Wahrnehmung des Tools der verschiedenen Probanden. Während eine große Anzahl der Probanden in der Hauptkategorie der User Experience das Tool und den Start kritisieren, loben einzelne Probanden in der Hauptkategorie Einstieg das Tool.

8.3.6. Interpretation der Ergebnisse der Pilotisierung

Nachfolgend werden nun die Ergebnisse des quantitativen Strangs und des qualitativen Strangs in einem gemeinsamen Schritt interpretiert. Dabei ist es Ziel, die quantitativen Ergebnisse mit Hilfe der qualitativen Ergebnisse zu deuten und tiefer zu verstehen. Für diesen Schritt werden dabei primär die deskriptiven Ergebnisse des quantitativen Strangs verwendet, da die inferenzstatistischen Daten keine große Erkenntnis bereithalten. Die Interpretation lässt sich somit nur auf diesen Stichprobenumfang und nicht auf die Grundgesamtheit beziehen.

Die durch die quantitativen Daten nachweislich gesteigerte Interaktionsmöglichkeit bei t1 und t2 (im Vergleich zu t0) kann auch durch die qualitativen Daten bestätigt werden. So bewerten die Probanden die Zusammenarbeit als positiv und finden die Art und Weise, im AR-Tool gemeinsam zu interagieren, besser im Vergleich zu t0. Durch die Pilotierung des Tools bestätigen sich hier die bisherigen Ergebnisse aus der initialen Interviewstudie. Dabei kann festgehalten werden, dass das AR-Tool aufgrund des Einbezugs des Raumes zum einen mehr Möglichkeiten für Interaktionen bietet und diese zum anderen ebenfalls positiv von den Probanden berichtet werden. Dabei besteht die Interaktion vor allem aus dem gemeinsamen Bewegen von virtuellen Objekten im betrachteten Szenario. Darüber hinaus werden neue Formen der Interaktionen z. B. das Zuwenden zu einem Sprecher oder das Leiten der Aufmerksamkeit durch die Position des Sprechers von den Probanden bemerkt. Es kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass die neuen Formen der Interaktion dabei vor allem aufgrund der dreidimensionalen Umgebung ermöglicht werden.

Diese neue Art der Interaktion in Form eines Zuwendens kann zusätzlich die quantitativ nachgewiesene Verbesserung der Kommunikation erklären. Auch werden Teilnehmer aktiver in die Zusammenarbeit eingebunden, welche sonst als stiller bekannt sind. Darüber hinaus berichten die Probanden in Bezug auf die Kommunikation in den qualitativen Daten von weniger Redepausen und weniger Situationen, in denen sich Personen unbeabsichtigt ins Wort fallen. In Verbindung mit dem bemerkten räumlichen Sound verbessert sich letztlich vor allem im Szenario t2 die Kommunikation laut der quantitativen Daten. Es kann interpretiert werden, dass die ausgeprägte räumliche Nutzung

im Szenario t2 einen zusätzlich positiven Effekt auf die quantitativen Messgrößen hat, weshalb bei t1 zunächst kein relevanter Effekt in der Verbesserung der Kommunikation gemessen werden kann.

In Bezug auf die verbale Kommunikation können weitere Interpretationen angestellt werden. So konnte für t1 und t2 im Vergleich zu t0 eine bessere Identifikation des Sprechers quantitativ nachgewiesen werden. Aus den qualitativen Daten wird dabei deutlich, dass dies vor allem an der Möglichkeit der räumlichen Verortung über den räumlichen Sound liegt. Ebenfalls kann die quantitativ festgestellte verbesserte Audioqualität von t0 zu t1 durch die quantitativen Aussagen bestätigt werden. So wird für das AR-Tool eine verbesserte Audioverbindung im Vergleich zum Videokonferenz-Tool berichtet.

Die in t2 ebenfalls über den räumlichen Sound ermöglichten Breakout Rooms, welche auch quantitativ für t2 als Verbesserung nachgewiesen werden konnte, können ebenfalls durch die qualitativen Daten bestätigt werden. Die Probanden berichten, dass es bei t2 im AR-Tool einfacher ist, diese Sessions spontan zu erstellen.

Für die verbale Kommunikation kann an dieser Stelle ein Resümee erstellt werden. So deuten alle Beobachtungen auf eine verbesserte verbale Kommunikation im AR-Tool hin. Dabei scheint die gute Qualität des räumlichen Sounds in Verbindung mit dem ebenfalls räumlichen Zuwenden zu einem Sprecher die Verbesserung zu erklären. Diese Aspekte erweitern die bisherigen Ergebnisse aus der initialen Interviewstudie mit einer neuen Erkenntnis.

Quantitativ konnten vor allem im Vergleich von t0 zu t2 relevante Effekte für eine gesteigerte Kreativität, gesteigerte Motivation, eine gesteigerte Bereitschaft Wissen zu teilen und von t1 zu t2 ebenfalls ein gesteigertes Engagement nachgewiesen werden. Aus den qualitativen Daten wird deutlich, dass dies vor allem durch zwei Aspekte begründet ist. Die Probanden erklären dies zum einen durch die Aktivierung während der Nutzung des Tools und der Möglichkeit, sich durch den Raum bewegen zu können/ müssen. Der räumliche Aspekt kommt hier somit erneut zum Tragen. Zum anderen fühlen sich die Probanden durch die visuelle Darstellung über interaktive, dreidimensionale Objekte zusätzlich motivierter im AR-Tool. Das Vorhandensein dieser Objekte kann auch für die quantitativ gemessene Verbesserung der Darstellung der Retrospektive von t0 zu t1 und t1 zu t2 sowie für die als besser bewertete Arbeitsumgebung im Vergleich von t0 zu t2 als Erklärung herangezogen werden. Zusätzlich kann der zur Verfügung stehende Raum als Erklärung in den quantitativen Daten gefunden werden. So berichten die Probanden für verschiedene Phasen der Retrospektive eine Verbesserung im AR-Tool, da mehr Platz im AR-Tool vorhanden ist, um Objekte zu platzieren und zu sortieren. Dies verbessert den Überblick über die Inhalte.

Durch die quantitativen Daten konnte eine angenehmere Teilnahme an der Retrospektive mit relevanten Effekten von t0 zu t1 und vor allem von t0 zu t2 nachgewiesen werden. Auch in den

qualitativen Daten berichten die Probanden eine angenehme Teilnahme und dem Gefühl, mit anderen Personen in einem Raum zu stehen, etwas gemeinsam zu machen sowie die gleichen Inhalte zu betrachten. Dabei erzeugt das AR-Tool das Gefühl eines echten Workshops. Auch die quantitativ nachgewiesene hohe Immersion im Szenario t2 kann hier mit einbezogen werden. Aus den Berichten wird deutlich, dass das Gefühl vor allem aus der räumlichen Verankerung der Repräsentationen im eigenen physischen Raum entsteht. Dabei wird auch das Ineinanderlaufen von den Probanden als negatives Gefühl berichtet, was aber im Umkehrschluss für eine starke Immersion spricht.

Im Gegensatz zu den bisherigen positiven Ergebnissen wird sowohl durch die quantitativen als auch durch die qualitativen Daten der Verlust der Körpersprache in Form von Mimik und Gestik deutlich. Während die Gestik qualitativ nur als schlechter beschrieben wird und auch quantitativ nur einen kleinen negativen Effekt im Vergleich von t1 und t2 zu t0 aufweist, wird die Mimik mit einem großen negativen Effekt in den quantitativen Daten und einem vollkommenen Verlust in den qualitativen Daten beschrieben. Dabei reicht der Ton nicht aus, um die emotionale Stimmung einer Person zu übertragen und auch für den Fall, dass eine Person nicht spricht, werden Probleme berichtet. Die Qualität der Körpersprache reicht dabei aktuell noch nicht aus, um ein Videokonferenz-Tool für eine Retrospektive durch ein AR-Tool zu ersetzen, da vor allem die Mimik wichtig für die untersuchte Art der Kollaboration ist.

An dieser Stelle kann jedoch festgehalten werden, dass die Probanden dennoch ein sehr starkes Gefühl haben, mit anderen Probanden in einem gemeinsamen Raum zu interagieren, während die Mimik und Gestik verloren gehen. Beide Sachverhalte müssen demnach getrennt betrachtet werden. Die räumliche Repräsentation eines Nutzers führt demnach zum Gefühl der gemeinsamen Arbeit auch ohne das Vorhandensein von Mimik. Die übertragene Gestik scheint dabei auszureichen, das Gefühl der gemeinsamen Arbeit zu unterstützen. Gestützt wird diese Interpretation durch die quantitativ gemessene Verbesserung im erhaltenen visuellen Feedback beim Vergleich von t0 zu t2. Auch in den qualitativen Daten berichten die Probanden im AR-Tool ein erhöhtes Feedback durch die Position und Gestik des Avatars und haben dementsprechend mehr Information darüber, wo ein Nutzer aktuell aktiv ist.

Quantitativ konnten Effekte bei der Bearbeitung von Objekten nachgewiesen werden. Dabei sind ein großer negativer Effekt von t0 zu t1 und ein mittlerer negativer Effekt von t0 zu t2 festzustellen. Unterstützt wird dieses Erkenntnis durch die qualitativen Daten. So ist es laut den Probanden im AR-Tool schwieriger, Informationen in das Tool einzugeben. Außerdem ist das Tool langsamer in der Phase des Sammelns im Vergleich zur Umsetzung in einem Infinity-Whiteboard. Die Verbesserung von Szenario t1 zu t2 deutet dabei schon an, dass mit gesteigerter Übung – bei t2 haben die Probanden das Tool bereits länger verwendet – eine Verbesserung der Bearbeitung einhergeht. Auch dies wird

durch die Aussagen der Probanden unterstützt, da sie berichten, dass vor allem der Einstieg in die Arbeit mit dem AR-Tool eine Hürde darstellt, bei der zunächst die neue Art der Interaktion erlernt werden muss.

Auswirkungen hat dies auch auf den Fokus der Teilnehmer. Durch die quantitativen Daten ist ersichtlich, dass der Fokus mit einem negativen Effekt von t0 zu t2 bewertet wurde. Die Teilnehmer hatten somit Probleme, sich auf den Sprecher zu fokussieren. Erklärt werden kann dies durch die in den quantitativen Daten berichtete Ablenkung durch das Tool und die Hardware. Dabei wird das Tool als Prototyp beschrieben, welcher noch UX- und UI-Probleme aufweist. Auch bei der Hardware berichten die Probanden einige Probleme, welche die Arbeit stören. Vor allem das Szenario t2, welches viele Möglichkeiten zur Interaktion bietet, scheint hier einen negativen Einfluss zu haben. Interessant sind die gegensätzlichen Berichte in den qualitativen Daten über einen erhöhten Fokus auf das Meeting und dessen Inhalt. Hier kann interpretiert werden, dass die Probanden im Nachhinein zwar den Eindruck hatten, vollkommen auf das AR-Meeting fokussiert gewesen zu sein, in Wirklichkeit aber den Fokus auf die Bedienung und Steuerung des Tools selbst gerichtet haben. Die Bewertung dieser Beobachtung fällt deshalb zweigeteilt aus. Zwar erlaubt das AR-Tool den Fokus auf das Meeting zu setzen, da das Meeting in einem abgeschotteten Raum stattfindet, jedoch wird noch zu viel Fokus während der Nutzung auf die eigentliche Bedienung des Tools gelegt.

Ein ähnlicher Gegensatz findet sich für die Bewertung des Bewegens von Objekten. Aus den quantitativen Daten ist dabei ersichtlich, dass für den Vergleich von t0 zu t1 ein mittlerer negativer Effekt vorliegt. Somit wird das Bewegen von Objekten im AR-Tool schlechter bewertet. Durch die quantitativen Daten ergibt sich dagegen ein positives Bild, da die Probanden berichten, dass die einfache Bewegung von Objekten im AR-Tool ein Vorteil ist. Dieser Widerspruch kann nicht erklärt werden. Da auch für das Szenario t2, zwar ohne Effekt, eine schlechtere Bewertung aufzufinden ist, können die positiven Berichte nicht über die längere Lernphase erklärt werden.

8.3.7. Zusammenfassung der Pilotisierung

An dieser Stelle kann die Interpretation der Ergebnisse weiter zusammengefasst werden. Wie bereits einzeln im letzten Abschnitt aufgeführt, kann im Überblick der Einbezug des dreidimensionalen Raumes, welchen das AR-Tool nutzt, als Hauptursache für verschiedenste Verbesserungen identifiziert werden. So wird z. B. die verbale Kommunikation durch den räumlichen Sound verbessert. Auch die neuen Formen der Interaktion, welche in einem Videokonferenz-Tool nicht vorhanden sind, werden durch den räumlichen Aspekt des Tools ermöglicht. Insgesamt führt der zur Verfügung stehende Raum zu einer verbesserten Arbeitsumgebung, welche genutzt werden kann. Die Bewegungen, welche sich aus der räumlichen Nutzung ergeben, aktivieren die Teilnehmer, steigern

die Motivation sowie die Kreativität und fördern das Engagement sowie die Bereitschaft, Wissen zu teilen. Auch die Wahrnehmung der Teilnehmer als Gruppe, mit welcher man gemeinsam in einem Raum arbeitet, wird durch den Einbezug des Raumes verbessert. Dabei gibt die Position im Raum in Verbindung mit der repräsentierten Gestik den Teilnehmern ein besseres Feedback über die Aktivität anderer Personen. Auch die Objekte und Visualisierungen, welche auf einer räumlichen Darstellung beruhen, verbessern die Atmosphäre und das Engagement der Teilnehmer.

Gleichzeitig finden sich auch negative Aspekte wieder, welche sich durch den Einsatz des Tools aus der Interpretation ergeben. So geht die Repräsentation der Mimik komplett und die Repräsentation der Gestik zu Teilen verloren. Dies stellt vor allem für den Use Case der Retrospektive noch eine große Herausforderung dar. Außerdem müssen die Probanden aktuell noch viel Aufmerksamkeit auf die Bedienung des Tools und der Hardware selbst legen, wodurch sie abgelenkt werden. Da die Software noch wie ein Prototyp in der Bedienung wirkt, stellt sie zu Teilen eine Hürde dar. Mit dieser Zusammenfassung kann im nächsten Schritt nun die Forschungsfrage dieses Abschnitts beantwortet werden.

8.4. Beantwortung der Forschungsfrage der Pilotstudie

An dieser Stelle soll die Forschungsfrage F6: *Kann das Artefakt der AR-Kollaborationssoftware die Durchführung einer Retrospektive gegenüber der Durchführung in bestehender Groupware verbessern?* mittels der Ergebnisse der Pilotstudie beantwortet werden. Die gemeinsame Betrachtung der qualitativen und quantitativen Daten führte in Ergänzung zur getrennten Auswertung zu weiteren Erkenntnissen. Kapitel 8.3.7 fasst die Erkenntnisse übergeordnet zusammen. Auf Basis dieser Zusammenfassung fällt die Beantwortung der Forschungsfrage zweigeteilt aus.

Es gibt zum einen positive Aspekte der AR-Kollaborationssoftware, welche die Durchführung der Retrospektive verbessern. Gleichzeitig gibt es jedoch auch Aspekte, welche die Durchführung verschlechtern.

Der räumliche Aspekt erweitert gewinnbringend die Kollaborationssituation durch die Möglichkeit der Bewegungen, Interaktionen, verbesserte verbale Kommunikation und verbesserte Visualisierung. Dadurch spiegelt die räumliche Nutzung den Fall einer physischen Kollaboration besser wider und verbessert die Zusammenarbeit gegenüber einer Videokonferenz in Verbindung mit einem Infinity-Whiteboard. Es konnte zudem gezeigt werden, dass neu entwickelte Funktionen, wie Timer, AR Breakout Rooms und 3D-Templates, welche besondere Funktionen der AR gezielt aufgreifen, gewinnbringend für die Kollaboration sind.

Gleichzeitig muss jedoch auch angemerkt werden, dass zu erwarten ist, dass das AR-Tool keine Verbesserung der Kollaboration erreichen wird, wenn die Aspekte der Interaktion, Visualisierung

und der Aktivierung im betrachteten Kollaborationsszenario kein Gegenstand von Interesse sind. Hier würden die nachfolgenden negativen Aspekte des AR-Tools überwiegen.

So zeigen sich auch eine Reihe negativer Aspekte in den Ergebnissen. Herausforderungen stellen noch die Bedienung und User Experience des Tools dar. Die Interaktion funktioniert dabei noch nicht intuitiv, da die AR-Technologie zum einen eine neue Art der Bedienung darstellt und zum anderen noch nicht ideal im genutzten AR-Tool umgesetzt ist. Deshalb wird bei der Benutzung des Tools noch zu viel Aufmerksamkeit vom eigentlichen Inhalt eines Meetings fehlgeleitet.

Als weiterer negativer Aspekt kann der starke Verlust der mimischen Repräsentation, der leichte Verlust der gestischen Repräsentation und der dementsprechend mittlere Verlust der Körpersprache im Gesamten festgehalten werden. Die technische Limitation in der Erfassung dieser Bewegungen kann zum Zeitpunkt der Studie nicht besser abgebildet werden und stellt eine Hürde der aktuellen Technologie dar.

Die Ergebnisse erlauben auch einen Ausblick. Wenn es gelingt, die Aspekte der User Experience zu verbessern, kann angenommen werden, dass das AR-Tool wesentlich besser angenommen wird. Auch ist zu erwarten, dass sich der Aspekt der User Experience mit steigender Nutzungsdauer verbessern wird. Die Summe beider Aspekte sollte dazu führen, dass die Ablenkung durch das eigentliche Tool abnimmt und die positiven Aspekte des Tools überwiegen. Wird zusätzlich der Aspekt des Räumlichen bei einer Weiterentwicklung bewusst weiter mit einbezogen und forciert, kann das AR-Tool seine Vorteile gegenüber einem 2D-Kollaborations-Setup weiter ausbauen und die Kollaborationserfahrung weiter verbessern.

8.5. Limitationen der Pilotstudie

An dieser Stelle werden die Ergebnisse der Pilotstudie kritisch betrachtet. Dabei ist zunächst zu beachten, dass die quantitativ betrachteten Messgrößen eindimensional waren und keinen standardisierten Fragebögen entnommen wurden. Ziel dieser Studie war eine explorative Untersuchung, da noch zu wenig Wissen im betrachteten Forschungsgebiet vorhanden ist. Somit bilden die Erkenntnisse aus den quantitativen Daten zunächst ein unscharfes Bild, in welche weitere Forschung eindringen sollte. Im nächsten Schritt können einzelne Aspekte gezielt, mehrdimensional und standardisiert erfasst werden, um sie weiter zu bestätigen.

Des Weiteren ist der Umfang dieser Studie kritisch anzumerken. Da der Aufwand für die Durchführung der Studie sehr groß war, konnte nur eine kleine Probandenanzahl von 16 Personen realisiert werden. Aus den Ergebnissen der Inferenzstatistik lassen sich demnach nur wenige Aussagen für die Grundgesamtheit ableiten. Die Ergebnisse dieser Studie könnten somit rein auf dem

Zufall beruhen. Bei weiteren Untersuchungen, welche einzelne Aspekte genauer untersuchen, sollte daher der Stichprobenumfang vergrößert werden, um belastbare Ergebnisse zu erzielen.

Als letztes muss kritisch angemerkt werden, dass die Ergebnisse dieser Studie abhängig vom verwendeten Instrument sind. Dabei deckt eine Untersuchung, wie sie in dieser Arbeit durchgeführt wurde, vor allem Schwächen des verwendeten Tools auf. Jener Aspekt folgt aber genau der Intention dieser Arbeit, welche versucht, das Artefakt der AR-Kollaborationssoftware nach dem Design Science Ansatz zu erforschen. Dabei liefern die Ergebnisse vor allem Erkenntnisse, wie das verwendete Tool = Artefakt weiterentwickelt werden muss, um zweckorientiert wirken zu können.

8.6. Betrachtung der Ergebnisse der Pilotstudie im Gesamtkontext dieser Arbeit

An einzelnen Stellen der Beschreibung dieser Studie wurden bereits Verbindungen zu anderen Erkenntnissen dieser Arbeit hergestellt. Dieses Kapitel dient nochmals dazu, die Ergebnisse systematisch in das Gesamtbild einzuordnen. Die Pilotstudie schloss sich dabei im Rahmen des Design Science Ansatzes an die initiale Interviewstudie und deren Ergebnisse an. Es ergaben sich hier zwei Ausgangspunkte:

Zunächst wurden Mehrwerte aus der initialen Interviewstudie abgeleitet. Diese umfassten: 1. Interaktivität/ Bewegungen, 2. Räumlicher Aspekt, 3. Visualisierung und 4. Vertrauen. Alle Aspekte können auch in der Pilotstudie durch die quantitativen und qualitativen Ergebnisse bestätigt werden. So gibt es Daten, die die erhöhte Interaktion sowie vermehrten Bewegungen bestätigen und positive Auswirkungen darlegen. Im Rückblick auf die initiale Interviewstudie kann gesagt werden, dass die Interaktionen ein wichtiger Aspekt bei der Arbeit in agilen Teams sind. Da das AR-Tool nachweislich die Interaktion zwischen den Teilnehmern verbessert, verbessert das Tool deshalb auch die agile Zusammenarbeit.

Der räumliche Aspekt wurde bereits als Ursache für verschiedene positive Auswirkungen herausgearbeitet und kann ebenfalls in der Pilotstudie bestätigt werden. Auch hier lieferte die initiale Interviewstudie die Begründung, warum der räumliche Aspekt ebenfalls zu einer verbesserten agilen Arbeitsweise führt. So nutzt u. a. der Coach die Position und Körpersprache der Teilnehmer, um ein Feedback über die Stimmung und Involviertheit der einzelnen Teilnehmer zu erhalten. Da dies durch das AR-Tool wieder möglich ist, und in der Pilotstudie ebenfalls als Vorteil aufgedeckt wird, verbessert sich auch die Arbeitsweise durch das AR-Tool.

Auch die dreidimensionale Visualisierung wird als klarer Mehrwert der AR-Lösung durch die Pilotstudie bestätigt. Dabei war durch die initiale Interviewstudie bereits bekannt, dass die Visualisierung ein wichtiger Aspekt der Arbeit in agilen Teams ist. Die Nutzung der AR verbessert

durch die Dreidimensionalität die Visualisierungsmöglichkeiten und verbessert so ebenfalls die agile Arbeitsweise.

Für das Thema des Vertrauens werden einzelne Aspekte in der Pilotstudie wiedergefunden. So stellt sich durch die räumliche Repräsentation der Nutzer bei den Probanden das Gefühl einer Gruppe ein, was auf die Vertrauensbildung einzahlt.

In Summe bestätigt die Pilotstudie die Mehrwerte, die bereits in der initialen Interviewstudie aufgedeckt wurden. Auch über einen längeren Nutzungszeitraum und bei der Verwendung des Tools für die Durchführung einer agilen Methode aus dem realen Arbeitsumfeld können die initial aufgezeigten Mehrwerte nachgewiesen werden.

Gleichzeitig offenbart die praktische Pilotstudie auch Herausforderungen der Technologie. Wie ebenfalls bereits in der initialen Interviewstudie aufgezeigt wurde, besitzt das AR-Tool nicht ausgereifte Funktionen und Eigenschaften. Dies bezieht sich zum einen auf die Bedienung des Tools und zum anderen auf die Repräsentation von Nutzern. Während die räumliche Verortung der Nutzer ein klarer Vorteil des Tools ist, stellt die fehlende Repräsentation der Mimik und beschränkte Repräsentation der Gestik eine Hürde dar, welche den Einsatz in einem agilen Kontext erschweren. Wie in der initialen Interviewstudie erörtert, stellen Mimik und Gestik eine wichtige Informationsquelle für z. B. agile Coaches dar. Da diese Informationsquelle im AR-Tool nicht ideal zur Verfügung steht, kann das Tool die Arbeitsweise in diesem Aspekt nicht ideal unterstützen.

Auch Herausforderungen in der Bedienung des Tools wurden bereits in der initialen Interviewstudie offengelegt. Diese bestätigen sich bei der Nutzung des Tools über einen längeren Zeitraum. Die Problematik kann im Allgemeinen auf die neue Art der Interaktion mit der AR und im Speziellen auf eine nicht ausgereifte UX im verwendeten Tool zurückgeführt werden. Beide Aspekte, die Repräsentation von Mimik und Gestik sowie die Verbesserung der UX des Artefaktes der AR-Kollaborationssoftware, stellen Verbesserungspunkte für die Zukunft dar.

Als zweiter Ausgangspunkt wurde aus der Interviewstudie das Kommunik-AR-tionsmodell abgeleitet, siehe Kapitel 6.6, das nun mit den Ergebnissen aus der Pilotstudie verfeinert werden kann. Wie in Kapitel 8.3.7 dargelegt, stellt der Einbezug des räumlichen Aspektes die Grundlage für eine Vielzahl von Verbesserungen dar, indem er auf die verwendeten Kommunikationssignale einzahlt. So erweitert er die visuellen Kommunikationssignale um eine dritte Dimension und ebenfalls das auditive Signal um einen räumlichen Sound, was zu einer Verbesserung des Kollaborationserlebnis führt. Das ursprüngliche Modell aus Abbildung 39 wurde deshalb überarbeitet. Der räumliche Aspekt wird anstelle eines eigenen Signals ferner als Eigenschaft einbezogen und findet sich somit in allen Signalen wieder, siehe Abbildung 59.

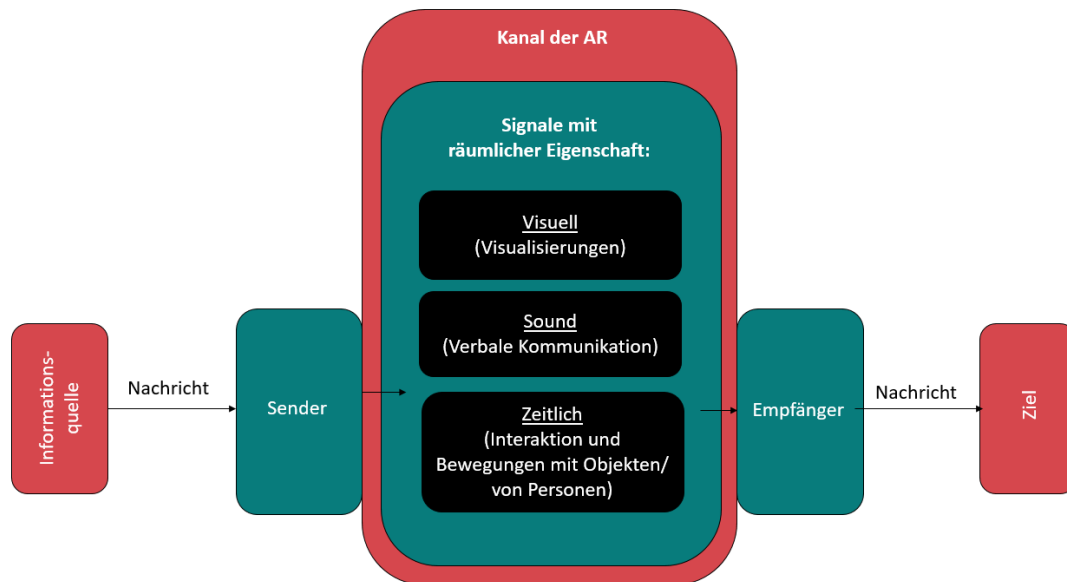


Abbildung 59: Das Kommunik-AR-tionsmodell 2.0

8.7. Einordnung der Pilotstudie in den Forschungsrahmen dieser Arbeit

An dieser Stelle soll abschließend der Bezug zum methodischen Vorgehen dieser Arbeit hergestellt werden. So stellte die Pilotstudie die Fortführung des formalisierten Vorgehens nach (Peffer et al., 2020) dar und knüpft an die Evaluation der initialen Interviewstudie an. Sie hatte zum einen das Ziel, das Artefakt der AR-Kollaborationssoftware weiterzuentwickeln und zum anderen das Ziel, die initiale Evaluation weiterführend zu untersuchen. Die Evaluation der Pilotstudie bestätigte dabei die initialen Ergebnisse der Interviewstudie und führte zu erweiterten Erkenntnissen in Bezug auf das Kommunik-AR-tionsmodell sowie zu zwei hemmenden Aspekten in Bezug auf das Artefakt der AR-Kollaborationssoftware.

Dabei wurde der räumliche Aspekt des Tools als Ursache für viele Verbesserungen der Zusammenarbeit gefunden und das Kommunik-AR-tionsmodell mit dieser Erkenntnis erweitert. Es stellt sich nun die Frage, ob der räumliche Aspekt der Software auch in einer Laborstudie als gewinnbringender Aspekt bestätigt werden kann und sich somit fundiert nachweisen lässt. Im Rahmen des Design Science Ansatzes schließt sich an die Evaluation dieser Iteration deshalb die Entwicklung einer weiteren Iteration an. Diese soll das Ziel haben, den Aspekt des Räumlichen fokussiert zu erörtern. Dabei steigt die neue Iteration im Rahmen des Ansatzes nach (Peffer et al., 2020) im Schritt der Entwicklung ein, um den Aspekt der Räumlichkeit in einer eigenen Studie fokussiert nachweisen zu können.

9. Räumlichkeitsstudie

Die Ergebnisse der initialen Interviewstudie sowie die Ergebnisse der Pilotstudie stellen einen Hauptaspekt der AR-Technologie, die Räumlichkeit, als Vorteil für die agile Arbeitsweise heraus. Dabei zeigen sich Verbesserungen in der Kollaboration, welche auf dem Einbezug der Räumlichkeit beruhen. Nach der Interviewstudie noch als eigener Kommunikationskanal klassifiziert, stellt sich nach der Pilotstudie die Räumlichkeit ferner als Eigenschaft verschiedener Kanäle heraus, vergleiche hierzu das erweiterte Kommunik-AR-tionsmodell in Abbildung 59. In diesem Kapitel wird der Aspekt der Räumlichkeit fokussiert untersucht, um jene Eigenschaft als Vorteil für die agile Arbeitsweise zu bestätigen.

Die Durchführung dieser Studie wurde dabei durch die Masterarbeit von (Stegmann, 2022) unterstützt. Die Studie selbst wurde durch den Autor dieser Arbeit angeleitet und konzipiert. Mit Hilfe der Masterarbeit wurde die Studie durchgeführt sowie ausgewertet. Die Darlegung in dieser Arbeit baut auf der Masterarbeit von (Stegmann, 2022) auf.

9.1. Motivation der Räumlichkeitsstudie

Im Rahmen des Design Science Ansatzes der vorliegenden Arbeit wurden bereits drei iterative Schleifen vollzogen, um den Forschungsgegenstand dieser Arbeit, das Artefakt einer AR-Kollaborationssoftware, wissenschaftlich zu betrachten. Dabei steht zum jetzigen Zeitpunkt ein Prototyp zur Verfügung, mit dem die agile Arbeitsweise für geographisch verteilte Teams in AR realisiert werden kann. Im Zuge der Design Science Iterationen wurde die Software zum einen methodisch weiterentwickelt und zum anderen praktisch eingesetzt sowie untersucht. Quantitative und qualitative Daten zeigen dabei vor allem den Aspekt der Räumlichkeit als Eigenschaft auf, welcher die Kollaboration in verschiedenen Aspekten verbessert. Aus den Ergebnissen der Interview- und Pilotstudie wurde das Kommunik-AR-tionsmodell 2.0, vergleiche Abbildung 59, abgeleitet.

In den vorangegangenen Untersuchungen wurde das entwickelte AR-Tool entweder in einer Demonstration (Interviewstudie) oder vergleichend zu einem anderen Tool (Pilotstudie) betrachtet. Es stellt sich an dieser Stelle die Frage, ob die Eigenschaft der Räumlichkeit auch rein im AR-Tool durch einen experimentellen Aufbau als vorteilbringende Eigenschaft bestätigt werden kann. Es leitet sich daraus die Forschungsfrage ab:

F8: Ist der Aspekt der Räumlichkeit eine Eigenschaft der AR-Kollaborationssoftware, welche den Vorteil eines AR-Tools für die agile Arbeitsweise begründet?

Um diese Fragestellung zu beantworten, wird eine weitere Iteration im Design Science Forschungsrahmen eingeleitet, welche hypothesenbasiert vorgeht. Aus der Fragestellung werden dabei mit dem Wissen aus den bisherigen Iterationen die folgenden Hypothesen abgeleitet:

- H4:** Wird die Räumlichkeit in einer AR-Kollaborationssoftware aktiv genutzt, verbessert sich die agile Arbeitsweise.
- H5:** Wird die Räumlichkeit in einer AR-Kollaborationssoftware aktiv genutzt, verbessert sich die soziale Präsenz anderer Teilnehmer.
- H6:** Wird die Räumlichkeit in einer AR-Kollaborationssoftware aktiv genutzt, verbessert sich das sensorische Feedback von anderen Teilnehmern.
- H7:** Wird die Räumlichkeit in einer AR-Kollaborationssoftware aktiv genutzt, verbessert sich die Teamkohäsion der Gruppe.

Um diese Hypothesen zu beantworten, muss eine Studie konzipiert werden, welche den Prototyp der AR-Kollaborationssoftware nutzt, um jenen Aspekt experimentell zu untersuchen. Aus den vorhergegangenen Iterationen dieser Arbeit ist bereits bekannt, dass das Artefakt der Kollaborationssoftware nur fundiert in seiner natürlichen Umwelt, also der praktischen agilen Arbeitsweise, untersucht werden kann. Deshalb hat auch diese Studie den Anspruch, eine agile Arbeitssituation so realitätsnah wie möglich abzubilden. Bevor die Studie in ihrer natürlichen Umwelt konzipiert werden kann, müssen zunächst theoretische Vorüberlegungen angestellt werden. Diese werden im nachfolgenden Kapitel diskutiert.

9.2. Theoretische Vorüberlegungen zur Räumlichkeitsstudie

In Kapitel 8.6 wurde das erweiterte Kommunik-AR-tionsmodell entwickelt. Dieses liefert die Ausgangslage für die Überlegungen in diesem Kapitel. Dazu soll zunächst die Kommunikation innerhalb des AR-Tools im Gegensatz zu der Kommunikation in einer herkömmlichen Kollaborationssoftware betrachtet werden.

Aufbauend auf der initialen Interviewstudie besteht eine herkömmliche Kollaborationssituation im agilen Kontext aus einem Videokonferenz-Tool in Verbindung mit einem Infinity-Whiteboard. Für eine solche Kollaborationssituation kann auf Basis von (Shannon & Weaver, 1964) ein vereinfachtes Kollaborationsmodell, wie in Abbildung 60 oben zu betrachten, aufgestellt werden.

Über das Videokonferenz-Tool werden die verbale Kommunikation anhand von Sprache und die Nutzerrepräsentation anhand eines Videobildes übertragen. Beide Aspekte beinhalten keine dreidimensionale Information. Über den Videofeed wird dabei zwar ein zweidimensionales Bild übertragen, dies kann jedoch keinen Einfluss auf die dokumentierten Informationen oder auf andere Teilnehmer nehmen. In einem weiteren Tool – also unabhängig von den ersten beiden Aspekten – werden die dokumentierten Informationen über das Infinity-Whiteboard zwischen den Kollaborationsteilnehmern ausgetauscht. Auf der zweidimensionalen Ebene können hier nun auch räumliche Informationen durch z. B. die Anordnung der Dokumentation übertragen werden.

Jene Aspekte der Sprache, Repräsentation und Informationen werden in einem AR-Kollaborationstool, vergleiche Abbildung 60 unten, vereint in einem Tool übertragen. Dabei wird über den Avatar die visuelle Repräsentation der Nutzer realisiert. Diese können sich zudem im dreidimensionalen Raum bewegen. Dank des räumlichen Sounds erscheint die Sprache für die verbale Kommunikation ebenfalls aus der Richtung des Avatars im gleichen physischen Raum. Letztlich ist auch die Information, welche dokumentiert wurde, im gleichen Raum vorhanden und kann dreidimensional platziert werden. Alle drei Kommunikationsarten besitzen im AR-Tool so zum einen den räumlichen Aspekt und finden zum anderen in einem vereinigenden Tool und somit Raum statt. Ferner können die einzelnen Informationen unkompliziert aufeinander bezogen werden. Der Nutzer kann so z. B. neben einer dokumentierten Information stehen und verbal über sie sprechen. Aufgrund des räumlichen Sounds können andere Teilnehmer beide Aspekte aufeinander beziehen. Gleiches gilt für die visuelle Repräsentation. So kann ein Nutzer dank des Avatars auf eine Information zeigen. Für andere Teilnehmer kann so die Verbindung zwischen einem Nutzer und einer Information hergestellt werden.

Auf Basis dieser Überlegungen können die Unterschiede in den Ergebnissen der Pilotstudie interpretiert werden. Aufgrund des Medienwechsels während der Pilotstudie kann zum aktuellen Zeitpunkt jedoch noch nicht ausgeschlossen werden, dass andere Aspekte die Ergebnisse beeinflusst haben. Es ist deshalb nötig, die erkannten Unterschiede zwischen den beiden Kollaborationsformen ohne Medienwechsel zu untersuchen. Dazu muss eine Studie konzipiert werden, welche diese Unterschiede ausschließlich im AR-Tool widerspiegelt. Im Versuch kann anschließend beobachtet werden, ob die Überlegungen aus diesem Kapitel zutreffend sind und den Vorteil eines AR-Tools begründen.

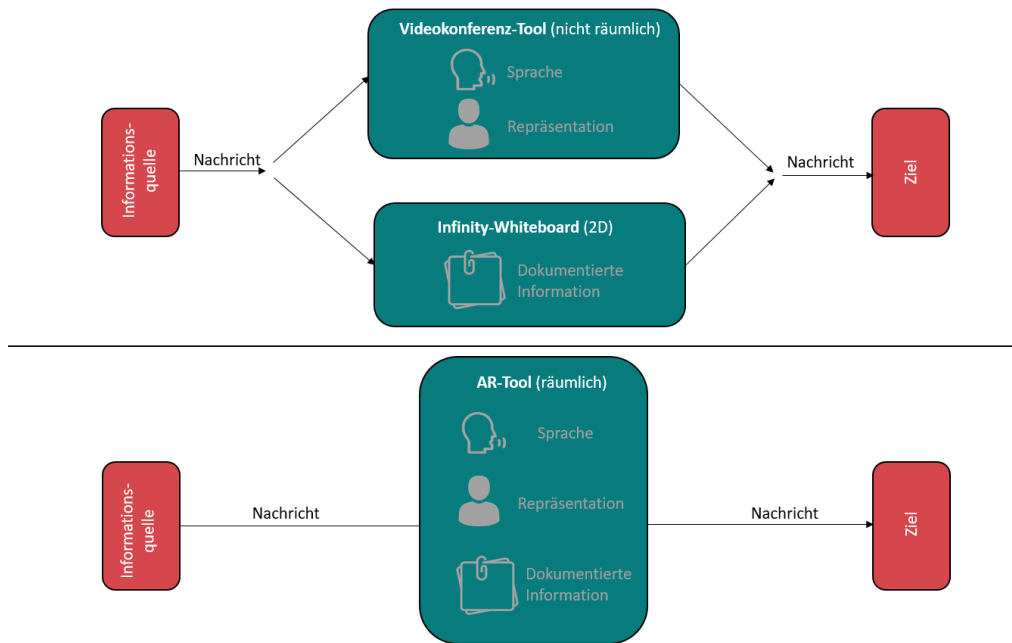


Abbildung 60: Kommunikation im Vergleich - Oben eine herkömmliche Kollaboration in zwei getrennten Räumen, unten die AR-Kollaboration in einem gemeinsamen Raum

9.3. Methode der Räumlichkeitsstudie

Auf Basis der Motivation und der theoretischen Vorüberlegungen wird in diesem Kapitel eine Studie konzipiert, welche zur Beantwortung der Forschungsfrage F8 dient. Dabei wird das theoretische Modell aus Abbildung 60 aufgegriffen und die zwei Arten der Kollaboration im AR-Tool abgebildet. Jene zwei Arten sollen in der Studie als unabhängige Variable aufgegriffen und durch eine Evaluation untersucht werden.

9.3.1. Methodische Ausgangslage zur Räumlichkeitsstudie

Vor der Konzeption dieser Studie werden zunächst die Ergebnisse der vorangegangenen Studien reflektiert, um die methodischen Erkenntnisse in diese Studie einfließen zu lassen. Aus der Usability Studie ist bekannt, dass es wichtig ist, das Artefakt der AR-Kollaborationssoftware in seiner natürlichen Umwelt zu untersuchen. Nur wenn ein experimenteller Aufbau die realitätsnahe agile Arbeitsweise widerspiegelt, fallen auch die Ergebnisse realitätsnah aus. Somit soll auch für diese Studie ein Rahmen definiert werden, welcher so nah wie möglich an eine agile Arbeitssituation reicht. Alle vorangegangenen Studien hatten aufgrund des großen Aufwandes einen geringen Stichprobenumfang. Für die Pilotstudie konnte deshalb nur eine Losgröße von 16 Probanden realisiert werden. Diese geringe Anzahl an Probanden hat Auswirkungen auf die Ergebnisse. So war sehr schwierig, mit einer so kleinen Stichprobengröße übertragbare Ergebnisse anhand der

Inferenzstatistik zu erzielen. Für diese Studie soll deshalb eine größere Probandenanzahl realisiert werden. Dazu muss das Studiendesign so weit wie möglich vereinfacht werden. Ein Mittel ist hier die abhängige Stichprobe, welche bereits in der Pilotstudie zum Einsatz kam.

Der Mixed Methods-Ansatz aus der Pilotstudie konnte durch die Verbindung von qualitativen und quantitativen Daten tiefere Einblicke in die Untersuchung liefern als der Einbezug nur eine der beiden Datenquellen. Auch für diese Studie empfiehlt es sich deshalb, einen Mixed Methods-Ansatz zu verfolgen, um die quantitativen Daten mit qualitativen Daten fundiert erläutern zu können.

9.3.2. Prototyp

Auf Basis der Erkenntnisse aus den vorangegangenen Studien kann im nächsten Kapitel ein Studiendesign konzipiert werden. Wie eingeleitet, soll die Variation der Kollaborationsform, durch eine unabhängige Variable rein im AR-Tool geschehen. Dazu muss aber zunächst der Prototyp der AR-Kollaborationssoftware so verändert werden, dass er neben der bereits im AR-Tool umgesetzten Situation, vergleiche Abbildung 60 unten, ebenfalls die Situation der herkömmlichen Kollaboration widerspiegeln kann. Nachfolgend werden dazu das Szenario *Direkt* und das Szenario *Indirekt* erläutert.

Das Szenario *Direkt* spiegelt die bestehende Situation des AR-Kollaborationsszenarios wider. Die Nutzer können sich hier frei im Raum bewegen, gemeinsam vor dem Whiteboard stehen, vergleiche Abbildung 61 links, verfügen über einen räumlichen Sound und können Objekte im Raum direkt über ihre Hände greifen sowie bewegen, vergleiche Abbildung 61 rechts.



Abbildung 61: Direkte Interaktion vor dem Whiteboard mit Objekten über die Hand aus (Stegmann, 2022)

Die ferne Interaktion über einen Cursor, wie er bei den vorherigen Studien vorhanden war, ist in diesem Szenario bewusst deaktiviert, um die Nutzer gezielt in die direkte Interaktion mit Objekten zu führen. Auf Basis des Feedbacks aus der Pilotstudie wurde zudem eine Snap-Funktion für Post-its

implementiert. Wird ein Post-it nun in der Nähe des Whiteboards abgelegt, orientiert dieser sich automatisch am Whiteboard und hängt sich an dieses. Dadurch ergeben die Post-its ein geordnetes Gesamtbild, vergleiche ebenfalls Abbildung 61 links, und lassen sich z. B. auch stapeln.

Demgegenüber steht das Szenario *Indirekt*, welches die Situation der herkömmlichen Kollaboration, vergleiche Abbildung 60 oben, im AR-Tool nachbildet. In diesem Szenario dürfen sich die Nutzer nicht mehr frei durch den Raum bewegen, stattdessen wird jedem ein fester Platz im Raum zugeordnet. Von diesem festen Platz muss während der Kollaboration statisch gearbeitet werden, vergleiche Abbildung 62 links.

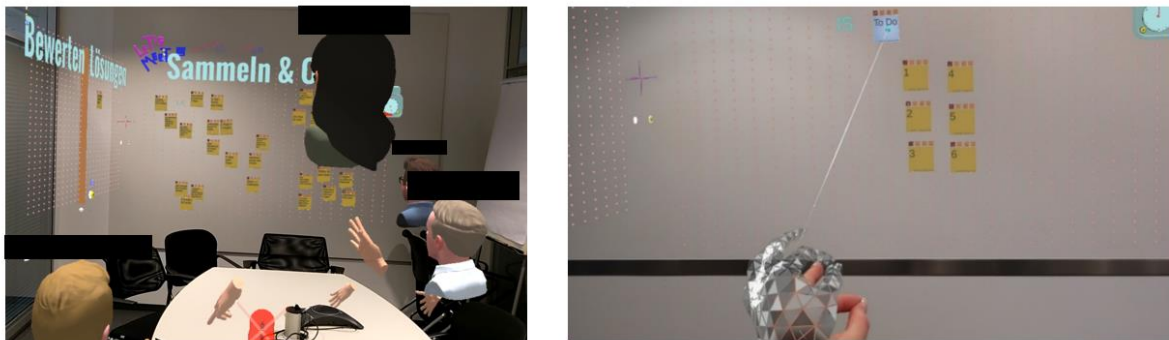


Abbildung 62: Indirekte Interaktion aus der Ferne über den Pointer mit Initialen aus (Stegmann, 2022)

Diese Regulation soll die Nutzung eines Videokonferenz-Tools nachahmen. Der Nutzer kann nun nicht mehr neben einem Objekt stehen und so einen Bezug zwischen sich und der Information herstellen, wie dies im AR-Tool möglich wäre. Stattdessen besitzt der Nutzer lediglich einen Pointer mit seinen Initialen am Ende, ähnlich einem synchronisierten Mauszeiger, wie dieser auf einem Infinity-Whiteboard existiert, vergleiche Abbildung 62 rechts. Der Nutzer kann dabei Objekte von seiner statischen Position in der Ferne über jenen Pointer bewegen und so auch indirekt auf Objekte zeigen. Weitere Bewegungen im physischen Raum werden in diesem Szenario wie in einem Videokonferenz-Tool bewusst gehemmt. Die Personen und das Whiteboard befinden sich im Szenario *Indirekt* zudem voneinander entfernt. Somit wird der getrennte Raum zwischen dem Videokonferenz-Tool und dem Infinity-Whiteboard, vergleiche Abbildung 60 oben, im AR-Tool repräsentiert. Erstellte Post-its erscheinen für die Nutzer im Szenario *Indirekt* wie bei einem Infinity-Whiteboard direkt auf dem AR-Whiteboard. Dazu wurde die Funktion der Erstellung von Post-its erweitert. Abschließend ist im Szenario *Indirekt* der räumliche Sound der Avatare deaktiviert. Die Nutzer können anhand der Stimme daher nicht mehr feststellen, woher diese kommt und wo sich eine Person aktuell im Raum befindet.

Der Input von Informationen geschieht in beiden Szenarien auf Basis der Erkenntnisse der Usability Studie mit Hilfe von Bluetooth Tastaturen. Im Szenario *Direkt* steht den Probanden dazu ein Stehtisch zur Verfügung, um ein wiederholendes, unkomfortables Hinsetzen und Aufstehen zu vermeiden. Während des Szenarios *Indirekt* liegt die Tastatur dauerhaft vor den Probanden auf dem Tisch. Tabelle 5 stellt nachfolgend alle genannten Aspekte zusammenfassend gegenüber.

Tabelle 5: Gegenüberstellung der Szenarien Direkt und Indirekt

Direkt <i>Abbildung des normalen AR-Tool Szenarios</i>	Indirekt <i>Abbildung der herkömmlichen Kollaboration mittels Videokonferenz und Infinity-Whiteboard im AR-Tool</i>
Mit Bewegungen (stehend; umhergehend)	Ohne Bewegung (sitzend; kein Positionswechsel)
Gemeinsamer Raum vor Whiteboard mit Avataren sowie Stehtisch mit Bluetooth Tastatur	Getrennter Raum von Whiteboard und Avataren sowie sitzend mit Stuhl und Bluetooth Tastatur
Direktes Greifen mit der Hand	Indirektes Greifen mit dem Pointer und Initialen
Manuelles Bewegen erstellter Post-its	Automatisches Anheften von Post-its am Whiteboard
Räumlicher Sound	Mono-Sound

Analog zu den bisherigen Studien werden wieder cartoonisierte Avatare verwendet, vergleiche beispielhaft Abbildung 61. Aufgrund der angestrebten höheren Teilnehmerzahl bei dieser Studie wird jedoch auf personalisierte Avatare verzichtet, um den Aufwand gering zu halten. In Vorbereitung auf die Studie werden zehn weibliche und zehn männliche Avatare erstellt und anhand des Geschlechts des Probanden während der Studie zugewiesen. Da sich die Probanden vor der Studie nicht persönlich kennen sollten und sich auch während der Studie nicht persönlich sehen werden – dies wird später durch das Studiendesign sichergestellt – wird erwartet, dass die unpersonalisierten Avatare nicht von den Probanden wahrgenommen werden.

Mit Hilfe des angepassten Prototyps kann nun eine Studie designt werden, welche es erlaubt, die Unterschiede beider Kollaborationsumsetzungen im Hinblick auf die Forschungsfrage zu evaluieren. Die Beschreibung des konkreten Designs folgt im nachfolgenden Kapitel.

9.3.3. Studiendesign der Räumlichkeitsstudie

Basierend auf der methodischen Ausgangslage wird in diesem Kapitel eine Studie konzipiert, die zur Beantwortung der Forschungsfrage F8 dient. Für die Studie werden die beiden Szenarien *Direkt* und *Indirekt* als unabhängige Variable herangezogen. Durch eine abhängige Stichprobe wird der

Unterschied zwischen den beiden Szenarien im Hinblick auf die gemessenen, abhängigen Variablen untersucht. Die abhängigen Variablen sind sowohl quantitativer als auch qualitativer Natur und werden in einem Mixed Methods-Ansatz zusammengeführt. Für diese Studie wird das konvergente Design gewählt, vergleiche Abbildung 63. Beide Stränge werden dabei unabhängig voneinander entwickelt und durchgeführt. Die Zusammenführung der Ergebnisse geschieht erst nach der getrennten Analyse der jeweiligen Stränge.

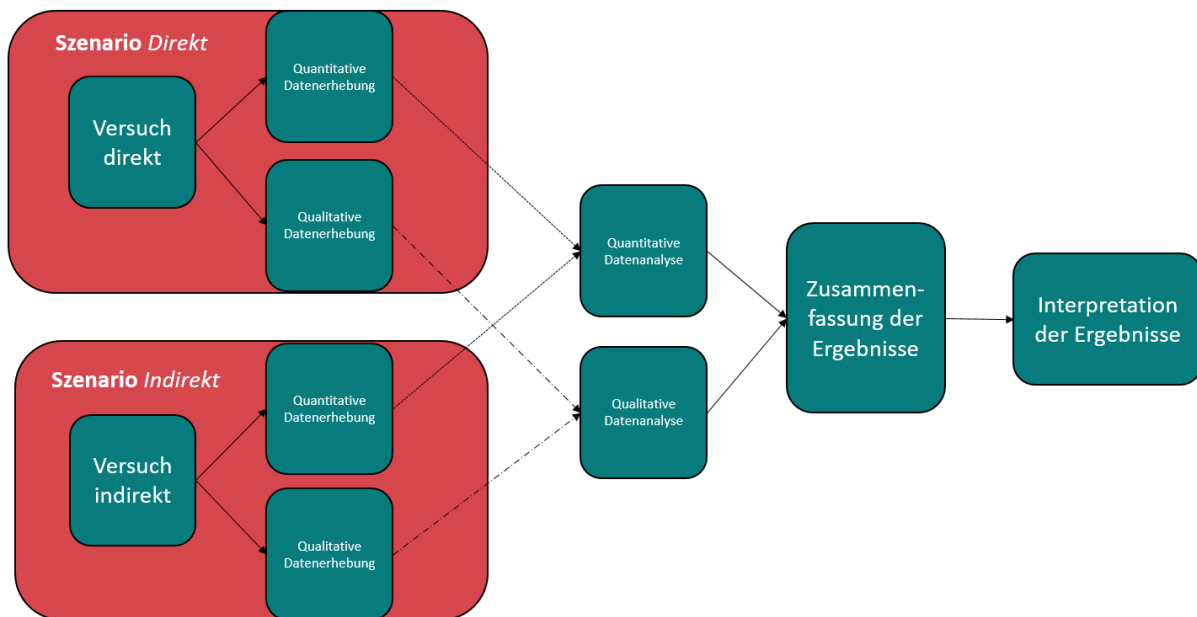


Abbildung 63: Mixed Methods-Aufbau der Räumlichkeitsstudie

Um Reihenfolgeeffekte in der Studie zu eliminieren, wird ferner ein Cross-Over Design (Schumacher & Schulgen, 2009) gewählt, bei dem je eine Hälfte der Probandengruppe randomisiert zuerst das Szenario *Direkt* und die zweite Hälfte zuerst das Szenario *Indirekt* durchläuft, vergleiche Abbildung 64. Für den zweiten Durchlauf wechseln die Szenarien beider Gruppen, wodurch die beiden Szenarien reihenfolgeunabhängig evaluiert werden.

Zwischen den Messzeitpunkten findet zusätzlich durch eine längere Pause von mindestens einer Woche eine Wash-Out-Phase statt, welche zum Ziel hat, die Präsenz der Erfahrung aus der ersten Evaluationsrunde für die zweite Durchführung zu mindern.

Nachdem der Rahmen der Studie definiert wurde, gilt es, für die Szenarien geeignete Einzelversuche zu entwickeln, anhand derer die abhängigen Variablen erhoben werden können. Für beide Szenarien wird dazu eine Situation der agilen Arbeitsweise entwickelt, welche eine reale Umsetzung nachbildet. Dazu wird (Bleß & Wagner, 2020) herangezogen, welche eine Sammlung von Spielen zusammengetragen haben, um agile Methoden und Prinzipien erlebbar zu machen.

Um eine Situation aus der agilen Arbeitsweise nachzuahmen, wird die Simulation des *SIN-Obelisk* ausgewählt. Diese Aufgabe greift den Regelkreis aus Kapitel 2.4.2.3 auf und bedient sich so einer agilen Methode. Anhand einer Anleitung werden die Probanden dabei durch vier Phasen geleitet. Sie sollen zuerst alle Informationen sammeln, diese ordnen und anschließend bewerten. In der letzten Phase gilt es, aus den Informationen die Lösung abzuleiten.

Ziel der Simulation des *SIN-Obelisk* ist es, auf die Nutzer aufgeteilte Informationen in der Gruppe zu sammeln und damit durch einen Diskurs eine Fragestellung zu lösen. Die Zusammenführung einzelner Informationen der Teilnehmer führt während der Simulation zu Zwischenlösungen, welche wiederum die gesamte Fragestellung lösen. Zur Anleitung erhalten die Teilnehmer neben diesen initialen Informationen und der Hauptfragestellung auch Zwischenfragen, welche die Teillösungen anleiten, vergleiche Anhang 10. Die Teilnehmer sind während der Aufgabe angehalten, selbstorganisiert vorzugehen und die Hauptfragestellung anhand der Zwischenfragen zu erarbeiten. Als weiteren agilen Aspekt werden den Teilnehmern zu Beginn der Simulation nicht alle Informationen zur Verfügung gestellt. Erst zu einem späteren Zeitpunkt wird den Teilnehmern eine kritische Information genannt, welche es verlangt, dass die Probanden den Regelkreis erneut durchlaufen müssen.

Für das zweite Szenario wird die Aufgabe des *SIN-Obelisk* vom Autor dieser Arbeit für eine zweite Fragestellung adaptiert. Dabei funktioniert die Simulation *XEN-Pyramidion* nach der gleichen Mechanik wie der *SIN-Obelisk*, beinhaltet jedoch eine andere Fragestellung, andere Informationen und andere Zwischenfragen. Die beiden Aufgaben sind den Szenarien *Direkt* und *Indirekt* fest zugeordnet. Auf eine Kreuzung der Aufgaben in Verbindung mit den Szenarien wird bewusst verzichtet, um den Aufwand der Studie nicht zu umfangreich zu gestalten.

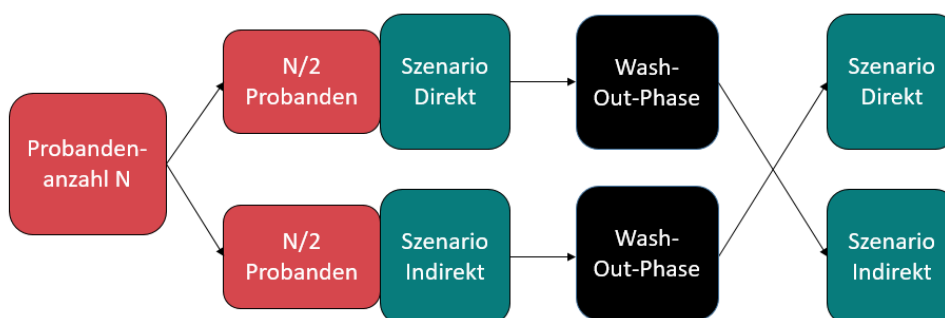


Abbildung 64: Cross-Over Design der Studie

Für jeden Versuch werden die Probandengruppen randomisiert zusammengestellt. Eine Gruppe besteht aus maximal vier Personen und mindestens drei Personen. Durch diese Regel ist

gewährleistet, dass die Aufgabe als Gruppenarbeit gelöst wird und somit einer realen Kollaborationssituation aus der agilen Arbeitsweise nahekommt.

Zur Evaluation der Fragestellung F8 müssen nun noch geeignete Messinstrumente gewählt werden. Durch den Aufbau als Mixed Method-Studie muss zunächst ein geeignetes quantitatives Messinstrument identifiziert werden. Analog zur Pilotstudie dient ein Fragebogen mit einer Likert-Skala als quantitatives Instrument. Anders als in der Pilotstudie beruht dieser Fragebogen jedoch auf standardisierten Fragebögen und erfasst Aspekte mehrdimensional. Es werden dazu zunächst vier Bereiche definiert, welche sich im Anschluss an die Pilotstudie als interessante Aspekte herausgestellt haben: 1. Agile Arbeitsweise, 2. Soziale Präsenz, 3. Sensorisches Feedback und 4. Teamkohäsion. Der finale Fragebogen ist Anhang 11 zu entnehmen. Für die Evaluation der agilen Arbeitsweise ist es nicht trivial, standardisierte Befragungselemente zu identifizieren. Lediglich vier der zwölf Items dieser Kategorie beruhen auf Fragebögen von (Campion et al., 1993; Gerhard et al., 2001; Larsson et al., 2001), die restlichen 8 Items sind frei formuliert. Für die restlichen Bereiche werden ferner nur Items ausgewählt, welche auf einem standardisierten Fragebogen beruhen: Soziale Präsenz (Bailenson et al.; Basdogan et al., 2000; Gerhard et al., 2001; Nichols et al., 2000; Nowak & Biocca, 2003; Parent, 1998; Schroeder et al., 2001; Witmer & Singer, 1998), Sensorisches Feedback (Baños et al., 2000; Gerhard et al., 2001; Larsson et al., 2001; Witmer & Singer, 1998) und Teamkohäsion (Campion et al., 1993).

Parallel zur quantitativen Befragung wird eine qualitative Befragung konzipiert. Im Anschluss an die Versuche und die Beantwortung des quantitativen Fragebogens werden die Probanden dabei in der Gruppe anhand eines Interviewleitfadens zu ihren Erfahrungen befragt (=Gruppeninterview). Die Befragung findet unstrukturiert statt und fragt den Eindruck der Probanden direkt nach der Erfahrung ab. Das Interview wird auf 15 Minuten begrenzt. Wie auch bei der Analyse der vorherigen qualitativen Daten werden diese nach den Interviews transkribiert und nach dem Verfahren von (Kuckartz & Rädiker, 2022) analysiert. Die analysierten Daten können im Anschluss auf der einen Seite dazu verwendet werden, innerhalb eines Versuches die quantitativen Daten mit qualitativen Informationen zu deuten und auf der anderen Seite ebenfalls dazu dienen, um nach den Versuchen Unterschiede zwischen den Szenarien nachzuvollziehen.

9.3.4. Beschreibung der Stichprobe der Räumlichkeitsstudie

Für die Studie wurden Mitarbeiter eines großen Automobilkonzerns akquiriert. Dabei konnten sich Teilnehmer auf einen Aufruf im Konzern für die Studie anmelden. In Summe wurden 30 Probanden gewonnen, unter diesen befanden sich 9 weibliche und 21 männliche Teilnehmer. 20 Teilnehmer waren im Alter von 20 bis 30 Jahren und fünf Teilnehmer über 40 Jahre, alle stammten aus

verschiedenen Bereichen (u. a. Entwicklung, Informationstechnologie, Gesundheitswesens und Konzernforschung) des Unternehmens. In Bezug auf die Technologie gaben 60 % der Probanden an, bereits einige Erfahrungen mit der AR zu besitzen. Die restlichen 40 % besaßen hingegen wenig bis keine Erfahrung mit der Technologie. Einheitlich hoch bewerteten die Probanden ihre Affinität zu neuen Technologien. So gaben 90 % der Probanden an, sich sehr für digitale Technologien und Trends zu interessieren.

9.4. Durchführung der Räumlichkeitsstudie

Die Durchführung der Studie fand im Zeitraum vom 08.11. bis zum 03.12.2021 auf dem Werksgelände des Automobilkonzerns statt. Damit fiel die Studie erneut in die global herrschende COVID-19 Pandemie und verlangte erhöhte Hygienemaßnahmen. Gleichzeitig führte die Pandemie auch zu spontanen Absagen von Probanden, was die Durchführung der Studie erschwerte. Je Studientermin waren vier Probanden für die Durchführung vorgesehen. Die Probanden konnten sich dabei frei für definierte Termine verdeckt anmelden, woraus sich eine Versuchsgruppe jeweils randomisiert ergab. Aufgrund vereinzelter Absagen aufgrund von bspw. Krankheit, waren einige Termine nur mit drei Probanden besetzt. Bei Absagen von mehreren Probanden wurde ein Termin entweder verlegt oder durch eine eingeweihte Ersatzperson aufgefüllt. Diese eingeweihte Person wurde jedoch nicht in die statistische Datenerhebung integriert, sie diente rein zur planmäßigen Durchführung mit mindestens drei Teilnehmern pro Erhebungsgruppe.

Die Teilnehmer wurden direkt nach ihrer Ankunft in eine getrennte Räumlichkeit gebracht. Dadurch sollte zum einen verhindert werden, dass sich die Probanden untereinander sehen und die unpersonalisierten Avatare während der Studie negativ auffallen. Zum anderen wurde dadurch die Kollaborationssituation über eine geographische Grenze hinweg nachgeahmt. Nach der Unterzeichnung der Datenschutzerklärung begann die Studie mit der Einführung in einer Konferenz über Microsoft Teams (ohne Video). In dieser wurde den Teilnehmern der Ablauf vom Studienleiter erläutert. Gleichzeitig gab die Konferenz die Möglichkeit, Fragen während der Einführung zu stellen. Zur Einführung durften die Teilnehmer anschließend die HoloLens AR-Brille in die Hand nehmen und die Instruktionen-Applikation *Tipp*s von Microsoft durchlaufen. Dabei wurde den Probanden der Umgang mit der Brille und den virtuellen Objekten interaktiv erklärt. Nach dem erfolgreichen Durchlaufen der App mussten die Teilnehmer die AR-Brille erneut absetzen und ein Instruktionvideo zur Bedienung der AR-Kollaborationssoftware und zum Ablauf der zu erledigenden Aufgabe in der Microsoft Teams Konferenz anschauen. Dabei unterschieden sich die beiden Videos der Szenarien mit den jeweiligen Besonderheiten der direkten und indirekten Interaktion. Nach der Videoeinführung durften die Probanden die AR-Brille erneut aufsetzen. Sie

befanden sich nun bereits in der AR-Kollaborationssoftware und sahen erstmals alle anderen Teilnehmer virtuell. Bevor die eigentliche Studie begann, hatten die Probanden nun Zeit, sich mit der Software vertraut zu machen. In dieser Zeit sollten die Probanden eigenständig Post-its erstellen und diese zum Whiteboard bewegen. Nachdem alle Probanden bestätigten, dass sie sich sicher im Umgang mit der Software fühlen, begann die eigentliche Studie.

Die Studienteilnehmer nahmen hierzu ihre Rolle auf einem Zettel in Empfang. Der Zettel informierte erneut über den Ablauf des Spiels und die spezifischen Informationen der eigenen Rolle, sowie die Teilfragen und Hauptfragestellung. Nachdem alle Teilnehmer den Zettel gelesen hatten, wurde durch den Studienleiter ein virtueller Timer auf 40 Minuten gestellt und die Teilnehmer dazu aufgefordert, die Aufgabe zu lösen. Die Lösung der Aufgabe und das Durchlaufen des Regelkreises erfolgten eigenständig. Die Ergänzung der kritischen Information zu einem späteren Zeitpunkt hatte zur Folge, dass die Teilnehmer ihre gesammelten Informationen erneut sortieren mussten. Die Aufgabe endete mit der erfolgreichen Beantwortung der Hauptfrage oder mit dem Ablauf des Timers. Die Teilnehmer wurden daraufhin gebeten, die AR-Brillen abzusetzen und erneut in der Microsoft Teams Konferenz zusammenzukommen.

Am Laptop wurden die Probanden dann aufgefordert, den Fragebogen auszufüllen. Es folgte darauf das qualitative Gruppeninterview von ca. 15 Minuten. Zusammen mit allen Teilnehmern sollten die Probanden dabei ihre Eindrücke zum Versuch schildern. Anhand von unstrukturierten Nachfragen des Versuchsleiters wurden Teilaspekte tiefer hinterfragt. Im Hintergrund wurden die Eindrücke über die Videokonferenz aufgezeichnet.

Nach der definierten Wash-Out-Phase von mindestens einer Woche fand der zweite Studientermin statt. Aufgrund der Kreuzung durchlief jeder Teilnehmer dabei die fehlende, zweite Kondition. Auch hier konnten sich die Teilnehmer frei für einen zweiten Studientermin eintragen, wodurch sich neu randomisierte Gruppen ergaben. Der Ablauf war identisch zum ersten Termin.

9.5. Auswertung der Räumlichkeitsstudie

Mithilfe der Software IBM SPSS Statistics (IBM Corp., 2022) wurden die quantitativen Ergebnisse der Studie ausgewertet. Die Gesamtheit der Ergebnisse kann in Anhang 12 nachverfolgt werden. An dieser Stelle werden nur die Ergebnisse berichtet, die einen Erkenntnisgewinn in Bezug auf die Forschungsfrage bereithalten. Für die Auswertung wurden für die verschiedenen Befragungskategorien mehrere Befragungsisems zusammengefasst: Agile Arbeitsweise (drei Subkategorien mit je vier Items), Soziale Präsenz (drei Subkategorien mit je vier Items), Sensorisches Feedback (drei Subkategorien mit je vier Items), Teamkohäsion (vier Subkategorien mit je drei Items). Dabei teilen sich die Kategorien wie folgt auf die Subkategorien auf, 1. Agile Arbeitsweise:

AA_Interface, AA_Involvement und AA_Agility, 2. Social Presence: SP_Immersion, SP_Awareness und SP_Closeness, 3. Sensorisches Feedback: SF_Communication, SF_Awareness und SF_Immersion, 4. Teamkohäsion: TK_Participation, TK_PreferenceGroupWork, TK_Potency und TK_SocialSupport. Die Subkategorien wurden ebenfalls zur gesamten Kategorie zusammengefasst mit z. B. AA_Gesamt.

9.5.1. Darlegung der deskriptiven Statistik der Räumlichkeitsstudie

Für die agile Arbeitsweise ergibt sich für das direkte Szenario mit dem Mittelwert von $M = 4,03$ und der Standardabweichung $SD = 0,407$ ein etwas größerer Mittelwert im Vergleich zum Szenario indirekt mit $M = 3,94$ und $SD = 0,52$. Auch in den Subkategorien liegen die Mittelwerte des direkten Szenarios über den Mittelwerten des indirekten Szenarios. Nur in der Subkategorie Involvement liegt der Mittelwert des Szenarios *Indirekt* über dem des Szenarios *Direkt*.

Ähnlich fallen die Ergebnisse für die Kategorie Social Presence aus. Auch hier weist das Ergebnis für das direkte Szenario einen etwas höheren Mittelwert mit $M = 3,73$ und $SD = 0,543$ im Vergleich zum indirekten Szenario mit $M = 3,67$ und $SD = 0,685$ auf. Auch hier tendieren alle Subkategorien in die gleiche Richtung bis auf die Subkategorie Closeness.

Für die Kategorie Sensorisches Feedback setzt sich der Trend fort. Auch hier liegt das Gesamtergebnis für das direkte Szenario mit $M = 3,39$ und $SD = 0,49$ etwas über dem Ergebnis für das indirekte Szenario mit $M = 3,25$ und $SD = 0,564$, wobei alle Subkategorien das Gefälle in dieselbe Richtung aufweisen.

Auch für die letzte Hauptkategorie Teamkohäsion ergibt sich das gleiche Bild. Der Mittelwert für das direkte Szenario liegt mit $M = 4,28$ und $SD = 0,575$ leicht über jenem des indirekten Szenarios mit $M = 4,175$ und $SD = 0,619$. Auch hier liegen die Mittelwerte aller Subkategorien im direkten Szenario über denen des indirekten Szenarios mit Ausnahme der Subkategorie Participation.

9.5.2. Darlegung der induktiven Statistik der Räumlichkeitsstudie

Die geringen Unterschiede in den Mittelwerten beider Szenarien in Verbindung mit dem vergleichsweise immer noch geringen Stichprobenumfang deuten bereits darauf hin, dass die Verallgemeinerung der Stichprobe auf die Grundgesamtheit mittels der induktiven Statistik schwierig ist.

Auf Basis des zentralen Grenzwertsatzes kann für eine Stichprobe ab 30 Probanden von einer Normalverteilung ausgegangen werden (Bortz & Schuster, 2010). Somit können t-Tests für gepaarte Stichproben durchgeführt werden, um die Mittelwertunterschiede auf Signifikanz zu untersuchen.

Dabei können für keine Hauptkategorie oder Subkategorie signifikante Unterschiede auf dem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ festgestellt werden.

Aufgrund dieses Ergebnisses werden auch alle Einzelitems einem t-Test unterzogen, um zu prüfen, ob auf einer niedrigeren Ebene signifikante Mittelwertunterschiede vorliegen. Hierzu muss aufgrund einer möglichen α -Fehler-Kumulierung das Signifikanzniveau über die Bonferroni-Korrektur angepasst werden. Dabei ergibt sich aufgrund des alten Niveaus von $\alpha = 0,05$ mit einer Anzahl von $n = 48$ Einzelitems ein neues Signifikanzniveau von $\alpha = 0,001$. Für das neue Niveau kann nur ein Einzelitempaar (SP_Das Gefühl, mich in der virtuellen Umgebung zu bewegen, war sehr überzeugend) identifiziert werden, welches sich zwischen dem direkten Szenario mit $M = 4,3$ und dem indirekten Szenario mit $M = 3,5$ signifikant unterscheidet. Im Hinblick auf die Randbedingungen der einzelnen Szenarien ist dieses Ergebnis logisch und stellt keinen Erkenntnisgewinn dar.

Zusätzlich wird Cohend's d berechnet, um die Effekte der unabhängigen Variable auf die einzelnen Kategorien und Subkategorien zu evaluieren. Dabei können keine großen Effekte gefunden werden. Unter den Hauptkategorien weist lediglich die Kategorie Sensorisches Feedback einen mittleren Effekt mit $d = 0,215$ auf. Des Weiteren finden sich fünf weitere mittlere Effekte in den Subkategorien: AA_Interface ($d = 0,287$), SF_Commucation ($d = 0,215$), SF_Immersion ($d = 0,204$), TK_Potency ($d = 0,243$) und TK_SocialSupport ($d = 0,272$).

Mittels der Korrelation nach Bravais-Pearson wird zudem versucht, innerhalb der Kategorien Soziale Präsenz und Sensorisches Feedback Zusammenhänge aufzudecken. Als Signifikanzniveau wird erneut $\alpha = 0,05$ definiert. Die Szenarien werden dabei getrennt voneinander untersucht. Für das direkte Szenario lassen sich dabei folgende signifikante Zusammenhänge feststellen: SF_Communication und SP_gesamt ($r = 0,45$; $p_2 = 0,01$), SF_Communication und SP_Immersion ($r = 0,37$; $p_2 = 0,04$), SF_Communication und SP_Awareness ($r = 0,4$; $p_2 = 0,03$), SF_Communication und SP_Closeness ($r = 0,38$; $p_2 = 0,04$), SF_gesamt und SP_Awareness ($r = 0,41$; $p_2 = 0,03$) sowie SF_Awareness und SP_Awareness ($r = 0,43$; $p_2 = 0,02$).

Für das indirekte Szenario ergeben sich signifikante Korrelationen zwischen SF_gesamt und SP_gesamt ($r = 0,56$; $p_2 = 0,001$), SF_gesamt und SP_Immersion ($r = 0,55$; $p_2 = 0,002$), SF_gesamt und SP_Awareness ($r = 0,49$; $p_2 = 0,006$) sowie SF_gesamt und SP_Closeness ($r = 0,43$; $p_2 = 0,019$). Auch die Zusammenhänge zwischen SF_Communication und SP_gesamt ($r = 0,64$; $p_2 < 0,001$), SF_Communication und SP_Immersion ($r = 0,57$; $p_2 = 0,001$), SF_Communication und SP_Awareness ($r = 0,54$; $p_2 = 0,002$) sowie SF_Communication und SP_Closeness ($r = 0,59$; $p_2 < 0,001$) sind signifikant. Zudem werden signifikante Zusammenhänge zwischen SF_Awareness und SP_gesamt ($r = 0,48$; $p_2 = 0,007$), SF_Awareness und SP_Immersion ($r = 0,37$; $p_2 = 0,04$) sowie SF_Awareness und SP_Awareness ($r = 0,53$; $p_2 = 0,002$) identifiziert.

9.5.3. Darlegung der qualitativen Ergebnisse der Räumlichkeitsstudie

Aus der qualitativen Datenerhebung ergaben sich in Summe 23 Interviews. Ein Teil der Interviews wurde dabei auch in Form von Einzelinterviews durchgeführt, wenn ein Teilnehmer bereits das zweite Szenario, der Rest der Gruppe jedoch zunächst das erste Szenario durchlief. Es sollte so vermieden werden, dass die Berichte jener Person die Eindrücke der restlichen Teilnehmer beeinflussen.

Die digital aufgezeichneten Interviews wurden händisch transkribiert. Die Standards dieser Transkription orientierten sich dabei an jenen aus Kapitel 3.2.3. Die Transkriptionen wurden nach der Methode von (Kuckartz & Rädiker, 2022) analysiert. Mittels der Analyse wurden letztlich 16 Hauptkategorien identifiziert. Dabei konnten für neun Hauptkategorien weitere Sub-Kategorien definiert werden. Eine dieser Sub-Kategorien wurde zusätzlich mit Sub-Sub-Kategorien verfeinert. Die ausführliche Zusammenfassung der untersten Ebene einer Kategorie über die Aussagen der Probanden kann in Anhang 13 nachgelesen werden. An dieser Stelle werden die Zusammenfassungen destilliert wiedergegeben und dabei jene Aspekte hervorgehoben, welche der Beantwortung der Forschungsfrage dienen oder einen Erkenntnisgewinn darstellen.

Arbeit

Die Arbeit mit dem AR-Tool erfordert eine Koordination unter den Teilnehmern. Dies wird vor allem nach dem Durchlauf des Szenarios *Direkt* deutlich, da nahezu alle Aussagen aus dieser Kategorie im Interview nach dem direkten Szenario getätigt wurden. Im direkten Szenario herrscht schnell Unruhe, wenn viele Personen durch den Raum laufen oder mehrere Teilnehmer vor dem Whiteboard agieren. Da man aufgrund des geringen Sichtfeldes nicht den ganzen Raum auf einmal einsehen kann, bekommt man nicht immer die Interaktionen aller Teilnehmer mit. Es ist zudem störend, wenn eine Person alleine sehr proaktiv handelt und schnell im virtuellen Raum Veränderungen vornimmt. Dies kann Teilnehmer abhängen. Um mit all dem umzugehen, koordinieren sich die Teilnehmer vermehrt untereinander. Diese Koordination erfolgt verbal zwischen den Teilnehmern. Die Bewegungen, welche u. a. die Koordination nötig machen, führen im direkten Szenario auch zu einer erhöhten Aktivierung der Teilnehmer. Dabei sehen die Teilnehmer den Zwang zum Laufen und aktiven Agieren als positiv an. So fördert dies den Denkprozess und motiviert zur Zusammenarbeit. Auch von „Spaß bei der Arbeit“ ist hier die Rede. Dabei wird die Zusammenarbeit als eine angenehme Alternative zum sonstigen Alltag vor dem PC wahrgenommen.

Nach dem Durchlauf des Szenarios *Indirekt* berichten die Teilnehmer vor allem von einer nicht vorhandenen Teamarbeit. Die Arbeit in diesem Szenario kommt dabei einem Meeting in Microsoft Teams nahe, in dem man einzeln für sich arbeitet und nicht in einem gemeinsamen Raum ist. Im

Gegensatz zum direkten Szenario findet im indirekten Szenario keine Koordination oder Abstimmung in der Gruppe statt. Stattdessen arbeitet jeder an etwas Eigenem. Die Begründung liegt laut einem Probanden darin, dass man sich im indirekten Szenario nicht bewusst gegenseitig gesehen hat.

Für das direkte Szenario bewerten die Probanden die Zusammenarbeit gegenteilig. Hier wird von einer guten Zusammenarbeit berichtet. So hat man gemeinsam die Teilaufgaben gelöst und sich in der Gruppe eine Struktur gegeben. Es kann angenommen werden, dass die benötigte Koordination – wie vorher beschrieben – auch zu einer verbesserten Teamarbeit geführt hat, weil sich natürlicherweise der Wunsch nach Austausch entwickelt hat. Die gemeinsame Arbeit erfordert auch ein gewisses Maß an Disziplin in Bezug auf die eigene Positionierung im Raum. Bleiben die Personen an ihrem Platz und gehen bewusst zum Whiteboard hin, wenn sie etwas verschieben wollen, und anschließend wieder bewusst zurück, funktioniert die Zusammenarbeit gut.

Abgeschlossen wird die Beschreibung des Arbeitens mit einer positiven Bewertung der Interaktion mit anderen. Diese verbessert die Zusammenarbeit und ist ein Mehrwert für die Kollaboration im betrachteten Szenario.

Wahrnehmung Anderer

Die Teilnehmer berichten bei der Zusammenarbeit im AR-Tool von einem Verlust an Feedback über die anderen Teilnehmer. So hat man weniger Rückmeldung über die Aktivitäten der Gruppe. Dies fällt besonders auf, wenn man sich die Frage stellt, ob bereits ein Teilnehmer einen Wortbeitrag auf einem Post-it festhält. Erneut muss mehr verbal kommuniziert werden, um diesen Verlust aufzufangen. Drei Viertel der Aussagen stammen aus dem Interview nach dem Durchlauf des Szenarios *Direkt*. In Verbindung mit den Erkenntnissen aus dem vorherigen Abschnitt kann angenommen werden, dass die erhöhte Teamarbeit im direkten Szenario nach einem erhöhten Feedback der anderen Teilnehmer verlangt, damit die Teamarbeit koordiniert werden kann. Da dieses Feedback aber nicht geleistet werden kann, fällt dies im direkten Szenario negativer auf.

Die Teilnehmer berichten während der Zusammenarbeit auch das Gefühl in einem Team bzw. einer Gruppe zu arbeiten. Dabei stammen fast zwei Drittel der Aussagen aus den Interviews nach dem direkten Szenario. Das erzeugte Gefühl ist laut einem Probanden sehr gut für Workshops geeignet. Es entsteht der Eindruck, mit anderen Personen an einem gemeinsamen Ort zu sein. Ein Proband beschreibt dieses Gefühl nicht durch das visuelle Sehen, sondern durch das körperliche Gefühl der Anwesenheit. Dabei ist es nicht die Wahrnehmung jedes Einzelnen, sondern vielmehr die Wahrnehmung der Gruppe, welche bemerkt wird. Auch die Probanden selbst fühlen sich präsenter für Andere.

Aber auch der gegenteilige Fall wird berichtet. So nehmen manche Probanden nicht wahr, dass andere Personen mit im Raum sind. Eine Begründung liegt dabei darin, dass es durch die Technik der Brille nicht möglich ist, andere Teilnehmer in der Peripherie wahrzunehmen.

Neben der Sub-Kategorie eines verringerten Feedbacks, wird auch die Sub-Kategorie eines erhöhten Feedbacks definiert. Durch ein bewusstes Umdrehen zu anderen Teilnehmern in Verbindung mit verbaler Kommunikation kann dabei gut gesehen werden, was andere Personen aktuell machen.

Direkt besser als Indirekt

Im zweiten Durchlauf der Studie haben die Probanden automatisch das Szenario *Indirekt* mit dem Szenario *Direkt* verglichen. Dabei wird eine Reihe von Aspekten genannt, welche beim direkten Szenario positiver empfunden wurden. Wie bereits in der Hauptkategorie der Arbeit berichtet, bewerten die Probanden die Teamarbeit im direkten Szenario besser. Vor allem nach dem indirekten Szenario berichten die Probanden, dass unter anderem das statische Sitzen während dieses Szenarios zu einer geringeren Interaktion mit der Gruppe führt. Die Bewegungen durch den gemeinsamen Raum während des direkten Szenarios in Verbindung mit dem „sich im Weg stehen“ führen dazu, dass sich die Teilnehmer mehr als Gruppe fühlen. Wieder wird die vermehrte verbale Kommunikation als zusätzlicher Grund für die Entstehung des Gruppengefühls genannt.

Auch das gemeinsame Arbeiten an einer Teilaufgabe unterstützt im Vergleich zum parallelen Arbeiten im indirekten Szenario das Empfinden einer gemeinsamen Teamarbeit und der Gemeinschaft. Zusätzlich zum Gefühl der Gruppe beschreiben die Probanden auch das Gefühl, mit anderen Teilnehmern im gleichen Raum zu sein. Wieder finden sich diese Aussagen hauptsächlich im Interview nach dem direkten Szenario wieder. Durch das bereits erwähnte „im Weg stehen“ wird den Teilnehmern bewusst, dass sich auch andere Personen mit ihnen im virtuellen Raum befinden.

Auch die Wahrnehmung der Probanden über die Aktivität anderer Teilnehmer ist im direkten Szenario besser als im indirekten Szenario. Begründet wird dies mit der nötigen Bewegung der Teilnehmer zum Whiteboard, wenn ein Post-it bewegt werden soll. Im indirekten Szenario müssen sich die Teilnehmer dagegen bewusst umdrehen und schauen, was andere Teilnehmer in diesem Moment machen.

Beim letzten Vergleich zeigt sich zudem, dass sich die direkte Interaktion realistischer für die Probanden anfühlt und somit mehr an ein physisches Meeting erinnert. Dabei ist das Interagieren mit dem direkten Greifen eines Post-its intuitiv.

Das Laufen während des direkten Szenarios wird als positive Eigenschaft dieses Durchlaufs genannt. Die meisten Probanden berichten diesen Aspekt nach dem Durchlauf des Szenarios *Direkt* und betiteln ihn als angenehmer, besser, cooler und aktiver. Auch das Stehen während des direkten

Szenarios wird von einer Reihe der Probanden als positiv im Vergleich zum indirekten Szenario bewertet. So ist dies für die Art der Aufgabe besser geeignet und führt zu einer guten Teamarbeit. Abgerundet werden die Berichte über positive Aspekte des direkten Szenarios durch eine vermehrte Interaktion. Diese ist im indirekten Szenario stärker gehemmt. Das direkte Szenario verleitet mehr dazu, mit den Post-its zu interagieren, weil man direkt im Geschehen ist.

Indirekt besser als Direkt

In den Interviews finden sich aber auch eine Reihe von Berichten, welche positive Aspekte des Szenarios *Indirekt* im Vergleich zum Szenario *Direkt* wiedergeben. Als Hauptaspekt wird dabei die Effizienz genannt. So ist das Arbeiten mit dem Pointer im indirekten Szenario schneller. Man spart sich den Weg zum Whiteboard und kann bequem vom statischen Platz agieren. Auch das Erstellen von Post-its ist am statischen Platz einfacher, da die Tastatur immer zur Hand ist. Neben der Erstellung ist aber auch das Bewegen von Post-its schneller, da mit dem Pointer aus der Ferne unkompliziert große Strecken auf dem virtuellen Whiteboard zurückgelegt werden können. All dies führt dazu, dass die Personen auch parallel arbeiten und dadurch schneller sind.

Neben der Effizienz berichten die Probanden auch einen besseren Überblick über die Inhalte im indirekten Szenario. Da die Probanden weiter vom Whiteboard mit den Post-its entfernt sitzen, können sie mit dem Blickfeld der Brille mehr Post-its gleichzeitig erfassen. Im direkten Szenario muss man sich hingegen aktiv umschaun, um den gesamten Überblick zu erhalten.

Auch die Aufteilung der Personen im Raum wird im indirekten Szenario besser bewertet. Da jede Person in diesem Szenario einen zugewiesenen Platz hat, kommt es nicht zu Irritationen durch andere Teilnehmer. Für das direkte Szenario wird dabei vermehrt von dem bereits erwähnten „im Weg stehen“ oder störenden „rumfliegenden Köpfen“ gesprochen. Das Gefühl, durch eine andere Person zu gehen oder zu schauen, wird als unangenehm beschrieben. Dies ist im indirekten Szenario insgesamt weniger passiert.

Virtuelle Objekte stören

Es werden drei Aspekte der virtuellen Objekte genannt, welche die Probanden stören. Dazu gehören die Avatare, welche das Blickfeld versperren. Die Aussagen stammen nahezu alle aus den Interviews nach dem Durchlauf des Szenarios *Direkt* und beziehen sich dementsprechend auf die Erfahrungen dieses Durchlaufs. So versuchen die Probanden bewusst, keine Avatare während der Zusammenarbeit im Blick zu haben, da diese eher stören als helfen. Das dichte Stehen neben einem Avatar ist zum einen unangenehm und zum anderen hinderlich für die Arbeit. Die Probanden machen den begrenzten physischen Raum dafür verantwortlich, dass die Avatare eher hemmen, als dass sie unterstützen. Vor

allem beim Blick von hinten auf das Whiteboard sind die Avatare vermehrt im direkten Szenario im Blick. Da man oft durch Avatare durchlaufen muss, um z. B. zum Whiteboard zu gelangen, berichten die Probanden dabei von einem unangenehmen Gefühl.

Als weiteren störenden Aspekt nennt ein Proband die fliegenden Post-its im indirekten Szenario, welche abgelenkt haben.

Aber auch das Whiteboard, in welchem ein Proband stehen musste, hat die Zusammenarbeit behindert, weil es zu einem Gefühl des Unwohlseins geführt hat.

Usability

Die Probanden treffen ebenfalls Aussagen in Bezug auf die Usability des AR-Tools. Die meisten Aussagen beziehen sich dabei auf den verwendeten Pointer im indirekten Szenario. Im Vergleich zum direkten Szenario, in dem ein Post-it direkt gegriffen werden kann, ist die Verwendung des Pointers schwieriger und benötigt Übung. Vor allem das Zielen des Pointers ist dabei eine Schwierigkeit und benötigt Konzentration. Zusätzlich bemängeln die Probanden das Leisten von Input mit der Verwendung der physischen Tastatur. Zwar ist das Schreiben mit der physischen Tastatur an sich angenehm, jedoch fallen vor allem die nötige Bewegung zwischen dem Schreiben eines Post-its an der Tastatur, dem anschließenden Laufen zum Whiteboard und dem erneuten Zurücklaufen zur Tastatur negativ auf.

Fokus liegt bei

Die Probanden beschreiben im Interview auch, auf welchem Aspekt ihre Aufmerksamkeit während der Zusammenarbeit lag. Dabei beschreibt ein Großteil der Aussagen zunächst, dass der Fokus nicht auf die Avatare gesetzt wird. Die Aussagen werden vor allem nach dem indirekten Szenario getätigt. Hier sind die Repräsentationen des Kopfes eher störend, sodass die Probanden versuchen, den Avataren aktiv aus dem Weg zu gehen, um einen Blick auf das Whiteboard zu bekommen. Laut der Aussagen hat man im indirekten Szenario nebeneinandergesessen und deshalb nicht nach rechts und links geschaut, um die Avatare zu betrachten. Der Fokus liegt in diesem Szenario vermehrt auf dem Whiteboard.

Beschreiben die Probanden worauf ihr Fokus neben dem Whiteboard noch liegt, werden vor allem zwei Aspekte genannt. Zum einen wird der Fokus vermehrt auf die Lösung der Aufgabe gesetzt. Auch hier stammen die meisten Aussagen aus den Interviews nach dem indirekten Szenario. Da man sehr auf die Lösung der Aufgabe konzentriert war, beschreiben die Probanden, nicht den Raum oder andere Teilnehmer wahrgenommen zu haben. Durch den Zeitdruck hat man schnell zum Ergebnis kommen wollen. Auch das Sitzen hat laut einem Probanden zum Fokus auf die Aufgabe geführt.

Zum anderen nennen die Probanden einen Fokus auf das Whiteboard und die Post-its. Die Zusammenarbeit wird dabei vor allem verbal koordiniert und hat am Whiteboard stattgefunden. Der Blick der Probanden ist währenddessen nur selten vom Whiteboard abgeschweift und hat deshalb sehr selten die Avatare in den Fokus genommen.

Vergleich zu anderen Tools

Natürlicherweise vergleichen die Probanden die Erfahrung im AR-Tool mit anderen Kollaborationserfahrungen. Dabei finden sich vermehrt Aussagen, welche einen Vergleich zu: 1. Microsoft Teams 2. physischen Meetings und 3. digitalen Whiteboard anstellen.

Der Vergleich zu Microsoft Teams fällt bei den meisten Probanden positiv für das AR-Tool aus. Die Interaktion und das Zusammengehörigkeitsgefühl werden im AR-Tool als besser wahrgenommen. Da es im AR-Tool einfacher ist zu kommunizieren und zu interagieren, eignet sich das Tool besser für komplexe Sachverhalte. Vermehrt wird das Schlagwort des Gefühls der Zusammenarbeit genannt, welches im AR-Tool besser ausgeprägt ist als in Microsoft Teams.

Auch in der Verbindung mit einem digitalen Whiteboard bei Microsoft Teams ist das AR-Tool im Vorteil. So sind der Überblick und die Arbeit in der Gruppe im AR-Tool besser, weil man realitätsnah Post-its verwendet.

Im Vergleich zu einem physischen/ realen Meeting fällt der Vergleich meist negativ für das AR-Tool aus. Wird das AR-Tool im Vergleich zu Microsoft Teams zwar als realistischer beschrieben, wird es im Vergleich zu einem realen Meeting jedoch als unrealistischer beschrieben. So fehlen im Tool das exakte Gefühl der Zusammenarbeit und die 100 %ige Präsenz anderer Teilnehmer. In einem realen Meeting findet dabei noch mehr Kommunikation und Interaktion statt.

Spatial Sound

Den Probanden sind der Aspekt des räumlichen Sounds und die Qualität des Sounds aktiv aufgefallen. Dabei wird ersterer sogar als größerer Vorteil gegenüber der visuellen Repräsentation der Nutzer beschrieben. Statt zu schauen, wo ein anderer Nutzer ist, kann man ihn auch räumlich hören. Dies berichten mehrere Probanden. Der räumliche Sound trägt dabei stark zum Gefühl bei, im gleichen Raum zu arbeiten. Neben der Räumlichkeit des Sounds ist auch die Qualität des Sounds im AR-Tool sehr gut und sogar besser als in Microsoft Teams mit Kopfhörern.

Intuitivität

Eine Reihe von Aussagen beschreibt das AR-Tool als nicht intuitiv. Vor allem zu Beginn ist es kompliziert, mit dem Tool umzugehen. Dabei kostet die Bedienung zunächst viel Konzentration und lenkt von der eigentlichen Aufgabe ab.

Als Gegensatz beschreibt eine Reihe von Aussagen, – vor allem im Interview nach dem direkten Szenario – das Tool als benutzerfreundlich. Der Einstieg wird als einfach und das Greifen sowie Bewegen der Post-its als intuitiv empfunden.

Einfluss des physischen Raums

Die Probanden berichten störende Aspekte des realen/ physischen Raums während der Zusammenarbeit. Dies fällt vor allem nach dem Durchlauf des Szenarios *Direkt* auf. Hier wird vermehrt der Tisch, welcher sich in der Mitte des Studienraums befindet, als störend beschrieben. Er ist häufig im Weg und sorgt sogar dafür, dass sich die Probanden im Weg stehen, da nicht genügend Platz für Bewegungen zur Verfügung steht.

Technische Limitation der Brille

Wie auch bei den anderen Studien dieser Arbeit werden technische Aspekte der AR-Brille genannt, welche die Arbeit behindern. Dabei kommt vermehrt das begrenzte Sichtfeld zur Sprache, welches dafür sorgt, dass man zum einen nicht die Gesamtheit der Post-its am Whiteboard und zum anderen nicht den gesamten Raum mit allen Avataren wahrnehmen kann.

Fokus mit Brille

Die Nutzung einer AR-Brille führt bei den Probanden zu einem Fokus auf die Aufgabe und zu einer erhöhten Konzentration. Da man von anderen Medien wie bspw. dem Laptop mit ablenkenden E-Mails entfernt ist, ist man komplett auf das Meeting konzentriert. Auch über längere Zeit führt die Brille dazu, dass man in den Prozess des Workshops einbezogen wird und aktiv mitarbeitet was wiederum auch das Teamgefühl verbessert.

Mimik

Die Probanden bemängeln bei der Repräsentation der Nutzer vor allem die Mimik. So kann man im Gesicht der Avatare weder Emotionen noch Mimik sehen, was wiederum das Gruppengefühl behindert. Auch bewegen die Avatare nicht den Mund, wenn eine Person spricht, was wiederum verwirrt. Darüber hinaus wünschen sich die Probanden personalisierte Avatare, bei denen die Mimik

auch auf dem wahren Gesicht stattfindet. Weil die Avatare jedoch all dies nicht tun, stellen sie keinen direkten Mehrwert für die Aufgabe dar und werden deshalb auch nicht aktiv ins Blickfeld genommen.

9.6. Diskussion der Ergebnisse der Räumlichkeitsstudie

Nachdem die Ergebnisse der quantitativen und der qualitativen Datenanalyse dargelegt wurden, folgt dem Ansatz des konvergenten Mixed Methods-Designs nun die Auswertung der Ergebnisse mittels der Triangulation nach (Creswell & Plano Clark, 2018). Dazu werden beide Stränge zunächst unabhängig voneinander interpretiert, um diese Interpretation nachfolgend zusammenzuführen.

9.6.1. Interpretation der quantitativen Ergebnisse der Räumlichkeitsstudie

Zunächst muss festgestellt werden, dass die Ergebnisse des quantitativen Strangs nicht sehr erkenntnisreich sind. Die deskriptive Statistik deckt nur minimale Unterschiede zwischen dem direkten und indirekten Szenario auf. Zwar tendieren nahezu alle Items und Kategorien in eine Richtung mit höheren Werten für das direkte Szenario, jedoch sind die Unterschiede gering. Unterstützt wird diese Erkenntnis durch die induktive Statistik, welche für t-Tests der Haupt- und Subkategorien keine signifikanten Unterschiede aufdecken konnte. Lediglich für ein Einzelitem konnte in einer weiteren Analyse ein signifikanter Unterschied zwischen den Szenarien identifiziert werden. Dies folgt dabei jedoch nur einer logischen Konsequenz und zeigt, dass die Probanden im direkten Szenario stärker das Gefühl hatten, sich im virtuellen Raum zu bewegen und dies überzeugend war.

Bei einer Analyse der Korrelationen innerhalb der Szenarien konnten mehrere Zusammenhänge aufgedeckt werden. Diese bestehen zwischen den Subkategorien der beiden Hauptkategorien Sensorisches Feedback und Social Presence. Dies folgt einer logischen Konsequenz und zeigt, dass sensorisches Feedback und soziale Präsenz in Verbindung stehen. Die Ergebnisse bestätigen bisherige Forschung, welche ein erhöhtes sensorisches Feedback u. a. als Grund für eine Verbesserung der Zusammenarbeit identifiziert hat, vergleiche bspw. (Gergle et al., 2012). Da jedoch zwischen den Szenarien weder ein signifikanter Unterschied in der sozialen Präsenz noch im sensorischen Feedback quantitativ aufgedeckt werden konnte, stellt die Erkenntnis in diesem Zusammenhang keinen Mehrwert dar. Der mittlere Effekt zwischen beiden Szenarien in Bezug auf die Hauptkategorie des sensorischen Feedbacks ist jedoch ein Indikator dafür, dass es einen Unterschied in den Szenarien gab, wenn auch dieser nicht signifikant war. Dies stellt einen ersten Aspekt dar, welcher durch die qualitativen Daten weiter analysiert werden kann.

9.6.2. Interpretation der qualitativen Ergebnisse der Räumlichkeitsstudie

Die Ergebnisse des quantitativen Teils sind zunächst nicht zufriedenstellend, da sie wenige Erkenntnisse liefern. Sie müssen mittels der qualitativen Ergebnisse weiter gedeutet werden. Dazu sollen jedoch zunächst auch die qualitativen Ergebnisse zusammenfassend interpretiert werden.

Aus den Aussagen in der Kategorie Arbeit wird deutlich, dass die Steigerung der Bewegungen im direkten Szenario mit einer verbesserten Arbeit (vor allem der Teamarbeit) aufgrund eines erhöhten Koordinationszwanges einhergeht. Wird dieser Zwang zwar zunächst als negativ und störend wahrgenommen, führt er letztlich zu einer berichteten Verbesserung der Arbeit in der Gruppe. Zusätzlich beeinflussen die geforderten Bewegungen im direkten Szenario auch die Arbeit für den Einzelnen. Hier ist von „Spaß“ die Rede. Im Vergleich der Szenarien ist somit das direkte Szenario positiver bewertet.

Analog zu den Aussagen aus der initialen Interviewstudie berichten die Probanden auch in dieser Studie bei der Verwendung des AR-Tools einen Verlust an Feedback im Vergleich zur physischen Kollaboration. So fehlt manchen Probanden eine Rückmeldung über die Aktivität der anderen Teilnehmer. Zwar fühlt es sich durch das AR-Tool so an, dass man an einem gemeinsamen Ort und Teil einer Gruppe ist, jedoch fehlt für die aktive Arbeit weiteres Feedback über den Einzelnen. Um dieses zu erhalten, muss man sich aktiv umdrehen, da das Blickfeld der Brille zu klein ist.

Im Vergleich der Szenarien wird deutlich, dass eine Teamarbeit im direkten Szenario besser bewertet wird. Da im indirekten Szenario vermehrt von Einzelarbeit gesprochen wird, bei der Probanden alleine vor sich hinarbeiten, ist ein klarer Unterschied zwischen beiden Szenarien erkennbar. Die geforderte Bewegung im direkten Szenario kann dabei als Ursache identifiziert werden. Wie aus der Kategorie Arbeit deutlich wird, müssen sich die Probanden im direkten Szenario häufiger koordinieren, damit sie zum einen nicht ineinanderlaufen und zum anderen nicht mit allen Teilnehmern vor dem Whiteboard stehen. Diese Koordination führt im Umkehrschluss zu einer koordinierten Zusammenarbeit. Gleichzeitig führt dies auch zu einer erhöhten Wahrnehmung der Gruppe und dem berichteten Gruppengefühl. Aufgrund der erzwungenen Bewegungen verbessert sich ebenfalls das Feedback, da man die anderen Teilnehmer häufiger sieht. Jene erzwungenen Bewegungen werden auch im Vergleich zum indirekten Szenario als positiv beschrieben, verbessern die Zusammenarbeit und erhöhen die Interaktion zwischen den Teilnehmern.

Führen die Bewegungen zwar zu einer verbesserten Teamarbeit und einem erhöhten Gruppengefühl, wird das direkte Szenario jedoch auch als ineffektiver bewertet. Die erzwungenen Bewegungen, wie z. B. das Greifen eines Post-its, dauern länger als die Interaktion über den Pointer, wodurch die Arbeit im indirekten Szenario schneller ist. In Verbindung mit den Erkenntnissen aus dem Vergleich in der Kategorie Direkt besser als Indirekt und der Beschreibung der parallelen Arbeit im indirekten

Szenario, kann zusätzlich angenommen werden, dass die Zusammenarbeit im indirekten Szenario subjektiv ebenfalls als effizienter betrachtet wird, weil die Teilnehmer zumeist beschäftigt sind, während im direkten Szenario mit der Teamarbeit auch ein Beobachten und Zuschauen einherging, welches sich ineffizient anfühlt. Ob die parallele Arbeit jedoch auch zu einem besseren Ergebnis führt, kann mittels dieser Studie nicht ausgesagt werden.

Die Aussagen über das Stören der Avatare sind ein weiterer interessanter Aspekt. Vor dieser Studie wurde angenommen, dass die Avatare einen Mehrwert für die Kollaboration im AR-Tool darstellen, da sie den Teilnehmern Feedback über die Aktivitäten eines anderen Nutzers erlauben. In Bezug auf die Aufgabenstellung in dieser Studie scheinen die Avatare jedoch zunächst einen störenden Aspekt darzustellen. So verdecken sie oft den Blick auf Post-its oder stehen bei Bewegungen der Teilnehmer im Weg. Aus den Aussagen aus der Kategorie Arbeit wird jedoch auch deutlich, dass diese störenden Aspekte zu mehr Koordination führen, welche schließlich zu einer verbesserten Arbeit in der Gruppe führt.

Interessant sind die gegenteiligen Aussagen aus der Kategorie Usability und der Kategorie Indirekt besser als Direkt zu einer erhöhten Effizienz für das indirekte Szenario. So ist anzunehmen, dass der Pointer bei einer erlernten Bedienung zwar effizienter funktioniert als das direkte Greifen eines Post-its, jedoch das Erlernen der Bedienung des Tools im direkten Szenario benutzerfreundlicher ist.

Werden die nötigen Bewegungen im direkten Szenario in der Kategorie Arbeit zwar grundsätzlich positiv wahrgenommen, fallen sie in Bezug auf die Verwendung der physischen Tastatur negativ auf. Im Falle einer direkten Interaktion sollten Bewegungen deshalb nicht unnötig oder wiederholend genutzt werden.

Die Aussagen in der Kategorie Fokus fügen sich in die Beschreibung der anderen Kategorien ein. Da vor allem beim indirekten Szenario von einem Fokus auf die Aufgabe und das Whiteboard sowie von der Nichtbeachtung der Avatare gesprochen wird, kann erklärt werden, warum in der Kategorie Arbeit für dieses Szenario ebenfalls ein verringertes Gefühl der Gruppe und der Teamarbeit beschrieben wird. Die Teilnehmer sind in diesem Szenario nicht mit anderen Avataren konfrontiert, da sie nicht im Weg stehen, weil man sich nicht bewegt. Es besteht somit kein Zwang, sich mit anderen Teilnehmern auszutauschen oder diese zu beachten. Der Fokus liegt vollkommen auf der Aufgabe.

Die Aussagen der Kategorie Spatial Sound ergänzen die Aussagen der anderen Kategorien. So wurde in einem vorherigen Abschnitt vermehrt von einer verbalen Kommunikation berichtet, welche die Kollaboration begleitet. Auch wurde beschrieben, wie anstelle auf die Avatare während der Lösung der Aufgabe, nur auf die Post-its sowie auf die Stimmen geachtet wurde. Die Lokalisierung der Stimmen hat dabei einen großen Anteil an der Bildung des Gruppengefühls, da man Personen

räumlich lokalisieren kann ohne sie virtuell zu sehen. Es kann an dieser Stelle nicht differenziert werden, welchen Anteil der räumliche Sound an der Bildung des Gruppengefühls hat, da er zeitgleich zur Hemmung der Bewegungen durch den Raum über die Szenarien geschaltet wurde. Die Indizien zeigen jedoch, dass der Anteil nicht gering sein wird.

Die Aussagen über die Intuitivität bestätigen den Unterschied in der Interaktion während des direkten und indirekten Szenarios. So wird vor allem die Arbeit im direkten Szenario als intuitiv und einfach beschrieben. Wie bereits in der Kategorie Usability dargestellt, ist die Interaktion mit dem Pointer im indirekten Szenario schwieriger und muss erst erlernt werden.

Konnte jenes „sich über den Weg laufen“ bereits als Auslöser für eine erhöhte Koordination und Kommunikation identifiziert werden, kann der begrenzte physische Raum als Auslöser für das „sich über den Weg“ laufen identifiziert werden. Da der physische Raum, welcher für die Studie ausgewählt wurde, keine große Freifläche besaß, haben die Probanden wenig Möglichkeit, sich zu bewegen. Dieser Umstand führt zu zwei Ergebnissen. Zum einen nehmen sich die Probanden im direkten Szenario gegenseitig mehr wahr, weil sie sich begegnen. Zum anderen stören sich die Probanden auch gegenseitig mehr, weil sich im Weg stehen oder den Blick versperren.

Die technischen Limitationen der Brille können als Begründung herangezogen werden, warum die Probanden vor allem für das indirekte Szenario einen Fokus auf das Whiteboard und die Post-its während der Kollaboration beschreiben. Da die Probanden auf die Aufgabe selbst fokussiert sind, schauen sie primär auf das Whiteboard. Da der Blickwinkel der Brille begrenzt ist, fallen dabei nicht die Avatare ins Blickfeld. Somit wird der Fokus auf die Aufgabe verstärkt und die visuelle Repräsentation der anderen Nutzer in den Hintergrund gerückt.

Die Nutzung einer AR-Brille sorgt dafür, dass die Probanden immersiv und konzentriert bei der Studie mitmachen. Im indirekten Szenario führt dies dazu, dass der Fokus sehr stark auf dem Whiteboard liegt und die Aufgabe gelöst wird. Im direkten Szenario stehen dagegen auch die Avatare und die Teamarbeit im Fokus der Zusammenarbeit, da man sich „über den Weg läuft“.

Aktuell besteht der einzige Mehrwert der Avatare darin, Informationen darüber zu gewinnen, wo sich ein Teilnehmer befindet und welche Gestik er ausführt. Im direkten Szenario wird dabei oft der räumliche Sound für die Lokalisation der Nutzer und nicht die visuelle Repräsentation verantwortlich gemacht. Darüber hinaus liefern die Avatare in Bezug auf bspw. die Mimik keinen Vorteil für die Erfüllung der Aufgabe. Deshalb nehmen die Probanden den Avatar im indirekten Szenario auch nicht bewusst ins Blickfeld. Dies führt im indirekten Szenario dazu, dass die Avatare komplett aus dem Fokus genommen werden. Nur im direkten Szenario, in dem sich die Probanden aufgrund des begrenzten Raums über den Weg laufen, führt die visuelle Repräsentation dazu, dass die Probanden andere Teilnehmer visuell wahrnehmen.

9.6.3. Zusammenführung der Daten der Räumlichkeitsstudie

In diesem Schritt werden die beiden Interpretationen nun zusammengeführt. Es soll sich so ein einheitliches Bild aus den qualitativen und quantitativen Daten ergeben.

In Bezug auf das sensorische Feedback lassen sich die Aussagen aus dem qualitativen Strang direkt auf die Ergebnisse des quantitativen Strangs beziehen. Da das AR-Tool grundsätzlich eine Verschlechterung des sensorischen Feedbacks im Vergleich zu einem physischen Set-up darstellt, ist anzunehmen, dass es den Probanden schwergefallen ist, beim Vergleich der Szenarien eine grundsätzliche Verbesserung wahrzunehmen. Zwar ist ein mittlerer Effekt zu finden, doch ist dieser nicht signifikant. Zusammen mit den Aussagen, dass nicht die Avatare, sondern vielmehr das Whiteboard im Fokus der Probanden lag, muss festgestellt werden, dass die Avatare in dem gewählten Szenario nur eine Nebenrolle spielen, da sie in ihrer aktuellen Ausführung keinen Mehrwert für die Lösung der Aufgabe darstellen.

Die Probanden beschreiben qualitativ eine Verbesserung der Gruppenarbeit und des Gruppengefühls für das direkte Szenario. Quantitativ wurde hingegen keine signifikante Verbesserung in der Evaluation der Teamkohäsion wiedergefunden. Zwar tendiert der Mittelwert beim direkten Szenario etwas mehr in Richtung einer guten Bewertung, jedoch ist der Unterschied minimal. Es ist anzunehmen, dass für den quantitativen Teil die falschen Items gewählt wurden, um die qualitativ identifizierten Vorteile einer direkten Interaktion in Bezug auf das Gruppengefühl zu messen.

Trotz der qualitativen Aussagen zu einem effektiveren Ablauf des indirekten Szenarios, lässt sich dies mit den quantitativen Daten für die Kategorie Agile Arbeitsweise nicht bestätigen. Nahezu alle Items tendieren trotz der Aussagen sogar in die gegenteilige Richtung und bewerten die agile Arbeitsweise im direkten Szenario besser.

Aus den Aussagen des qualitativen Teils wird deutlich, dass die Avatare oft einen störenden Aspekt darstellen, da sie den Blick auf die Post-its versperren oder im Weg stehen. Dies kann dazu geführt haben, dass bei der Bewertung des sensorischen Feedbacks im quantitativen Teil, jener störende Aspekt vor allem beim direkten Szenario einen möglichen Vorteil zwischen den Szenarien überschattet hat, wodurch sich keine signifikanten Mittelwertunterschiede für diese Kategorie ergaben.

Die widersprüchlichen Aussagen aus der Kategorie Usability innerhalb eines Szenarios können dazu geführt haben, dass die quantitativen Daten in Bezug auf die agile Arbeitsweise nicht sehr stark in eine Richtung ausschlagen, da beide Fälle sowohl Vor- als auch Nachteile bereithalten.

In Bezug auf die quantitativen Daten können die Erkenntnisse aus der Kategorie Fokus der qualitativen Analyse zur Erklärung beitragen. Dadurch, dass der Fokus bei den Teilnehmern während der Aufgabe primär auf die Aufgabe gerichtet ist und eben nicht auf die Avatare, ist anzunehmen,

dass den Probanden die Beantwortung der quantitativen Fragen in Bezug auf die Avatare schwerfällt, da sie während der Zusammenarbeit nicht bewusst beachtet wurden. Dies berichten die Probanden auch mit eigenen Worten in den Interviews. Es kann angenommen werden, dass entweder die Lösung der Aufgabe zu wenig Aufmerksamkeit auf die Avatare verlangte oder die Avatare zu wenig Mehrwert für die Lösung der Aufgabe bereithalten.

Zwar wird der Spatial Sound qualitativ durch die Probanden als wichtiger Aspekt berichtet, jedoch durch die quantitativen Daten nicht im gleichen Maß als signifikanter Unterschied identifiziert. Es kann vermutet werden, dass der Aspekt sehr unterbewusst wahrgenommen wurde und durch eine direkte Frage nicht evaluiert werden kann. Erst unter Berücksichtigung anderer Aspekte, wie der Zusammenarbeit, ist dabei der Aspekt in den Interviews ins Bewusste gerückt.

Es ist anzunehmen, dass die zweigeteilte Bewertung des „sich über den Weg Laufens“ dazu geführt hat, dass die Bewertung des sensorischen Feedbacks – trotz einer qualitativen Bestätigung über die Verbesserung – nicht in dem Maße in den quantitativen Daten wiederzufinden ist.

Die technischen Limitationen der Brille führen dazu, dass berichtete Vorteile des direkten Szenarios abgeschwächt werden und nicht in dem Maße in den quantitativen Daten aufzufinden sind, wie sie qualitativ berichtet werden. So berichten die Probanden, dass das sensorische Feedback verbessert wird, wenn man einen Avatar anschaut und dabei sieht, an welchem Post-it er gerade arbeitet. Da das Sichtfeld der AR-Brille jedoch so klein ist, betrachtet man oft nicht einen Avatar, sondern ist vielmehr auf die Aufgabe fokussiert.

Die fehlende Mimik und die Tatsache, dass die Avatare während der Aufgabenlösung keinen Mehrwert liefern, können als Hauptursachen dafür gesehen werden, dass die Avatare aufgrund des geringen Sichtfelds der AR-Brille nicht aktiv in den Fokus genommen werden. Dies führt dazu, dass die Nutzer auch keine differenzierte, quantitative Rückmeldung zwischen dem direkten und indirekten Szenario geben können.

9.7. Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfrage der Räumlichkeitsstudie

Zusammenfassend muss zunächst gesagt werden, dass die quantitativen Daten keinen großen Mehrwert für die Beantwortung der Forschungsfrage F8: *Ist der Aspekt der Räumlichkeit eine Eigenschaft der AR-Kollaborationssoftware, welche den Vorteil eines AR-Tools für die agile Arbeitsweise begründet?* bereithalten. So konnten nahezu keine signifikanten Erkenntnisse auf Basis der erhobenen Daten gewonnen werden. Die Daten tendieren zwar fast einheitlich in eine Richtung mit höheren Werten für das direkte Szenario, die Tendenz ist jedoch nur mit einem kleinen

Unterschied in den Mittelwerten verbunden. Es kann gesagt werden, dass die Veränderung der unabhängigen Variable nur einen geringen Einfluss auf die quantitativ erhobenen, abhängigen Variablen hat. Da der Schritt in die AR bereits eine Veränderung für die Probanden bedeutete (einige Probanden verwendeten zum ersten Mal die Technologie), ist anzunehmen, dass es den Probanden höchstwahrscheinlich schwerfiel, den Unterschied zwischen den Szenarien differenziert quantitativ zu bewerten. In Bezug auf die Forschungsfrage kann deshalb gesagt werden, dass der Einbezug der Räumlichkeit als Eigenschaft in dieser Stichprobe zu einer geringen Verbesserung der Messwerte geführt hat und somit eine geringe Verbesserung der Social Presence, der Teamkohäsion und letztlich der Agilen Arbeitsweise bestätigt. Jedoch lassen sich die Erkenntnisse aufgrund fehlender Signifikanz nicht auf die Grundgesamtheit übertragen. Auf Basis der quantitativen Daten müssen die Hypothesen H4 bis H7 deshalb verworfen werden. Somit kann die Räumlichkeit auf Basis der quantitativen Daten zunächst nicht als Eigenschaft der AR-Kollaborationssoftware, welche den Vorteil eines AR-Tools für die agile Arbeitsweise begründet, nachgewiesen werden.

Einen deutlich größeren Erkenntnisgewinn liefern die qualitativen Daten. Die Analyse dieser Daten deckt Unterschiede in den Szenarien auf und lässt weitere Aussagen zu. Zunächst kann festgestellt werden, dass der Aufbau der beiden Szenarien *Direkt* und *Indirekt*, mit der Idee, im indirekten Szenario eine Zusammenarbeit über Microsoft Teams und einem digitalen Whiteboard abzubilden, gut funktioniert hat. Einige Aussagen der Probanden beschreiben das indirekte Szenario als sehr ähnlich zu Microsoft Teams. Die Probanden erkennen hier Abläufe aus dem Videokonferenz-Tool wieder. Somit kann gesagt werden, dass der Aufbau der Studie mit den beiden Szenarien grundsätzlich gut umgesetzt wurde.

In der Interpretation der Ergebnisse wurden bereits Wirkketten dargelegt. Diese sollen auch bei dieser Zusammenfassung dazu dienen, die interessanten, qualitativen Ergebnisse zu strukturieren.

Art der Aufgabe

Aufgrund der Art der Aufgabe ist es für die Probanden nicht nötig, Augenkontakt mit anderen Teilnehmern aufzubauen. Dies wird zusätzlich durch Avatare bestärkt, die aufgrund ihrer fehlenden Mimik und unpersönlichen Repräsentation keinen Mehrwert besitzen. Der Fokus der Nutzer liegt deshalb primär auf dem digitalen Whiteboard, an dem die Post-its räumlich verschoben werden können. Die Art der Aufgabe stellt hier einen großen Unterschied zur Pilotstudie dar, in der der Gegenstand der Evaluation eine Retrospektive war, bei der Personen sehr stark im Zentrum der Aufgabe stehen.

Fokus

Die Nutzung einer AR-Brille führt bei den Nutzern sowohl im indirekten als auch im direkten Szenario zu einem großen Fokus auf die Lösung der Aufgabe. Da andere Medien ausgeschlossen werden und die Teilnehmer sich immersiv im Meeting fühlen, nehmen sie fokussiert am Meeting teil. Dies ist ein großer Vorteil der Technologie für die agile Arbeitsweise.

Beschränktes Sichtfeld

Da die Nutzer grundsätzlich sehr auf das digitale Whiteboard fokussiert sind, schauen sie auch primär auf dieses. Da die AR-Brille ein beschränktes Sichtfeld besitzt, haben die Nutzer grundsätzlich den Raum und andere Personen peripher nicht wahrgenommen. Dies führt dazu, dass die Probanden im indirekten Szenario sehr wenig mit anderen Nutzern interagieren. Stattdessen verschieben die Nutzer Post-its in Einzelarbeit und versuchen, die Aufgabe allein zu lösen.

Beschränkter physischer Platz

Im direkten Szenario betreiben die Probanden dagegen mehr Kommunikation. Der Auslöser dafür ist die erforderliche Koordination aufgrund des beschränkten physischen Platzes in den Räumlichkeiten der Studie. Weil sich die Probanden aufgrund der nötigen Bewegungen durch den Raum häufiger im Weg stehen, nehmen sie zum einen die anderen Teilnehmer aktiver wahr und müssen zum anderen eine Absprache treffen, wie sie sich bewegen. Dies führt auch dazu, dass die Teilnehmer grundsätzlich mehr mit anderen Teilnehmern kommunizieren und interagieren, was wiederum darin resultiert, dass die Aufgabe in der Gruppe gelöst wird. Zusätzlich berichten die Probanden im direkten Szenario von einem besseren Gruppengefühl.

Bewegungen

Die Bewegungen im Allgemeinen werden als positiver Aspekt wahrgenommen und letztlich auch als Vorteil eines AR-Tools betitelt. Gerade für das Szenario eines Workshops oder einer Gruppenarbeit ist die Bewegung förderlich und ein Vorteil für die agile Arbeitsweise.

Mit dieser Zusammenfassung auf Basis der qualitativen Daten fällt die Beantwortung der Forschungsfrage F8 anders aus. Der Aspekt der Räumlichkeit ist basierend auf den qualitativen Daten eine Eigenschaft der AR-Kollaborationssoftware, welche den Vorteil eines AR-Tools für die agile Arbeitsweise begründet, wenn das Ziel durch eine Gruppen- bzw. Teamarbeit erreicht werden soll und alle Teilnehmer aktiv eingebunden werden sollen. So nehmen sich die Teilnehmer in einem

Set-up, bei dem die Räumlichkeit aktiv genutzt wird, gegenseitig mehr war und arbeiten aktiver in einer gemeinsamen Gruppe.

9.8. Einordnung der Pilotstudie in den Forschungsrahmen dieser Arbeit

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen erneut, wie vielschichtig die Evaluation einer Kollaborationssoftware auf Basis der AR ist. Die Erforschung von Kollaborationsszenarien ist dabei von verschiedensten Aspekten abhängig und lenkt die Ergebnisse einer solchen Evaluation analog. Eine Erkenntnis nach dieser Studie ist der Einfluss der Aufgabenstellung auf das Erleben der Nutzer. Im agilen Kontext ergeben sich dabei verschiedene Aufgaben auf Basis der jeweiligen Meeting-Arten aus u. a. dem Scrum Prozess. In der Retrospektive stehen die einzelnen Teilnehmer im Fokus des Meetings. Dabei bemängeln die Probanden aus der Pilotstudie, bei welcher eben jene Retrospektive durchgeführt wurde, negative Aspekte bei der Repräsentation anderer Nutzer durch einen Avatar. In den qualitativen Daten der Pilotstudie machen Aussagen zum Verlust der nonverbalen Kommunikation die zweitgrößte Hauptkategorie, gemessen an der Anzahl der identifizierten Aussagen, aus. Bei der Aufgabe der Räumlichkeitsstudie, welche eher dem Planning Meeting aus dem Scrum Prozess nahekommt, spielen nonverbale Aspekte laut den Probanden nur eine Nebenrolle. Stattdessen ist von einem großen Fokus auf die eigentliche Aufgabe die Rede.

Zwar ist laut den Ergebnissen dieser Studie die Repräsentation der Nutzer keine direkte Hilfe für die Lösung der gewählten Aufgabe, weshalb die Probanden beschreiben, die anderen Teilnehmer auch nicht aktiv anzuschauen. Jedoch kann angenommen werden, dass die Probanden die anderen Teilnehmer mehr beachten würden, wenn die visuelle Repräsentation eine höhere Qualität gehabt hätte. Es ist deshalb auch anzunehmen, dass auf Basis des Design Science Ansatzes mit den Ergebnissen aus der Pilotstudie das Artefakt der AR-Kollaborationssoftware seinen Zweck besser erfüllen kann, wenn eben dieser Aspekt der Repräsentation besser ausgestaltet wird.

Basierend auf dem methodischen Vorgehen nach (Peffer et al., 2020) soll deshalb an dieser Stelle eine neue Iteration eingeleitet werden, welche sich genau diesem Aspekt – der visuellen Repräsentation der Nutzer – widmet. Diese Iteration soll jedoch nicht auf Basis einer Studie, sondern auf Basis einer Literaturrecherche durchgeführt werden. Ziel ist, die visuelle Repräsentation dem aktuellen Stand der Technik anzupassen und einen Typ Avatar für das Artefakt der Kollaborationssoftware auszuwählen und zu integrieren, welcher bereits durch bestehende Forschung validiert ist.

Zusätzlich soll eine weitere Iteration auf Basis des Vorgehens nach (Peffer et al., 2020) den in dieser Studie qualitativ identifizierten Aspekt der verstärkten, gemeinsamen Gruppenarbeit durch den Einbezug der Räumlichkeit weiter untersuchen. Nachdem die Räumlichkeit durch die Studie in

diesem Kapitel grundsätzlich als Ursache identifiziert wurde, welche einen Einfluss auf die Arbeit im agilen Kontext besitzt, sollte durch eine weiterführende Studie untersucht werden, ob der Einfluss auch wissenschaftlich nachgewiesen werden kann.

9.9. Limitationen der Räumlichkeitsstudie

Es hat sich gezeigt, dass quantitativ keine verallgemeinerbaren Erkenntnisse gewonnen werden konnten. Es ist anzunehmen, dass die Nutzung der AR für beide Szenarien der Studie eine zu kleine Variation der unabhängigen Variable bedeutete. Höchstwahrscheinlich wurden durch die Nutzung der AR weitere räumliche Eigenschaften der Technologie (wie z. B. das räumliche Anordnen von Post-its) nicht ausreichend in den Szenarien variiert und somit in beiden Fällen als positiv wahrgenommen. Da die Probanden im qualitativen Teil von sich aus häufiger die AR-Technologie mit z. B. Microsoft Teams oder einem physischen Szenario vergleichen, ist anzunehmen, dass die Basis der Evaluation des quantitativen Teils nicht der jeweils andere Fall, sondern vielmehr die bekannte Art der Kollaboration war. Für weitere Studien empfiehlt es sich deshalb, wieder den Vergleich zwischen anderen Medien zu nutzen.

Aufgrund der festen Kopplung einer Aufgabe an ein Szenario ist es zudem nicht möglich, zu vergleichen, ob die direkte oder indirekte Interaktion zu einer schnelleren Lösung der Aufgabe geführt hat. In einer Folgestudie kann dies ebenfalls untersucht werden, da ein Teil der Probanden hier gegenteilige Aussagen berichtet.

Wie bereits berichtet, hatte die Art der Aufgabe in dieser Studie einen Einfluss auf die Einschätzung der Probanden. Da im Gegensatz zur Pilotstudie in dieser Studie die Aufgabenlösung im Fokus der Interaktion stand und nicht die anderen Teilnehmer, haben die Probanden ihren Fokus auf die Aufgabe gelegt und die Avatare weniger beachtet. Es bleibt die Frage offen, ob die Ergebnisse im Falle einer Aufgabe mit Personen im Fokus anders ausgefallen wären.

Damit eine personenzentrierte Aufgabe grundsätzlich zweckgerichtet durch das AR-Tool unterstützt werden kann, soll im nachfolgenden Kapitel nun der Aspekt der visuellen Repräsentation von Nutzern über einen Avatar wissenschaftlich untersucht werden. Wie bereits eingeleitet, wird dazu eine weitere Iteration durchgeführt.

10. Visuelle Repräsentation

Die Ergebnisse der bisherigen Studien dieser Arbeit decken eine Herausforderung der bestehenden AR-Kollaborationssoftware auf: Die visuelle Repräsentation von Nutzern. Laut der Aussagen aus der Pilotstudie ist die repräsentierte Mimik und Gestik während der Kollaboration nicht auf dem Niveau der realen Zusammenarbeit vor Ort. Auch in der Räumlichkeitsstudie bemängeln die Probanden einen Verlust an Repräsentation, weshalb sie einem Avatar wenig Beachtung schenken und diesen stattdessen als störend empfinden, wenn er im Blickfeld vor dem eigentlichen Inhalt steht. Bildlich lassen sich die Erkenntnisse aus der Räumlichkeitsstudie dabei als Waage darstellen, vergleiche Abbildung 65 links. Die Nutzer wägen bei der Bewertung der Avatare den entstehenden Mehrwert mit dem Grad an Störung ab. Mit dem Status quo empfinden sie den Avatar dabei letztlich nicht als Unterstützung, die Störenden Aspekte fallen hier mehr ins Gewicht.

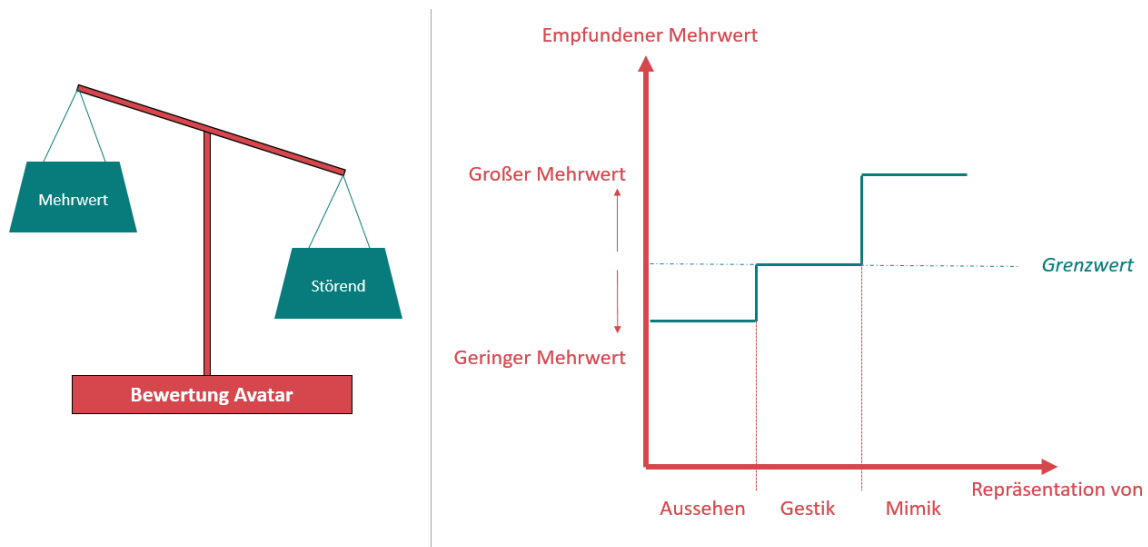


Abbildung 65: Bildliche Darstellung der Bewertung des Avatars anhand der Studie aus der Räumlichkeitsstudie links und qualitative Darstellung der Bewertung aus der Pilotstudie rechts

Auch die Ergebnisse aus der Pilotstudie und initialen Interviewstudie lassen sich bildlich darstellen, vergleiche Abbildung 65 rechts. In den Aussagen beider Studien bewerten die Probanden den empfundenen Mehrwert durch die Avatare in Stufen. Zum Zeitpunkt der Interviewstudie besteht die Repräsentation zunächst aus einem statischen Avatar, der rot eingefärbt ist und das Aussehen des Studienleiters auf Basis eines 3D-Scans besitzt, vergleiche Abbildung 36. Hier wird der Mehrwert durch die Probanden als gering bewertet. Während der Pilotstudie werden weiterentwickelte, personalisierte, cartoonisierte Avatare verwendet. Dabei besitzen die Avatare das Aussehen der jeweiligen Nutzer, vergleiche Abbildung 54. Zusätzlich besitzen die Avatare virtuelle Hände, welche die Handbewegungen und somit eine erste Gestik repräsentieren. Hier wird der Mehrwert als immer

noch nicht ausreichend eingestuft. So ist anhand der Repräsentation der Hände zwar ersichtlich, was ein Nutzer gerade tut z. B. einen Post-it anfassen, jedoch fehlt den Probanden eine ausgereifere Gestik, wie die Repräsentation der kompletten Arme.

Für einen umfassenden Mehrwert vermissen die Probanden vor allem eine mimische Repräsentation. Diese ist in der aktuellen Software nicht integriert und stellt laut den Probanden eine Hürde für den Einsatz in Retrospektiven dar. Im Rahmen des Design Science Ansatzes ist damit ein Aspekt identifiziert, welcher beim Artefakt der AR-Kollaborationssoftware weiterentwickelt werden muss, damit dieses seinen gerichteten Zweck der Verbesserung der Zusammenarbeit im agilen Kontext besser ausüben kann.

Im Rahmen dieses Kapitels wird, wie bereits eingeleitet, jedoch keine Studie durchgeführt, welche die Herausforderung der visuellen Repräsentation in einem Experiment erörtert. Stattdessen ist es das Ziel dieses Kapitels, einen umfassenden Überblick über den Stand der Technik zur visuellen Repräsentation zu geben. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Forschungsfrage:

F9: Wie muss die visuelle Repräsentation eines Nutzers in Form eines Avatars aussehen, um dem aktuellen Stand der Technik gerecht zu werden?

Die nachfolgend dargelegten Erkenntnisse stammen primär aus der durchgeführten Literaturrecherche zu Avataren für die Kollaboration in VR und AR von (Hube & Dyhringer, eingereicht 2023), bei welcher der Autor dieser Arbeit als Zweitautor mitgearbeitet hat. Dabei führte der Erstautor primär die Recherche zum Thema VR durch. Der Autor dieser Arbeit leistete ferner die Recherche für den Bereich der AR. Im Rahmen dieser Arbeit werden die elementaren Aspekte aus der ursprünglichen Veröffentlichung erneut wiedergegeben, um sie im Rahmen des Forschungsvorhabens nutzen zu können.

10.1. Methode der Untersuchung zur visuellen Repräsentation

Die Literaturrecherche wurde auf Basis des PRISMA Ansatzes (McInnes et al., 2018) angefertigt. Ziel war es, den aktuellen Status zur visuellen Repräsentation von Nutzern im Rahmen von kollaborativen VR- oder AR-Anwendungen zu erörtern. Dazu wurde der Suchterm ((„*Virtual Reality*” OR „*Augmented Reality*”) AND „*Avatar*” AND „*Collaboration*”) gebildet. Einbezogen wurden zunächst alle Veröffentlichungen, welche zum Datum des 25.08.2022 in der Scopus Datenbank (Elsevier B.V, 2022) mit jenem Term gefunden wurden, die Abbildung eines Avatars beinhalteten und aus einer der Konferenzen ISMAR, CHI, VRST, VR, SIGGRAPH, TVCG oder CSCW stammen. Dabei wurden zunächst n = 2394 Veröffentlichungen identifiziert. Nach dem

Auswahlprozess, welcher in (Hube & Dyhringer, eingereicht 2023) nachgelesen werden kann, wurden letztlich $n = 49$ Publikationen in die Analyse einbezogen. Diese Publikationen wurden anhand eines Categoriesystems sortiert und quantifiziert. Dabei wurde zunächst die Art der Immersion (=AR oder VR) unterschieden und anschließend die verwendeten Avatare nach ihrem Stil, der Fülle an Körperrepräsentation, der Art der Zusammenarbeit und der Art der Kommunikationskanäle differenziert.

10.2. Auswertung der Untersuchung zur visuellen Repräsentation

Die umfassenden Ergebnisse können in (Hube & Dyhringer, eingereicht 2023) nachgelesen werden. Im Rahmen dieser Arbeit werden nur jene Ergebnisse herausgegriffen, die dem Forschungsvorhaben dieser Arbeit dienen. Dazu wird zunächst kurz die Erkenntnis aus der ursprünglichen Veröffentlichung dargelegt und anschließend der Übertrag zu dieser Forschung geleistet.

Im Rahmen der ursprünglichen Recherche ist aufgefallen, dass es für den Bereich der VR oder den Bereich der AR keine grundlegenden Avatar-Typen gibt. Die identifizierten Cluster innerhalb der Kategorien verteilen sich gleichmäßig über die beiden Technologien hinweg. Deshalb wird bei der Darlegung der Ergebnisse nicht zwischen den Technologien unterschieden. Des Weiteren werden die Erkenntnisse gesamtheitlich für den Anwendungsfall in dieser Arbeit auf die AR-Technologie bezogen.

Stil

In Bezug auf den Stil bedienen sich rund zwei Drittel ($n = 33$) der identifizierten Veröffentlichungen eines realistischen Avatars. Dieser beinhaltet einen anthropomorphisch korrekten Körper und eine realistische Textur. An zweiter Stelle folgen stilisierte Avatare ($n = 11$), welche z. B. cartoonisiert sein können. Gefolgt werden diese von puppenartigen Avataren ($n = 10$), welche eine neutrale Anmutung haben.

Eine neue Art der Repräsentation sind zudem Punktwolken ($n = 3$), welche in Echtzeit zwischen Kollaborateuren übertragen werden. Die Ergebnisse der Forschung zu Punktwolken wie von z. B. (Yu et al., 2021) zeigen, dass für den Fall, dass die Teilnehmer statisch an einem Platz verweilen, eine bessere Repräsentation der Nutzer möglich ist.

Eine der identifizierten Veröffentlichungen (Yoon et al., 2019) vergleicht ferner realistische mit cartoonisierten Avataren und kommt zu dem Schluss, dass für ein Kollaborationsszenario, in dem die Lösung einer Aufgabe mit anderen Personen im Fokus steht, realistische Avatare zu bevorzugen sind.

Kommunikationskanäle

Auf Basis der Kategorisierung ergab sich die Kategorie der Kommunikationskanäle, welche ein Avatar überträgt. Diese unterscheiden sich je nach Kollaborationsart. Übergreifend bilden sich die Kanäle der Stimme, des Gesichtsausdruckes, der Blickrichtung auf Basis von Augenbewegungen und Körperbewegungen. Dabei werden die Stimme ($n = 28$) und die Körperbewegung ($n = 42$) von den meisten Publikationen verwendet und übertragen. Vom Autor dieser Arbeit wird vermutet, dass die Stimme tatsächlich in mehr Publikationen zum Einsatz kommt, aber nicht explizit erwähnt wird, da sie ein Basis-Kommunikationskanal ist.

Die Art der Körperbewegungen wurde in dieser Betrachtung zunächst ausgeschlossen und wird in der Kategorie Körperrepräsentation betrachtet.

Acht weitere Veröffentlichungen verwenden zusätzlich die Augenbewegung und weitere vier Veröffentlichungen den Kanal der Gesichtsausdrücke. Forschung wie (Piumsomboon et al., 2018) zeigt dabei die Bedeutung der Augenbewegungen und Blickrichtung für den Kollaborationsfall auf. Parallel zeigt die Forschung von z. B. (Lugrin et al., 2016; S. Ma et al., 2021) mit welchem Aufwand die Aufzeichnung, Verarbeitung und Übertragung von Gesichtsausdrücken bis dato verbunden ist. Deshalb stellt die Repräsentation von Gesichtsausdrücken noch immer nicht den Stand der Technik dar, sondern ist ferner noch ein Forschungsbereich, der in den Anfängen steckt.

Körperrepräsentation

Die durch die Recherche identifizierten Avatare weisen einen unterschiedlichen Anteil an Körperrepräsentationen auf. Die unterschiedlichen Anteile wurden dabei zusammengeführt zu einer Ganzkörper-Repräsentation, Oberkörper-Repräsentation, Kopfrepräsentation, händischen Repräsentation und inversen Kinematik. Dabei sind die erste, zweite und dritte Kategorie selbsterklärend. Bei einer händischen Repräsentation wird nur die Hand eines Nutzers ohne weitere visuelle Ergänzung abgebildet. Bei der inversen Kinematik werden ferner Teile des Körpers über die gleichnamige Methode animiert.

Die meisten der Publikationen verwenden eine Ganzkörper-Repräsentation ($n = 38$). In ihrer Veröffentlichung zeigen (Yoon et al., 2019), dass eine Ganzkörper-Repräsentation im Vergleich zu anderen Formen die besten Ergebnisse in Bezug auf die soziale Präsenz erzielt und diese Art des Avatars bevorzugt werden sollte. Für den Fall der AR unterscheiden (Yoon et al., 2019) jedoch weiter: Da aufgrund des begrenzten Sichtfeldes meist nur der Oberkörper im Blick eines Nutzers ist, reicht die Repräsentation des Oberkörpers inklusive Arme aus. Die Animation der Körperteile findet vermehrt mittels der inversen Kinematik statt ($n = 8$), baut auf den vorhandenen Sensordaten der verwendeten Hardware auf und ergänzt diese z. B. für die Bewegung von Armen oder Beinen. Bei

vorhandener Hardware (z. B. Sensor-Handschuhen) kann die Erfassung bis auf Fingerbewegungen aufgelöst werden. Durch ein Handtracking kann zudem ein virtueller Zeigestab realisiert werden, welcher über die Repräsentation der Körperbewegungen hinausgeht.

10.3. Definition und Realisierung eines Avatars

Mit der Recherche aus (Hube & Dyhringer, eingereicht 2023) und der Darlegung deren Ergebnisse im letzten Kapitel kann nun ein Avatar definiert werden, welcher den aktuellen Stand der Technik darstellt. Mit diesem kann das Artefakt der AR-Software weiterentwickelt werden, sodass dieses den Zweck besser ausüben kann.

Stil

Für die Arbeit wird im Folgenden ein realistischer Avatar die Basis für eine virtuelle Repräsentation darstellen. Dabei ist der Avatar personalisiert und bildet die wahre Person ab. Zwar zeigen erste Ergebnisse mit Avataren auf Basis von Punktwolken bessere Werte bei Studien, diese beziehen sich jedoch auf den statischen Fall der Zusammenarbeit und eignen sich deshalb nicht für das Vorhaben in dieser Arbeit, da das dynamische Arbeiten bisher eines der Vorteile der AR-Kollaborationssoftware ist. Eine Möglichkeit realistische Avatare zu generieren, ist der Character Creator der Firma Reallusion (Reallusion Inc., 2022). Dieser erlaubt, auf Basis eines 2D-Fotos einen realistischen Avatar zu erzeugen.

Körperrepräsentation

Ferner soll der Avatar für den AR-Anwendungsfall in dieser Arbeit die Repräsentation des Oberkörpers inklusive der vollständigen Arme und Hände beinhalten. Da die verwendete Hardware der HoloLens 2 auch ein Fingertracking erlaubt, sollen die Bewegungen der Nutzer bis auf die Fingerbewegungen aufgelöst werden. Für die Bewegung der Arme und die getrennte Bewegung von Kopf und Rumpf soll auf die inverse Kinematik zurückgegriffen werden, um fehlende Sensordaten (z. B. die Position der Ellenbogen) auszugleichen. Die Repräsentation soll zudem einen Zeigestab beinhalten, welcher die Übertragung weiterer Gestik (z. B. das Zeigen auf Inhalte) erlaubt.

Kommunikationskanäle

Des Weiteren soll der Avatar, wie er es in dieser Arbeit bereits tut, die Stimme der Nutzer (inkl. räumlichem Sound) übertragen. Zusätzlich ist es bereits Stand der Technik, dass die Augenbewegungen übertragen werden. Über die Möglichkeit des Eye-Trackings der HoloLens 2 soll somit eine Augenbewegung der Avatare inklusive einer Animation des Blinzelns realisiert werden.

Eine Repräsentation der Mimik ist zum einen aufgrund der verwendeten Hardware nicht möglich und entspricht zum anderen aufgrund des technischen Aufwandes noch nicht dem aktuellen Stand der Technik. Anwendbare Software, wie SALSA LicSync (Crazy Minnow Studio, 2022), erlauben lediglich die Animation von Gesichtern auf Basis von gesprochenen Phonemen. Eine ähnliche Lösung soll auch für die Avatare dieser Arbeit verwendet werden. So bemängeln die Probanden in der Räumlichkeitsstudie, dass sich bei verbalen Äußerungen von Teilnehmern die Lippen eines Avatars nicht bewegen. Auf Basis der Avatare des Character Creators mit der Möglichkeit, die Gesichtsmimik eines Avatars zu beeinflussen, soll deshalb eine Animation erzeugt werden, welche das Sprechen der Teilnehmer visuell abbildet.

Der letztlich realisierte Avatar 3.0 mit seinen Funktionen kann in Abbildung 66 betrachtet werden. Als Vergleich zu der Generationen 1.0 kann Abbildung 36 und zur Generation 2.0 Abbildung 54 herangezogen werden. Alle Beispiel-Avatare wurden auf Basis des Aussehens des Autors dieser Arbeit erstellt, vergleiche wieder Abbildung 54.

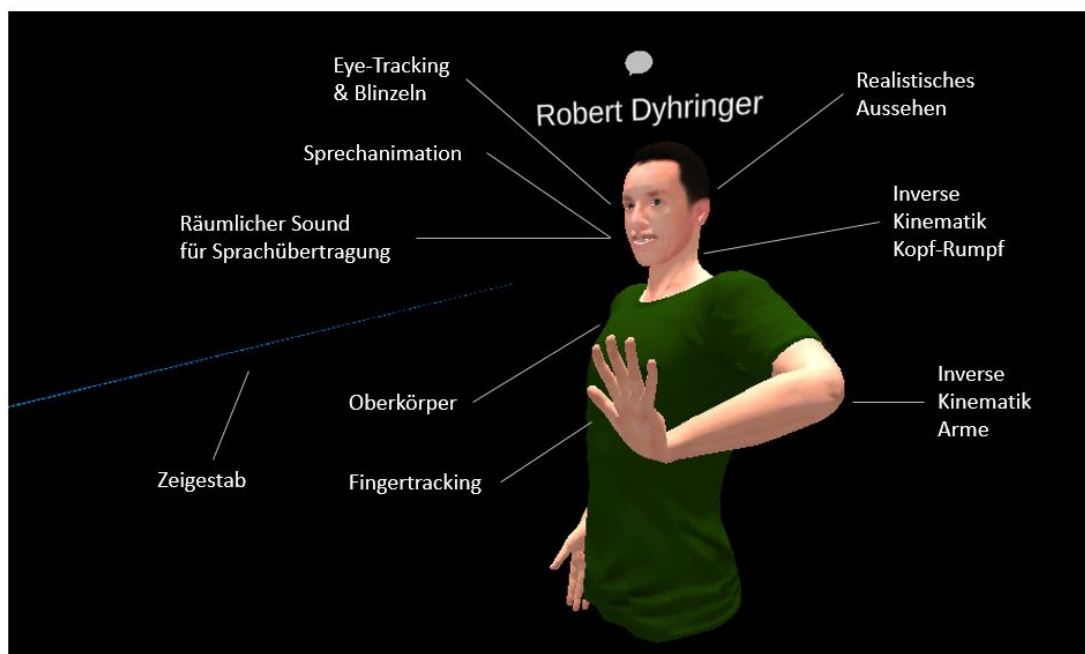


Abbildung 66: Avatar 3.0 auf Basis der Literaturrecherche

Die Abbildung und Umsetzung des realisierten Avatars stellt auch die Beantwortung der Forschungsfrage F9 dar. Der entwickelte Avatar stellt die visuelle Repräsentation eines Nutzers in Form eines Avatars nach dem aktuellen Stand der Technik mit seinen Funktionen dar. Dieser Avatar wurde in eine nutzbare Form im Prototyp der AR-Kollaborationssoftware integriert und kann für neue Nutzer mittels eines Fotos angepasst und vervielfältigt werden.

11. Abschlussstudie

Zum Abschluss dieser Arbeit wird eine letzte Studie entwickelt, welche die Erkenntnisse der bisherigen Forschung im Rahmen des Design Science Ansatzes zusammentragend untersuchen soll. Dazu wird zunächst die Motivation dargelegt, welche zu dieser Studie geführt hat.

Die Studie entstand durch die Unterstützung der Masterarbeit von (Fritsch, 2022). Dabei wurde der Autor der Masterarbeit vom Auto dieser Arbeit angeleitet. Ersterer führte ferner die dargelegte Studie durch und wertete die quantitativen Ergebnisse aus. Die nachfolgende Beschreibung baut auf der Ausarbeitung von (Fritsch, 2022) auf.

11.1. Motivation der Abschlussstudie

Die bisherige Forschung im Rahmen dieser Arbeit hat bereits interessante Erkenntnisse hervorgebracht. Es hat sich gezeigt, dass der Ansatz der Design Science sehr gut für die Erforschung der betrachteten Thematik geeignet ist, da das konkrete Forschungsvorhaben noch nicht umfassend untersucht wurde und deshalb schrittweise erforscht werden muss.

Auf Basis der initialen Interviewstudie und des Modells von (Shannon & Weaver, 1964) wurde zunächst das Kommunik-AR-tionsmodell als erstes Ergebnis abgeleitet, vergleiche Kapitel 6.6. Dieses visualisiert, wie die initialen Vorteile einer AR-Kollaborationssoftware erklärt werden können. Das Modell konnte mit den Ergebnissen der Pilotstudie zum Kommunik-AR-tionsmodell 2.0 weiterentwickelt werden. Es hat sich gezeigt, dass die Räumlichkeit eine Eigenschaft der AR ist, welche mehrere Signale gleichzeitig unterstützt, vergleiche Kapitel 8.6. Um dies weiter zu untersuchen, wurde die Räumlichkeitsstudie entwickelt und durchgeführt. Es konnte qualitativ gezeigt werden, dass die bewusste Nutzung des räumlichen Aspektes bei Interaktionen, Bewegungen und der Audioübertragung eine Veränderung der Gruppenarbeit bewirkt. Quantitativ war ein Nachweis nicht möglich, die Erkenntnis beruht rein auf den qualitativen Daten. Es wird angenommen, dass die grundsätzliche Nutzung der AR für beide Szenarien der Räumlichkeitsstudie den Effekt der Räumlichkeit zu wenig differenziert hat.

Im Rahmen des Design Science Ansatzes soll deshalb mit dem Wissen aus der bisherigen Forschung eine weitere und für diese Arbeit finale Studie konzipiert werden. Dabei schließt sich diese Studie, wie bereits eingeleitet, nach der Methode von (Peppers et al., 2020) an die Ergebnisse der Pilotstudie und Räumlichkeitsstudie an, vergleiche Abbildung 33.

Im Rahmen der Abschlussstudie sollen die Limitationen der bisherigen Studien aufgegriffen werden. So wird für diese Studie ein Stichprobenumfang angestrebt, welcher erneut größer ist und so auch mittlere Effekte quantitativ verallgemeinert bestätigen soll. Des Weiteren sollen, aufbauend auf der

Pilotstudie, die Erkenntnisse der Räumlichkeitsstudie nun wieder mit anderen Kollaborationsformen verglichen werden. Daher wird in dieser Studie ein umfassender Vergleich zu einer physischen Kollaboration vor Ort und zu einer verteilten Kollaboration mittels Videokonferenz durchgeführt.

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Räumlichkeitsstudie werden in dieser Studie zwei Arten von Aufgaben zum Einsatz kommen. Zum einen stehen die Teilnehmer und zum anderen die Aufgabe im Fokus der Kollaboration, um das volle Spektrum der agilen Arbeitsweise abzubilden.

Zur quantitativen Evaluation werden zwei primäre, abhängige Variablen bestimmt: Die soziale Präsenz und das Vertrauen. Die soziale Präsenz wurde bereits während der vorherigen Studien untersucht. In der Pilotstudie wurden die Probanden nur zu einzelnen Items der sozialen Präsenz befragt. In der Räumlichkeitsstudie wurden aus standardisierten Fragebögen Items zur sozialen Präsenz ausgewählt und zu einer Skala zusammengefasst. In dieser Studie kommt nun ein standardisierter Fragebogen zum Einsatz, welcher die allgemeine Vergleichbarkeit herstellt. Die soziale Präsenz soll dabei das qualitative Ergebnis der Räumlichkeitsstudie weiterführend bestätigen. So berichten die Probanden im direkten Szenario der Räumlichkeitsstudie oft von dem Gefühl, mit Anderen in einem Raum gewesen zu sein. Laut den Probanden hat dies zu einer verbesserten Arbeit in der Gruppe geführt.

Die Wahl der abhängigen Variable des Vertrauens beruht auf der Verkettung von mehreren Aspekten. Grundsätzlich wurde die Eigenschaft des Vertrauens durch Kapitel 2.4.2.4 als wichtiges Element der agilen Arbeitsweise beschrieben. Die initiale Interviewstudie bestätigt die Bedeutung durch qualitative Daten. Auch hier wurde das Vertrauen als wichtiger Punkt der agilen Zusammenarbeit berichtet. In der Räumlichkeitsstudie berichten die Probanden bei der Verwendung des AR-Tools qualitativ oft von einem Gefühl des Teams oder der Gruppe. Dieses Gefühl konnte in der Räumlichkeitsstudie jedoch nicht durch die Erfassung der Teamkohäsion quantitativ erklärt werden. Es wird angenommen, dass das Gefühl der Gruppe durch ein grundlegendes Gefühl wie das Vertrauen auf Basis der Beschreibung von (McAllister, 1995) erfasst werden kann.

Die dargelegte Motivation führte zur Forschungsfrage F10. Dabei steht nicht das Novum der Forschungsfrage im Zentrum des Interesses, sondern der methodische Aufbau der Studie. Statt einen gänzlich neuen Aspekt zu untersuchen, soll ferner eine Studie konstruiert werden, welche mit dem Wissen aus der vorherigen Forschung den Vorteil eines AR-Tools final nachweisen kann. Es stellt sich daher die Frage:

F10: Kann mit dem bisherigen Wissen der Vorteil eines AR-Kollaborationstools im Vergleich zu einer vereinten Kollaboration vor Ort und einer verteilten Kollaboration mittels Videokonferenz nachgewiesen werden?

Um die Forschungsfrage beantworten zu können, werden die folgenden Hypothesen abgeleitet, die mittels einer Studie untersucht werden:

H8: Die soziale Präsenz unterscheidet sich zwischen den drei Kollaborationsformen.

wobei

H9: Die soziale Präsenz in einem vereinten Szenario vor Ort ist signifikant höher als in einem Szenario mit AR-Tool oder einer Videokonferenz.

H10: Die soziale Präsenz in einem Szenario mit AR-Tool ist signifikant höher als in einem Videokonferenz-Szenario.

H11: Das Vertrauen unterscheidet sich zwischen den drei Kollaborationsformen.

wobei

H12: Das Vertrauen in einem vereinten Szenario vor Ort ist signifikant höher als in einem Szenario mit AR-Tool oder einer Videokonferenz.

H13: Das Vertrauen in einem Szenario mit AR-Tool ist signifikant höher als in einem Videokonferenz-Szenario.

Des Weiteren wird auf Basis der Räumlichkeitsstudie erwartet, dass sich die Art und Weise, wie Personen zusammenarbeiten, in den unterschiedlichen Konditionen unterscheiden wird. Die indirekte Interaktion der Räumlichkeitsstudie wird von den Probanden in den qualitativen Daten oft mit einer Zusammenarbeit mittels Videokonferenz und digitalem Whiteboard verglichen. Während dieser Zusammenarbeit berichten die Teilnehmer oft von einer Einzelarbeit und einem parallelen Arbeiten ohne viel Kommunikation. Für das direkte Szenario ist dagegen von einer Gruppenarbeit oder Teamarbeit die Rede, bei der viel kommuniziert wird. Es leiten sich daraus folgende Hypothesen ab:

H14: Die beobachtete Zusammenarbeit unterscheidet sich zwischen den drei Kollaborationsformen.

wobei

H15: Die Zusammenarbeit im Team ist in einem vereinten Szenario vor Ort ausgeprägter als in einem Szenario mit AR-Tool oder einer Videokonferenz.

H16: Die Zusammenarbeit im Team ist in einem Szenario mit AR-Tool ausgeprägter als in einem Videokonferenz-Szenario.

Es gilt nun, diese Hypothesen durch eine Studie zu untersuchen. Dazu wird im nächsten Kapitel eine Studie konzipiert.

11.2. Methode der Abschlussstudie

Um die Hypothesen zu untersuchen und die Forschungsfrage zu beantworten, wird nachfolgend eine Studie konzipiert, die in Abbildung 67 dargestellt ist.

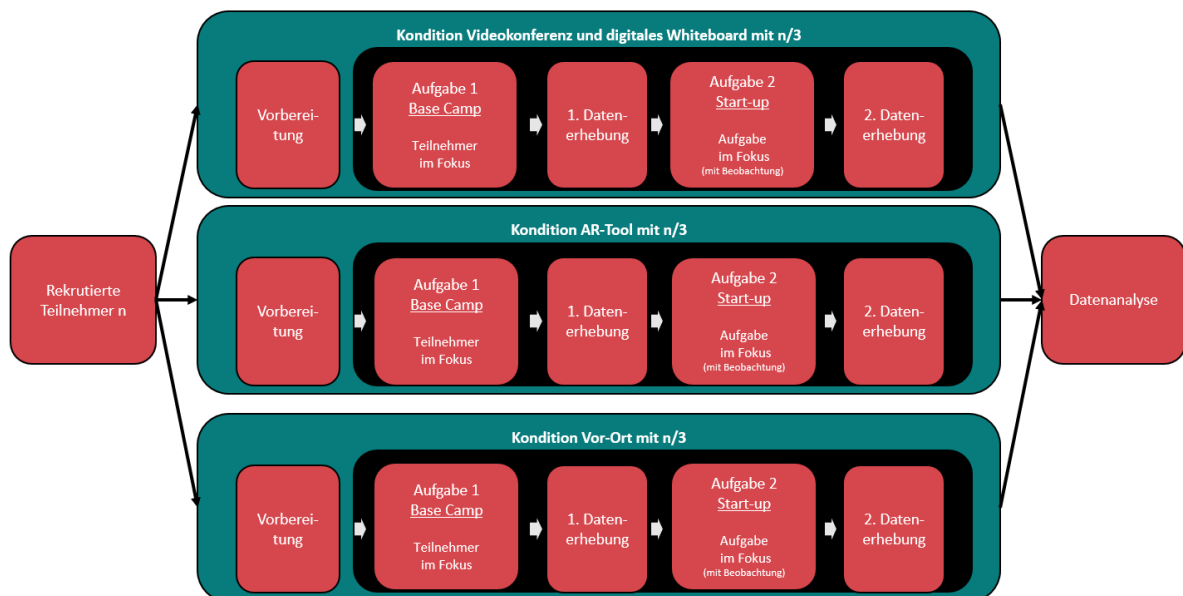


Abbildung 67: Studienaufbau der Abschlussstudie

11.2.1. Studiendesign der Abschlussstudie

Für diese Studie wird grundsätzlich ein Between-Subjects-Design gewählt. Die Wahl dieses Aufbaus erfolgt aufgrund einer zu hohen Komplexität bei einem Within-Subjects-Design. Ziel dieser Studie

ist der Vergleich verschiedener Kollaborationsformen. Im Falle eines Within-Aufbaus hätte jeder Teilnehmer drei Konditionen durchlaufen müssen. In Verbindung mit der Organisation der jeweiligen Gruppen für jeden Messzeitpunkt hätte dies einen enormen Koordinationsaufwand bedeutet. Der Aufbau mit unabhängigen Gruppen gestaltet sich dagegen einfacher.

In Vorbereitung auf diese Studie wurde mittels des Tools *G*Power* (Faul et al., 2007) eine Abschätzung des Stichprobenumfangs für beide Designs vollzogen. Das Ergebnis bestätigt, dass auch mittels eines Between-Subjects-Designs eine Durchführbarkeit mit einem realisierbaren Stichprobenumfang möglich ist, vergleiche nachfolgend Kapitel 11.3.1.

Da die Studie erneut ein Kollaborationsszenario untersuchen soll, wird für die Zusammenarbeit eine Gruppengröße von fünf Personen festgelegt. Da aus der bisherigen Forschung dieser Arbeit bekannt ist, dass die Art der Aufgabe einen Einfluss auf die Wahrnehmung der Gruppe hat, kommen in dieser Studie zwei Aufgabentypen zum Einsatz, welche einen jeweils anderen Fokus besitzen. Eine Aufgabe rückt die Teilnehmer und eine weitere die Aufgabenstellung in den Mittelpunkt. Es wird erwartet, dass die Art der Aufgabe einen Einfluss auf die erhobenen Messgrößen hat, weshalb im Rahmen eines zusätzlichen Between-Subjects-Aufbaus zwei Messzeitpunkte mit zwei Datenerhebungen innerhalb einer Kondition definiert werden.

Des Weiteren wird erwartet, dass das Kollaborationsmedium einen Einfluss auf die Art der Zusammenarbeit hat. So berichten die Probanden in der Räumlichkeitsstudie von einer erhöhten Teamarbeit während des direkten Szenarios. Um dies zu untersuchen, werden die Probanden während der Durchführung der zweiten Aufgabe beobachtet. Auf eine Beobachtung und Aufzeichnung der ersten Aufgabe wird bewusst verzichtet. Da die erste Aufgabe persönliche Aspekte betrachtet, sollen die Teilnehmer nicht durch eine Aufzeichnung beeinflusst werden.

Im Vorlauf der Studie haben die Teilnehmer die Möglichkeit, sich auf die Studie und die verwendeten Tools vorzubereiten. Dies ist vor allem für die Konditionen des AR-Tools und der Videokonferenz inklusive digitalem Whiteboard relevant. Dazu wird den Probanden Material zur Verfügung gestellt, welche die Bedienung der digitalen Tools vermittelt. Für den Fall der Kollaboration über die Videokonferenz und das digitale Whiteboard wird den Probanden dazu ein Beispiel-Whiteboard, auf dem sie spielerisch einige Aufgaben lösen können und dabei alle Funktionen des Tools erlernen, zur Verfügung gestellt.

Für die Teilnehmer des AR-Tools wird ein 30-minütiges Lehrvideo erstellt. Das Video wird den Teilnehmern mit der Übergabe der AR-Brillen ausgehändigt. Es erklärt den Probanden die Bedienung der Brille und fordert zum Üben auf. Dabei wird den Probanden ein Spiel sowie die Einführungsapplikation *Tips* (Microsoft, 2022a) nahegelegt.

Es ergibt sich daraus das grundsätzliche Studiendesign aus Abbildung 67. Im Anschluss an die Durchführung der Studie werden die Daten gesammelt analysiert. Nachfolgend werden nun die einzelnen Elemente der Studie weiter beleuchtet.

11.2.2. Konzeption der Aufgaben der Abschlussstudie

In diesem Kapitel werden die zwei Aufgabentypen dargelegt, welche im Rahmen dieser Studie zum Einsatz kommen. Wie bereits eingeleitet, unterscheiden sich die Aufgaben in ihrem Fokus.

Teilnehmer im Fokus

Für den ersten Teil der Studie (vergleiche Aufgabe 1, Abbildung 67) wird eine Aufgabe gewählt, welche die Teilnehmer in den Fokus der Zusammenarbeit rückt. Im Folgenden wird diese Aufgabe als sog. *Base Camp* bezeichnet und spiegelt ein Format wieder, von dem ein agiler Coach in der initialen Interviewstudie berichtet hat.

Die Aufgabe selbst ist in Teilaufgaben unterteilt, vergleiche Abbildung 68. Die Teilaufgaben eins, zwei und vier werden während der Studie jeweils in Einzelarbeit bearbeitet und im direkten Anschluss an die Bearbeitung in der Gruppe vorgestellt. Teilaufgabe drei wird ferner unmittelbar in einer Gruppenarbeit bearbeitet.

Das Base Camp startet mit der Methode des *Check-ins*, ähnlich zum Aufbau der Retrospektive in der Pilotstudie. Den Teilnehmern steht hier eine Auswahl an Objekten/ Fotos zur Verfügung, aus der sie sich für eins entscheiden. Mittels dieser Objekte/ Fotos stellen sich die Teilnehmer anschließend in der Gruppe vor und erklären, warum welches zu ihnen passt.

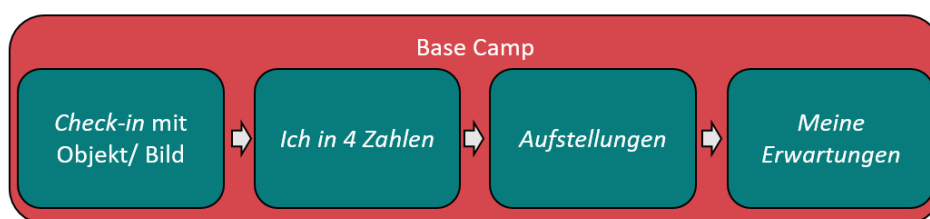


Abbildung 68: Aufbau der ersten Aufgabe – Base Camp

Es folgt darauf die Teilaufgabe *Ich in 4 Zahlen*, bei der jeder Teilnehmer vier Post-its mit jeweils einer bedeutsamen Zahl aus dem eigenen Leben beschriftet und die eigene Auswahl anschließend in der Gruppe erklären soll.

In der dritten Teilaufgabe werden drei *Aufstellungen* (Lieser, 2014) vollzogen. Dabei sollen sich die Probanden auf Basis einer Fragestellung relativ zueinander räumlich platzieren. Es werden folgende

Fragen gestellt: „Wie weit leben Sie aktuell von dem Ort weg, an dem Sie aufgewachsen sind?“, „Was war Ihr schönster Urlaubsort? Die Mitte des Koordinatensystems steht für Deutschland.“, „Wie lange befinden Sie sich schon in Ihrer aktuellen Tätigkeit?“ und „Wenn Sie die Wahl haben, wie arbeiten Sie am liebsten? Die eine Achse steht für sehr strukturiert und vorgeplant bis zu spontan. Die andere Achse für die Arbeit in einem Team bis zu selbstständig und ohne andere Personen.“ Während dieser Aufgabe sind die Teilnehmer angehalten, sich untereinander zu verständigen und abzusprechen, sodass sie sich im richtigen Verhältnis zueinander positionieren können.

Das Base Camp schließt mit der Evaluation der Erwartungen jedes Teilnehmers. Dazu werden die Probanden befragt, was ihre Erwartungen an das Experiment sind und was hinderlich sowie unterstützend für eine positive Erfahrung während des Experimentes wäre. Die Antworten werden zunächst von jedem Teilnehmer auf Post-its gesammelt und anschließend in der Gruppe vorgestellt.

Aufgabe im Fokus

Während der zweiten Aufgabe der Studie sollen die Teilnehmer gemeinsam eine Aufgabenstellung lösen. Hierbei kommt der methodische Rahmen der agilen Arbeitsweise mit dem Regelkreis, vergleiche Kapitel 2.4.2.3, zum Einsatz. Ziel dieser Aufgabe ist die Entwicklung einer gemeinsamen Start-up-Idee auf Basis der Kompetenzen des Teams. Um der Aufgabe einen Rahmen zu geben, soll das Start-up einen definierten Zweck erfüllen: *Das Produkt oder die Dienstleistung soll den Alltag eines Schülers verbessern.*

Im ersten Teil sollen die Teilnehmer zunächst Ideen für das Start-up generieren. Dazu wird der Regelkreis als Methode herangezogen. Alle Einfälle werden zu Beginn auf Post-its gesammelt und anschließend in der Gruppe geclustert. Es folgt darauf die Bewertung der Ideen-Cluster in der Gruppe aus der die Teilnehmer darauf eine finale Idee ableiten sollen, welche sie im Anschluss weiterbearbeiten wollen.

Es folgt der zweite Teil. Hier leiten Fragen das weitere Vorgehen wie folgt an:

- Was sind aus Sicht der Gruppe die fünf wichtigsten Hindernisse oder Probleme auf dem Weg zur Umsetzung der Businessidee?
- Welches dieser Hindernisse oder Probleme ist das Wichtigste aus Sicht der Gruppe und was wären mögliche Lösungsansätze dafür?
- Welche Stärken, Interessen, Fähigkeiten und Fertigkeiten kann jeder der Teilnehmenden einbringen, um die Umsetzung der Businessidee zu unterstützen?
- Welche allgemeinen Umstände helfen der Gruppe bei ihrem Plan? Wer übernimmt welche Rolle bzw. Aufgabe innerhalb des zu gründenden Unternehmens?

Analog zur Pilotstudie wird dazu die Metapher des Schiffes genutzt, vergleiche Abbildung 69, um das Vorgehen zu strukturieren.

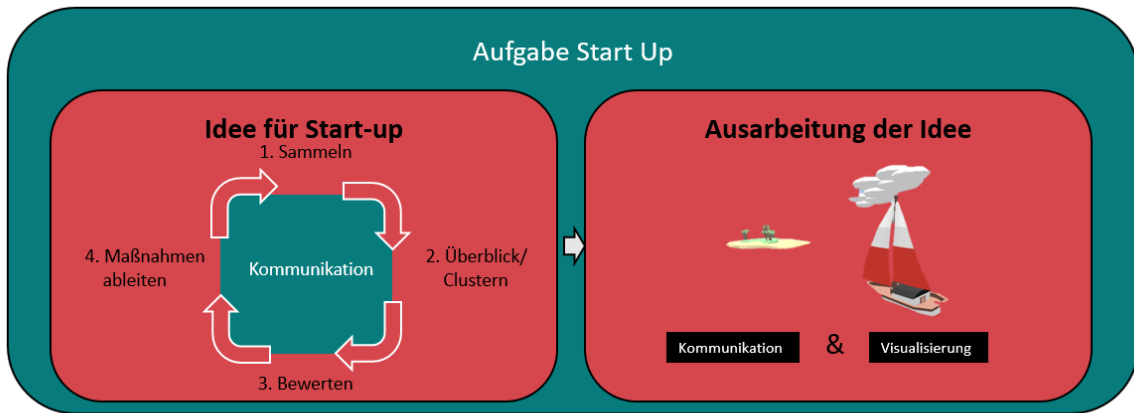


Abbildung 69: Ablauf des zweiten Aufgabenteils

Dabei dient die Insel als Repräsentation der Idee, also dem Ziel der Reise. Der Eisberg dient zur Sammlung der Fragestellungen eins und zwei. Der Wind in den Segeln dient als Raum für die Beantwortung der Frage drei und das Schiff selbst dient Fragestellung vier. Ziel ist es, im Rahmen der zeitlichen Begrenzung die Idee so weit wie möglich in eine Umsetzung zu überführen.

11.2.3. Umsetzung der Konditionen der Abschlussstudie

Die definierten Aufgabenstellungen werden in drei verschiedenen Medien im Rahmen dieser Studie erlebbar gemacht und erlauben so den Vergleich der Medien untereinander. Dabei kommt zum einen das entwickelte AR-Tool zum Einsatz. Zum anderen wird eine verteilte Kollaboration mittels Videokonferenz und digitalem Whiteboard realisiert. Als dritte Umsetzung wird eine vereinte Zusammenarbeit vor Ort betrachtet. Nachfolgend werden die Konditionen kurz dargelegt.

AR-Tool

Für die Umsetzung der Kollaboration in der AR wird der bekannte Prototyp der AR-Kollaborationssoftware herangezogen. Im Vergleich zum bisherigen Stand, wurden dabei die bisherigen Avatare, vergleiche Abbildung 54 mit dem aktuellen Stand der Technik aus Kapitel 10 erweitert und durch neue Avatare, vergleiche Abbildung 66, ersetzt. Es wird in dieser Studie auf die Erstellung von personalisierten Avataren verzichtet, stattdessen werden fünf weibliche und fünf männliche „Dummy-Avatare“ erstellt. Während der Studie soll sichergestellt werden, dass sich die

Probanden zum einen nicht kennen und zum anderen vor der Durchführung der Studie nicht persönlich sehen. So soll erreicht werden, dass die unpersonalisierte Avatare nicht auffallen.

Für die Durchführung des *Check-ins* wurde die Software erweitert. Durch die Projektarbeit von (Nguyen, 2021), welche ebenfalls vom Autor dieser Arbeit angeleitet wurde, ist dazu methodisch ein Tool entwickelt worden, welches über Gegenstände den metaphorischen Check-in ermöglicht, vergleiche Abbildung 70.



Abbildung 70: Das Check-in Tool des AR-Tools aus (Nguyen, 2021)

Im Check-in können die Teilnehmer zum virtuellen Schrank in Echtgröße laufen und ein Objekt aus diesem entnehmen. Das Objekt wird daraufhin im Schrank ersetzt und kann auch von anderen Teilnehmern herausgenommen werden. Der entnommene Gegenstand heftet sich zusätzlich in Miniaturform an den Avatar der Person auf Brusthöhe an, vergleiche Abbildung 71.

Für die Teilaufgaben *Ich in 4 Zahlen* und *Meine Erwartungen* kommen die bekannten Post-its und das Whiteboard des AR-Tools zum Einsatz, vergleiche auch Abbildung 71. Die Fragestellungen und der Ablauf werden auf vorbereiteten Post-its am Whiteboard dargestellt. Virtuelle Boxen dienen zum Ablegen und Strukturieren der Antworten.

Für die Teilaufgabe der *Aufstellungen* werden virtuelle Pfeile auf dem Boden platziert. Je nach Fragestellung kommt dabei entweder nur ein eindimensionaler Richtungspfeil oder ein zweidimensionales Koordinatensystem zum Einsatz. Die Probanden bewegen sich während der Aufgabe mit ihrem Avatar physisch durch den Raum und positionieren sich auf dem Pfeil/ dem Koordinatensystem.

Auch im zweiten Teil kommen zur Generierung der Idee zunächst die Post-its und das Whiteboard zum Einsatz. Auf dem Whiteboard sind dazu die Phasen des Vorgehens in Form von Spalten abgebildet. Für den zweiten Teil der Ausarbeitung wird das bekannte AR-Schiff aus der Pilotstudie verwendet, um die Arbeit zu strukturieren und das Vorgehen zu visualisieren. Beispielhaft kann die Umsetzung während der zweiten Aufgabenstellung erneut in Abbildung 71 betrachtet werden. Zu

sehen sind hier, überlagert im physischen Raum des Studienleiters, die verschiedenen Avatare der Teilnehmer, der AR-Kollaborationsraum mit den Whiteboards und Post-its sowie das AR-Schiff, an dem aktuell Post-its gesammelt werden.



Abbildung 71: Screenshot durch die AR-Brille während der Durchführung der zweiten Aufgabenstellung in der AR-Kollaborationssoftware aus (Fritsch, 2022)

Videokonferenz und digitales Whiteboard

Wie bereits in der Pilotstudie, stellt die Verwendung eines Videokonferenz-Tools in Verbindung mit einem digitalen Whiteboard, auf Basis der initialen Interviewstudie, den bekannten Fall einer verteilten Zusammenarbeit dar. Zur Anwendung kommt in dieser Studie das Videokonferenz-Tool *Zoom* (Zoom Video Communications, 2022) und das digitale Whiteboard *Mural* (Tactivos, 2022). Analog zum Aufbau im AR-Tool werden für die Teilaufgaben einzelne Tabellen und Fragestellungen auf dem Whiteboard vorbereitet und visualisiert. Mittels virtueller Post-its können die Teilnehmer auch hier Informationen auf dem Board festhalten und strukturieren.

Für den *Check-in* wird anstelle von Objekten auf Bilder dieser Objekte (analog zum AR-Tool) zurückgegriffen. Die Probanden können sich ein Bild aussuchen und auf dem Whiteboard platzieren. Die *Aufstellung* wird in dieser Kondition mittels Post-its umgesetzt. So beschrifteten die Teilnehmer einen Post-it mit ihrem Namen und legen diesen auf dem Whiteboard mit den vorbereiteten Achsen ab.

Die genutzte Visualisierung des Schiffes für die letzte Teilaufgabe des zweiten Teils beinhaltet die gleichen Metaphern wie die Umsetzung im AR-Tool und kann in Abbildung 72 betrachtet werden. Während der Zusammenarbeit sind die Teilnehmer angehalten, ihre Videokamera einzuschalten, sodass sich die Teilnehmer auch gegenseitig visuell wahrnehmen können, wobei den Probanden

freigestellt wird, wie sie ihren Bildschirm nutzen. So können sie z. B. das Videokonferenz-Tool neben dem Whiteboard platzieren, analog zu Abbildung 72, oder nur ein Fenster während der Zusammenarbeit in den Vordergrund rücken.

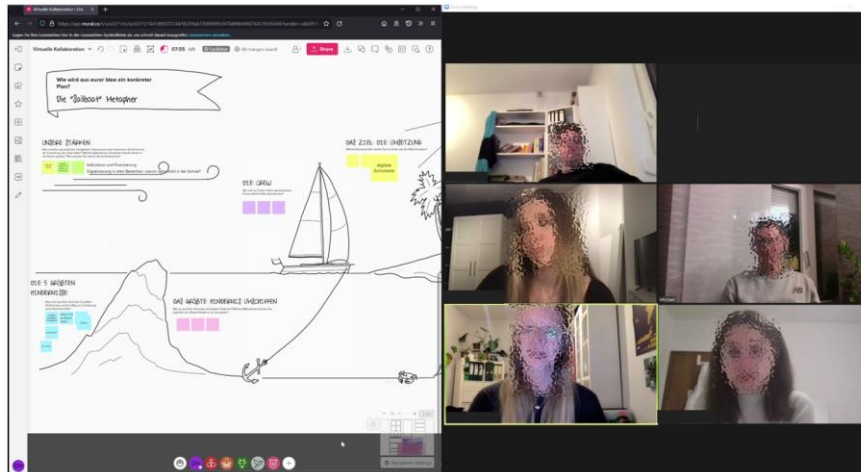


Abbildung 72: Screenshot während der zweiten Aufgabenstellung der Kondition Videokonferenz (rechts) mit anonymisierten Teilnehmern und digitales Whiteboard (links)

Vor Ort

In dieser Studie werden die beiden bereits bekannten Konditionen aus der Pilotstudie zusätzlich mit der vereinten Zusammenarbeit, also einer physischen Zusammenarbeit vor Ort verglichen. In diesem Szenario findet sich die Probandengruppe in einem gemeinsamen Raum zusammen und löst die Aufgaben Face-to-Face. Aufgrund der andauernden COVID-19 Pandemie müssen die Teilnehmer aufgrund des Infektionsschutzgesetzes jedoch eine FFP-2 Maske tragen.

Zum Einsatz kommen in dieser Kondition die aus der initialen Interviewstudie bekannten Werkzeuge des physischen Post-its und des analogen Whiteboards, vergleiche Abbildung 73. Fragestellungen und Orientierungshilfen werden analog zu den beiden anderen Konditionen durch vorbereitete Post-its am Whiteboard dargestellt.



Abbildung 73: Aufnahme während der zweiten Aufgabenstellung bei der Kondition Vor Ort mit anonymisierten Teilnehmern

Für den *Check-in* kommen auch hier Bilder zum Einsatz, welche die gleichen Gegenstände wie in den anderen Konditionen abbilden.

Die *Aufstellung* findet in dieser Kondition wieder räumlich mit dem Bewegen auf ausgelegten Achsen statt.

Für die Methode des Schiffes wird ferner auf die gleiche Visualisierung wie bei der Kondition des Whiteboards zurückgegriffen, wobei das Bild auf DIN-A0 ausgedruckt wird, vergleiche ebenfalls Abbildung 73.

11.2.4. Messinstrumente der Abschlussstudie

In diesem Kapitel werden die verwendeten Messinstrumente dargelegt, welche in der Studie zum Einsatz kommen. Dabei teilen sich die Instrumente in einen quantitativen und einen qualitativen Teil auf.

Quantitative Messinstrumente

Die Hypothesen H8 und H11 mit ihren Teilhypothesen werden im Rahmen dieser Studie quantitativ untersucht. Dabei sollen Hypothesentests mittels einer Varianzanalyse durchgeführt werden, um eine verallgemeinerbare Aussage bilden zu können. Es bietet sich deshalb an, auf validierte, quantitative Fragebögen zurückzugreifen. Durch die Bildung der Hypothesen sind dabei vor allem zwei Skalen interessant, welche quantitativ erhoben werden sollten: Die soziale Präsenz und das Vertrauen.

Auf Basis der Definition der sozialen Präsenz nach (Kreijns et al., 2022) wird ebenfalls das Vorgehen von (Kreijns et al., 2020) zur Erfassung jener Eigenschaft für diese Studie herangezogen, vergleiche

auch Kapitel 2.3. Das Verfahren baut auf einem Fragebogen mit 27 Items auf und leitet daraus die zwei Dimensionen „Bewusstsein anderer“ und „Nähe zu anderen“ ab.

Zusätzlich wird der Fragebogen von (Wei et al., 2012) verwendet, welcher zwölf weitere Items umfasst und die Dimensionen „Intimität“, „Unmittelbarkeit“ und „Co-Präsenz“ beinhaltet. Dabei wird der Aspekt der Co-Präsenz nur als Kontrollvariable aufgenommen, da angenommen wird, dass diese Dimension mit der Definition der sozialen Präsenz nach (Kreijns et al., 2020) übereinstimmt und somit keinen Mehrwert für diese Studie liefert.

Beide Fragebögen arbeiten mit einer fünfstufigen Likert-Skala und befragen die Zustimmung zu einer vorgegebenen Aussage.

Für die Erfassung des Vertrauens wird auf die Definition von (McAllister, 1995), vergleiche Kapitel 2.4.2.4, zurückgegriffen und auch in diesem Fall auf den Fragebogen des gleichen Autors mit elf Items zurückgegriffen. Auch hier wird die Zustimmung zu Aussagen auf einer siebenstufigen Likert-Skala abgefragt.

Da alle genutzten Fragebögen auf Englisch vorliegen, wurden diese unabhängig voneinander durch zwei Personen in die deutsche Sprache übersetzt. Durch einen anschließenden Diskurs zwischen den Übersetzern wurden Unterschiede bei den Übersetzungen in eine einheitliche deutsche Form gebracht. Der vollständige quantitative Fragebogen dieser Studie ist Anhang 14 zu entnehmen. Dieser umfasst weitere Fragestellungen, welche durch die Masterarbeit von (Fritsch, 2022) analysiert wurden, für die Forschung in dieser Arbeit jedoch keinen Mehrwert liefern.

Qualitatives Messinstrument

Für die Untersuchung der Hypothese H14 mit ihren Teilhypothesen wird für diese Studie ein qualitatives Instrument gewählt. Durch eine Beobachtung soll die Zusammenarbeit des Teams zwischen den Konditionen bewertet werden, hierzu kommt die Methode der Videographie zum Einsatz (Tuma et al., 2013). Es findet dabei die Interaktionsanalyse nach (Jordan & Henderson, 1995) Anwendung. Im Speziellen wird die Methode des Interactio-Gram (Atteslander, 1954) in abgewandelter Form angewendet. Dabei werden vor allem zwei Aspekte der Methode von (Atteslander, 1954) verwendet: Zum einen die Kategorisierung der Interaktionen auf Basis eines Katalogs und zum anderen das Sequentialisieren der Beobachtung. Abweichend von der ursprünglichen Methode wird die Interaktion nicht zwischen den Personen, sondern für jede Person einzeln erfasst. Außerdem wird die Sequentialisierung nicht für jede Minute, sondern für jeweils zwei Minuten durchgeführt.

Vor Beginn der Studie wird aufbauend auf der Methode von (Atteslander, 1954) definiert, was durch die Beobachtung der Gruppen kategorisiert werden soll. Dazu wird zunächst ein Beobachtungsgegenstand definiert und anschließend Kategorien bestimmt.

Die qualitativen Daten der Räumlichkeitsstudie beschreiben für das Szenario der indirekten Interaktion erhöhte Anteile eines *parallelen*, unabhängigen Arbeitens. Im direkten Szenario wird dagegen von einer gemeinsamen *Gruppenarbeit* gesprochen. Zur Unterscheidung der beiden Interaktionsformen dient in dieser Studie der Beobachtungsgegenstand des Einbringens. Aus den Interviews der Räumlichkeitsstudie wird deutlich, dass sich die wahrgenommene Gruppenarbeit im direkten Szenario durch die gemeinsame Ausgestaltung von Ideen ausgezeichnet hat. Statt eine Information selbstständig zu verarbeiten und auf einen Post-it zu bringen, wurde die Information diskutiert und gemeinsam verarbeitet. Eine ausgewogene Gruppenarbeit kann somit durch eine hohe und gleichmäßig verteilte Kommunikation definiert werden.

Die Aufzeichnung der Zusammenarbeit wird deshalb in 2-Minuten-Blöcke aufgeteilt. Die Definition dieses Zeitraums basiert induktiv auf einer Sichtung der ersten Aufzeichnungen. Es zeigte sich, dass die Diskussion eines Aspektes während der Aufgabenstellung meist innerhalb von 2 Minuten abgehandelt wird.

Für diese Blöcke wird während der Auswertung die Einbringung jeder Person bewertet. Dies geschieht nicht quantitativ anhand der konkreten Redezeit, sondern qualitativ anhand folgender Kategorien:

- *Leitung*: Leitet die Diskussion wie ein Moderator (zeichnet sich aus durch aktives Fragen stellen und die Leitung des Gespräches)
- *Aktiv*: Bringt sich aktiv in die Diskussion ein (zeichnet sich aus durch Redeanteile und ein bewusstes Zuhören oder ein Beschriften von Post-its)
- *Passiv*: Nimmt still an der Diskussion teil (zeichnet sich aus durch ein stummes Beiwohnen der Zusammenarbeit ohne den Beitrag von Inhalten)
- *Abwesend*: Ist in Einzelarbeit tätig (zeichnet sich aus durch eine Nichtbeachtung der Zusammenarbeit)

Die Bewertung geschieht dabei wie folgt: Leistet ein Teilnehmer einen Beitrag zur Diskussion innerhalb von zwei Minuten und ist bspw. für die restlichen 90 Sekunden still, wird diese Sequenz trotzdem als *Aktiv* bewertet, da er das Gespräch vorangebracht hat. Leistet ein Teilnehmer 120 Sekunden hingegen keinen Beitrag wird diese Sequenz als *Passiv* bewertet. Ist zu beobachten, dass sich der Teilnehmer zusätzlich anderen Aktivitäten widmet, z. B. sein Handy in die Hand nimmt,

wird dies als *Abwesend* kategorisiert. Ist zu bemerken, dass ein Teilnehmer aktiv ist und während der 120 Sekunden die anderen Teilnehmer durch Fragen animiert, einen Beitrag zu leisten, wird dies als *Leitung* kategorisiert.

Über den Ablauf der Aufgabe ergibt sich somit für jede Person eine qualitative Betrachtung der Aktivität mit einer Auflösung von 2 Minuten.

11.3. Durchführung der Abschlussstudie

In diesem Kapitel wird der Ablauf der durchgeführten Studie dargelegt. Dazu wird zunächst auf die Stichprobe eingegangen, welche für diese Studie rekrutiert wurde und anschließend die Durchführung der praktischen Studie beschrieben.

11.3.1. Beschreibung der Stichprobe der Abschlussstudie

In vorangegangenen Studien dieser Arbeit stellte der Stichprobenumfang aufgrund der Rahmenbedingungen zumeist eine Herausforderung dar. So wurde aufgrund des Aufwandes immer eine kleine Stichprobengröße gewählt. Mit der gewählten Größe war die Ableitung verallgemeinerbarer, quantitativer Aussagen bisher jedoch nicht möglich. Deshalb wurde im Vorlauf zu dieser Studie eine Abschätzung der Stichprobengröße mittels des Tools *G*Power* (Faul et al., 2007) durchgeführt, sodass für die quantitativen Daten signifikante Ergebnisse zu erwarten sind.

Für die angestrebte multivariate Varianzanalyse mit einem α -Fehler von 0,05 und einer Teststärke von $1-\beta = 0,85$ bei einem mittleren Effekt, wurde dabei ein Mindestumfang von 75 Teilnehmern definiert.

Um den Aufwand jedoch auch für diese Studie auf einem realistischen Niveau zu halten, wird definiert, dass die Probanden aus dem universitären Umfeld und nicht nur aus dem Arbeitsumfeld stammen dürfen. Die Räumlichkeitsstudie hat den enormen Koordinationsaufwand offengelegt, welcher nötig ist, um die terminliche Abstimmung mit Probanden aus dem Unternehmenskontext zu vollziehen. Es wird erwartet, dass dies bei Studenten einfacher ist.

Auf Basis der Abschätzung wurden für diese Studie 75 Probanden rekrutiert. Über Werbemaßnahmen (E-Mail-Verteiler und Flyer) wurden Teilnehmer aufgerufen, sich für die Studie anzumelden. Die Aufrufe wurden an Universitäten im Raum Nürnberg, Bamberg und Stuttgart geschaltet. Zusätzlich wurden Personen im betrachteten Unternehmen dieser Arbeit angesprochen, um den Mindeststichprobenumfang zu erreichen. Die Bildung von Probandengruppen verlief randomisiert. Nachdem sich Probanden freiwillig zur Studie angemeldet hatten, wurde ein Terminfindungstool zur Verfügung gestellt. Hier konnten sich die Probanden für einen fest definierten Termin (ohne das

Wissen über die Kondition) registrieren. Ein Termin schloss sich automatisch, sobald dieser von fünf Teilnehmern gebucht wurde. Es bildeten sich so 15 Probandengruppen mit je fünf Teilnehmern über die drei Konditionen (AR-Tool, Videokonferenz, Vor Ort).

Mehr als die Hälfte (61,3 %) der Probanden waren Studenten und ein Drittel (33 %) Arbeitnehmer. Das Durchschnittsalter lag bei 24,5 Jahren mit einem unteren Wert von 18 Jahren und einem oberen Wert von 42 Jahren. Zwei Drittel (66,7 %) der Teilnehmer waren weiblich und ein Drittel (33,3 %) männlich. Unterschiede in Bezug auf die Geschlechter, Berufsgruppen und Altersdurchschnitte waren über die Konditionen hinweg nicht signifikant.

11.3.2. Praktischer Ablauf der Abschlussstudie

Die Durchführung der Studie fand im Zeitraum vom 14.02.2022 bis 11.03.2022 statt. Nach der Rekrutierung und Wahl eines Studientermins bekamen die Teilnehmer zunächst vor der Erhebung ein Informationspaket zugesandt. Dieses beinhaltete bereits die Datenschutzerklärung zur Information und im Falle der Kondition des AR-Tools das Einführungsvideo sowie die zu benutzende AR-Brille HoloLens 2 für den Gebrauch von zu Hause. Im Falle der Kondition Videokonferenz mit digitalem Whiteboard erhielten die Probanden das digitale Test-Whiteboard, um sich mit dem Tool vertraut zu machen.

Zum Start der Durchführung wurde den Probanden zunächst der Ablauf der Studie und die Bedienung des Online-Fragebogens für die quantitative Datenerhebung erläutert. Im Falle der Konditionen AR-Tool und Videokonferenz mit digitalem Whiteboard erfolgte die Einführung für alle Teilnehmer von zu Hause über eine Videokonferenz. Aus diesen eigenen Räumlichkeiten absolvierten die Teilnehmer bei beiden Konditionen auch die Studie. Im Falle der Kondition AR-Tool wurde während der Einführung auf ein Videobild verzichtet, damit die Probanden sich vor der Studie nicht persönlich sahen, siehe unpersonalisierte Avatare.

Im Falle der Kondition Vor Ort erfolgte die Einführung in den Örtlichkeiten der Universität Bamberg, Nürnberg oder Stuttgart, wo die Studie ebenfalls in großen Besprechungsräumen durchgeführt wurde. Vor dem eigentlichen Beginn der Studie wurde die Zustimmung über die Datenverarbeitung, die Bestätigung der Freiwilligkeit und die demographischen Merkmale der Probanden eingeholt.

Es folgte darauf der erste Teil der Studie mit dem *Base Camp*. Für diesen Teil wurden 50 Minuten angesetzt. Die Probanden durchliefen dabei die vier Aufgaben.

Im Anschluss an die Aufgaben sollten die Probanden den ersten Teil des Fragebogens beantworten. Es folgte eine 10-minütige Pause zur Erholung der Teilnehmer.

Nach insgesamt 60 Minuten startete der zweite Teil der Studie mit der Aufgabe *Start-up*. Der Versuchsleiter startete hier ebenfalls unbemerkt die Videoaufzeichnung für die qualitative

Beobachtung der Kollaboration. Die Aufgabe sollte nach dem Prinzip der Selbstorganisation gelöst werden, es wurde zu Beginn lediglich eine Person bestimmt, welche als Zeitwächter fungierte und die verbleibende Zeit je Aufgabenteil beachtete. Für den ersten Teil der Aufgabe – die Definition einer Idee für das Start-up entlang des Regelkreises – hatten die Probanden 15 Minuten zur Verfügung. Für die Ausarbeitung der Idee im zweiten Teil der Aufgabe mittels der Metapher des Schiffes standen den Probanden 25 Minuten zur Verfügung.

Im Anschluss an die zweite Aufgabe sollten die Probanden den zweiten Teil des Fragebogens beantworten. Nach dem Durchlauf der Studie wurden die Teilnehmer noch mal explizit auf die Videoaufzeichnung aufmerksam gemacht. Sie hatten hier noch einmal die Möglichkeit, die Löschung der Aufzeichnung zu verlangen, falls während der Studie etwas aufgezeichnet wurde, was gegen den Willen der Probanden sprach. Dies verlangte jedoch kein Teilnehmer.

11.4. Auswertung der Abschlussstudie

Nachfolgend wird die Durchführung der Datenanalyse und deren Ergebnisse dargelegt. Die Teile der quantitativen und qualitativen Datenanalyse werden getrennt voneinander betrachtet. Abschließend werden die Hypothesen bewertet und die Forschungsfrage dieser Studie beantwortet.

11.4.1. Darlegung der quantitativen Ergebnisse der Abschlussstudie

Zunächst werden die quantitativen Ergebnisse der Studie – aufgeteilt in die deskriptive und induktive Statistik – dargestellt.

Deskriptive Statistik

Tabelle 6 fasst die berechneten Mittelwerte und Standardabweichungen für jeden Messzeitpunkt in einem Gesamtüberblick zusammen. Alle Skalen, mit Ausnahme einer Skala (ABT zu T1 $\alpha = 0,66$), weisen einen Cronbachs α von größer 0,7 auf und sind damit reliabel. Aufgrund der geringen Abweichung von ABT zu T1 wird die Skala ebenfalls als reliabel angenommen.

Für die Standardabweichung kann ein erhöhter Wert für die Proximity bei allen Messzeitpunkten und Konditionen gefunden werden. Für nahezu alle Skalen ist zudem die Standardabweichung zum Zeitpunkt T2 größer als zum Zeitpunkt T1.

Für die Mittelwerte kann ein Trend über alle Skalen identifiziert werden. So weisen nahezu alle Skalen der Kondition Videokonferenz einen höheren Mittelwert auf als in der Kondition AR-Tool. Ausnahmen bilden hier die Proximity zum Zeitpunkt T1 sowie ABT zum Zeitpunkt T1, für die in der

Kondition AR-Tool jeweils ein höherer Mittelwert vorliegt. Die Mittelwerte ABT zum Zeitpunkt T2 unterscheiden sich zwischen Videokonferenz und AR-Tool nicht.

Für den Vergleich der Konditionen AR-Tool und Vor Ort ist das Bild der Mittelwerte einheitlicher. Hier liegen alle Mittelwerte der Kondition Vor Ort über denen in der Kondition AR-Tool. Die gleiche Aussage lässt sich auch für den Vergleich der Mittelwerte zwischen der Kondition Videokonferenz und Vor Ort formulieren: Alle Mittelwerte der Vor Ort-Kondition sind höher als in der Kondition Videokonferenz.

Tabelle 6: Deskriptive Darstellung der Skalen über die Konditionen

Skalen	Kondition					
	Videokonferenz		AR-Tool		Vor Ort	
	M	SD	M	SD	M	SD
Soziale Präsenz						
Awareness T1	1,85	0,78	1,22	0,97	2,52	0,7
Awareness T2	1,85	0,91	1,29	0,91	3,2	1,05
Proximity T1	0,23	1,55	0,76	1,83	5,95	1,73
Proximity T2	1,13	2,46	0,93	2,03	6,61	1,79
Intimacy T1	2,99	0,58	3,1	0,6	3,82	0,74
Intimacy T2	3,52	0,67	3,28	0,72	4,02	0,82
Immediacy T1	4,13	0,53	3,94	0,59	4,3	0,57
Immediacy T2	4,36	0,62	4,12	0,6	4,6	0,6
Vertrauen						
CBT T1	5,66	0,53	5,36	0,76	5,97	0,7
CBT T2	5,83	0,6	5,53	0,91	6,29	0,61
ABT T1	4,15	0,58	4,22	0,94	4,78	0,84
ABT T2	4,46	1	4,46	1,07	5,5	0,87

Zusätzlich werden die Differenzen der Mittelwerte innerhalb einer Kondition zwischen den Messzeitpunkten berechnet, vergleiche Tabelle 7. Es zeichnet sich hier ebenfalls ein einheitlicher Trend ab: So ist für die Kondition AR-Tool im Vergleich zu den beiden anderen Konditionen für fast jede Skala der geringste Unterschied in den Mittelwerten von T1 zu T2 aufzufinden. Lediglich für die Skala der Awareness ist bei der Kondition Videokonferenz kein Unterschied zwischen den Messzeitpunkten zu bemerken. Der Vergleich der Mittelwerte für die Kondition Vor Ort gegenüber den anderen Konditionen fällt für vier von sechs Skalen am Größten aus. Lediglich für die Skalen Proximity und Intimacy sind bei der Kondition Videokonferenz größere Unterschiede in den Mittelwerten aufzufinden.

Tabelle 7: Differenzen der Mittelwerte je Variable über die Messzeitpunkte und Konditionen mit farblicher Codierung (Unterschied gering = grün, Unterschied groß = rot)

Skalen	Kondition		
	Videokonferenz	AR-Tool	Vor Ort
	<i>delta M von T1 zu T2</i>	<i>delta M von T1 zu T2</i>	<i>delta M von T1 zu T2</i>
Soziale Präsenz			
Awareness	0	0,07	0,68
Proximity	0,9	0,17	0,66
Intimacy	0,53	0,18	0,2
Immediacy	0,23	0,18	0,3
Vertrauen			
CBT	0,17	0,17	0,32
ABT	0,31	0,24	0,72

Die deskriptiven Ergebnisse zeigen bereits eine Tendenz auf. So bildet sich auf Basis der Mittelwerte folgende Abstufung von den höchsten zu den niedrigsten Werten für das Vertrauen und die soziale Präsenz: Vor Ort -> Videokonferenz -> AR-Tool. Ob diese Aussage auch verallgemeinerbar ist, muss die Interferenzstatistik untersuchen. Gleichzeitig zeigt sich bei der Betrachtung der Mittelwerte über die Messzeitpunkte, dass für die Kondition des AR-Tools kaum eine Veränderung der Messwerte aufzufinden ist. Die Mittelwerte liegen zu beiden Zeitpunkten ohne größere Veränderung auf einem niedrigen Niveau. Für die Kondition Vor Ort zeigt sich ein gänzlich anderes Bild. So sind die Mittelwerte zum einen auf einem hohen Niveau und steigern sich zusätzlich noch am stärksten über die Messzeitpunkte. Die Kondition der Videokonferenz verhält sich ähnlich wie die Kondition Vor Ort. Auch hier nehmen die Werte zum zweiten Messzeitpunkt merklich zu.

Inferenzstatistik

Für die zweite Betrachtung werden die Daten zunächst mittels des Shapiro-Wilk-Tests auf Normalverteilung geprüft. Für T1 wird dabei für die Skala der Immediacy in der Kondition Vor Ort und für die Skala CBT in der Kondition AR-Tool keine Normalverteilung aufgefunden. Für T2 gilt selbiges für die Skalen Awareness, Proximity, Intimacy und CBT für die Kondition Vor Ort. Eine grafische Betrachtung der Verteilung legt jedoch eine Normalverteilung für alle Skalen nahe, weshalb für alle Analysen parametrische Verfahren zur Anwendung kommen.

Für die Auswertung wird eine multivariate Varianzanalyse mit Messwiederholungen (rmMANOVA) sowie ein Tukey-Test für paarweise Post-Hoc Vergleiche durchgeführt. Das Ergebnis der Post-Hoc Tests ist in Tabelle 8 dargestellt. Es ergeben sich signifikante Mittelwertunterschiede zwischen der

Kondition Vor Ort und dem AR-Tool für die Skala der Awareness ($p < 0,001$), Proximity ($p < 0,001$) und Intimacy ($p < 0,001$) und ebenfalls signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Konditionen Vor Ort und Videokonferenz für die Skalen Awareness ($p < 0,001$), Proximity ($p < 0,001$) und Intimacy ($p = 0,001$). Mit diesem Ergebnis ist die Hypothese H9 anzunehmen. Die soziale Präsenz ist im Vor Ort-Szenario signifikant höher als bei der Zusammenarbeit mittels Videokonferenz und AR-Tool.

Ein signifikanter Mittelwertunterschied zwischen den Konditionen Videokonferenz und AR-Tool kann nur für die Awareness ($p = 0,029$) gefunden werden. Dieser zeigt ein signifikant höheres Ergebnis für die Videokonferenz und ist damit gegenteilig zur ursprünglichen Hypothese H10. Für die Proximity ($p = 0,943$) und Intimacy ($p = 0,926$) können im Vergleich von AR-Tool und Videokonferenz ferner keine weiteren signifikanten Mittelwertunterschiede identifiziert werden. Deshalb muss die Hypothese H10 verworfen werden.

In Bezug auf das Vertrauen kann ein signifikanter Mittelwertunterschied zwischen der Vor Ort-Kondition und dem AR-Tool für CBT ($p = 0,001$) und ABT ($p = 0,002$) gefunden werden. Zwischen der Kondition Vor Ort und Videokonferenz liegt lediglich ein signifikanter Mittelwertunterschied für ABT ($p = 0,001$) vor. Die Hypothese H12 kann deshalb nur zum Teil angenommen werden. Zwischen den Konditionen Videokonferenz und AR-Tool liegen ferner keine signifikanten Mittelwertunterschiede vor, somit muss Hypothese H13 verworfen werden. Hier kann stattdessen die Gegenhypothese angenommen werden: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Vertrauen im Szenario des AR-Tools und dem Szenario der Videokonferenz.

Die Hypothesen H8 und H11 müssen letztlich ebenfalls verworfen werden. Zwar zeigen sich signifikante Unterschiede für die soziale Präsenz und das Vertrauen für den Fall der Vor Ort Zusammenarbeit im Vergleich zur Videokonferenz und im Vergleich zum AR-Tool, jedoch fehlen signifikante Erkenntnisse zwischen den beiden anderen Konditionen. Die deskriptiven Ergebnisse zeigen jedoch einen Trend auf, da alle Mittelwerte in der Kondition Videokonferenz mit einer kleinen Differenz höher sind als in der Kondition des AR-Tools.

Tabelle 8: Ergebnisse des Tukey-Post-Hoc Tests

Skalen	Bedingung (1)	Bedingung (2)	Mittlere Differenz (1-2)	SE	p
Awareness	AR-Tool	Videokonferenz	-0.599	0.229	.029
	AR-Tool	Vor Ort	-1.607	0.229	< .001
	Videokonferenz	Vor Ort	-1.009	0.229	< .001
Proximity	AR-Tool	Videokonferenz	0.167	0.513	.943
	AR-Tool	Vor Ort	-5.435	0.513	< .001
	Videokonferenz	Vor Ort	-5.602	0.513	< .001
Intimacy	AR-Tool	Videokonferenz	-0.065	0.174	.926
	AR-Tool	Vor Ort	-0.730	0.174	< .001
	Videokonferenz	Vor Ort	-0.665	0.174	.001
CBT	AR-Tool	Videokonferenz	-0.300	0.172	.194
	AR-Tool	Vor Ort	-0.673	0.172	.001
	Videokonferenz	Vor Ort	-0.373	0.172	.082
ABT	AR-Tool	Videokonferenz	0.028	0.227	.992
	AR-Tool	Vor Ort	-0.800	0.227	.002
	Videokonferenz	Vor Ort	-0.828	0.227	.001

11.4.2. Darlegung der qualitativen Ergebnisse der Abschlussstudie

Aufgrund von technischen Problemen konnten nicht alle durchgeführten Erhebungen auf Video aufgezeichnet werden, sodass in Summe vier Videoaufzeichnungen je Kondition mit einer Gesamtlänge von 551 Minuten in die Auswertung eingeflossen sind. Die Bewertung des Verhaltens startete, sobald sich die Teilnehmer in eine Diskussion begaben.

Die Daten wurden für die weitere Analyse quantifiziert, um eine Vergleichbarkeit herzustellen. Dazu wurden die Zählungen innerhalb einer Kategorie für jede Person aufsummiert. Anschließend wurden die Zählungen der Kategorien für einen Termin über alle Teilnehmer zusammengezählt und prozentual ausgedrückt, vergleiche Tabelle 9. So ergibt sich für jeden Durchlauf ein prozentualer Anteil der Aktivitäten der gesamten Gruppe. Im letzten Schritt wurden die Aktivitäten auf der Ebene der Kondition zusammengefasst, vergleiche ebenfalls Tabelle 9.

Übergreifend betrachtet, sind die Ergebnisse der globalen Gruppenvergleiche über die Konditionen ähnlich verteilt. Bei allen Konditionen macht die Kategorie Aktiv den Großteil des Verhaltens aus. Mit einem weitaus geringeren Anteil liegt das passive Verhalten auf zweiter Position. Mit großem Abstand folgt darauf das Verhalten der Leitung für zwei der drei Konditionen und die Abwesenheit für eine Kondition.

Die Auswertung des Verhaltens der Leitung offenbart keinen Mehrwert. So kann zwar für die Kondition des AR-Tools kein Verhalten der Leitung identifiziert werden, jedoch sind auch für die anderen beiden Konditionen die Anteile auf einem sehr niedrigen Niveau. Gleiches gilt für das Verhalten der Abwesenheit, welches nur bei einer einzigen Person identifiziert wird.

Während der Auswertung der Videoaufzeichnungen fällt eine Besonderheit bei der Kondition Videokonferenz auf. Bei drei von vier Durchläufen treten längere, stille Phasen (Durchlauf 04.03: 3-mal, Durchlauf 03.03: 9-mal, Durchlauf 15.02: 3-mal) auf, in denen über mehrere Sekunden keine Wortbeiträge geleistet werden und die Gruppenarbeit merklich ins Stocken kommt. In der Kondition Vor Ort kann dies gar nicht und in der Kondition AR-Tool nur 1-mal in gleicher Form wahrgenommen werden. Dies zeigt, dass es während der Kondition Videokonferenz mehrmals vorkommt, dass alle Probanden gleichzeitig in das passive Verhalten verfallen und die Zusammenarbeit stockt.

Vergleicht man die aufsummierten Anteile der Konditionen miteinander, können diese in zwei Bereiche geteilt werden. Die Konditionen Vor Ort und AR-Tool bilden dabei einen Bereich mit einem sehr hohen aktiven Anteil (größer 75 %) bei gleichzeitig niedrigem passiven Anteil (kleiner 20 %). Innerhalb dieses Bereiches liegt die Kondition Vor Ort mit einem aktiven Anteil von 87,88 % vor der Kondition des AR-Tools mit 84,25 %.

Einen zweiten Bereich mit einem immer noch hohen, aber im Vergleich etwas geringeren aktiven Anteil bildet die Kondition der Videokonferenz mit 72,25 %.

Bezogen auf die Abweichung vom Mittelwert einer Kondition ist festzustellen, dass die Werte der Kategorie Aktiv für die Konditionen Vor Ort und AR-Tool in einem ähnlichen Bereich liegen. Die Summe der Beträge der Abweichung eines Durchlaufs bezogen auf den Mittelwert einer Kondition liegt hier bei 18,26 für die Vor Ort-Kondition und 14,5 für die AR-Tool Kondition. Bei der Kondition Videokonferenz liegt die aufsummierte Abweichung dagegen bei 35,46. und die Werte streuen somit deutlicher.

Mit diesen Ergebnissen kann nun auch die Hypothese H1 mit ihren Teilhypothesen bewertet werden. Die Teilhypothese H15 muss mit der Erkenntnis aus dem vorherigen Abschnitt abgelehnt werden. Da sich die Zusammenarbeit in Bezug auf die Anteile eines aktiven Verhaltens zwischen den Konditionen AR-Tool und Vor Ort nicht stark unterscheidet, ist die Zusammenarbeit im Vor Ort-Szenario nicht ausgeprägter. Jedoch kann gesagt werden, dass die Zusammenarbeit im Vergleich zum Videokonferenz-Szenario tatsächlich ausgeprägter ist.

Die Teilhypothese H16 kann basierend auf den Erkenntnissen angenommen werden. In Bezug auf die Anteile eines aktiven Verhaltens ist die Zusammenarbeit im AR-Tool ausgeprägter als im Szenario der Videokonferenz. Zusätzlich gerät die Zusammenarbeit in der Kondition der

Videokonferenz häufiger mit einer mehrere Sekunden langen Phase der Passivität aller Teilnehmer ins Stocken.

Tabelle 9: Tabellarische Übersicht der Aktivitäten der Gruppen je Kondition

Gruppenergebnisse Vor Ort				
Gruppe	Anteil der Aktivität in %			
	Leitung	Aktiv	Passiv	Abwesend
10. Mrz	5,00	78,75	15,00	1,25
23. Mrz	0	90,67	9,33	0
25. Feb	1,11	91,11	7,78	0
28. Feb	0	91,00	9,00	0
Summe	1,53	87,88	10,28	0,31

Gruppenergebnisse AR-Tool				
Gruppe	Anteil der Aktivität in %			
	Leitung	Aktiv	Passiv	Abwesend
28. Feb	0	86,67	13,33	0
01. Mrz	0	86,67	13,33	0
17. Feb	0	86,67	13,33	0
18. Feb	0	77,00	23,00	0
Summe	0	84,25	15,75	0

Gruppenergebnisse Videokonferenz				
Gruppe	Anteil der Aktivität in %			
	Leitung	Aktiv	Passiv	Abwesend
03. Mrz	0	78,89	21,11	0
04. Mrz	1,90	65,71	32,38	0
14. Feb	0	83,33	16,67	0
15. Feb	5,26	61,05	33,68	0
Summe	1,79	72,25	25,96	0

Die Hypothese H14 kann somit letztlich nur zum Teil angenommen werden. Die beobachtete Zusammenarbeit unterscheidet sich nicht zwischen den drei Kollaborationsformen, sondern nur in der Kollaborationsform der Videokonferenz. Die Konditionen des AR-Tools und die Kondition Vor Ort verhalten sich dagegen sehr ähnlich.

11.5. Beantwortung der Forschungsfrage der Abschlussstudie

Nachdem die Hypothesen anhand der Ergebnisse bewertet wurden, kann nun die Forschungsfrage F10: *Kann mit dem bisherigen Wissen der Vorteil eines AR-Kollaborationstools im Vergleich zu einer*

vereinten Kollaboration vor Ort und einer verteilten Kollaboration mittels Videokonferenz nachgewiesen werden? beantwortet werden. In der durchgeführten Abschlussstudie kann der Vorteil eines AR-Kollaborationstools im Vergleich zu einer vereinten Kollaboration Vor Ort und verteilten Kollaboration mittels Videokonferenz nur zum Teil nachgewiesen werden. Die Begründung soll dabei in zwei Teilen geleistet werden.

Mittels der Untersuchung der Hypothesen H8 und H11 und ihren Teilhypothesen lässt sich zunächst feststellen, dass sich das AR-Kollaborationstool auf dem gleichen Niveau wie die Kollaboration mittels Videokonferenz und digitalem Whiteboard befindet. In Bezug auf das Vertrauen und die soziale Präsenz gibt es keine signifikanten Unterschiede während der Verwendung. Zwar sind die Mittelwerte in der deskriptiven Betrachtung für die Kondition der Videokonferenz höher, jedoch sind diese Unterschiede nicht verallgemeinerbar. Trotz des bewussten Aufbaus der Studie mit ausgeprägten Aspekten der Räumlichkeit kann im Vergleich zu einer Videokonferenz nicht nachgewiesen werden, dass die Annahmen aus dem Kommunik-AR-tionsmodell einen Einfluss auf die soziale Präsenz oder das Vertrauen in der Gruppe besitzen.

Als Zweites kann in Bezug auf die Zusammenarbeit ein Vorteil des AR-Kollaborationstools nachgewiesen werden: So nehmen die Teilnehmer während der Zusammenarbeit mittels des AR-Tools im Vergleich zur Zusammenarbeit mittels einer Videokonferenz mit digitalem Whiteboard qualitativ betrachtet, aktiver teil. Der Anteil des aktiven Verhaltens ist dabei auf dem gleichen Niveau wie bei einer vereinten Zusammenarbeit vor Ort. Es kann deshalb angenommen werden, dass die Räumlichkeit, welche in den Konditionen Vor Ort und AR-Tool vorhanden und in der Kondition Videokonferenz abwesend war, wie im Kommunik-AR-tionsmodell angenommen, einen Einfluss auf die Zusammenarbeit hat.

12. Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Arbeit

Abschließend wird das Ergebnis dieser Arbeit, welches sich aus den Teilergebnissen der einzelnen Studien zusammensetzt, dargelegt. Ziel ist es, die initiale Forschungsfrage

LF: Wie kann eine AR-Kollaborationslösung die praktische agile Arbeitsweise in geographisch verteilten Teams der Automobilentwicklung im Vergleich zu herkömmlich eingesetzten Lösungen verbessern?

mit ihren Unterfragen

UF1: Wo liegen die Vorteile einer AR-Kollaborationslösung für die verteilte agile Arbeitsweise in Teams der Automobilentwicklung?

UF2: Wo liegen die Nachteile einer AR-Kollaborationslösung für die verteilte agile Arbeitsweise in Teams der Automobilentwicklung?

anhand der Ergebnisse dieser Arbeit zu beantworten. Zunächst wird der Aspekt des Artefaktes der AR-Kollaborationssoftware behandelt. Mit der Darlegung des finalen Entwicklungsstandes wird dabei der technische Aspekt der AR-Kollaborationslösung aus der Forschungsfrage LF beantwortet. Anschließend werden die Forschungsfragen UF1 und UF2 beantwortet und mittels dieser Antworten die übergreifende Forschungsfrage LF final erörtert.

12.1. Das finale Artefakt der AR-Software dieser Arbeit

Diese Arbeit verwendet den Ansatz der Design Science, um das Artefakt der AR-Kollaborationssoftware methodisch zu entwickeln und damit die Forschungsfragen der Arbeit beantworten zu können. Über die Iterationen der Arbeit wurde das Artefakt erweitert und fortlaufend in eine nutzbare Software überführt. In diesem Kapitel wird der finale Entwicklungsstand des Artefaktes strukturiert dargestellt. Dazu greift es die Aspekte der einzelnen Weiterentwicklungen aus der bisherigen Beschreibung der Prototypen auf und führt sie kondensiert zusammen. Zusätzlich werden Aspekte benannt, welche nicht direkt aus der Forschung dieser Arbeit, jedoch aus der praktischen Nutzung der Software im betrachteten Automobilkonzern stammen.

Durch die Darlegung soll es nachfolgender Forschung möglich sein, den Ausgangspunkt für fortführende Untersuchungen definieren zu können. Abbildung 74 gewährt zudem einen Einblick in

die entwickelte Software. Die Darlegung strukturiert sich nachfolgend anhand von definierten Aspekten.

Grundstruktur

Wie in Kapitel 6.2.2 beschrieben, baut die AR-Kollaborationssoftware auf der Game Engine Unity (Unity Technologies, 2022) auf, speziell wird die Version Unity2020.3.26f1 verwendet. Mittels des Microsoft Toolkits (Microsoft, 2022d), speziell MRTK 2.8.3, wird eine 3D-Umgebung geschaffen, die auf der AR-Brille Microsoft HoloLens 2 (Microsoft, 2022c) erlebbar ist und mittels Handgesten gesteuert werden kann. Im Laufe der Entwicklung ist das OpenXR Framework (Khronos Group Inc, 2023) integriert worden, welches es erlaubt, die entwickelte Software auch auf anderen AR- und VR-Geräten zu nutzen. In einem Versuch wurde die Software bereits erfolgreich auf einem PC mit einer HTC Vive Pro VR-Brille betrieben. In Zukunft können dadurch weitere Studien über den Vergleich der Kollaborationssoftware in einer AR- und VR-Variante angestellt werden. Aus wissenschaftlicher Sicht war es zunächst wichtig, die AR-Technologie im betrachteten Umfeld grundsätzlich zu untersuchen, vergleiche Literaturrecherche. Aus Anwendungssicht besitzt die AR-Technologie zusätzlich einen weiteren Vorteil. In der dargestellten Situation in Abbildung 74 befinden sich zwei Personen im gleichen physischen Raum (die erste Person links in schwarz und die zweite Person, welche das Foto durch die eigene AR-Brille aufnimmt), während zwei weitere Personen virtuell von einem anderen physischen Ort zur Kollaboration dazu stoßen. Durch die Technologie ist es somit möglich, den Mixed Presence-Bereich – vergleiche Abbildung 7 – für die Kollaboration zu nutzen. In den wissenschaftlichen Studien dieser Arbeit wurde dieser Bereich aus Komplexitätsgründen nicht beachtet. Bei der praktischen Anwendung der Software im betrachteten Automobilkonzern zeigt sich jedoch eine Stärke dieser Umsetzung, da der Anwendungsfall der Mixed Presence vor allem nach der COVID-19 Pandemie aufgrund der höheren Homeoffice-Anteile (Demmelhuber et al., 2020) an Bedeutung gewonnen hat.

Über das Photon PUN SDK (Exit Games, 2022) ist die Software kollaborationsfähig gestaltet (speziell Photon PUN 2). Über einen zentralen Server und eine WebSocket-Verbindung wird für jeden Client zum einen die Synchronisation von Objekten und Interaktionen gewährleistet, vergleiche Abbildung 35. Zum anderen wird über eine Audioverbindung, welche ebenfalls durch den zentralen Server aufgebaut wird, die Übertragung des räumlichen Sounds ermöglicht (speziell Photon Voice 2). Es hat sich gezeigt, dass unter anderem der räumliche Sound einen wichtigen Einfluss auf die Kollaboration besitzt, vergleiche Aussagen aus der Räumlichkeitsstudie. Dies wird auch durch Forschung aus anderen Bereichen bestätigt, vergleiche z. B. (Hollier et al., 1999; Inkpen et al., 2010).

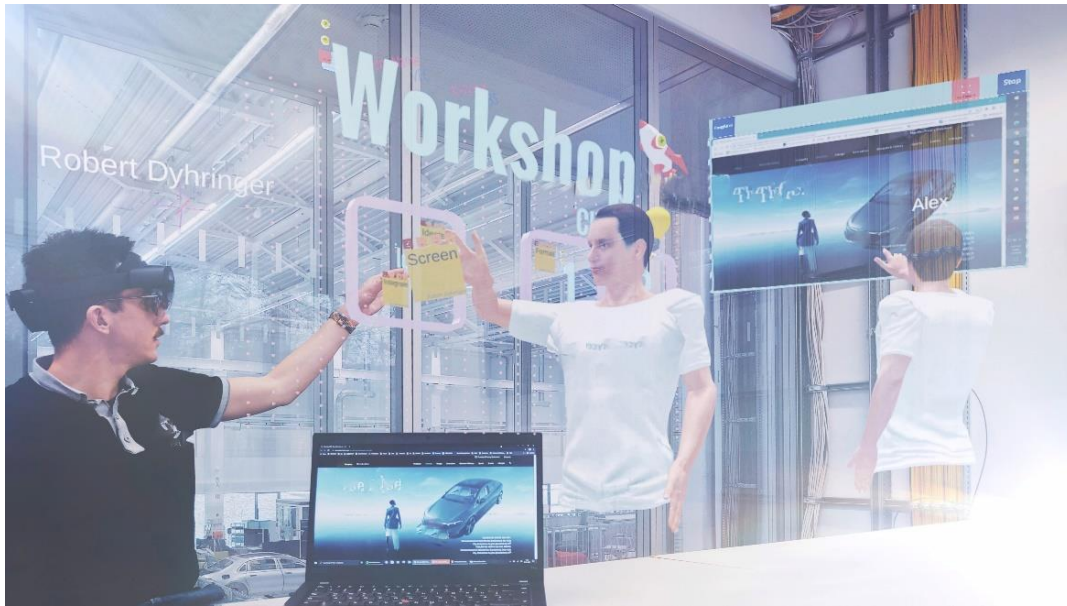


Abbildung 74: Der finale Stand des Artefaktes der AR-Kollaborationssoftware

Die Logik des Photon SDK erlaubt neben der Synchronisation von Objekten auch die Organisation von sog. *Räumen* und Nutzern. Durch die Räume ist es möglich, dass mehrere Personen parallel in unterschiedlichen Sessions arbeiten. Für die Administration von Räumen und Authentifizierung von Nutzern – gemäß den Richtlinien des betrachteten Automobilkonzerns – wurde der Server durch einen Web-Service erweitert. Dieser Service erlaubt zusätzlich das Speichern der virtuellen Räume, da sich in der Interviewstudie gezeigt hat, dass es wichtig ist, als Moderator oder Coach einen Raum für einen Workshop vorbereiten zu können. In der praktischen Umsetzung werden dabei in einem String alle Objekte inklusive der Position und objektigen Daten (z. B. der Text auf einem Post-it) für einen virtuellen Raum gespeichert und in einem NoSQL-Datenbankmanagementsystem abgelegt. Die Grundstruktur der Software hat sich über die Iterationen stetig weiterentwickelt. Die hier beschriebene Struktur stellt den finalen Stand dar.

Kollaborationsmittelpunkt

Das Zentrum der Kollaborationsumgebung bildet ein virtuelles Whiteboard. Es hat sich über die Iterationen der Software gezeigt, dass ein initiales Whiteboard, welches sich bei allen Nutzern an einer ähnlichen physischen Position befindet, besser für den Fall der agilen Kollaboration geeignet ist als ein nicht initial lokalisiertes Objekt, wie noch zu Anfang der Software. So wurde zu Beginn der Entwicklung noch ein initialer Würfel circa einen Meter vor jeder Person beim Start der Software erstellt, der das Zentrum der Kollaborationsumgebung darstellte. Die Nutzer konnten diesen Würfel nach Belieben bewegen und verschieben. Zusammen mit ihm verschoben sich relativ zu diesem alle virtuellen Objekte sowie die Avatare der anderen Nutzer, da alle Objekte zum Würfel synchronisiert wurden. Dies führte jedoch dazu, dass bei jedem Teilnehmer der Würfel an einer anderen physischen

Position im eigenen Raum stand. So stand dieser bspw. bei einem Nutzer direkt vor einer physischen Wand und bei einem anderen Nutzer mitten im physischen Raum. Aufgrund der Synchronisation relativ zum initialen Objekt stand das gleiche virtuelle Objekt somit bei dem ersten Nutzer bspw. hinter der Wand während es bei einem anderen Nutzer mitten im Raum stand.

Das Problem konnte durch das initiale Whiteboard gelöst werden, welches bei jedem Nutzer ähnlich positioniert werden muss. Während der Initialisierung der Software muss jeder Nutzer nun ein virtuelles Whiteboard an eine eigene physische Wand in der realen Umgebung heften. Dies geschieht über die Funktionalität des Microsoft Toolkits, welches die Erfassung von Wänden erlaubt. Durch den Prozess des Anheftens sind die Nutzer angehalten, sich Gedanken über die Kollaborationsumgebung im eigenen physischen Raum zu machen. Dadurch wählen die Nutzer in der Regel eine möglichst freie Fläche. Da das Whiteboard somit bei jedem Nutzer an einer ähnlichen physischen Stelle positioniert ist (an einer Wand mit freier Fläche davor), ist dies ein idealer Ausgangspunkt für die gemeinsame interaktive Zusammenarbeit. Analog zum initialen Würfel werden alle virtuellen Objekte relativ zu diesem initialen Whiteboard synchronisiert. Diese Umsetzung führte zu weniger Problemen als im initialen Set-up.

Virtuelle Whiteboards

Für das initiale Whiteboard wurde von einer homogenen Ausgestaltung Abstand genommen. Eine homogene Fläche wird durch das geringe Blickfeld der verwendeten AR-Brille von vielen Nutzern als unangenehm empfunden. Stattdessen sind Whiteboards eingebunden worden, welche aus einer Ansammlung von Punkten, vergleiche auch die frühere Abbildung 71, bestehen. Steht der Nutzer hier mit wenig Abstand vor dem Whiteboard, wird er nicht durch eine große farbige Fläche gestört. Bei dem Whiteboard aus Punkten kann er immer noch eine angedeutete, zusammenhängende Fläche über die Punkte wahrnehmen und gleichzeitig durch das Whiteboard hindurchschauen.

Interaktion

Die Nutzer können virtuelle Objekte in der Kollaborationsumgebung sowohl per direkter Interaktion – also durch das Greifen mit der Hand – als auch per indirekter Interaktion – also mit einem Pointer – ausführen. Es hat sich gezeigt, dass es für beide Möglichkeiten dezidierte Situationen gibt, in denen eine Interaktionsart benutzerfreundlicher ist.

Es hat sich jedoch auch gezeigt, dass die direkte Interaktion besser für den Fall der agilen Kollaboration geeignet ist (vergleiche Räumlichkeitsstudie und Abschlussstudie) und zu einer ausgewogenen Kommunikation zwischen den Teilnehmern führt. Für die Konzeption von Methoden und Workshops innerhalb der AR-Kollaborationssoftware sollte deshalb immer die direkte

Interaktion mit einer bewussten Bewegung durch den physischen Raum im Zentrum der Zusammenarbeit stehen.

Virtuelle Objekte

Die Software ist durch einige methodische Tools erweitert worden, vergleiche beispielhaft das Schiff für Retrospektiven (Abbildung 53) oder den Schrank zum Check-in (Abbildung 70). Diese entwickelten Tools haben einige Eigenschaften gemein: Sie arbeiten alle mit dreidimensionalen Objekten und sind interaktiv. Dies verstärkt die Motivation und erhöht den Spaß bei der Kollaboration, vergleiche Aussagen aus der Pilotstudie. Die Interaktion ist dabei immer mit einer körperlichen Aktivierung verbunden. Dies wird von den Probanden während der Zusammenarbeit auch bewusst wahrgenommen und als positiv beschrieben, vergleiche Aussagen aus der Pilotstudie. Zusätzlich arbeiten die entwickelten Tools auch alle mit Metaphern. Die immersive Umgebung der AR erlaubt es, durch jene Metaphern eine imaginäre Welt zu erschaffen, welche inspirierend und motivierend ist. Dabei schafft die AR-Umgebung neue Möglichkeiten für die verteilte, aber auch die vereinte agile Zusammenarbeit, die über die Methodensammlung von z. B. (Andresen, 2017) hinausgehen.

Neben den methodischen Tools bietet das Kollaborationstool primär sechs virtuelle Objekte. Innerhalb der Software werden den Nutzern zwar noch mehr Objekte angeboten, jedoch zeigt sich, dass die Auswahl von sechs Objekten bei der Zusammenarbeit favorisiert wird. Als Ausgangsfläche dient stets das bereits beschriebene Whiteboard. Reicht der Platz auf einem Whiteboard nicht aus, können weitere Whiteboards erstellt werden. Es bietet sich dabei an, diese in einem 90-Grad-Winkel zu positionieren, sodass sich ein viereckiger, virtueller Kollaborationsraum bildet, vergleiche Abbildung 71. Für die Definition von Aufgaben oder Fragestellungen stehen den Nutzern sog. *Headlines* zur Verfügung, vergleiche beispielhaft erneut Abbildung 71. Mittels Linien und Kästen kann eine verwendete Methode visualisiert werden: So können in den Kästen bspw. Anmerkungen gesammelt oder mittels Linien zudem Koordinatensysteme oder Tabellen erstellt werden. Anmerkungen werden in Form von Post-its in das Meeting eingebracht. In der Usability Studie zu den Eingabemethoden und während der Beobachtung in den praktischen Studien zeigte sich, dass Post-its am häufigsten über die virtuelle Tastatur des Microsoft Toolkits oder eine Bluetooth Tastatur beschriftet werden. Die Post-its müssen sich dabei leicht bewegen und korrigieren lassen. Um den Text möglichst leserlich zu gestalten, wurde eine automatische Schriftgröße eingebunden. Die Post-its heften sich automatisch am Whiteboard an, wenn sie in der Nähe von diesem abgelegt werden. Dabei orientieren sie sich an der Lage des Whiteboards und richten sich parallel dazu aus. Durch diese Funktion wird ein geordnetes Bild am Whiteboard geschaffen. Vor der Implementierung jener

Funktion bemängelten die Nutzer die meist chaotische Anordnung von Notizen, vergleiche Aussagen aus der Pilotstudie. Um die Arbeit in der Kollaborationsumgebung zeitlich zu strukturieren, kommt ebenfalls häufig der entwickelte Timer in der Software zum Einsatz.

Das Menü

Die Bedienung der Software erfolgt aktuell durch ein Hand-Menü, vergleiche Abbildung 36. Bei der zukünftigen Weiterentwicklung sollte dieses jedoch durch eine andere Menü-Art ersetzt werden, welche wie ein Gürtel auf Hüfthöhe um die Nutzer schwebt und dauerhaft eingeblendet ist. Vor allem für neue Nutzer stellt das aktuelle Hand-Menü eine Herausforderung in der Bedienung dar. Durch die Interaktion mit zwei Händen (in einer Hand liegt das Hand-Menü und mit der zweiten Hand muss dieses bedient werden) sind vor allem neue Nutzer oft überfordert und haben Probleme bei der Bedienung der Software.

Für das Menü haben sich elementare Funktionen herausgebildet: Als erstes wurde während der Benutzung oft eine Funktion verlangt, welche es erlaubt, sich selbst stumm zu schalten. Als zweites wurde zunächst eine Nutzerliste vermisst, in welcher die Probanden alle anwesenden Teilnehmer einsehen können. Als drittes wurde gewünscht, dass die Funktion zum Erstellen eines Post-its so einfach wie möglich gestaltet ist, da diese Funktion sehr oft aufgerufen wird. Im Zuge der Weiterentwicklung des Menüs sollten diese drei Funktionen neben der Funktion des Beendens eines Meetings im neuen Gürtelmenü eingebunden werden. Weitere Funktionen könnten ferner durch Untermenüs erreichbar sein.

Avatare

Der Aspekt der virtuellen Repräsentation wurde in dieser Arbeit bereits in einem eigenen Kapitel detailliert beleuchtet, siehe Kapitel 10. An dieser Stelle soll demnach lediglich übergreifend festgehalten werden, dass für den Fall der agilen Kollaboration ein möglichst realistischer Avatar mit einem hohen Grad der Repräsentation von Bewegungen, Gestik und Mimik zielführend ist. Über die Iterationen der Arbeit ist die virtuelle Repräsentation der Nutzer stetig weiterentwickelt worden, vergleiche Avatar 1.0, 2.0 und 3.0. Begründet werden kann diese stetige Weiterentwicklung durch das wiederkehrende Nutzerfeedback in den qualitativen Daten über den Verlauf dieser Arbeit. Der Aspekt der virtuellen Repräsentation stellte in jeder Iteration einen durch die Probanden verbalisierten Kritikpunkt dar. In diesem Aspekt liegt auch weiterhin nach dieser Arbeit ein Verbesserungspotenzial der bestehenden Kollaborationssoftware, da die Übertragung von Mimik nach dem aktuell möglichen Stand der Technik für die Probanden nicht zufriedenstellend ist. Gleichzeitig zeigt sich auch, wie herausfordernd dieser Aspekt für eine praktische Umsetzung ist. So wurde während der

Aktualisierung der Avatare vom Stand 2.0 auf den Stand 3.0 ein großer Sprung in der verbrauchten Rechenleistung der verwendeten AR-Brille festgestellt. Die verwendete HoloLens 2 stellt somit eine natürliche Barriere dar, inwieweit der Realismus noch weiter angehoben werden kann.

Virtuelles Malen

Aus der initialen Interviewstudie wurde der Wunsch nach einem realistischen Whiteboard, auf dem virtuell gezeichnet werden kann und einer dreidimensionalen Zeichenfunktion herausgearbeitet. Beide Funktionen wurden in den Prototyp integriert, weisen aber keinen hohen Nutzungsgrad auf, wie die Usability Studie aufzeigte. Die Möglichkeit des Zeichnens mittels Fingerbewegungen wurde dabei explizit in der Usability Studie erörtert. Es zeigte sich, dass Eingabemethoden favorisiert werden, welche mit Zusatzgerät und textbasiert funktionieren. Das freie Schreiben in der Luft schnitt im Vergleich zu allen anderen Eingabemethoden gemessen am UMUX-Wert sogar am schlechtesten ab. Ebenfalls wurde im Feldversuch das freie Schreiben in der Luft kaum verwendet. Es bleibt offen, ob die Funktion des virtuellen Malens in dieser Arbeit lediglich benutzerunfreundlich realisiert ist, oder übergreifend keine gute Methode darstellt. Es zeigt sich jedoch, wie die Ideen der Nutzer über mögliche Funktionen von der Bewertung umgesetzter Funktionen abweichen. Der Übergang von der Idee einer Funktion zur Lösung ist für den Fall der AR nicht trivial. Vielmehr bedarf es fundierter Untersuchungen der Benutzerfreundlichkeit, um Funktionen und Lösungen zweckgerichtet zu implementieren.

Der erarbeitete und in diesem Kapitel zusammenfassend dargestellte Prototyp stellt das Artefakt des Design Science-Ansatzes dieser Arbeit in Form einer nutzbaren Software dar. Mittels dieses Artefakts konnten die Teiliterationen mit ihren Einzelstudien durchgeführt werden. Die Teiliterationen folgten dabei eigenen Forschungsfragen, welche zum Ziel hatten, die übergreifenden Forschungsfragen UF1 und UF2 zu beantworten. Dies soll nun im nachfolgenden Kapitel geschehen

12.2. Beantwortung der übergreifenden Forschungsfragen dieser Arbeit

Zunächst soll die Forschungsfrage UF1 mit der Identifikation der Vorteile einer AR-Kollaborationssoftware beantwortet werden. So leitete die Identifikation möglicher Mehrwerte stets die gesamte Forschung im Rahmen dieser Arbeit an.

Während der initialen Interviewstudie wurden neben den bestehenden Herausforderungen in der verteilten agilen Arbeitsweise bereits explorativ erste Mehrwerte durch die Evaluation eines ersten Prototyps der AR-Kollaborationssoftware identifiziert. Dabei bildeten sich vier Aspekte heraus, welche im Kommunik-AR-tionsmodell, vergleiche Kapitel 6.6, zusammengeführt wurden:

Visualisierung, verbale Kommunikation, Räumlichkeit und Interaktion. Die AR-Technologie kann dabei mittels dieser Aspekte die Kommunikation in verteilten agilen Teams während einer Kollaboration (z. B. einem Workshop) verbessern. Als Vorteile wurden hier vor allem die dreidimensionale Visualisierung und die Möglichkeit zu Bewegungen und Interaktionen durch den Raum genannt.

In der Pilotstudie wurde der Aspekt der Kommunikation weiter erörtert und die identifizierten Mehrwerte fokussiert untersucht. Dabei konnte das Kommunik-AR-tionsmodell weiterentwickelt werden, vergleiche Kapitel 8.6. Es zeigte sich, dass der Aspekt der Räumlichkeit nicht für sich alleine steht, sondern mehrere Aspekte der Kommunikation gleichzeitig beeinflusst. Die räumliche Anwesenheit der Nutzer führt dabei u. a. zu einem erhöhten Empfinden der Präsenz von Anderen und der Gruppe. Die Bewegungen durch den Raum unterstützen darüber hinaus die Zusammenarbeit und aktivieren die Probanden zu gemeinsamen Interaktionen. Außerdem sind die Teilnehmer während der Nutzung sehr stark auf die Zusammenarbeit fokussiert. Das Kommunik-AR-tionsmodell wurde auf Basis dieser Erkenntnisse weiterentwickelt.

In der Räumlichkeitsstudie wurde versucht, den räumlichen Aspekt des weiterentwickelten Modells näher zu untersuchen. Dazu wurde innerhalb der AR-Software der Anteil der Räumlichkeit sowie die Bewegungsfreiheit der Nutzer als unabhängige Variable variiert. Mittels der qualitativen Daten konnten einige Vorteile der AR-Kollaborationslösung identifiziert werden. Unter der Annahme, dass das indirekte Szenario, in dem die Probanden statisch von ihrer Sitzposition arbeiteten, den Fall der herkömmlichen Zusammenarbeit widerspiegelt (wie es auch von den Probanden selbst während der Studie beschrieben wird), können Vorteile der AR-Lösung abgeleitet werden. Die möglichen Bewegungen durch den Raum und die bewusste Nutzung des physischen Raums innerhalb eines AR-Kollaborationstools zeigen vor allem einen Vorteil für die Teamarbeit. So beschreiben die Probanden für das direkte Szenario, in dem der Raum bewusst genutzt wurde, eine erhöhte gemeinsame Arbeit im Team und eine bewusstere Wahrnehmung anderer Teilnehmer. Die Ergebnisse decken sich hier mit denen der Pilotstudie und weisen durch die Variation der unabhängigen Variable nach, dass eine verbesserte Zusammenarbeit und bewusste Wahrnehmung anderer Teilnehmer durch die Nutzung des Raumes und die aktiven Bewegungen in der AR ermöglicht wird.

Durch die Abschlussstudie sollten die Erkenntnisse verallgemeinert werden. Dazu wurde ein Studiendesign aufgebaut, welches die bisherigen Erkenntnisse nutzt, um im Rahmen eines Vergleiches mit einer herkömmlichen Kollaborationslösung die identifizierten Vorteile der AR-Kollaborationslösung zu bestätigen. Dazu wurde die soziale Präsenz, das Vertrauen und die aktive Mitarbeit für drei Konditionen erfasst: Videokonferenz mit digitalem Whiteboard, vereinte Kollaboration vor Ort und AR-Kollaborationstool. Beim Vergleich eines AR-Tools mit einer

herkömmlichen verteilten Zusammenarbeit konnte nur ein Aspekt als Vorteil identifiziert werden: Die aktive Mitarbeit. Die erhobenen Daten zeigten, dass die Teilnehmer innerhalb eines AR-Tools rund 10 % aktiver miteinander kommunizieren als die Teilnehmer einer Videokonferenz mit digitalem Whiteboard. Somit konnten die Erkenntnisse der Räumlichkeitsstudie und der Pilotstudie über eine verbesserte Zusammenarbeit erneut bestätigt werden. Die Verbesserung auf Basis des Kommunik-AR-tionsmodell beinhaltet dabei einen gleichmäßigeren Einbezug aller Teilnehmer in die Diskussion als es bei einer Videokonferenz der Fall ist.

In Bezug auf den Regelkreis, welcher die agile Arbeitsweise abbildet, kann verallgemeinert werden, dass sich aufgrund der verbesserten Kommunikation während der Phasen Sammeln, Überblick, Bewerten und Maßnahmen ableiten die agile Arbeitsweise verbessert, wenn es wichtig ist, dass alle Teilnehmer aktiv an der Zusammenarbeit teilnehmen.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse lässt sich die Forschungsfrage UF1 wie folgt beantworten: Der Vorteil einer AR-Kollaborationslösung für die agile Arbeitsweise in Teams liegt in einer verbesserten Kommunikation und Zusammenarbeit der Teilnehmer auf Basis einer räumlichen Kollaboration. Da eine Kollaborationslösung auf Basis der AR den physischen, dreidimensionalen Raum nutzen kann, bewegen sich die Nutzer intuitiv durch diesen Raum und interagieren ebenfalls intuitiv räumlich mit virtuellen Objekten und den anderen Teilnehmern. Die Räumlichkeit führt dazu, dass die Teilnehmer aktiver miteinander kommunizieren als dies in einer Videokonferenz der Fall ist. Begründet werden kann dies mit der bewussten räumlichen Anwesenheit von einem selbst und der bewussten räumlichen Wahrnehmung anderer Teilnehmer. Die Teilnehmer berichten selbst von einer erhöhten Motivation, am Geschehen teilzunehmen und nehmen auch messbar aktiver teil. Ebenfalls berichten die Probanden aufgrund der erhöhten Motivation von einem erhöhten Fokus auf die Aufgabe. Dabei liegen die Kommunikation und Zusammenarbeit auf demselben Niveau wie die vereinte Zusammenarbeit vor Ort.

Der Weg zur Beantwortung der Forschungsfrage UF1 war langwierig, weil zunächst wenig Referenzliteratur und Forschung zur betrachteten Thematik vorlag. Auf dem Weg zu ersten Erkenntnissen begegneten dem Autor dieser Arbeit vor allem Aspekte, welche einen Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage UF2 leisten. So zeigten sich während der Weiterentwicklung des Artefaktes der AR-Kollaborationssoftware immer wieder Nachteile der Technologie und der entwickelten Lösung. Die detaillierten Beschreibungen aller Nachteile können in den jeweiligen Teilstudien nachvollzogen werden. An dieser Stelle sollen nur jene Aspekte wiedergegeben werden, welche sich über die gesamte Forschung wiederkehrend zeigten und somit als elementar angesehen werden können.

Benutzerfreundlichkeit

Während der Interviewstudie und der initialen Befragung zum Prototyp wurden erste Aspekte aufgedeckt, welche auch nachfolgend in den weiteren Studien berichtet wurden. So ist die Benutzerfreundlichkeit des AR-Tools nicht intuitiv, da die Erfahrung mit einem solchen Werkzeug fehlt. Gerade für neue Nutzer ist die Bedienung des Tools eine Herausforderung. Die Probanden bemängeln, dass die nicht ideale Benutzerfreundlichkeit in der AR-Umgebung den Prozess von agilen Workshops, welcher eine gewisse Geschwindigkeit besitzt, verlangsamen kann. Initial auffällig wurde dies vor allem bei der Erstellung von Post-its. Über den Prozess der Artefaktentwicklung konnte dieser Aspekt zunächst verbessert werden. Doch auch in der Räumlichkeitsstudie konnten noch immer negative Aspekte der ausgewählten Erstellungsmethoden aufgedeckt werden.

Hardware

Wiederkehrend wird auch Kritik an der verwendeten Hardware deutlich. So ist das Blickfeld und die Auflösung der HoloLens 2 für die Probanden nicht zufriedenstellend. Auch das hohe Gewicht der Brille wird bei einer längeren Kollaboration meist als negativer Aspekt angebracht. Somit ist die aktuell zur Verfügung stehende Hardware, welche auch zum Ende dieser Forschung noch immer den neusten Stand der Technik widerspiegelt, für die Probanden in Summe nicht zufriedenstellend.

Visuelle Repräsentation

Der Aspekt der visuellen Repräsentation ist für Workshops, in denen die Teilnehmer im Zentrum stehen, von großer Bedeutung. Hier bemängeln die Probanden in nahezu jeder Studie den Grad der Repräsentation an Mimik und Gestik sowie den Realitätsgrad der Avatare. In Kapitel 10 wurde für die Abschlussstudie der aktuelle Stand der Technik für den Aspekt der Repräsentation zusammengetragen und in eine Umsetzung überführt. Nicht bewusst durch die Studie evaluiert, aber durch nicht dokumentierte Äußerungen während der Studie wahrgenommen, ist der Avatar 3.0 noch immer nicht zufriedenstellend für die Probanden, da vor allem die Repräsentation der Mimik fehlt. Die drei dargelegten Aspekte stellen die wesentlichen Probleme der AR-Kollaborationssoftware nach dem aktuellen Stand der Technik dar. Aus diesen Grundproblemen ergeben sich eine Reihe von Folgeproblemen, welche die Vorteile des AR-Tools abschwächen. Aufgrund der nicht idealen Benutzerfreundlichkeit sind die Probanden oft durch die Bedienung der Software abgelenkt und empfinden die Zusammenarbeit als nicht effizient. Dabei stört vor allem die nicht ideale Umsetzung der Erstellung von Post-its den Regelkreis in der Phase des Sammelns. Auch die Herausforderungen der verwendeten Hardware stören im Übertrag den Regelkreis. So stellt das begrenzte Sichtfeld der

AR-Brille während der Phase des Überblicks ein Problem dar, weil oft nicht alle Post-its gleichzeitig eingesehen werden können.

Stehen zudem die Teilnehmer während bspw. einer Retrospektive im Fokus der Zusammenarbeit, hat der gehemmte Grad der Repräsentation einen negativen Einfluss auf die Kollaboration. Aber auch das begrenzte Sichtfeld stört hier erneut, da nicht alle Teilnehmer gleichzeitig wahrgenommen werden können. Dies wird vor allem beim Vergleich des AR-Tools mit einer Videokonferenz deutlich. Der geringe Grad der Repräsentation im AR-Tool überschattet hier die meisten Vorteile eines AR-Tools und mindert letztlich die erhobene soziale Präsenz für den Fall der AR-Technologie. In der Abschlussstudie konnte zwar kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Technologien identifiziert werden, jedoch sind die Mittelwerte des AR-Tools übergreifend tendenziell geringer.

Die dargelegten Grundprobleme beantworten somit die Forschungsfrage UF2: Die nicht ideale Benutzerfreundlichkeit der AR-Technologie, der aktuelle Stand der Hardware der AR und der aktuelle Stand der Technik der erreichbaren Repräsentation von Nutzern stellen Herausforderungen dar, welche Nachteile für die agile Arbeitsweise mittels der AR-Technologie ergeben.

Auf Basis der Erkenntnisse zu UF1 und UF2 fällt die Beantwortung der Forschungsfrage LF letztlich zweigeteilt aus. Zum einen kann die AR-Technologie nach dem aktuellen Stand der Technik die praktische agile Arbeitsweise in geographisch verteilten Teams im Vergleich zu herkömmlich eingesetzten Lösungen verbessern, indem sie die Kommunikation innerhalb des Regelkreises verbessert, da die Technologie Teilnehmer aufgrund des räumlichen Aspektes aktiver einbindet. Zum anderen kann die AR-Technologie die praktische agile Arbeitsweise in geographisch verteilten Teams im Vergleich zu herkömmlich eingesetzten Lösungen noch nicht verbessern, da der Stand der Technik in Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit, die Hardware und die Repräsentation von Nutzern die Zusammenarbeit hemmt. Die AR-Kollaborationssoftware könnte hier jedoch besser als herkömmlich eingesetzte Lösungen unterstützen, wenn sich die genannten Aspekte verbessern und durch nachfolgende Forschung weiterentwickelt werden.

12.3. Ausblick nach dieser Arbeit

Die Beantwortung der Forschungsfrage aus dem vorherigen Kapitel eröffnete bereits den Ausblick für weitere Forschung. Dass weitere Forschung zum Thema dieser Arbeit in Zukunft von hoher Relevanz sein wird, zeigt der Trend des Metaverses, vergleiche u. a. (Dwivedi et al., 2022), wie er bereits zur Einleitung dieser Arbeit aufgezeigt wurde. Dabei lässt sich der Forschungsgegenstand dieser Arbeit auf Basis der Beschreibung von (P. Lee et al., 2021) mit den acht Säulen, welche das Metaverse ermöglichen, eindeutig dem Metaverse zuordnen. Diese Arbeit nutzt dabei u. a. die AR

als Teil der erweiterten Realität, um mit Avataren innerhalb eines Netzwerkes über die Cloud virtuelle Inhalte zu erstellen. Auch (P. Lee et al., 2021) betont dabei für das Metaverse, genau wie diese Arbeit für den Aspekt der Zusammenarbeit, die Bedeutung der Nutzerinteraktion innerhalb des Metaverse und den sozialen Aspekt als wichtige Bausteine.

Für weiterführende Forschung der Anwendung der AR-Technologie für die verteilte agile Arbeitsweise legt diese Arbeit einen wichtigen Grundstein. Auf Basis der Zusammenfassung des Artefakts der entwickelten AR-Software in Kapitel 12.1 kann weiterführende Forschung auf diesem aktuellen Stand der Software aufbauen. Dabei sollten vor allem die bemängelten Teilaspekte der Avatare und der grundsätzlichen Benutzerfreundlichkeit weiter erforscht werden. Dies wird auch nötig sein, um den Mehrwert einer AR-Software für die agile Arbeitsweise zu verbessern, damit die Vorteile mögliche Nachteile überschatten.

Ebenfalls zeigt die angefertigte Forschung auf Basis des Design Science-Ansatzes, dass sich die gewählte wissenschaftliche Methode sehr gut eignet, um das Werkzeug (=Artefakt) der AR-Software zielorientiert (=zweckgerichtet) zu entwickeln und dabei einen Wissensgewinn für die Forschung bereitzustellen. Vor allem die reale Umgebung (=Umwelt), in welcher das Artefakt zum Einsatz kommt, hat einen direkten Einfluss auf die Bewertung des Zwecks. Wird die Umwelt z. B. im Rahmen eines Laborexperimentes verlassen, ergeben sich andere Ergebnisse als in der realen Umwelt einer Feldstudie, vergleiche die Usability Studie. Weitere Forschung, welche ebenfalls versucht, ein Artefakt weiterzuentwickeln, welches die agile Arbeitsweise in verteilten Teams unterstützen kann, sollte deshalb so nah wie möglich die reale Umgebung zur Hilfe nehmen und Forschung im Feld betreiben.

Ergeben sich in Zukunft elementare Entwicklungen in Bezug auf die Hardware der AR-Brille, sollte nachfolgende Forschung die als negativ identifizierten Aspekte des kleinen Blickfeldes, der geringen Auflösung und des Tragekomforts erneut untersuchen. Es wird erwartet, dass diese Aspekte mit einem Fortschreiten des technologischen Stands in Zukunft nicht mehr durch die Probanden bemängelt werden und die Nachteile somit abnehmen.

Die AR-Software wurde durch die Ausgestaltung, bereits für den Einsatz mit einer VR-Brille vorbereitet. Weitere Forschung sollte sich deshalb auch der Frage widmen, ob die AR-Technologie oder die Technologie der VR das geeignetere Medium für die Zusammenarbeit innerhalb der verteilten agilen Arbeitsweise ist. Dabei gilt es zu untersuchen, ob durch den Ausschluss der realen Umgebung bei der VR-Technologie der Aspekt der Bewegungen und der Nutzung des Raumes wieder an Bedeutung verliert.

Da diese Forschung den Grundstein für die Nutzung der AR-Technologie in der agilen Arbeitsweise mit der realisierten Software bildet, sollte in einem weiteren Schritt ebenfalls die Methodik der agilen

Arbeitsweise in den Fokus weiterer Forschung treten. Es ist dabei von wissenschaftlichem Interesse, wie mit den Erkenntnissen aus dieser Arbeit, neue Methoden entwickelt werden können, welche die agile Arbeitsweise noch weiter in einem verteilten Set-up verbessern. Dabei sollte vor allem der bewusste Einbezug der räumlichen Komponente in mögliche Methoden nach den Ergebnissen dieser Forschung im Fokus stehen.

Letztlich soll diese Arbeit grundsätzlich dazu motivieren, die AR-Technologie weiter in praktischen Umsetzungen zu untersuchen. Wie durch das Zitat am Anfang dieser Arbeit beschrieben, hat der Autor dieser Arbeit wissenschaftliche Schultern zur Hilfe genommen, um die AR-Technologie zu untersuchen. Dabei war die Anzahl der bestehenden Schultern vor Beginn dieser Arbeit überschaubar. Auch nach dieser Arbeit vermag es noch weiterer helfender Schultern, welche den Ausblick auf die Potentiale der Technologie weiter verbessern.

Literaturverzeichnis

- Ågerfalk, P. J., Fitzgerald, B., Holmström Olsson, H. & Ó Conchúir, E. (2008). Benefits of Global Software Development: The Known and Unknown. *Making Globally Distributed Software Development a Success Story*, 5007, 1–9. https://doi.org/10.1007/978-3-540-79588-9_1
- Aguiar, T. V. de, Sánchez-Pi, N. & Werneck, V. M. B. (2018). AIDE-VR: Extending a Virtual Living Lab Framework Using Virtual Reality. In J. Bajo, J. M. Corchado, E. M. Navarro Martínez, E. Osaba Icedo, P. Mathieu, P. Hoffa-Dąbrowska, E. Del Val, S. Giroux, A. J. Castro, N. Sánchez-Pi, V. Julián, R. A. Silveira, A. Fernández, R. Unland & R. Fuentes-Fernández (Hrsg.), *Communications in Computer and Information Science. Highlights of Practical Applications of Agents, Multi-Agent Systems, and Complexity: The PAAMS Collection* (Bd. 887, S. 270–281). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94779-2_24
- Ahmad, T., Haroon, Baig, M. & Hui, J. (2020). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic and Economic Impact. *Pakistan journal of medical sciences*, 36(COVID19-S4), S73-S78. <https://doi.org/10.12669/pjms.36.COVID19-S4.2638>
- Andresen, J. (2017). *Retrospektiven in agilen Projekten: Ablauf, Regeln und Methodenbausteine* (2. aktualisierte Auflage). Hanser.
- Aslan, D., Çetin, B. B. & Özbilgin, İ. G. (2019). An Innovative Technology: Augmented Reality Based Information Systems. *Procedia Computer Science*, 158, 407–414. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.069>
- Atteslander, P. (1954). The Interactio-gram: A Method for Measuring Interaction and Activities of Supervisory Personnel. *Human Organization*, 13(1), 28–33. <https://doi.org/10.17730/humo.13.1.e736ph51871u042w>
- Bailenson, J. N., Aharoni, E., Beall, A. C., Guadagno, R. E., Dimov, A. & Blascovich, J. Comparing behavioral and self-report measures of embodied agents' social presence in immersive virtual environments. In *Proceedings of the 7th Annual International Workshop on PRESENCE. Vol. 1105*. <https://www.stanfordvr.com/mm/2004/bailenson-comparing.pdf>
- Bangor, A., Kortum, P. T. & Miller, J. T. (2008). An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574–594. <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>
- Baños, R. M., Botella, C., Garcia-Palacios, A., Villa, H., Perpiña, C. & Alcañiz, M. (2000). Presence and Reality Judgment in Virtual Environments: A Unitary Construct? *Cyberpsychology & behavior: the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*, 3(3), 327–335. <https://doi.org/10.1089/10949310050078760>
- Basdogan, C., Ho, C.-H., Srinivasan, M. A. & Slater, M. (2000). An experimental study on the role of touch in shared virtual environments. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 7(4), 443–460. <https://doi.org/10.1145/365058.365082>
- Baskerville, R., Baiyere, A., Gergor, S., Hevner, A. & Rossi, M. (2018). Design Science Research Contributions: Finding a Balance between Artifact and Theory. *Journal of the Association for Information Systems*, 19(5), 358–376. <https://doi.org/10.17705/1jais.00495>
- Beck, K. (1999). Embracing change with extreme programming. *Computer*, 32(10), 70–77. <https://doi.org/10.1109/2.796139>
- Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A [Alistair], Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S. J., Schwaber, K., Sutherland, J. & Thomas, D. (2001). *Manifest für Agile Softwareentwicklung*. <https://agilemanifesto.org/iso/de/manifesto.html>
- Begosso, L. R., Franco, L. H. B., Da Cunha, D. S. & Begosso, L. C. (2019) [Duplikat] SimScrumF. In *Proceedings of the 9th International Conference on Information Communication and Management* (S. 27–31). ACM. <https://doi.org/10.1145/3357419.3357426>

- Biocca, F., Harms, C. & Burgoon, J. K. (2003). Toward a More Robust Theory and Measure of Social Presence: Review and Suggested Criteria. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), 456–480. <https://doi.org/10.1162/105474603322761270>
- Bleß, M. & Wagner, D. (2020). *Agile Spiele kurz und gut* (1. Auflage). O'Reilly.
- Blusi, M. & Nieves, J. C. (2019). Feasibility and Acceptability of Smart Augmented Reality Assisting Patients with Medication Pillbox Self-Management. *Studies in health technology and informatics*, 264, 521–525. <https://doi.org/10.3233/SHTI190277>
- Boer, H. de & Reh, S. (2012). *Beobachtung in der Schule – Beobachten lernen*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-18938-3>
- Bogner, A., Littig, B. & Menz, W. (Hrsg.). (2002). *Das Experteninterview*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-93270-9>
- Boletsis, C. & Kongsvik, S. (2019). Controller-based Text-input Techniques for Virtual Reality: An Empirical Comparison. *International Journal of Virtual Reality*, 19(3). <https://doi.org/10.20870/IJVR.2019.19.3.2917>
- Bordegoni, M., Ferrise, F., Wendrich, R. & Barone, S. (2018). Virtual and Mixed Prototyping Techniques and Technologies for Consumer Product Design within a Blended Learning Design Environment. In *Design Conference Proceedings, Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference* (S. 183–192). Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK. <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0428>
- Boren, T. & Ramey, J. (2000). Thinking aloud: reconciling theory and practice. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 43(3), 261–278. <https://doi.org/10.1109/47.867942>
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation. Springer-Lehrbuch*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-33306-7>
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler: Limitierte Sonderausgabe* (7. Aufl.). *Springer-Lehrbuch*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12770-0>
- Breitinger, A., Clua, E. & Fernandes, L. A. F. (2021). An Augmented Reality Periscope for Submarines with Extended Visual Classification. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(22). <https://doi.org/10.3390/s21227624>
- Buber, R. & Holzmüller, H. H. (2009). *Qualitative Marktforschung: Konzepte - Methoden - Analysen* (2. Aufl.). *Gabler-Lehrbuch: Bd. 26*. Gabler Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.
- Campion, M. A., Medsker, G. J. & Higgs, A. C. (1993). Relations between work group characteristics and effectiveness: Implications for designing effective work groups. *Personnel Psychology*, 46(4), 823–847. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1993.tb01571.x>
- Campo, M. R., Amandi, A., Acosta, N. & Guerrero, M. (2021). AgileTalk: A Conversational Virtual Reality Synthetic Platform for Training in Agile Processes. *ASSE, Simposio Argentino de Ingeniería de Software*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/140253>
- Cardozo, E. S. F., Araújo Neto, J. B. F., Barza, A., França, A. C. C. & Da Silva, F. Q. B. (2005). *SCRUM and Productivity in Software Projects: A Systematic Literature Review: ICSE 05 27th International Conference on Software Engineering St. Louis, MO, USA May 15-21, 2005*. Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.14236/ewic/EASE2010.16>
- Caserman, P. & Göbel, S. (2020). Become a Scrum Master: Immersive Virtual Reality Training to Learn Scrum Framework. In M. Ma, B. Fletcher, S. Göbel, J. Baalsrud Hauge & T. Marsh (Hrsg.), *Lecture Notes in Computer Science. Serious Games* (Bd. 12434, S. 34–48). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61814-8_3
- Cecil, J., Shamsuddin, R., Kauffman, S., Gupta, A., Jin, Y., Conley, B., Echeverri, M., Hutson, C., Newport, C., Albert, Z. & Dinger, C. (2022). The Design of a HCC Based Mixed Reality User Interface to support training of Astronauts for NASA's Moon Mission. In *AIAA*

- SCITECH 2022 Forum. American Institute of Aeronautics and Astronautics.
<https://doi.org/10.2514/6.2022-0214>
- Cho, J. (2008). Issues and Challenges of Agile Software Development with Scrum. *Issues In Information Systems*. Vorab-Onlinepublikation. https://doi.org/10.48009/2_iis_2008_188-195
- Ciotti, M., Ciccozzi, M., Terrinoni, A., Jiang, W.-C., Wang, C.-B. & Bernardini, S. (2020). The COVID-19 pandemic. *Critical reviews in clinical laboratory sciences*, 57(6), 365–388.
<https://doi.org/10.1080/10408363.2020.1783198>
- Cohen, D., Lindvall, M. & Costa, P. (2004). An Introduction to Agile Methods. In *Advances in Computers* (Bd. 62, S. 1–66). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(03\)62001-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(03)62001-2)
- Cohen, J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Aufl.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Conboy, K. (2009). Agility from First Principles: Reconstructing the Concept of Agility in Information Systems Development. *Information Systems Research*, 20(3), 329–354.
<https://doi.org/10.1287/isre.1090.0236>
- Crazy Minnow Studio. (2022). *SALSA LipSync*. <https://crazyminnowstudio.com/unity-3d/lip-sync-salsa/>
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (Third Edition, Bd. 31). Sage. <https://doi.org/10.1111/j.1753-6405.2007.00096.x>
- Damala, A., Marchal, I. & Houlier, P. (2007). Merging Augmented Reality Based Features in Mobile Multimedia Museum Guides. *Anticipating the Future of the Cultural Past, CIPA Conference 2007, 1-6 October 2007, Athens, Greece. pp.259-264*.
<https://shs.hal.science/halshs-00530903/document>
- Demmelhuber, K., Englmaier, F., Leiss, F., Möhrle, S., Peichl, A. & Schröter, T. (2020). Homeoffice vor und nach Corona: Auswirkungen und Geschlechterbetroffenheit. *ifo Institute - Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich, vol. 1(14), pages 01-04*. <https://www.econstor.eu/handle/10419/229450>
- Derby, E. & Larsen, D. (2018). *Agile Retrospektiven*. Verlag Franz Vahlen GmbH.
<https://doi.org/10.15358/9783800658565>
- Derby, J. L. & Chaparro, B. S. (2021). The Challenges of Evaluating the Usability of Augmented Reality (AR). *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 65(1), 994–998. <https://doi.org/10.1177/1071181321651315>
- DIN e.V. (2018). *DIN EN ISO 9241-11. Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte*. Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.).
- Dingsøy, T., Hanssen, G. K., Dybå, T., Anker, G. & Nygaard, J. O. (2006). Developing Software with Scrum in a Small Cross-Organizational Project. *Software Process Improvement. EuroSPI 2006. Lecture Notes in Computer Science, vol 4257, 5–15*.
https://doi.org/10.1007/11908562_2
- Dingsøy, T., Mikalsen, M., Solem, A. & Vestues, K. (2018). Learning in the Large - An Exploratory Study of Retrospectives in Large-Scale Agile Development. In J. Garbajosa, X. Wang & A. Aguiar (Hrsg.), *Lecture Notes in Business Information Processing. Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming* (Bd. 314, S. 191–198). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91602-6_13
- Dorairaj, S., Noble, J. & Malik, P. (2012). Understanding lack of trust in distributed agile teams: a grounded theory study. In *16th International Conference on Evaluation & Assessment in Software Engineering (EASE 2012)*. IET. <https://doi.org/10.1049/ic.2012.0011>
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P. & Jung, B. (2019). *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58861-1>

- Dräther, R. (2014). *Retrospektiven: Kurz und gut* (1. Aufl.). *O'Reillys Taschenbibliothek*. O'Reilly.
- Dresch, A., Lacerda, D. P. & Antunes Jr, J. A. V. (2015). *Design Science Research*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07374-3>
- Dudley, J. J., Schuff, H. & Kristensson, P. O. (2018). Bare-Handed 3D Drawing in Augmented Reality. In I. Koskinen, Y. Lim, T. Cerratto-Pargman, K. Chow & W. Odom (Hrsg.), *Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference* (S. 241–252). ACM. <https://doi.org/10.1145/3196709.3196737>
- Duehr, K., Efremov, P., Heimicke, J., Teitz, E. M., Ort, F., Weissenberger-Eibl, M. & Albers, A. (2021). The Positive Impact of Agile Retrospectives on the Collaboration of Distributed Development Teams – A Practical Approach on the Example of Bosch Engineering GmbH. *Proceedings of the Design Society, 1*, 3071–3080. <https://doi.org/10.1017/pds.2021.568>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., Dennehy, D., Metri, B., Buhalis, D., Cheung, C. M., Conboy, K., Doyle, R., Dubey, R., Dutot, V., Felix, R., Goyal, D. P., Gustafsson, A., Hinsch, C., Jebabli, I., . . . Wamba, S. F. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 66, 102542. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>
- Dybå, T. & Dingsøy, T. (2008). Empirical studies of agile software development: A systematic review. *Information and Software Technology*, 50(9-10), 833–859. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.01.006>
- Elsevier B.V. (2022). *Scopus Datenbank*. <https://www.scopus.com/>
- Ens, B., Lanir, J., Tang, A., Bateman, S., Lee, G., Piumsomboon, T. & Billinghamurst, M. (2019). Revisiting collaboration through mixed reality: The evolution of groupware. *International Journal of Human-Computer Studies*, 131, 81–98. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.05.011>
- Estler, H.-C., Nordio, M., Furia, C. A., Meyer, B. & Schneider, J. (2012). Agile vs. Structured Distributed Software Development: A Case Study. In *IEEE Seventh International Conference 2012* (S. 11–20). <https://doi.org/10.1109/ICGSE.2012.22>
- Ewais, A. & Troyer, O. D. (2019). A Usability and Acceptance Evaluation of the Use of Augmented Reality for Learning Atoms and Molecules Reaction by Primary School Female Students in Palestine. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1643–1670. <https://doi.org/10.1177/0735633119855609>
- Exit Games. (2022). *Photon PUN*. <https://www.photonengine.com/>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G. & Buchner, A. (2007). G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Finstad, K. (2010). The Usability Metric for User Experience. *Interacting with Computers*, 22(5), 323–327. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2010.04.004>
- Freitag, M., Westner, P., Schiller, C., Nunez, M. J., Gigante, F. & Berbegal, S. (2018). Agile Product-Service Design with VR-technology: A use case in the furniture industry. *Procedia CIRP*, 73, 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.305>
- Freitas, F., Oliveira, H., Winkler, I. & Gomes, M. (2020). Virtual Reality on Product Usability Testing: A Systematic Literature Review. In *2020 22nd Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)* (S. 67–73). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SVR51698.2020.00025>
- Fritsch, D. (2022). Augmented Reality zur Förderung von Vertrauen in virtuellen agilen Teams. *Unveröffentlichte Masterarbeit, Otto-Friedrich-Universität Bamberg*.
- Froeschle, P. (2023). *ARENA2036*. <https://www.arena2036.de/de/>
- Garbett, J., Hartley, T. & Heesom, D. (2021). A multi-user collaborative BIM-AR system to support design and construction. *Automation in Construction*, 122, 103487. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103487>

- Gergle, D., Kraut, R. E. & Fussel, S. R. (2012). Using Visual Information for Grounding and Awareness in Collaborative Tasks. *Human-Computer Interaction, 2012, Volume 28, pp. 1–39*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1080/07370024.2012.678246>
- Gerhard, M., Moore, D. J. & Hobbs, D. J. (2001). Continuous Presence in Collaborative Virtual Environments: Towards a Hybrid Avatar-Agent Model for User Representation. In *International Workshop on Intelligent Virtual Agents* (Vol. 2190, S. 137–155). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-44812-8_12
- Gervautz, M. & Schmalstieg, D. (2012). Anywhere Interfaces Using Handheld Augmented Reality. *Computer, 45*(7), 26–31. <https://doi.org/10.1109/MC.2012.72>
- Girvan, C. (2018). What is a virtual world? Definition and classification. *Educational Technology Research and Development, 66*(5), 1087–1100. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9577-y>
- Google. (2022a). *Google Scholar*. <https://scholar.google.com/>
- Google. (2022b). *Live View in Google Maps*. <https://arvr.google.com/ar/>
- Grudin, J. (1994). Computer-supported cooperative work: history and focus. *Computer, 27*(5), 19–26. <https://doi.org/10.1109/2.291294>
- Guest, G., Bunce, A. & Johnson, L. (2006). How Many Interviews Are Enough? *Field Methods, 18*(1), 59–82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>
- Gulec, U., Yilmaz, M., Isler, V. & Clarke, P. M. (2021). Applying virtual reality to teach the software development process to novice software engineers. *IET Software, 15*(6), 464–483. <https://doi.org/10.1049/sfw2.12047>
- Harborth, D. (2017). Augmented Reality in Information Systems Research: A Systematic Literature Review. *Twenty-third Americas Conference on Information Systems*. https://dharborth.github.io/Harborth_AMCIS2017.pdf
- Hartson, R. & Pyla, P. S. (2012). *The UX Book: Process and Guidelines for Ensuring a Quality User Experience*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-66326-7>
- Hennink, M. M., Kaiser, B. N. & Marconi, V. C. (2017). Code Saturation Versus Meaning Saturation: How Many Interviews Are Enough? *Qualitative health research, 27*(4), 591–608. <https://doi.org/10.1177/1049732316665344>
- Hensen, B. & Klamma, R. (2021). VIAProMa: An Agile Project Management Framework for Mixed Reality. In L. T. de Paolis, P. Arpaia & P. Bourdot (Hrsg.), *Lecture Notes in Computer Science. Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics* (Bd. 12980, S. 254–272). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4_19
- Hevner, A., March, S., Park, J. & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly, 28*(1), 75. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Hidalgo, E. S. (2019). Adapting the scrum framework for agile project management in science: case study of a distributed research initiative. *Heliyon, 5*(3), e01447. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01447>
- Hinde, D. (2018). *Prince2 study guide* (Second edition). Sybex. <https://doi.org/10.5555/2544033>
- Hobbs, B. & Petit, Y. (2017). Agile Methods on Large Projects in Large Organizations. *Project Management Journal, 48*(3), 3–19. <https://doi.org/10.1177/875697281704800301>
- Hoda, R., Salleh, N. & Grundy, J. (2018). The Rise and Evolution of Agile Software Development. *IEEE Software, 35*(5), 58–63. <https://doi.org/10.1109/MS.2018.29011318>
- Hollier, M. P., Rimell, A. N. & Burraston, D. (1999). Spatial Audio Technology for Telepresence. In P. J. Sheppard & G. R. Walker (Hrsg.), *Telepresence* (S. 40–56). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5291-8_4
- Holo-Light GmbH. (2022). *Stylus XR*. <https://holo-light.com/de/produkte/stylus-xr/>
- Hölzing, J. A. (2008). *Die Kano-Theorie der Kundenzufriedenheitsmessung: Eine theoretische und empirische Überprüfung* (1. Aufl.). Gabler Edition Wissenschaft. Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9864-4>

- Hossain, E., Babar, M. A. & Paik, H. (2009). Using Scrum in Global Software Development: A Systematic Literature Review. In *2009 Fourth IEEE International Conference on Global Software Engineering* (S. 175–184). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICGSE.2009.25>
- Hube, N. & Dyhringer, R. (eingereicht 2023). Structured Literature Survey on Avatars for Collaboration in Virtual and Augmented Reality. *INTERACT: IFIP Conference on Human-Computer Interaction 2023*.
- Hussien, A., Tucker, M., Cotgrave, A., Al-Khafajiy, M. & Shamsa, T. B. (2019). Optimizing Project Delivery through Augmented Reality and Agile Methodologies. In *2019 12th International Conference on Developments in eSystems Engineering* (S. 1006–1013). <https://doi.org/10.1109/DeSE.2019.00187>
- Hussy, W., Schreier, M. & Echterhoff, G. (2013). *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-34362-9>
- IBM Corp. (2022). *IBM SPSS Statistics for Windows*. <https://www.ibm.com/de-de/spss>
- Inkpen, K., Hegde, R., Czerwinski, M. & Zhang, Z. (2010). Exploring spatialized audio & video for distributed conversations. In *CSCW 2010: Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer supported cooperative work* (S. 95–98). <https://doi.org/10.1145/1718918.1718936>
- Itoh, Y [Yuta], Orlosky, J., Huber, M., Kiyokawa, K. & Klinker, G. (2016). OST Rift: Temporally consistent augmented reality with a consumer optical see-through head-mounted display. In *2016 IEEE Virtual Reality (VR)* (S. 189–190). IEEE. <https://doi.org/10.1109/VR.2016.7504717>
- Jackson, B., Caraco, L. B. & Spilka, Z. M. (2020). Arc-Type and Tilt-Type: Pen-based Immersive Text Input for Room-Scale VR. In *Symposium on Spatial User Interaction* (S. 1–10). ACM. <https://doi.org/10.1145/3385959.3418454>
- Jackson, B. & Keefe, D. F. (2016). Lift-Off: Using Reference Imagery and Freehand Sketching to Create 3D Models in VR. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 22(4), 1442–1451. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2016.2518099>
- Johansen, R. (1988). *Groupware: Computer support for business teams. Series in communication technology and society*. Free Press. <https://doi.org/10.5555/542298>
- Johnson, R. B. & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7), 14–26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J. & Turner, L. A. (2007). Toward a Definition of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112–133. <https://doi.org/10.1177/1558689806298224>
- Jordan, B. & Henderson, A. (1995). Interaction Analysis: Foundations and Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 4(1), 39–103. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0401_2
- Kajko-Mattsson, M., Azizyan, G. & Magarian, M. K. (2010). Classes of Distributed Agile Development Problems. In *2010 Agile Conference* (S. 51–58). IEEE. <https://doi.org/10.1109/AGILE.2010.14>
- Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F. & Tsuji, S. (1996). Attractive Quality and Must-Be Quality. *The Best Quality, IAQ Book Series Vol. 7, ASQC Quality Press, 165 - 186*. Vorab-Onlinepublikation. https://doi.org/10.20684/quality.14.2_147
- Kapitsaki, G. M. & Christou, M. (2014). Where Is Scrum in the Current Agile World? In *2014 9th International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering (ENASE)* (S. 101–108). <https://doi.org/10.5220/0004867701010108>
- Kaur, K., Jajoo, A. & Manisha (2015, 26.–27. Februar). Applying Agile Methodologies in Industry Projects: Benefits and Challenges. In *2015 International Conference on Computing Communication Control and Automation* (S. 832–836). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2015.166>

- Kaushik, M. & Guleria, N. (2020). The Impact of Pandemic COVID -19 in Workplace. In *European Journal of Business and Management*, Vol.12, No.15, 2020. https://www.researchgate.net/profile/neha-guleria-2/publication/353659460_the_impact_of_pandemic_covid_-19_in_workplace
- Khronos Group Inc. (2023). *OpenXR: Unifying Reality*. <https://www.khronos.org/openxr/>
- Klein, T. P. & Reinhart, G. (2016). Towards Agile Engineering of Mechatronic Systems in Machinery and Plant Construction. *Procedia CIRP*, 52, 68–73. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.077>
- Knierim, P., Schwind, V., Feit, A. M., Nieuwenhuizen, F. & Henze, N. (2018). Physical Keyboards in Virtual Reality. In R. Mandryk, M. Hancock, M. Perry & A. Cox (Hrsg.), *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 1–9). ACM. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173919>
- Komus, A. & Kuberg, M. (2020). *Abschlussbericht: Status Quo (Scaled) Agile 2019/20: 4. Internationale Studie zu Nutzen und Erfolgsfaktoren (skaliertes) agiler Ansätze*. <https://www.lpm.chb.cc/docs/Ergebnisbericht-SQA-INT-v1.0.2.pdf>
- Korkiakoski, M., Sadiq, F., Setianto, F., Latif, U. K., Alavesa, P. & Kostakos, P. (2021). Using smart glasses for monitoring cyber threat intelligence feeds. In M. Coscia, A. Cuzzocrea, K. Shu, R. Klamka, S. O'Halloran & J. Rokne (Hrsg.), *Proceedings of the 2021 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining* (S. 630–634). ACM. <https://doi.org/10.1145/3487351.3492722>
- Kreijns, K., Bijker, M. & Weidlich, J. (2020). A Rasch Analysis Approach to the Development and Validation of a Social Presence Measure. In *Rasch Measurement* (S. 197–221). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1800-3_11
- Kreijns, K., Xu, K. & Weidlich, J. (2022). Social Presence: Conceptualization and Measurement. *Educational Psychology Review*, 34(1), 139–170. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09623-8>
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (5. Aufl.). *Grundlagentexte Methoden*. Juventa Verlag ein Imprint der Julius Beltz GmbH & Co. KG.
- Kuechler, B. & Vaishnavi, V [V.] (2008). On theory development in design science research: anatomy of a research project. *European Journal of Information Systems*, 17(5), 489–504. <https://doi.org/10.1057/ejis.2008.40>
- Kuechler, W. & Vaishnavi, V [Vijay] (2008). The emergence of design research in information systems in North America. *Journal of Design Research*, 7(1), Artikel 19897, 1. <https://doi.org/10.1504/JDR.2008.019897>
- Ladwig, P. & Geiger, C. (2019). A Literature Review on Collaboration in Mixed Reality. In M. E. Auer & R. Langmann (Hrsg.), *Lecture Notes in Networks and Systems. Smart Industry & Smart Education* (Bd. 47, S. 591–600). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95678-7_65
- Lapointe, J.-F., Molyneaux, H. & Allili, M. S. (2020). A Literature Review of AR-Based Remote Guidance Tasks with User Studies. In J. Y. C. Chen & G. Fragomeni (Hrsg.), *Lecture Notes in Computer Science. Virtual, Augmented and Mixed Reality. Industrial and Everyday Life Applications* (Bd. 12191, S. 111–120). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49698-2_8
- Larman, C. & Vodde, B. (2017). *Large-Scale Scrum: Scrum erfolgreich skalieren mit LeSS*. dpunkt.
- Larsson, P., Västfjäll, D. & Kleiner, M. (2001). The actor-observer effect in virtual reality presentations. *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*, 4(2), 239–246. <https://doi.org/10.1089/109493101300117929>

- Lawson, G., Salanitri, D. & Waterfield, B. (2016). Future directions for the development of virtual reality within an automotive manufacturer. *Applied ergonomics*, 53 Pt B, 323–330. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.06.024>
- Lee, A. S. & Liebenau, J. (1997). Information Systems and Qualitative Research. In Lee, A.S., Liebenau, J., DeGross, J.I. (eds) *Information Systems and Qualitative Research. IFIP — The International Federation for Information Processing* (S. 1–8). Springer Boston. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35309-8_1
- Lee, P., Braud, T., Zhou, P., Lin, A., W., Xu, D., Zijun, J., L., Kumar, A., Bermejo, C. & Hui, P. (2021). *All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11200.05124/8>
- Lee, Y. & Kim, G. J. (2017). Vitty: Virtual Touch Typing Interface with Added Finger Buttons. In S. Lackey & J. Chen (Hrsg.), *Lecture Notes in Computer Science. Virtual, Augmented and Mixed Reality* (Bd. 10280, S. 111–119). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57987-0_9
- Lee, Y.-H., Zhan, T. & Wu, S.-T. (2019). Prospects and challenges in augmented reality displays. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 1(1), 10–20. <https://doi.org/10.3724/SP.J.2096-5796.2018.0009>
- Lei, H., Ganjeizadeh, F., Jayachandran, P. K. & Ozcan, P. (2017). A statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software development projects. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 43, 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2015.12.001>
- Levy, Y. & J. Ellis, T. (2006). A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. *Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 9, 181–212. <https://doi.org/10.28945/479>
- Li, N., Han, T., Tian, F., Huang, J., Sun, M., Irani, P. & Alexander, J. (2020). Get a Grip: Evaluating Grip Gestures for VR Input using a Lightweight Pen. In R. Bernhaupt, F. ' Mueller, D. Verweij, J. Andres, J. McGrenere, A. Cockburn, I. Avellino, A. Goguey, P. Bjørn, S. Zhao, B. P. Samson & R. Kocielnik (Hrsg.), *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 1–13). ACM. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376698>
- Lieser, C. (2014). *Praxisfelder der systemischen Beratung*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-04738-2>
- Lin, G., Panigrahi, T., Womack, J., Ponda, D. J., Kotipalli, P. & Starner, T. (2021). Comparing Order Picking Guidance with Microsoft HoloLens, Magic Leap, Google Glass XE and Paper. In *Proceedings of the 22nd International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications* (S. 133–139). ACM. <https://doi.org/10.1145/3446382.3448729>
- Lugrin, J.-L., Zilch, D., Roth, D., Bente, G. & Latoschik, M. E. (2016). FaceBo: Real-time face and body tracking for faithful avatar synthesis. In *2016 IEEE Virtual Reality (VR)* (S. 225–226). IEEE. <https://doi.org/10.1109/VR.2016.7504735>
- Lukyanenko, R. & Parsons, J. (2013). Reconciling Theories with Design Choices in Design Science Research. In D. Hutchison, T. Kanade, J. Kittler, J. M. Kleinberg, F. Mattern, J. C. Mitchell, M. Naor, O. Nierstrasz, C. Pandu Rangan, B. Steffen, M. Sudan, D. Terzopoulos, D. Tygar, M. Y. Vardi, G. Weikum, J. vom Brocke, R. Hekkala, S. Ram & M. Rossi (Hrsg.), *Lecture Notes in Computer Science. Design Science at the Intersection of Physical and Virtual Design* (Bd. 7939, S. 165–180). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38827-9_12
- Lynx Mixed Reality. (2023). *Lynx R-1 Headset*. <https://www.lynx-r.com/>
- Ma, S., Simon, T., Saragih, J., Wang, D., Li, Y., La Torre, F. de & Sheikh, Y. (2021). Pixel Codec Avatars. In *2021 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/cvpr46437.2021.00013>

- Mabiletsa, O., Omowunmi, I., Viljoen, S., Farrell, J. & Ngqwemla, L. (2020). Immersive Interactive Technology: a Case Study of a Wine Farm. In *2020 ITU Kaleidoscope: Industry-Driven Digital Transformation (ITU K)* (S. 1–7). IEEE.
<https://doi.org/10.23919/ITUK50268.2020.9303195>
- MacKenzie, I. S. & Soukoreff, R. W. (2003). *Phrase sets for evaluating text entry techniques: New horizons conference proceedings, Conference on Human Factors in Computing Systems. Chi letters: Bd. 5*. Association for Computing Machinery.
<https://doi.org/10.1145/765891.765971>
- MacLean, L. M., Meyer, M. & Estable, A. (2004). Improving accuracy of transcripts in qualitative research. *Qualitative health research*, *14*(1), 113–123.
<https://doi.org/10.1177/1049732303259804>
- Magic Leap Inc. (2023). *Magic Leap AR Device*. <https://www.magicleap.com/en-us/>
- Mancl, D. & Fraser, S. D. (2020). COVID-19's Influence on the Future of Agile. In *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming – Workshops* (Vol. 396, S. 309–316). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58858-8_32
- Marques, B., Teixeira, A., Silva, S., Alves, J., Dias, P. & Santos, B. S. (2021). A critical analysis on remote collaboration mediated by Augmented Reality: Making a case for improved characterization and evaluation of the collaborative process. *Computers & Graphics*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2021.08.006>
- Martín-Martín, A., Thelwall, M., Orduna-Malea, E. & Delgado López-Cózar, E. (2020). Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations' COCI: a multidisciplinary comparison of coverage via citations. *Scientometrics*, 1–36.
<https://doi.org/10.1007/s11192-020-03690-4>
- Mathis, C. (2018). *SAFe - das Scaled Agile Framework: Lean und Agile in großen Unternehmen skalieren* (2., überarbeitete und aktualisierte Auflage). dpunkt Verlag.
- Mayor, J. & López-Fernández, D. (2021). Scrum VR: Virtual Reality Serious Video Game to Learn Scrum. *Applied Sciences*, *11*(19), 9015. <https://doi.org/10.3390/app11199015>
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Beltz.
- McAllister, D. J. (1995). Affect- and Cognition-Based Trust as Foundations for Interpersonal Cooperation in Organizations. *Academy of Management Journal*, *38*(1), 24–59.
<https://doi.org/10.5465/256727>
- McHugh, O., Conboy, K. & Lang, M. (2012). Agile Practices: The Impact on Trust in Software Project Teams. *IEEE Software*, *29*(3), 71–76. <https://doi.org/10.1109/ms.2011.118>
- McInnes, M. D. F., Moher, D., Thombs, B. D., McGrath, T. A., Bossuyt, P. M., Clifford, T., Cohen, J. F., Deeks, J. J., Gatsonis, C., Hooft, L., Hunt, H. A., Hyde, C. J., Korevaar, D. A., Leeftang, M. M. G., Macaskill, P., Reitsma, J. B., Rodin, R., Rutjes, A. W. S., Salameh, J.-P., . . . Willis, B. H. (2018). Preferred Reporting Items for a Systematic Review and Meta-analysis of Diagnostic Test Accuracy Studies: The PRISMA-DTA Statement. *JAMA*, *319*(4), 388–396. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.19163>
- Meinel, C., Leifer, L. & Plattner, H. (Hrsg.). (2011). *Design Thinking*. Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-13757-0>
- Meisel, P. (2016). *Microsoft HoloLens*. <https://news.microsoft.com/de-de/microsoft-hololens-kommt-nach-europa/>
- Merino, L., Sotomayor-Gómez, B., Yu, X., Salgado, R., Bergel, A., Sedlmair, M. & Weiskopf, D. (2020). Toward Agile Situated Visualization: An Exploratory User Study. In *CHI EA 2020: Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 1–7). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2002.05963>
- Mey, G. & Mruck, K. (2010). *Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie* (1. Auflage, 2010). VS Verlag.

- Microsoft. (2021). *Next Steps for Microsoft Academic – Expanding into New Horizons*. <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/academic/articles/microsoft-academic-to-expand-horizons-with-community-driven-approach/>
- Microsoft. (2022a). *HoloLens-Tipps App*. <https://www.microsoft.com/de-de/p/hololens-tipps/9pd4cxkk47?activetab=pivot:overviewtab>
- Microsoft. (2022b). *Microsoft Docs HoloLens*. <https://docs.microsoft.com/de-de/hololens/>
- Microsoft. (2022c). *Microsoft HoloLens 2*. <https://www.microsoft.com/de-de/hololens/buy>
- Microsoft. (2022d). *Mixed Reality Toolkit*. <https://docs.microsoft.com/de-de/windows/mixed-reality/mrtk-unity/?view=mrtkunity-2021-05>
- Microsoft. (2022e). *Windows.Media.SpeechRecognition Namespace*. <https://docs.microsoft.com/de-DE/uwp/api/Windows.Media.SpeechRecognition?view=winrt-22000>
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. & Kishino, F. (1995). Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. *Photonics for Industrial Applications, vol. 2351*, pp. 282–292. *SPIE*, 282–292. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Miro. (2022). *Miro Whiteboard*. <https://miro.com/>
- Mulder, F., Verlinden, J. & Maruyama, T. (2014). Adapting scrum development method for the development of cyber-physical systems. In *Proceedings of the 10th international symposium on tools and methods of competitive engineering TMCE (pp. 19-23)*. https://www.academia.edu/30929518/Adapting_scrum_development_method_for_the_development_of_cyber_physical_systems
- Murphy, A. E. & Eddington, A. S. (1930). The Nature of the Physical World. *The Philosophical Review*, 39(5), 502. <https://doi.org/10.2307/2180099>
- Nagel, L. (2020). The influence of the COVID-19 pandemic on the digital transformation of work. *International Journal of Sociology and Social Policy*, 40(9/10), 861–875. <https://doi.org/10.1108/IJSSP-07-2020-0323>
- Namey, E., Guest, G., McKenna, K. & Chen, M. (2016). Evaluating Bang for the Buck. *American Journal of Evaluation*, 37(3), 425–440. <https://doi.org/10.1177/1098214016630406>
- Nebeling, M., Speicher, M [Maximilian], Wang, X [Xizi], Rajaram, S., Hall, B. D., Xie, Z., Raistrick, A. R. E., Aebersold, M., Happ, E. G., Wang, J [Jiayin], Sun, Y., Zhang, L., Ramsier, L. E. & Kulkarni, R. (2020). MRAT: The Mixed Reality Analytics Toolkit. In R. Bernhaupt, F. ' . Mueller, D. Verweij, J. Andres, J. McGrenere, A. Cockburn, I. Avellino, A. Goguey, P. Bjørn, S. Zhao, B. P. Samson & R. Kocielnik (Hrsg.), *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (S. 1–12)*. ACM. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376330>
- Newman, A., Donohue, R. & Eva, N. (2017). Psychological safety: A systematic review of the literature. *Human Resource Management Review*, 27(3), 521–535. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2017.01.001>
- Nguyen, K.-J. (2021). Entwicklung von Check-In Tools für Scrum-Retrospektiven in einer Augmented Reality Kollaborationssoftware. *Unveröffentlichte Projektarbeit, Duale Hochschule Baden-Württemberg*.
- Nichols, S., Haldane, C. & Wilson, J. R. (2000). Measurement of presence and its consequences in virtual environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 52(3), 471–491. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1999.0343>
- Nicolalde, F. D., Freese, V., Ponto, K., Tredinnick, R. & Kinneberg, M. (2014). Poster: Applying Kanban to healthcare via immersive 3D virtual reality. In *2014 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI) (S. 149–150)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/3DUI.2014.6798864>
- Norman, M., Lee, G., Smith, R. T. & Billingham, M. (2019). A Mixed Presence Collaborative Mixed Reality System. In *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR) (S. 1106–1107)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/VR.2019.8797966>
- Normand, J.-M., Servières, M. & Moreau, G. (2012). A new typology of augmented reality applications. In J.-M. Seigneur, H. Koenitz & G. Moreau (Hrsg.), *Proceedings of the 3rd*

- Augmented Human International Conference on - AH '12* (S. 1–8). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2160125.2160143>
- Nouar, N. e. h., Yangui, S., Faci, N., Drira, K. & Tazi, S. (2021). Agile and Dynamic Virtualized Network Functions Wiring in Network Services. In *2021 IEEE 14th International Conference on Cloud Computing (CLOUD)* (S. 322–332). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CLOUD53861.2021.00046>
- Nowak, K. L. & Biocca, F. (2003). The Effect of the Agency and Anthropomorphism on Users' Sense of Telepresence, Copresence, and Social Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), 481–494. <https://doi.org/10.1162/105474603322761289>
- O'Connor, R. V. & Duchonova, N. (2014). Assessing the Value of an Agile Coach in Agile Method Adoption. In *Communications in Computer and Information Science. Systems, Software and Services Process Improvement* (Bd. 425, S. 135–146). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43896-1_12
- O'Farrell, E., Yilmaz, M., Gulec, U. & Clarke, P. (2021). PlaySAFe: Results from a Virtual Reality Study Using Digital Game-Based Learning for SAFe Agile Software Development. In *Communications in Computer and Information Science. Systems, Software and Services Process Improvement* (Bd. 1442, S. 695–707). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85521-5_47
- Oh, C. S., Bailenson, J. N. & Welch, G. F. (2018). A Systematic Review of Social Presence: Definition, Antecedents, and Implications. *Frontiers in robotics and AI*, 5, 114. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00114>
- Palmarini, R., Erkoyuncu, J. A., Roy, R. & Torabmostaedi, H. (2018). A systematic review of augmented reality applications in maintenance. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 49, 215–228. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2017.06.002>
- Parent, A. (1998). *A Virtual Environment Task Analysis Workbook for the Creation and Evaluation of Virtual Art Exhibits*. National Research Council Canada. <https://doi.org/10.4224/8914049>
- Parsons, D. & Stockdale, R. (2014). The Agile Hour in a Virtual World. In L. Tomei & M. Thomas (Hrsg.), *Advances in Educational Technologies and Instructional Design. Pedagogical Considerations and Opportunities for Teaching and Learning on the Web* (S. 196–215). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-4611-7.ch012>
- Peddie, J. (2017). *Augmented Reality*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54502-8>
- Peffer, K., Tuunanen, T., Gengler, C. E., Rossi, M., Hui, W., Virtanen, V. & Bragge, J. (2020). Design Science Research Process: A Model for Producing and Presenting Information Systems Research. *1st International Conference, DESRIST 2006 Proceedings*. (pp. 83-106). Claremont Graduate University. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.02763>
- Pham, D.-M. & Stuerzlinger, W. (2019). Is the Pen Mightier than the Controller? A Comparison of Input Devices for Selection in Virtual and Augmented Reality. In T. Trescak, S. Simoff, D. Richards, A. Bogdanovych, T. Duval, T. Kuhlen, H. Nguyen, S. Morishima, Y. Itoh, R. Skarbez & M. Masek (Hrsg.), *25th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology* (S. 1–11). ACM. <https://doi.org/10.1145/3359996.3364264>
- Pick, S., Puika, A. S. & Kuhlen, T. W. (2016). SWIFTER: Design and evaluation of a speech-based text input metaphor for immersive virtual environments. In *2016 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)* (S. 109–112). IEEE. <https://doi.org/10.1109/3DUI.2016.7460039>
- Pidel, C. & Ackermann, P. (2020). Collaboration in Virtual and Augmented Reality: A Systematic Overview. In L. T. de Paolis & P. Bourdot (Hrsg.), *Lecture Notes in Computer Science. Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics* (Bd. 12242, S. 141–156). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58465-8_10

- Pieskä, S., Luimula, M. & Suominen, T. (2019). Fast Experimentations with Virtual Technologies Pave the Way for Experience Economy. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16(5). <https://doi.org/10.12700/APH.16.6.2019.6.2>
- Piumsomboon, T., Lee, G. A., Hart, J. D., Ens, B., Lindeman, R. W., Thomas, B. H. & Billingham, M. (2018). Mini-Me. In R. Mandryk, M. Hancock, M. Perry & A. Cox (Hrsg.), *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 1–13). ACM. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173620>
- Pokhrel, S. & Chhetri, R. (2021). A Literature Review on Impact of COVID-19 Pandemic on Teaching and Learning. *Higher Education for the Future*, 8(1), 133–141. <https://doi.org/10.1177/2347631120983481>
- Project Management Institute (2018). Success in Disruptive Times: Expanding the Value Delivery Landscape to Address the High Cost of Low Performance. *10th Global Project Management Survey*.
- Qian, L., Barthel, A., Johnson, A., Osgood, G., Kazanzides, P., Navab, N. & Fuerst, B. (2017). Comparison of optical see-through head-mounted displays for surgical interventions with object-anchored 2D-display. *International journal of computer assisted radiology and surgery*, 12(6), 901–910. <https://doi.org/10.1007/s11548-017-1564-y>
- Radhakrishnan, U. & Koumaditis, K. (2020). Teaching Scrum with a Virtual Sprint Simulation: Initial Design and Considerations. In R. J. Teather, C. Joslin, W. Stuerzlinger, P. Figueroa, Y. Hu, A. U. Batmaz, W. Lee & F. Ortega (Hrsg.), *26th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology* (S. 1–2). ACM. <https://doi.org/10.1145/3385956.3422107>
- Radkowski, R. & Ingebrand, J. (2017). HoloLens for Assembly Assistance - A Focus Group Report. In S. Lackey & J. Chen (Hrsg.), *Lecture Notes in Computer Science. Virtual, Augmented and Mixed Reality* (Bd. 10280, S. 274–282). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57987-0_22
- Radosav Majstorovic (2021). Building a Retrospective Tool in Augmented Reality. *Unveröffentlichte Masterarbeit, Hochschule der Medien Stuttgart*.
- Ramli, R. Z., Marobi, N. A. U. & Ashaari, N. S. (2021). Microorganisms: Integrating Augmented Reality and Gamification in a Learning Tool. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(6). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120639>
- Reallusion Inc. (2022). *Character Creator*. <https://www.reallusion.com/character-creator/>
- Richards, M., Anderson, M., Carter, P., Ebert, B. L. & Mossialos, E. (2020). The impact of the COVID-19 pandemic on cancer care. *Nature cancer*, 1(6), 565–567. <https://doi.org/10.1038/s43018-020-0074-y>
- Rizov, T. & Rizova, E. (2015). Augmented Reality as a Teaching Tool in Higher Education. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 3(1), 7–15. <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2015-3-1-7-15>
- Robinson, B. L., Mitchell, T. R. & Brenseke, B. M. (2020). Evaluating the Use of Mixed Reality to Teach Gross and Microscopic Respiratory Anatomy. *Medical science educator*, 1–4. <https://doi.org/10.1007/s40670-020-01064-2>
- Rodriguez, G., Soria, A. & Campo, M. (2012). Supporting Virtual Meetings in Distributed Scrum Teams. *IEEE Latin America Transactions*, 10(6), 2316–2323. <https://doi.org/10.1109/TLA.2012.6418138>
- Rodriguez, G., Soria, Á. & Campo, M. (2015). Virtual Scrum: A teaching aid to introduce undergraduate software engineering students to scrum. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(1), 147–156. <https://doi.org/10.1002/cae.21588>
- Rodríguez, G., Soria, A. & Campo, M. (2011). Teaching Scrum to Software Engineering Students with Virtual Reality Support. *F.V. Cipolla-Ficarra et al. (Eds.): ADNTIIC 2011, LNCS 7547, pp. 140–150, 2012., 7547, 140–150*. https://doi.org/10.1007/978-3-642-34010-9_14
- Röhner, J. & Schütz, A. (2012). *Psychologie der Kommunikation*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-18891-1>

- Ruan, S., Wobbrock, J. O., Liou, K., Ng, A. & Landay, J. (2018). Comparing Speech and Keyboard Text Entry for Short Messages in Two Languages on Touchscreen Phones. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 1(4), 1–23. <https://doi.org/10.1145/3161187>
- Rubio-Tamayo, J., Gertrudix Barrio, M. & García García, F. (2017). Immersive Environments and Virtual Reality: Systematic Review and Advances in Communication, Interaction and Simulation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(4), 21. <https://doi.org/10.3390/mti1040021>
- Rzhvskyi, A., Bill, E. A., Witeck, G., Aquere, A. L., Lima, R. M., Granja, J. & Azenha, M. (2020). Communication tools used by distributed teams in a BIM learning project. <http://hdl.handle.net/1822/69007>
- Sandelowski, M. (1994). Notes on transcription. *Research in nursing & health*, 17(4), 311–314. <https://doi.org/10.1002/nur.4770170410>
- Schäfer, U. (2016). Teaching Scrum with Minecraft. In *Proceedings of the European Conference on Software Engineering Education (ECSEE) 2016* (pp. 191-195). https://www.researchgate.net/profile/Ulrich-Schaefer-4/publication/319406315_Teaching_Scrum_with_Minecraft/links/5dd8257f92851c1feda74082/Teaching-Scrum-with-Minecraft.pdf
- Scherl, C., Stratemeier, J., Rotter, N., Hesser, J., Schönberg, S. O., Servais, J. J., Männle, D. & Lammert, A. (2021). Augmented Reality with HoloLens® in Parotid Tumor Surgery: A Prospective Feasibility Study. *ORL; journal for oto-rhino-laryngology and its related specialties*, 83(6), 439–448. <https://doi.org/10.1159/000514640>
- Schmidt, K. & Bannon, L. (1996). Supporting Articulation Work. In *Computerization and Controversy* (S. 407–423). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415040-9.50118-4>
- Schroeder, R., Steed, A., Axelsson, A.-S., Heldal, I., Abelin, Å., Wideström, J., Nilsson, A. & Slater, M. (2001). Collaborating in networked immersive spaces: as good as being there together? *Computers & Graphics*, 25(5), 781–788. [https://doi.org/10.1016/S0097-8493\(01\)00120-0](https://doi.org/10.1016/S0097-8493(01)00120-0)
- Schrof, J. I., Atzberger, A., Papoutsis, E. & Paetzold, K. (2019). Potential of Technological Enablement for Agile Automotive Product Development. In *2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)* (S. 1–8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICE.2019.8792665>
- Schumacher, M. & Schulgen, G. (2009). *Methodik klinischer Studien: Methodische Grundlagen der Planung, Durchführung und Auswertung* (3. Aufl.). Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-85136-3>
- Schwaber, K. & Beedle, M. (2002). *Agile software development with Scrum. Series in agile software development*. Prentice-Hall.
- Schwaber, K. & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide*. <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf>
- Scott, E. & Campo, M. (2021). An adaptive 3D virtual learning environment for training software developers in scrum. *Interactive Learning Environments*, 5(5), 1–19. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1999985>
- Scott, E., Rodríguez, G., Soria, Á. & Campo, M. (2014). Experiences in Software Engineering Education. In J. Keengwe & L. Yu (Hrsg.), *Advances in Higher Education and Professional Development. Overcoming Challenges in Software Engineering Education* (S. 250–276). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-5800-4.ch013>
- Sereno, M., Wang, X [Xiyao], Besancon, L., McGuffin, M. J. & Isenberg, T. (2020). Collaborative Work in Augmented Reality: A Survey. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, PP. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2020.3032761>
- Shannon, C. & Weaver, W. (1964). *Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press. <https://doi.org/10.4135/9781412959384.n229>

- Shin, J., Kim, H [Hayun], Parker, C., Kim, H [Hyung-il], Oh, S. & Woo, W. (2019). Is Any Room Really OK? The Effect of Room Size and Furniture on Presence, Narrative Engagement, and Usability During a Space-Adaptive Augmented Reality Game. In *2019 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)* (S. 135–144). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2019.00-11>
- Shrivastava, S. V. & Date, H. (2010). Distributed Agile Software Development: A Review. In *Journal of Computer Science and Engineering, Volume 1, Issue 1, p10-17, May 2010*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1006.1955>
- Shu, W., Cai, K. & Xiong, N. N. (2021). Research on strong agile response task scheduling optimization enhancement with optimal resource usage in green cloud computing. *Future Generation Computer Systems*, 124, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.05.012>
- Silver, M. S., Markus, M. L. & Beath, C. M. (1995). The Information Technology Interaction Model: A Foundation for the MBA Core Course. *MIS Quarterly*, 19(3), 361. <https://doi.org/10.2307/249600>
- Simon, H. A. (2019). *The Sciences of the Artificial* (3. ed., 3. print). The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/12107.001.0001>
- Socha, D., Folsom, T. C. & Justice, J. (2013). Applying Agile Software Principles and Practices for Fast Automotive Development. In *Lecture Notes in Electrical Engineering. Proceedings of the FISITA 2012 World Automotive Congress* (Bd. 196, S. 1033–1045). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33738-3_8
- Speicher, M [Marco], Feit, A. M., Ziegler, P. & Krüger, A. (2018). Selection-based Text Entry in Virtual Reality. In R. Mandryk, M. Hancock, M. Perry & A. Cox (Hrsg.), *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 1–13). ACM. <https://doi.org/10.1145/3173574.3174221>
- Spring, M. (2021). Entwicklung und Erprobung einer Methodik, um Informationen in Form von Text oder Zeichnungen in ein Augmented Reality Meeting mittels der Microsoft HoloLens einzubringen. *Unveröffentlichte Masterarbeit, Hochschule der Medien Stuttgart*.
- Stegmann, I. (2022). New Work in der Automobilindustrie – Auswirkungen des Einsatzes von Augmented Reality in agilen Projektteams auf Arbeitsprozesse und Mitarbeiterzufriedenheit. *Unveröffentlichte Masterarbeit, IST-Hochschule für Management*.
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- Streule, T., Miserini, N., Bartlomé, O., Klippel, M. & Soto, B. G. de (2016). Implementation of Scrum in the Construction Industry. *Procedia Engineering*, 164, 269–276. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.619>
- Sugano, N., Kato, H. & Tachibana, K. (2003). The effects of shadow representation of virtual objects in augmented reality. In *The Second IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2003. Proceedings* (S. 76–83). IEEE Comput. Soc. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2003.1240690>
- Sureshchandra, K. & Shrinivasavadhani, J. (2008). Moving from Waterfall to Agile. In *Agile 2008 Conference* (S. 97–101). IEEE. <https://doi.org/10.1109/Agile.2008.49>
- Tactivos. (2022). *Mural*. <https://www.mural.co/>
- Takahira, R. Y., Laraia, L. R., Dias, F. A., Yu, A. S., Nascimento, P. T. S. & Camargo Jr., A. S. (2014). *Scrum and Embedded Software Development for the Automotive Industry: 27 - 31 July 2014, Kanazawa, Japan ; proceedings*. IEEE. <http://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=6905926>
- Takeda, H., Veerkamp, P., Tomiyama, T. & Yoshikawa, H. (1990). Modeling Design Processes. *AI Magazine Volume 11 Number 4 (1990)*.
- TEKsystems. (2018). *Technology initiatives deployment plans within organizations worldwide in 2019*. <https://www.teksystems.com/en/insights/press/2018/it-forecast-transformation>

- Thielsch, M. & Salaschek, M. (2018). *Toolbox zur kontinuierlichen Website-Evaluation und Qualitätssicherung*. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. <https://doi.org/10.17623/BZGA:224-2.1>
- Thun, F. S. von. (2013). *Miteinander reden 1: Störungen und Klärungen: Allgemeine Psychologie der Kommunikation*. Rowohlt Verlag GmbH.
- Tolksdorf, K., Buda, S. & Schilling, J. (2021). Aktualisierung zur "Retrospektiven Phaseneinteilung der COVID-19-Pandemie in Deutschland". Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.25646/8961>
- Tuma, R., Schnettler, B. & Knoblauch, H. (2013). *Videographie: Einführung in die interpretative Videoanalyse sozialer Situationen. Lehrbuch*. Springer VS.
- Tyagi, S., Sibal, R. & Suri, B. (2018). Role of trust in distributed agile software development teams-A light weight systematic literature review. *ICTACT Journal on Management Studies*, 4(2), 748-753. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.21917/ijms.2018.0102>
- Unity Technologies. (2022). *Unity Game Engine*. <https://unity.com/>
- Uroš, U., Ariansyah, D., Erkoyuncu, J. A. & Vukasinovic, N. (2021). Augmented Reality Aided Inspection of Gears. *Tehnicky vjesnik - Technical Gazette*, 28(3). <https://doi.org/10.1057/ejis.2008.40>
- Vasarainen, M., Paavola, S. & Vetoshkina, L. (2021). A Systematic Literature Review on Extended Reality: Virtual, Augmented and Mixed Reality in Working Life. *International Journal of Virtual Reality*, 21(2), 1–28. <https://doi.org/10.20870/IJVR.2021.21.2.4620>
- VDI. (1993). *VDI-Richtlinie 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*. VDI-Verlag.
- Venkatesh, V., Brown, S. A. & Bala, H. (2013). Bridging the Qualitative-Quantitative Divide: Guidelines for Conducting Mixed Methods Research in Information Systems. *MIS Quarterly*, 37(1), 21–54. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.1.02>
- VERBI GmbH. (2022). *MAQXDA Software*. <https://www.maxqda.de/>
- Wacker, P., Nowak, O., Voelker, S. & Borchers, J. (2020). ARPen. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '20, pages 719:1–719:11, ACM*, 1–12. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300849>
- Walko, C. & Maibach, M.-J. (2021). Flying a helicopter with the HoloLens as head-mounted display. *Optical Engineering*, 60(10). <https://doi.org/10.1117/1.OE.60.10.103103>
- Wang, C.-Y., Chu, W.-C., Chiu, P.-T., Hsiu, M.-C., Chiang, Y.-H. & Chen, M. Y. (2015). PalmType. In S. Boring, E. Rukzio, H. Gellersen & K. Hinckley (Hrsg.), *Proceedings of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (S. 153–160). ACM. <https://doi.org/10.1145/2785830.2785886>
- Ward, R. & Chang, C. K. (2019). In Search of Scientific Agile. In *2019 IEEE 43rd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)* (S. 59–65). <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2019.00018>
- Webster, J. & Watson, R. T. (2002). Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly*, Jun., 2002, Vol. 26, No. 2 (Jun., 2002), pp. xiii-xxiii. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.2307/4132319>
- Wei, C.-W., Chen, N.-S. & Kinshuk (2012). A model for social presence in online classrooms. *Educational Technology Research and Development*, 60(3), 529–545. <https://doi.org/10.1007/s11423-012-9234-9>
- Winkelhofer, G. (2005). *Management- und Projekt-Methoden: Ein Leitfaden für IT, Organisation und Unternehmensentwicklung* (3., vollständig überarbeitete Auflage). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <http://dx.doi.org/10.1007/b138122> <https://doi.org/10.1007/b138122>
- Witmer, B. G. & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225–240. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>
- Wolf3d. (2022). *Ready Player Me Avatare*. <https://readyplayer.me/de>

- Yan, V., YI, X., YU, C. & SHI, Y. (2019). Gesture-based target acquisition in virtual and augmented reality. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 1(3), 276–289. <https://doi.org/10.3724/SP.J.2096-5796.2019.0007>
- Yilmaz, M. (2017) [Duplikat] Virtual Reality-Based Daily Scrum Meetings. In N. Lee (Hrsg.), *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (S. 1–6). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_160-1
- Yoon, B., Kim, H [Hyung-il], Lee, G. A., Billinghamurst, M. & Woo, W. (2019). The Effect of Avatar Appearance on Social Presence in an Augmented Reality Remote Collaboration. In *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)* (S. 547–556). IEEE. <https://doi.org/10.1109/VR.2019.8797719>
- Yu, K., Gorbachev, G., Eck, U., Pankratz, F., Navab, N. & Roth, D. (2021). Avatars for Teleconsultation: Effects of Avatar Embodiment Techniques on User Perception in 3D Asymmetric Telepresence. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 27(11), 4129–4139. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3106480>
- Zhu, Y., Lou, Z., Ge, T., Wu, T., Wang, Y., Tan, T. & Wang, J [Jianmin] (2021). An Interactive Mixed Reality Platform for Inquiry-Based Education. In *2021 IEEE 7th International Conference on Virtual Reality (ICVR)* (S. 324–331). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICVR51878.2021.9483827>
- Zimmermann, P. (2008). Virtual Reality Aided Design. A survey of the use of VR in automotive industry. In *Product Engineering* (S. 277–296). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8200-9_13
- Zoom Video Communications. (2022). *Videokonferenz-Tool Zoom*. <https://zoom.us/>

Anhang

Anhang 1: Interviewleitfaden der initialen Studie

Intro:

Guten Tag,

vielen Dank, dass Sie sich bereit erklärt haben, an diesem Interview teilzunehmen.

Das Interview ist Teil der Forschung, welche ich im Rahmen meiner Dissertation durchführe.

Ziel ist es, die agile Arbeitsweise bei uns im Konzern tiefgehender zu erforschen, Herausforderungen zu identifizieren und neue Ansätze mittels der Technologie der Augmented Reality zu untersuchen.

Das Interview ist in drei Bereiche aufgeteilt und wird inklusive einer praktischen Demo der Technologie der Augmented Reality ca. 90 Minuten in Anspruch nehmen.

Strukturiert ist das Interview wie folgt:

Teil 1: Zu Beginn werde ich Sie allgemein zu demographischen Merkmalen und Ihrer täglichen agilen Arbeitsweise befragen.

Teil 2: Es folgt darauf eine Demo der neuen Technologie der Augmented Reality. Ziel ist es, Ihnen die Technologie näherzubringen. Im Anschluss an die Demo werde ich Ihnen einige Fragen zu Ihren Eindrücken stellen. Ich möchte dabei erfahren, ob Sie bereits einen Mehrwert für Ihre agile Arbeitsweise erkennen können.

Teil 3: Zuletzt werde ich Ihnen einige theoretische Vorschläge zum konkreten Einsatz der Augmentierten Realität in der agilen Arbeitsweise anbieten und Sie zu Ihrer Meinung befragen.

Ich werde unseren Gesprächsverlauf mit einem Diktiergerät aufnehmen und anschließend transkribieren. Ihre Aussagen werden dabei anonymisiert und Sie werden z. B. nur als Proband 1 gespeichert. Eine Zuordnung von Ihnen als Person zur Probandennummer ist dabei nur mir möglich. Die gespeicherten Daten dienen nur meiner Forschung und werden nicht für weitere Zwecke weitergegeben oder verarbeitet.

Informationen zum Datenschutz habe ich hier noch mal in einem Dokument zusammengefasst. Ich bitte Sie, dieses kurz zu lesen und die Rahmenbedingungen durch eine Unterschrift zu bestätigen.

-Dokument wir ausgehändigt.-

Die Teilnahme an dieser Umfrage ist freiwillig. Sie können diese zu jedem Zeitpunkt abbrechen.

-Kurze Pause-

Haben Sie an dieser Stelle Fragen?

-Kurze Pause-

Ansonsten würde ich den ersten Teil des Interviews starten.

Wir werden dafür ca. 30 Minuten einplanen.

Interview:

Sie sind nun Proband Nr. _____ in dieser Erhebung.

Ich möchte zunächst einige demographische Daten erheben:

1. Geschlecht: _____
2. Alter: _____
3. Staatsangehörigkeit: _____
4. Höchster akademischer Abschluss: _____
5. Berufsverhältnis: _____
6. Berufskategorie: _____
7. Bereich: _____
8. Tätigkeitsfeld: _____

In der Literatur gibt es bisher keine universelle Definition von einer agilen Arbeitsweise bzw. Agilität. Es lässt sich jedoch feststellen, dass es die Vereinigung verschiedener Ansätze ist. Es lässt sich übergreifend formulieren, dass eine agile Vorgehensweise bzw. ein agiles Projektmanagement folgende Aspekte beinhaltet:

- Eine inkrementelle und iterative Vorgehensweise
 - Cross-funktionale Teams, welche End-to-End in der Verantwortung für ein Produkt stehen
 - Selbstorganisation ohne Hierarchien im Team
1. Wenn Sie sich diese Definition anhören, würden Sie sagen, dass Sie sich in Ihrer täglichen Arbeit in einer agilen Arbeitsweise befinden?
 - a. Ja
 - i. Anteil _____ %
 - b. Nein

Wenn „Ja“ oder „Zum Teil“ möchte ich Sie bitten, im Folgenden alle weiteren Fragen auf Beispiele aus ihrer agilen Arbeitsweise zu beziehen.

2. Welches agile Framework nutzen Sie in Ihrem Projektalltag/ Nach welcher Methodik arbeiten Sie?
 - a. Scrum
 - b. _____
3. Wie lange arbeiten sind Sie bereits mit der agilen Arbeitsweise?

4. Welche Rolle besetzen Sie innerhalb des Frameworks?
 - a. Product Owner
 - b. Entwicklungsteam
 - c. Scrum Master
 - i. Welche Bereiche betreuen Sie hier?

 - d. Agile Coach
 - i. Welche Bereiche coachen Sie hier?

 - e. _____

5. Haben Sie eine offizielle Fortbildung/ Zertifizierung für Ihre Rolle bzw. eine Fortbildung zur agilen Arbeitsweise erworben?
 - a. Ja
 - i. Wenn ja, welche?

 - b. Nein
 - i. Wie haben Sie sich dann Wissen erarbeitet?

6. Sind die Teilnehmer in Ihrem agilen Team geografisch getrennt?
 - a. Ja
 - i. Alle
 - ii. Zum Teil: _____
 - b. Nein

Wenn „Ja“ möchte ich Sie bitten, im Folgenden alle weiteren Fragen auf Beispiele aus dieser geographisch verteilten Zusammenarbeit zu beziehen.

7. Welche Meetings halten Sie in Ihrem Framework ab?
 - a. Planning
 - b. Daily
 - c. Weekly
 - d. Review
 - e. Retrospektive
 - f. Coaching Termine
 - g. _____

8. In der agilen Arbeitsweise finden wir wiederkehrende Werkzeuge wieder. Dazu gehört z. B. ein Timer, Post-its, Whiteboards u.v.m. Wenn Sie an Ihre tägliche Arbeitsweise denken, welche Werkzeuge finden Sie dort wieder?
 - a. _____
 - b. _____
 - c. _____

9. Im Scrum Prozess gibt es das Artefakt des *Product Backlog*. Nutzen Sie dieses?
 - a. Ja
 - b. Nein

10. Nutzen Sie ein digitales oder analoges Backlog?
 - a. Digital
 - b. Analog
 - c. Keins

11. Erzählen Sie mir bitte, wie Sie typischerweise mit dem Backlog arbeiten.

12. Fallen Ihnen spontan Herausforderungen in der Arbeit mit dem Backlog ein?

13. Welche Tools nutzen Sie zur Kommunikation/ zum Kollaborieren?

- a. Skype
- b. KanBo
- c. Jira
- d. Telefon
- e.

14. Wozu wird welches Tool genutzt?

- a.

- b.

- c.

- d.

- e.

15. Verwenden Sie noch weitere Hilfsmittel in der agilen Arbeitsweise?

Interview Part 2 - WENN Entwicklungsteam, Po ODER Sm

(Sollte eine andere Methodik als Scrum verwendet werden, werden die Events in diesem Fragebogen an diese Methodik angepasst.)

Ich möchte Sie nun bitten, sich einen typischen Sprint innerhalb der agilen Arbeitsweise vor Augen zu halten. Beginnen Sie beim Planning, gehen Sie über das Daily/ Weekly bis zum Review und halten sich auch die Retrospektive vor Augen. Sollten Sie im Alltag eine andere Methodik leben, beziehen Sie Ihre Schilderungen bitte auf die dort enthaltenen Events.

Sollten Sie geographisch getrennt zusammenarbeiten, halten Sie sich hier bitte immer die Besonderheiten dieser Konstellation vor Augen.

16. Sie sitzen nun im Planning Meeting zu Sprint 15.
Erzählen Sie mir, was typischerweise hier passiert.

Sie kehren nun zu Ihrer Arbeit zurück.

17. Erzählen Sie mir, wie sie typischerweise nach dem Planning vorgehen?

Am nächsten Tag/ In der nächsten Woche finden Sie sich im Daily/ Weekly Meeting wieder.

18. Erzählen Sie mir, was typischerweise hier passiert.

19. Oder warum machen Sie dieses Meeting nicht?

Der Sprint ist vorbei und Sie befinden sich im Review Meeting zu Sprint Nummer 15.

20. Erzählen Sie mir, was typischerweise hier passiert.

Auch das Review ist nun vorbei und Sie befinden sich in der Retrospektive zum Sprint.

21. Erzählen Sie mir, was typischerweise hier passiert.

22. Oder warum machen Sie dieses Meeting nicht?

Arbeit geographisch getrennt?

WENN „Ja“:

23. Sie haben nun einen Sprint in Ihrem geographisch getrennten Team reflektiert. Was sind die typischen Herausforderungen, mit denen Sie sich im Alltag konfrontiert sehen und genau aus dieser geographischen Distanz resultieren?

WENN „Nein“:

24. Sie haben nun einen Sprint reflektiert. Was sind die typischen Herausforderungen, mit denen Sie sich im Alltag konfrontiert sehen?

25. Gehen Sie einen Schritt weiter und nehmen wir an, Ihr Team ist geographisch getrennt. Was für typische Herausforderungen erwarten Sie, welche aus der geographischen Distanz resultieren?

In der Wissenschaft wurden typische Probleme in geographisch getrennten, agilen Teams in der Softwareentwicklung kategorisiert. Es ergeben sich hier 7 Kategorien:

-Kategorien werden auf Tisch präsentiert.-

- Kultur (Verantwortlichkeiten, Ehrlichkeit, Direktheit, Sprache)
- Zeitzonen (Zeit-Asynchronität, Urlaube)
- Kommunikation (Zusammenarbeit, Dokumentationsaufwand, Telekommunikation)
- Vertrauen (Team Building)
- Kunden Zusammenarbeit (Kundenkontakt)
- Training (Agile Ausbildung)
- Technik (Probleme)

26. Können Sie die Existenz dieser Kategorien nachvollziehen?

27. Fallen Ihnen direkt Beispiele ein, in denen Sie die Kategorien wiedererkennen?

Denken Sie dabei auch an den Ablauf der Meetings, welche Sie mir gerade erläutert haben.

- Jede Kategorie wird noch mal einzeln besprochen.-

Die Wissenschaft hat auch gezeigt, dass fast die Hälfte der Problemkategorien (3 von 7) durch ein Coaching/ Team Building verbessert werden konnten.

28. Können Sie den positiven Einfluss von Coaching nachvollziehen?

29. Haben Sie auch Erfahrungen mit Coaching gemacht (positiv sowie negativ)?

30. Sind Ihnen Herausforderungen in Bezug auf Coaching und der täglichen Arbeit bekannt?

31. Hat sich durch die SARS-COVID-19 Pandemie etwas in Ihrer Arbeitsweise geändert?

32. Sehen Sie sich hier mit neuen Herausforderungen konfrontiert?

Interview Part 2 - WENN COACH

Ich möchte Sie nun bitten, Ihre typische/ alltägliche Arbeit als Coach vor Augen zu halten. Coachen Sie dabei auch geographisch getrennte Teams, versuchen Sie bitte, die Fragen und Antworten primär auf diese Arbeit zu fokussieren.

33. Wie teilt sich Ihre Arbeit als Coach auf?

34. Welche Aufgabenfelder umfasst Ihr Coaching?

35. Welche typischen Herausforderungen sehen Sie in der Durchführung?

36. Sie bekommen den Auftrag, ein neues Team als agile Coach zu begleiten.
Wie gehen Sie dabei zunächst vor?

37. Was sind die nächsten Schritte?

38. Wir gehen nun zeitlich weiter. Sie coachen das Team nun bereits seit einigen Wochen.
Wie sieht Ihre Arbeit mittlerweile aus?

39. Umfasst Ihre Coachingarbeit auch Retrospektiven im Scrum-Prozess?

- a. Ja
- b. Nein

40. Wie sieht eine typische Retrospektive bei Ihnen aus?

41. Welche Methoden und Tools nutzen Sie regelmäßig zum Coachen von agilen Teams?

Geographisch getrennt?

WENN „Ja“:

42. Sie haben nun Ihre typische Arbeit in Ihrem geographisch getrennten Team reflektiert. Was sind die typischen Herausforderungen, mit denen Sie sich im Alltag konfrontiert sehen und genau aus dieser geographischen Distanz resultieren?

WENN „Nein“:

43. Sie haben nun Ihre typische Arbeit reflektiert. Was sind die typischen Herausforderungen, mit denen Sie sich im Alltag konfrontiert sehen?

44. Gehen Sie einen Schritt weiter und nehmen an, Ihr Team ist geographisch getrennt. Was für typische Herausforderungen erwarten Sie, welche aus der geographischen Distanz resultieren?

In der Wissenschaft wurden typische Probleme in geographisch getrennten, agilen Teams in der Softwareentwicklung kategorisiert. Es ergeben sich hier 7 Kategorien:

-Kategorien werden auf Tisch präsentiert.-

- Kultur (Verantwortlichkeiten, Ehrlichkeit, Direktheit, Sprache)
- Zeitzonen (Zeit-Asynchronität, Urlaube)
- Kommunikation (Zusammenarbeit, Dokumentationsaufwand, Telekommunikation)

- Vertrauen (Team Building)
- Kunden Zusammenarbeit (Kundenkontakt)
- Training (Agile Ausbildung)
- Technik (Probleme)

45. Können Sie die Existenz dieser Kategorien nachvollziehen?

46. Fallen Ihnen direkt Beispiele ein, in denen Sie die Kategorien wiedererkennen?
Denken Sie dabei an die tägliche Arbeit, welche Sie mir gerade erläutert haben.
-Jede Kategorie wird noch mal einzeln besprochen-

47. Die Wissenschaft hat auch gezeigt, dass fast die Hälfte der Problemkategorien (3 von 7) durch ein Coaching/ Team Building verbessert werden konnten.

Können Sie den positiven Einfluss von Coaching nachvollziehen?

48. Kommt der Aspekt des Coachings in der täglichen Arbeit Ihrer Meinung nach zu kurz?

49. Was sind die Gründe dafür?

Und was müsste sich ändern, damit Coaching „alltäglicher“ wird?

50. Hat sich durch die SARS-COVID-19 Pandemie etwas in Ihrer Arbeitsweise geändert?

51. Sehen Sie sich hier mit neuen Herausforderungen konfrontiert?

Demonstration:

Intro:

(In kursiv sind jeweils Vorführungen beschrieben.)

Ich würde nun gerne zum zweiten Teil des Interviews übergehen.
In diesem werde ich Ihnen die Technologie der Augmentierten Realität näherbringen.
In den nächsten 15 Minuten werden wir ein wenig mit der Technologie experimentieren.

52. Ist Ihnen Augmented Reality bereits grundsätzlich bekannt?

53. Wenn ja, woher?

Lassen Sie mich Ihnen die Technologie ein wenig näherbringen.
Die Augmentierte Realität verschmelzt virtuelle Objekte mit der realen Umgebung.
Erreicht wird dies z. B. über Head-Mounted Displays.

-HoloLens 2 (=HMD) wird gezeigt.-

Diese AR-Brille besitzt durchsichtige Displays, über die Sie die Realität wahrnehmen können.
Gleichzeitig können über die Displays digitale Objekte angezeigt werden.
Sie können um diese virtuellen Objekte herumlaufen. Sie werden immer perspektivisch korrekt angezeigt. Am besten Sie probieren das Ganze einfach mal selbst aus.

-Proband darf Brille begutachten und aufsetzen.-

Vor Ihnen ist nun ein Beispielobjekt dargestellt.

-Beispielhaftes 3D-Modell (Kolben mit Kurbelwelle) wird präsentiert.-

Sie können um dieses Objekt herumlaufen und es aus der Ferne oder der Nähe betrachten.
Wenn Sie sich Ihre Hände anschauen, sehen Sie, dass diese virtuell überlagert werden. Die Brille verfolgt Ihre Handbewegungen und hat ein Verständnis dieser. Sie können das Objekt deshalb auch anfassen, bewegen, drehen oder skalieren.

-Ich mache den Probanden vor, wie man das Objekt manipuliert.-

-Der Proband hat nun Zeit, mit der Technologie zu „spielen“.-

Wie Sie nun eventuell bereits bemerkt haben, sehe ich über meine Brille genau die digitalen Inhalte, welche auch Sie angezeigt bekommen. Wir beide sind bereits in einem gemeinsamen sog. virtuellen Raum. Das heißt: Alle virtuellen Objekte, die ich sehe, sehen auch Sie an der gleichen Stelle im Raum. Wir haben zusätzlich noch eine Audioübertragung, über die wir kommunizieren können.

-Proband hört mich nun über das Mikrofon. Das Mikrofon wird danach wieder deaktiviert.-

Man könnte das Ganze auch mit einem Skype-Meeting vergleichen, nur eben in der dritten Dimension. Ich könnte nun auch den Raum verlassen und aus z. B. Sindelfingen diesen virtuellen Raum betreten. Wir könnten so gemeinsam an einem 3D-Bauteil eine Besprechung vornehmen. Andere Personen im Meeting werden als Avatare dargestellt. Sie sehen das bereits an mir. Ich bin mit meinem virtuellen Avatar überlagert. Aktuell geschieht dies über einfache Avatare. Diese laufen jedoch bereits analog zu den eigenen Bewegungen durch den Raum.

-Es wird gezeigt, wie der Avatar analog zur Person durch den Raum wandert.-

Wir können diesen Avatar erweitern, z. B. durch die virtuellen Hände, welche Sie bereits hier sehen oder durch ein Gesicht mit Mimik und Mundbewegungen.

54. Haben Sie an dieser Stelle bereits Fragen zur Technologie?

Wir haben nun mehrere Möglichkeiten, in diesem Raum auch über geographische Grenzen hinweg zu arbeiten. Wie bereits erläutert, können wir zuerst einmal verbal kommunizieren. Wir können aber auch mit den Avataren interagieren. Wenn wir z. B. einen Schritt weiterdenken und die Avatare auch Hände besitzen, können wir durch diese auf Objekte zeigen und so am 3D-Bauteil – obwohl wir geographisch getrennt sind – gemeinsam eine Besprechung durchführen.

-Ich laufe zum Bauteil und tue so, als würde ich einen Sachverhalt beschreiben.-

Ich kann nun zusätzlich auch einen 3D-Stift aktivieren und im 3D-Raum malen. So kann ich z. B. Details am Bauteil markieren.

-Ich aktiviere einen 3D-Stift und annotiere durch einen Kreis eine Stelle am 3D-Objekt.-

Ich kann ebenfalls Notizen in diesem Raum hinterlassen: Besprechen wir etwas Wichtiges, erstelle ich kurz eine Notiz und hinterlasse sie an der richtigen Stelle.

-Ich erstelle eine Notiz mit ein paar Stichworten zum Sachverhalt und hinterlasse diese an der Annotation.-

Alle Elemente verbleiben in dem Raum und können später wieder betrachtet werden. Wir können uns nächste Woche also wieder am Bauteil treffen und die Besprechung mit neuen Updates und den alten Notizen fortführen.

Ich habe aber auch die Möglichkeit, Elemente aus dem Scrum-Prozess abzubilden. Ich kann z. B. ein Kanban Board erstellen und einen Timer erstellen.

-3D-Kanban Board mit Beispiel-Post-its und Timer wird geöffnet.-

Wir können so unsere Scrum-Meetings in diesem Tool abhalten. Neben dem Daily kann ich auch eine Retrospektive abbilden.

-,More, less, start, stop“-Bild wird geladen.-

Sie können hier natürlich schon weiterdenken. Sie könnten sich neue Formate für eine Retrospektive überlegen oder die Möglichkeiten auf weitere Anwendungen übertragen.

Interview Part 3:

55. Berichten Sie mir kurz Ihre Eindrücke. Was geht Ihnen durch den Kopf?

56. Haben Sie nach dieser Demo direkt Ideen, wo die Technologie Ihre tägliche agile Arbeit bereichern oder verbessern könnte? Denken Sie dabei auch speziell an geographisch getrennte Teams.

57. Sehen Sie auch Herausforderungen, welche die neue Technologie mit sich bringt?

58. An welche Funktionen und Features denken Sie direkt nach dieser Demo?

Ich würde Sie final gerne zu konkreten Umsetzungen befragen, welche ich mir in der Vorbereitung zu dieser Befragung überlegt habe. Wir nehmen uns hier in Ruhe 45 Minuten Zeit. Es soll den Schwerpunkt des Interviews darstellen.

Ich sehe den Einsatz der Augmentierten Realität in verschiedenen Phasen eines Projektes. So könnte ich mir vorstellen, dass sich geographisch nicht vereinte Teams in einem solchen Meeting beim Kick-off/ dem Design Thinking treffen, um ein Projekt zu starten und dabei bekannte Methodiken zu nutzen.

So könnten wir mit dem 3D-Stift wie an einem Whiteboard arbeiten, Ideen mit Post-its an der Wand sammeln, automatisierte Methoden zur Auswertung nutzen, etc.

59. Glauben Sie, dass ein Kick-off/ Design Thinking in einem AR-Meeting stattfinden kann und einen Mehrwert für geographisch getrennte Teams bereithält?

60. Fällt Ihnen in diesem Bezug ein anderer Anwendungsfall für die Technologie ein?

Nachdem ein Projekt gestartet wurde, kann ich mir in meinem AR-Meeting einen eigenen Projektraum anlegen und pflegen. Dieser Projektraum ist nicht an physische Räume gebunden. Ich kann ihn überall mit hinnehmen. Bestücken kann ich den Raum mit PowerPoints, PDFs, 3D-Skizzen, 3D-Modellen und weiten Informationen. Für Besprechungen ist der virtuelle Raum dann jederzeit nutzbar.

61. Glauben Sie, dass ein virtueller Projektraum, in dem ich arbeiten kann, einen sinnvollen Mehrwert stiftet? Vor allem, wenn Sie geographisch getrennt sind, aber auch für vereinte Teams.

62. Fällt Ihnen in diesem Bezug ein anderer Anwendungsfall für die Technologie ein?

Wird beschlossen das Projekt nach dem Scrum-Prozess zu organisieren, kann ich die Artefakte des Prozesses natürlich auch in einem AR-Meeting abbilden. Ich habe Ihnen dazu bereits ein paar Beispiele gezeigt.

63. Glauben Sie, dass ein virtuelles Kanban Board in der Augmentierten Realität einen Mehrwert liefern kann? Vor allem, wenn Sie geographisch getrennt sind. Verdeutlichen Sie Ihre Haltung bitte an Beispielen.

64. Kann man ein Kanban Board mit der Technologie vielleicht auf ein neues Niveau heben?

65. Glauben Sie, dass es einen Mehrwert stiftet, Termine wie ein Daily, Planning oder Review in einem solchen AR-Meeting abzuhalten? Vor allem, wenn Sie geographisch getrennt sind. Verdeutlichen Sie Ihre Haltung bitte an Beispielen.

66. Glauben Sie, dass es einen Mehrwert stiftet, die Retrospektive in einem solchen AR-Meeting abzuhalten? Vor allem, wenn Sie geographisch getrennt sind. Ich habe Ihnen dazu ja bereits zwei Beispiele gezeigt. Verdeutlichen Sie Ihre Haltung bitte an Beispielen.

Ein Feld, welches in der agilen Arbeitsweise eine Rolle spielt, haben wir bereits besprochen: das Coaching. Augmented Reality könnte hier sowohl für geographisch vereinte Teams als auch für geographisch getrennte Teams ein neues Medium darstellen.

67. Können Sie sich vorstellen, dass die Technologie der Augmentierten Realität einen Mehrwert für das Coaching bereithält? Verdeutlichen Sie Ihre Haltung bitte an Beispielen.

68. Fallen Ihnen direkt Methodiken ein, welche Sie direkt in der Augmentierten Realität ausprobieren wollen würden?

Interview-Teil 1

Informelle Gespräche

Die Analyse des ersten Teils der Interviews führte zur ersten Kategorie der *Informellen Gespräche*. Definiert wurde diese Kategorie durch Aussagen, welche sich als Aussagen charakterisieren lassen, die durch ungeplante, zufällige Teilnehmer, eine unvorbereitete Agenda, eine Interaktivität, unterschiedliche Medienformate und informelle Sprache definiert sind. Diese Kategorie, welche in Summe 62 Aussagen beinhaltet, wurde wiederum in vier Sub-Kategorien aufgeteilt, von denen zwei Kategorien weitere Sub-Sub-Kategorien aufweisen.

Die erste Sub-Kategorie ist jene der *zeitlichen Aspekte* (Sub-Kategorie *Zeit*) bei informellen Gesprächen. Aus dieser Sub-Kategorie mit 13 Aussagen konnten die beiden Sub-Sub-Kategorien *Abnahme Virtuell* und *Dauer Virtuell* aufgeteilt werden.

Zunächst soll die Sub-Sub-Kategorie *Abnahme Virtuell* besprochen werden. Aus sieben Aussagen wird deutlich, dass soziale Gespräche oder der Small Talk im Virtuellen verloren gehen würden: „(...) das Netzwerk geht ein bisschen verloren.“ (20-1). Gespräche, die man sonst ohne großen Aufwand in der Kaffeeküche abgehalten habe, würden nun mehr Aufwand benötigen und einen bewussten Termin verlangen, weshalb sie oft nicht stattfinden würden: „Können wir das nicht irgendwie in dem Anwendungsfall bei uns auch verwenden oder so? (...) Also, wenn wir davor jetzt noch keinen Kontakt hatten, passiert’s wahrscheinlich auch nicht, dass ich dich jetzt in der Zeit anrufe und kurz mit dir drüber rede, sondern das wäre dann halt vllt. in der Kaffecke passiert im PI-Planning.“ (15-1). Oder: „(...) das sind natürlich die ganzen Sozialgeschichten. Da geht viel verloren.“ (8-1). Interessant ist hier die Beobachtung eines Coaches: „Ja, was machst du bei einer digitalen Veranstaltung in einer halben Stunde Kaffeepause? In der Regel gehst du auf das Klo und machst irgendwas anderes. Aber da unterhältst du dich nicht mit Leuten. So, bei der realen Veranstaltung gehst du in die Küche. Da stehen Leute rum. Du hörst einem Gespräch zu und, und, und.“ (8-1).

Ein erhöhter Aufwand lässt sich ebenfalls durch die Sub-Sub-Kategorie *Dauer Virtuell* mit sechs Aussagen wahrnehmen. Für ein virtuelles, informelles Gespräch müsse mehr Zeit eingeplant werden als für ein spontanes Treffen in der Küche. „Also Kommunikation dauert länger und du musst der Kommunikation mehr Zeit einräumen.“ (19-1). So müsse extra ein Termin ausgemacht werden: „Man müsste dann extra einen Termin machen.“ (16-1). Gleichzeitig hätten informelle Gespräche eine geringe Priorität, deshalb würden sie bei parallelen Terminen gerne als Erstes aus dem Kalender gestrichen: „(...) weil das sind natürlich die Termine, die als Erste rausfliegen.“ (7-1). Aus einer zufälligen Begegnung im Büro würde so zudem eine bewusste Abstimmung in einem Termin.

Jene Begegnungen, ob zufällig oder nicht zufällig, lassen sich in die zweite Sub-Kategorie *Findet statt bei* durch 19 Aussagen mit den Sub-Sub-Kategorien der Orte/ Gelegenheiten *Kaffee trinken* (6 Aussagen), *Austausch im Büro* (6 Aussagen), *Mittagessen* (3 Aussagen), *Nach der Arbeit* (2 Aussagen), *Zufällig* (1 Aussage), *Anderer Raum* (1 Aussage) einsortieren. Rein private Gespräche fänden dabei nach der Arbeit statt: „(...) haben wir eine Abendsession gemacht und noch ein digitales Bier getrunken auf unser erstes PI-Planning, was dann in der Freizeit stattgefunden hat.“ (20-1). Für zufällige Gespräche fehle der richtige Rahmen im Virtuellen: „Aber das bildest du in der Form jetzt halt gerade, also sehe ich nicht, wie man das abbilden könnte.“ (15-1). Bewusst werde dagegen das Mittagessen für informelle Gespräche genutzt, wobei ein Mittagessenstermin an sich auch mal spontan entstehen könne: „Also beim Mittagessen drüber zu philosophieren, woran es denn jetzt hapert, dass wir nicht nein sagen zu unseren Stakeholdern. Das hat viel mehr Wert als irgendwie 30

Minuten am Schreibtisch drüber zu diskutieren.“ (1-1). Rein spontan und zufällig sei dagegen ein Gespräch in der Kaffeeküche des Büros. Leider fehle dieses im virtuellen Raum jedoch: „Die Einzelgespräche fehlen. Also die, ja der Kaffee zu zweit fehlt einfach komplett.“ (16-1). Es seien hier meist Gespräche zu zweit, welche rein durch die spontane Zusammenkunft entstehen: „Ich mein, wenn wir schon an einem Ort in einem Workshop rumhängen und uns dann in der Kaffeeküche treffen und wir uns dann gerade mal kurz kennenlernen und ach du bist der, der das macht.“ (15-1). Oft reiche es, einen anderen Raum als das Büro für ein Gespräch aufzusuchen, um ein informelles Gespräch zu beginnen. Aber auch der Raum des Büros sorge für diese spontanen Treffen. So könne man einfach jemanden ansprechen oder im Gang einen Small Talk halten: „(...) weil dir fehlt komplett dieses so eben mal „Hi“ auf dem Gang sagen.“ (18-1). Aber auch beim Reinkommen morgens oder nach und vor Terminen treffe man zufällig Personen. Von diesen Small Talks lebe auch ein Team. Manch ein Projektleiter suche sogar aktiv die zufälligen Begegnungen: „(...) ist auch der Projektleiter immer durchs Büro gegangen und hat mit den Leuten gesprochen. Man hat informell viel mehr mitbekommen.“ (20-1).

Drei Aussagen zeigen, dass informelle Gespräche oft den Inhalt von *Feedback* haben (Sub-Kategorie). Auf dem Weg von einem Meetingraum zurück zum Arbeitsplatz frage man z. B. gerne nach Feedback zu einer Präsentation oder Verhalten in einem Meeting. In einem virtuellen Set-up komme dem Coach hier die Aufgabe zu, jene Gespräche aktiv einzuplanen, da sie nicht spontan stattfänden, weil der Eindruck entstehe: „(dass es) (...) bei den Leuten, die an einem Standort sind, tendenziell mehr Feedback gibt als zwischen den Standorten.“ (16-1).

Es gäbe bereits *Lösungen* (Sub-Kategorie), welche versuchen, informelle Gespräche zu unterstützen, so zwei Aussagen. Wichtig sei es hier, die Situation eines physischen, informellen Gesprächs nachzuahmen und z. B. ein Herumlaufen und Zuhören anderer Gespräche nachzuempfinden: „Das kommt ja jetzt auch bei total vielen Tools, die (...) diese digitalen Räume nachahmen (...), also je näher du an eine Gruppe von Leuten rangehst, quasi mit deinem virtuellen Avatar, hörst du Gesprächen zu. So dass du auch selektiv entscheiden kannst, ob du dich in ein Gespräch einmischst oder nicht.“ (8-1). Weil das falsche Nachahmen: „Weil falsch nachgebaut, ist es, wenn du einfach nur 20 Zoom-Räume anbietest.“ (8-1) nicht die gleichen Ergebnisse bringen würde.

Werkzeuge/ Werkzeugunterstützte Methoden

Als zweite große Kategorie wurde jene der *Werkzeuge/ Werkzeugunterstützte Methoden* definiert. In diese Kategorie wurden 73 Aussagen eingeordnet, welche das konkrete Vorgehen eines Coaches mittels Werkzeugen oder Methoden beschreiben. Die aufgenommenen Inhalte wurden dabei in zwei Sub-Kategorien eingeordnet. Die erste Sub-Kategorie der *Werkzeuge* sammelt 66 Aussagen, welche sich auf Objekte und Gegenstände beziehen und die Arbeit des Coaches unterstützen. Es wurden dabei die Sub-Sub-Kategorien *Virtuell* (39 Aussagen) und *Physisch* (27 Aussagen) gebildet, welche physische und virtuelle/ digitale Werkzeuge voneinander abgrenzen. Als zweite Sub-Kategorie ist jene der *Methoden* aufzufinden (7 Aussagen). In dieser werden Methoden gesammelt, welche durch ein Werkzeug unterstützt werden.

Zunächst soll die Sub-Sub-Kategorie der *Virtuellen Werkzeuge* beschrieben werden. Hier wurden aus 39 Aussagen in Summe sieben weitere Sub-Sub-Sub-Kategorien gebildet. Bei der ersten Sub-Sub-Sub-Kategorie *Klassische Arbeit i. O.* wurden zwei Aussagen gesammelt, welche beschreiben, dass die klassische Arbeit außerhalb der agilen Arbeitsweise gut im Digitalen unterstützt würde: „(...) bei den klassischen Themen nicht. Da finde ich's digital tatsächlich einfacher.“ (20-1). Auch sachliche

Diskussionen würden gut funktionieren: „(...) das funktioniert sehr gut, solange du auf, in einer sachlichen Diskussion bist.“ (18-1).

In einem hybriden Set-up, wenn also ein Teil der Gruppe physisch vereint und ein weiterer Teil geographisch getrennt ist, komme es zu Problemen: „(...) ist auch schlecht, weil in dem Raum ja viel mehr Dinge passieren, die über die Leitung nicht übertragen werden.“ (8-1). Durch das Werkzeug, dass in einer solchen Konstellation jeder einen eigenen Laptop verwende (Sub-Sub-Sub-Kategorie *Jeder einen Laptop*), könne eine Lösung geschaffen werden: „Jeder hat einen eigenen Laptop und sitzt vor einer eigenen Kamera.“ (16-1).

In der Sub-Sub-Sub-Kategorie *1:1 Übertrag Physisch-Virtuell nicht perfekt* wird eine Aussage aufgenommen, welche sagt, dass es nicht funktioniere, einfach die Werkzeuge aus der physischen Welt in die virtuelle Welt zu übertragen: „Wir versuchen verzweifelt, reale Spiele ins Digitale zu bringen.“ (8-1). Manche Werkzeuge seien dabei kein Problem oder funktionieren sogar besser, alles jedoch übertragen zu wollen, sei ein großer Fehler: „Es gibt total viele Sachen, die wirst du nie ersetzen können.“ (8-1).

Auch das Problem *große Gruppen* wurde als Sub-Sub-Sub-Kategorie mit zwei Aussagen gefunden. So sei es einfach, virtuell zu viele Leute in ein Meeting einzuladen, weil es keine kapazitiven Grenzen gäbe. Dies sei ein großer Nachteil. Gelöst werden könne dieses Problem wiederum durch Breakout-Räume, welche die Gruppe in kleinere Gruppen einteilt.

In jüngster Zeit findet ein neues Tool vermehrt Anwendung bei Workshops im remote Bereich: Sog. *virtuelle Whiteboards* oder *Infinity-Whiteboards*. Die Sub-Sub-Sub-Kategorie *Virtuelles Whiteboard wertvoll* (12 Aussagen) und die Sub-Sub-Sub-Kategorie *Whiteboard negative Aspekte* (16 Aussagen) sammeln dabei die genannten Vor- und Nachteile jenes Werkzeugs.

Zu den Vorteilen gehöre, dass ein Kanban Board direkt neben der Erarbeitung von Inkrementen auf der Endlosfläche angeordnet werden könne: „(...) du kannst das (...) Kanban Board direkt an den Stellen, wo die Aufgaben entstehen, (anordnen).“ (8-1). Es vermische sich so das Tun und Planen. Ein oft genannter Vorteil ist zudem die automatische Dokumentation im Falle eines virtuellen Whiteboards. Vorher: „Klassisch mit Metaplan und Post-it (...) braucht man in der Regel zwei Monate bis man das, was man sich da überlegt hat, dokumentiert hat.“ (8-1). Digital: „(...) wir haben die Dokumentation am gleichen Tag (...) noch rausgeschickt.“ (8-1). Es gäbe hier kein Zettelschrieb, welcher erst sortiert und entziffert werden müsse. Das Board sei meist so ordentlich, dass es direkt als Bild abgespeichert werden könne. Das Sortieren sei mit dem Tool auch viel einfacher dank eines schnellen Kopierens und Einfügens bzw. Rückgängig-Machens. Ferner lasse sich schnell etwas skizzieren und Dokumente ließen sich auch gleichzeitig bearbeiten. Durch die unendlich große Fläche ließe sich die Agenda zudem wie ein Flow oder ein Walk visualisieren, bei dem man von einem Agendapunkt mit einer vorbereiteten Visualisierung der Aufgabe zum nächsten Punkt und der nächsten Visualisierung wandere. Funktionen wie Post-its mit einfachen Textanpassungen, Abstimmungen, das Hochladen von Bildern als Vorlagen wie Mindmaps seien gewinnbringend, schnell und einfach. In Summe hätten die Tools gute Funktionen und erlauben eine Multimedialität und ein dezentrales Arbeiten. Es würden zudem neue Funktionen angeboten, welche zu neuen Methoden einladen, z. B. Check-in mit GIF: „Also wir lassen uns mit Teams ganz neue Methoden einfallen.“ (6-1).

Gleichzeitig seien auch ein paar negative Aspekte zu beobachten (16 Aussagen). Je nach Anbieter seien die Tools „gruselig“ (z. B. Skype): „(...) dieses Skype Krickel-Krackel Whiteboard Ding da, was sehr sehr gruselig ist.“ (8-1). Auch ließen sich in manchen Tools keine Bilder als Vorlagen einbauen. Die Usability vieler Tools sei nicht ideal: „Und manche kamen da besser mit klar. Bei mir

ging das dann irgendwie gar nicht. (...) Und irgendwann war die Frustration bei mir da, dass ich gesagt hab, die anderen haben schon 20 Textfelder geschrieben und ich hab noch kein einziges geschafft.“ (9-1). Viele Leute könne man schnell abhängen. Meist brauche es eine Grundlagenschulung, um die nötige Intuitivität herzustellen. Das Arbeiten in PowerPoint sei deshalb manchmal einfacher. Viele Befragte störe eine Zeitverzögerung bei manchen Tools. So gäbe es bei kreativer Zusammenarbeit immer eine Geschwindigkeit, welche ein Tool auch unterstützen muss: „Also die Geschwindigkeit, die entsteht, wenn Menschen miteinander was kreieren. Die geht ja auf einmal, weißt du.“ (11-1). Tools wie OneNote seien da nicht geeignet. Wenn die Synchronisation nicht funktioniere, könne ein solches Tool frustrieren und Personen würden schnell eine passive Haltung einnehmen: „Meine eigene Kreativität konnte ich dann nicht ausleben und da habe ich dann halt am eigenen Leib gespürt, wie es ist, wenn es technisch nicht funktioniert.“ (9-1). Es sei dann nicht dasselbe wie Face-to-Face zusammenzuarbeiten. Außerdem könne schnell viel auf einem kleinen Bildschirm los sein, wenn viele Leute gleichzeitig arbeiten. Dies könne dann überfordern, wenn viel auf kleinem Raum geschieht. Zudem bestehe die Schwierigkeit, dass in den Whiteboard-Tools meist kein Videobild der Teilnehmer übertragen wird. Dadurch müsse ein Videokonferenz-Tool wie Teams zusätzlich geöffnet werden, was wiederum einen zweiten Bildschirm voraussetze: „Mir fehlt, dass ich die Leute nicht sehe. Dass wir parallel eine Teamsbesprechung aufhaben. Aber ich habe ja zu Hause nur meinen Laptop. Das heißt, ich kann entweder mir Deon groß ziehen oder mit Teams die Nutzer. Und mir fehlt halt das Menschliche dabei, dass ich das nicht so richtig zuordnen kann, wie die Leute gucken.“ (6-1).

Die Sub-Sub-Sub-Kategorie *Tools* gruppiert virtuelle Werkzeuge, welche ihren Einsatz in einer virtuellen Kollaboration finden und sich aus vier Aussagen aufbaut. So sei ein virtuelles Kanban eine gewinnbringende Unterstützung: „Kanban Boards funktionieren eigentlich sehr gut digital.“ (8-1). Es sei hier ferner wünschenswert, wenn gewisse Funktionen ausschaltbar wären, um die Komplexität zu verringern. Bei Videokonferenz-Tools sei der Ton und das Bild in der Regel gut, sie würden deshalb gut unterstützen. Aber auch hier ließen sich Unterschiede feststellen. So sei Teams besser, da zusätzlich Hintergründe wählbar seien und so die Wohnung nicht gezeigt werden müsse: „Du kannst einen virtuellen Hintergrund machen. Seitdem machen auch viel mehr Leute das mal an.“ (19-1). OneNote sei auch noch immer ein beliebtes Tool.

Wir wechseln nun die Ebene innerhalb der Sub-Sub-Kategorie der *physischen Werkzeuge* (27 Aussagen). In der Sub-Sub-Sub-Kategorie *Werkzeuge* finden sich die konkreten Tools wieder, welche in einer Zusammenarbeit in einem agilen Kontext Beachtung finden (6 Aussagen). Von den meisten Probanden genannt, finde sich sehr oft der Post-it als Werkzeug wieder. Zusammen mit Papier und Stift würde er oft für die Zusammenarbeit verwendet: „Ja genau so die klassischen Dinge, die echt banal klingen, aber wirklich hilfreich sind.“ (13-1). Auch größere Formate zum Zeichnen und Schreiben wie Flipcharts, Metaplanwände oder sogar Glaswände würden genutzt. Ergänzt würden diese durch Pinnwände. Oft finde sich auch ein Timer wieder sowie ein Buzzer oder eine Glocke. Spiele und Spielzeug würden zu Simulationen und Gruppenarbeiten dienen. Ein Ball diene zum einen oft als Zeichen für den Redenden, aber auch als Ablenkung in der Hand für den Sprecher, Musik ferner als Ergänzung.

Die vor allem haptisch simplen Werkzeuge wie Post-it und Stift + Papier wurden durch die Sub-Sub-Sub-Kategorie *Einfaches haptisches Tool* (2 Aussagen) versucht zu sammeln. So seien vertraute, einfache Werkzeuge gerade dann wichtig, wenn thematisch ein Neuland betreten wird: „Wir haben aber festgestellt, dass (...) die Nutzer gerne (...) in ihrer Komfortzone (...) bleiben, wenn Sie sich schon thematisch aus der Komfortzone rausbewegen. Das heißt Stift und ein weißes Blatt ist

eigentlich immer noch so das Beste.“ (12-1). So würde die Überforderung der Nutzer vermieden. Es solle so einfach wie möglich sein. Vor allem für Dinge, die nicht dauerhaft existieren sollen, sei Papier ideal.

Ein Punkt, welcher vermehrt genannt wurde, konnte durch die Sub-Sub-Sub-Kategorie *Haptische Tools zum Visualisieren* gesammelt werden (17 Aussagen). So sei die physische Arbeit vor dem Whiteboard ein gemeinsames arbeiten: „(...) und gemeinsam was aufzumalen und zu entwickeln (...)“ (12-1). Vor allem kreative Menschen seien oft analoge Menschen, welche sehr visuell arbeiten. In Gruppen könne so schnell Inhalt erschaffen und wieder korrigiert werden: „(...) dann ist es einfacher das in einer Gruppe auszuarbeiten, in dem jeder einfach dort malt. Mal auch eine andere Farbe nimmt und drüber malt (...). Und man kann die Ideen wegmachen, man kann dann wieder weitermachen.“ (12-1). Es gehe auch darum, etwas anders zu machen und z. B. Fenster zu bemalen: „Einfach mal nicht normal.“ (17-1). Ein Bildschirm sei in physischen Workshops zweitrangig. Es gehe eher um die klassischen Werkzeuge, um Ideen festzuhalten, indem man sie visualisiert. Es werde damit erreicht, dass das Gesprochene auch richtig ankommt. Dabei sei vor allem ein „Gedankendurchfall“ gewinnbringend, also das Sammeln von vielen Ideen in kurzer Zeit: „Viel festhalten, viel visualisieren. V.a. ich sag mal Gedankendurchfall. Weil man einfach alles, was man denkt, einfach aufschreiben soll auf Post-its.“ (13-1). Post-its seien vor Ort besser, weil man sie fühlen und anfassen kann: „Vor Ort fassen Sie es an und fühlen es. Das Haptische.“ (12-1). Sie würden sich flexibel hin und her bewegen lassen: „Bei der Planung auf jeden Fall, da nutzen wir auch Post-its. Einfach weil du die dann flexibel hin und herschieben kannst.“ (6-1). Das haptische Feedback sei somit wichtig bei den Tools.

Gleichzeitig sei bei diesen Tools, z. B. bei Post-its keine Nachhaltigkeit gewährleistet. Die Sub-Sub-Sub-Kategorie *Nachhaltigkeit physisch niedriger* sammelt zwei Aussagen, welche bestätigen, dass Nachhaltigkeit ein Aspekt ist, welche in der agilen Arbeitsweise Beachtung findet. So seien Papier und Post-it immer nur für den Moment: „Also das Papier, Post-its sind halt super kurzlebig, ja. (...) Ich mach mir Notizen und dann schmeiß ich den Zettel weg und der Mülleimer wird immer voller. Digital ist schon besser.“ (11-1). Flipcharts würden oft eingepackt, um wiederverwendet zu werden aufgrund von nachhaltigen Gesichtspunkten.

Die Sub-Sub-Kategorie der *Methoden* fasst werkzeugunterstützende Methoden aus sieben Aussagen zusammen. Dabei werden Tools vor allem für *Abfragen* und das *Timeboxing* verwendet (Sub-Sub-Sub-Kategorien). Für Abfragen würden im Virtuellen vermehrt Tools eingesetzt, welche das Sammeln von Feedback und Stimmungen ermöglichen: „Wir messen die Stimmung vom Team über Fragen und wir managen inzwischen alle Q&A-Sessions über das Q&A-Tool in Mentimeter.“ (20-1). Die Sub-Sub-Sub-Kategorie *Timeboxing* zeigt, dass im Physischen ein Timeboxing wichtig sei und viel Verwendung findet. Virtuell habe der Coach noch mehr auf dieses Timeboxing zu achten: „In einem remote Meeting muss ich so ein bisschen (...) öfters mal die Timebox darstellen.“ (15-1). Virtuell ließe sich der physische oder auch virtuelle Timer dabei nicht gut verwenden: „Also hier (physisch) kannst du ja schnell mal so (...) drehen, und bei den anderen (virtuell) ist halt, also zumindest bei Deon, ist das noch ein bisschen sperrig.“ (9-1).

Feedback

Es soll sich nun der dritten großen Kategorie *Feedback* gewidmet werden. In diese Kategorie wurden 127 Aussagen einkategorisiert, welche sich auf Aussagen zum Themenbereich der Rückmeldung von Teilnehmern während einer virtuellen Besprechung bzw. dem Unterschied zu physischen Meetings beziehen.

Diese Kategorie wurde zunächst in drei Sub-Kategorien aufgeteilt: *Fehlende Rückmeldung* (94 Aussagen), *Effekte im physischen Raum* (17 Aussagen) und *Aktivierung* (16 Aussagen). Die Sub-Kategorie *Fehlende Rückmeldung* bildet dabei den großen Anteil der Kategorie Feedback und soll zunächst dargelegt werden. Wie der Titel der Sub-Kategorie schon verdeutlicht, wurden hier Aussagen gruppiert, welche sich auf eine fehlende Rückmeldung im virtuellen Raum beziehen. Diese fehlende Rückmeldung kann verschiedene Formen annehmen und soll durch die gesammelten Aussagen selbst induktiv definiert werden. Die Aussagen konnten ferner in weitere acht Sub-Sub-Kategorien verfeinert werden. Nacheinander soll jeder dieser Sub-Sub-Kategorien nun besprochen werden.

Den größten Anteil einer fehlenden Rückmeldung machen Aussagen zu einem Verlust der visuellen Rückmeldung aus (46 Aussagen). Hier wurden Aussagen gruppiert, welche sich auf fehlende Rückmeldung in Bezug auf visuelle Eigenschaften beziehen. Es konnten wiederum fünf Sub-Sub-Sub-Kategorien gebildet werden, welche die fehlende visuelle Rückmeldung feingranularer strukturieren.

Dem Verständnis dienend soll zunächst mit der kleinsten Sub-Sub-Sub-Kategorie begonnen werden: *Mimik* (3 Aussagen). Hier wurden Aussagen vereint, welche sich primär auf eine fehlende oder erschwerte Übertragung von Mimik in virtuellen Meetings beziehen. Teilnehmern eines Online-Meetings sei es so z. B. nicht bewusst, dass die Mimik vor dem PC zum Teil entgleist, wenn sie nachdenken. Es sei dem Coach manchmal nicht möglich, zu deuten, ob eine Person gerade gelangweilt ist oder nachdenkt. Meist sei es virtuell nicht möglich, Personen in die Augen zu gucken. Betrachte man den Bildschirm, schaue man nicht direkt in die Kamera. Der Person auf der anderen Seite fehle damit der Augenkontakt: „In so einer Videokonferenz musst du entweder die Person angucken, also das Bild einer Person, mit der du sprichst, da guckst du schon nicht mehr in die Kamera rein. D.h. du guckst gar nicht jemandem in Anführungsstrichen in die Augen.“ (9-1).

In der nächsten Sub-Sub-Sub-Kategorie *Gestik* finden sich fünf vergleichbare Aussagen wieder, welche sich jedoch rein auf gestische Aspekte beziehen. Es wurde hier zusammengetragen, dass sich Gestik im Virtuellen nicht so gut einsetzen lasse. So passiert ein Nicken im Virtuellen einfacher und könne missverstanden werden. Bewusst könne das Nicken aber auch als Möglichkeit zur Generierung von Feedback in virtuellen Treffen genutzt werden: „Also auch mal ein Nicken als Zustimmung oder so. Das kannst du über Video machen.“ (20-1). Allgemein ist festzustellen, dass bei Terminen vor Ort mehr nonverbale Signale und Gestik von Personen wahrgenommen werden könne als im Virtuellen: „(...) weil du halt viel nicht mitbekommst. Also halt gerade von der ganzen Gestik usw.“ (19-1).

In der Sub-Sub-Sub-Kategorie *Einklang Mimik, Gestik, Gesprochenes* wurden sieben Aussagen gesammelt, welche sich darauf beziehen, dass bei physischen Meetings geschaut wird, ob das gesprochene Wort auch mit der Mimik/ Gestik der Teilnehmer übereinstimmt: „(...), ob es synchron Mimik und Gestik zum Gesagten ist.“ (12-1). Hier sei es virtuell so, dass Stimmungen im Raum nicht wahrnehmbar seien: „(...) über die Kamera kriege ich gewisse Schwingungen nicht mit.“ (17-1). Es könne nicht geschaut werden, ob es eine Synchronität zwischen dem Gesprochenen und der Meinung existiere. Viele Personen würden virtuell ferner ein Pokerface aufsetzen. Aussagen würden nur schlecht durch ein physisches Verhalten unterstützt: „(...) also Aussagen werden absoluter. Einfach weil die Körperhaltung fehlt, die Mimik fehlt.“ (16-1). Nur mit eingeschalteter Kamera sei dies wieder möglich. Aber selbst wenn eine Kamera benutzt wird, könne es vorkommen, dass man die Personen nicht sehe, weil ein anderes Fenster, z. B. das Infinity-Whiteboard, die Sicht versperre. So könne der Klang nicht dem Körperlichen zugeordnet werden. Bei physischen Meetings finde auch

immer eine Interaktion statt. Über diese nonverbale Kommunikation bekomme man auch mit, wie Leute eine Aussage empfinden. Man könne allein über die Körpersprache merken, ob jemand einverstanden sei: „(...) wenn du diese Live-Reaktionen für alle im Raum hattest, weil du sehen konntest, was die Leute mal vllt. auch nonverbal kommunizieren, was sie darüber denken oder so.“ (15-1) Im Virtuellen müssten deshalb auch andere Sinnesorgane genutzt werden und so z. B. genauer zugehört werden, um in der Stimme die Synchronität zwischen Gesagtem und Gefühltem bestimmen zu können. Dies sei aber viel anstrengender: „(...) versuche ich das natürlich über andere Sinnesorgane, sprich über das Gespräch, über die Stimme, über die Lautstärke, über die Sprechgeschwindigkeit herauszufiltern und das ist natürlich für mich anstrengender.“ (4-1).

Einen Grund, warum eine fehlende visuelle Rückmeldung existiert, versucht die Sub-Sub-Sub-Kategorie *Keine Kamera an* mit 14 kategorisierten Aussagen zu geben. Es wurden hier Aussagen gesammelt, welche sich darauf beziehen, dass in virtuellen Meetings kein Gebrauch von der Videokamera gemacht werde. So seien es Personen z. B. nicht gewohnt, die Kamera einzuschalten und hätten sie deshalb aus: „(...) es nicht gewohnt. Ja.“ (20-1). Oft werde bei virtuellen Meetings kein Gebrauch von der Kamera gemacht. Dies sei vor allem ein kulturelles Thema, technisch sei hingegen bereits viel möglich: „(...) ich glaube aber (...) nicht, dass die Technik das nicht hergibt. Wir, unsere Kultur, wir müssen dran arbeiten.“ (17-1). Es gehe darum, die Personen intrinsisch zu motivieren, die Kamera einzuschalten, was wiederum Vertrauen benötige: „Ja, dieses Vertrauen, sich zeigen zu können.“ (17-1). Sei die Kamera ausgeschaltet, seien die Personen automatisch unaufmerksamer: „Und wenn du die Kamera an hast, bist du einfach aufmerksamer.“ (16-1). Sei sie an, könne man die Leute näher zusammenbringen, weil man etwas von sich/ von der Wohnung preisgäbe. Aber rund 80 % der Personen in einem Bereich (11-1) und rund 20 % der Personen in einem anderen Bereich (6-1) hätten die Kamera im Alltag aus. Es fehle das Feedback, was andere gerade vor dem PC machen: „Aber was machen die denn da grad?“ (11-1). Es fehle das visuelle Feedback, ob jemand eine Aussage verstanden habe bzw. noch Lust auf ein Thema habe. Gerade in längeren Meetings hätten die Personen die Kamera nach einer gewissen Zeit aus: „(...), weil die einen haben irgendwann auch nur noch die Kamera aus.“ (10-1). Dies sei nicht teambildend. Solle der Fokus eines Meetings auf Zusammenarbeit liegen, sei es auch wichtig sich zusammen zu sehen: „(...) in einer Retro ist der Fokus Zusammenarbeit (...) und wenn man die anderen nicht sieht, entsteht da irgendwie nichts.“ (5-1). Es könne nur so keine gute Stimmung entstehen.

Es zeigte sich zudem durch Aussagen, dass sich die fehlende Rückmeldung nicht nur auf einer der Ebenen Mimik und Gestik auswirkt, sondern zumeist auf die gesamte Körpersprache in Summe. Dies wurde durch die Sub-Sub-Sub-Kategorie *Mimik + Gestik + Körpersprache* aufgenommen, in welcher 17 Aussagen vereint wurden, welche mehrere Aspekte der Körpersprache ansprechen. Das Feedback aus allen Aspekten sei für Coaches sehr wichtig. So könne man an der Mimik und Gestik in Summe sehen, dass jemand etwas anderes am PC mache und nicht seine Aufmerksamkeit dem Verlauf des eigentlichen Meetings widme: „Du siehst einfach: Arbeitet der am Laptop gerade an anderen Themen.“ (20-1). Eine andere Person könne dies vor allem an der Mimik direkt sehen. Grundsätzlich sei es vor Ort einfach mitzubekommen, was die Leute machen. Aber die Mimik und Gestik sei vor dem PC auch anders als in real, da man z. B. grundsätzlich weniger gestikuliere: „Also wie ich mich verhalte, das kriegst du nur mit, wenn man gegenüber sitzt. Also das hast du nicht, vor der Kamera fuchelt niemand rum.“ (19-1). Auch eine vollständige Aufnahme der Mimik im Millisekundenbereich sei über ein Video nicht möglich. Und habe jemand das Video aus, würde man gar kein Feedback aus der Körpersprache erhalten. So sehe man nicht, wie Leute reagieren. Vor Ort sei dies hingegen einfacher. Das Vorhandensein von Körpersprache erzeuge ein Gefühl im Raum, auf

welches man reagieren kann: „Aber trotzdem, wenn du on Site bist, spürst du so ein, ja so ein Gefühl im Raum.“ (14-1). Haltung und Mimik, z. B. ein Handhaben signalisiere Redebedarf und fördere den Redefluss: „Also (...) im Raum kannst du ja schon so sehen, jemand versucht, was zu sagen. Du siehst schon diese Haltung. Oder du siehst, dass er den Mund öffnen will oder vielleicht auch eine Hand hebt.“ (9-1). Vor dem PC hingegen, nehme man eine statische Haltung ein, stütze die Hände auf den PC und gucke in die Kamera. Mimik und Gestik sollte aber dem Feedback dienen und die Reaktion einer Person zeigen: „Also Mimik und Gestik heißt ja natürlich so Reaktion und auch Feedback.“ (11-1).

Neben einem fehlenden visuellen Feedback wurde auch die Sub-Sub-Kategorie *Audio* gebildet. Hier wurden sechs Aussagen eingeordnet, welche sich auf eine veränderte Qualität der sprachlichen Aspekte beziehen. So sei die menschliche Stimme genauso wichtig wie die Körpersprache. Unterschiede und Stimmungen könnten hier identifiziert werden: „Und das merkst du, das ist einmal viel entlastender, wenn du die Stimme des Gegenübers klar hören kannst, Nuancen hören kannst, wenn du die Vibes hören kannst dabei.“ (18-1). Die Stimme sollte virtuell deshalb so realistisch sein wie möglich. Jedoch seien vereinzelt Personen während eines gesamten Meetings stumm gestellt und würden nicht auf Rückmeldungen reagieren. Um den entgegenzuwirken, müsse ein Coach viel reden und bewusst verbal zum Feedback auffordern: „Du musst viel öfters auch nachfragen.“ (12-1). Es gehe darum, zu gucken, ob die Leute noch bei der Sache sind. Öfters erhalte man aber kein Feedback – auch nicht auf Nachfragen: „Du fragst nach. Es kommt nichts. Du sagst „Nutze die Zeile.“ Es kommt nichts. Äh und da geht viel verloren.“ (17-1).

14 Aussagen, welche fehlendes Feedback sowohl auf auditive als auch auf visuelle Weise wiedergeben, wurden in die Sub-Sub-Kategorie *Insgesamt – Audio + Visuell* einsortiert. So fehle nach einem Meeting das Gefühl, wie Leute aus dem Raum gehen. Physisch könne man mit Leuten sprechen oder sehe deren Körpersprache am Ende des Meetings und könne sich einen Eindruck verschaffen (vergleiche auch informelle Gespräche). Virtuell sei ein Meeting einfach vorbei: „Und zwar deswegen, weil ich nicht weiß, wie die Leute rausgehen.“ (17-1). Ferner finde Feedback per Sprache oft nicht statt. Es werde versucht, dieses visuell zu erzeugen, z. B. durch ein Kopfschütteln: „Und dann können die Leute halt auch einfach nicken oder mit dem Kopf schütteln.“ (16-1). Virtuell fehle dieses aber oft. Es werde nicht mit dem Kopf geschüttelt oder kritisch geguckt. Das virtuelle Arbeiten habe oft etwas von einem Kino. Man schaue dabei einer Person zu und auch auf Nachfragen komme selten eine Rückmeldung: „(...) ist es jetzt eher so, dass alle nur mir zugucken.“ (14-1). Es würden ferner weitere Kanäle als das Sehen und Hören fehlen. So könne man sich z. B. nicht umarmen oder den anderen riechen. Auch die Sensorik, wo jemand steht oder was jemand macht, fehle. Vor Ort sehe man direkt, ob jemand am Handy oder bei der Sache sei: „(...) fehlt da manchmal das Gefühl dafür, wo der andere gerade steht, was da gerade passiert ist, wenn ich mit ihm zusammen in einem Meetingraum sitze und ich weiß, das Handy ist aus und liegt in der Ecke und wir sind beide voll da, dann hat das Gespräch oft einen anderen, eine andere Intensität.“ (2-1). Ein virtuelles Meeting wirke für Vortragende oft wie eine Blackbox. Man berichte, aber es komme kein Feedback in Form von Körpersprache oder Mimik zurück. Die Interaktion sei in Summe gedämpft.

Zusätzlich wurde die Sub-Sub-Kategorie *paralleles Arbeiten* mit 10 Aussagen gebildet. Durch eine weniger gut übertragene Körpersprache merke man nicht, wo die Aufmerksamkeit der Teilnehmer sei und ob sie parallel an einem anderen Thema am PC arbeiten würden: „Du siehst einfach: Arbeitet der am Laptop gerade an anderen Themen, ist der da, ist die Aufmerksamkeit da.“ (20-1). Gleichzeitig führe das reine Sitzen am PC schon dazu, dass man nebenbei andere Sachen mache: „Und man neigt auch einfach viel mehr dazu, andere Dinge zu tun.“ (16-1). Es stelle sich immer die Frage: Wo ist die

Konzentration gerade? Ein Interviewter (14) berichtete sogar von einem Fall, bei dem ein Teilnehmer eines Meetings in zwei Videokonferenzen gleichzeitig eingeloggt sei. Vor Ort verhalte man sich anders, weil gemeinsam zusammengesessen würde. Man sehe direkt, wenn jemand immer am Handy sei: „Weil, wenn die alle im Raum sind, dann bekommst du mit, dass der eine ständig auf dem Handy daddelt.“ (8-1). Virtuell sei es jedoch nicht sichtbar, ob jemand parallel E-Mails am PC beantworte. Gleichzeitig könne man auch von anderen Dingen im Homeoffice abgelenkt sein. Es leide im Allgemeinen die Aufmerksamkeit, weil man auch nicht angeschaut werde. Dies führe dazu, dass man selbst schnell wegträume: „Ich finde die Aufmerksamkeit leidet auch so im Homeoffice, weil man einfach, es guckt dich gerade keiner an.“ (5-1). Ferner sei vor Ort klar, wenn alle auf einem Bildschirm schauen, sei dort auch der Fokus. Remote könne jeder bei sich auf ein anderes Bild schauen. Das Entziehen aus einem virtuellen Meeting sei zudem schneller: Man könne sich zum einen anderen Thematiken widmen, zum anderen aber auch in zwei Sekunden den kompletten Besprechungsraum wechseln. Dies sei physisch nicht möglich.

Eine weitere Ursache für fehlendes Feedback kann in der Sub-Sub-Kategorie *Vor dem PC ermüdend* mit 7 Aussagen gefunden werden. So würden im virtuellen Meetings oft Pausen fehlen, welche zum Energietanken dienen könnten. Es koste remote mehr Konzentration, sich auf ein Thema zu fokussieren: „(...) dass das (remote) sehr viel Konzentration fordert. Du musst öfters Pausen machen.“ (12-1). Seien früher 9 Stunden bei einem physischen Workshop möglich gewesen, könne man remote höchstens 5 Stunden zusammenarbeiten. Wie bereits in der Sub-Sub-Kategorien *Insgesamt - Audio + Visuell* festgehalten, würden die Teilnehmer vor dem Bildschirm eine andere Haltung einnehmen: „Weil sobald du dich hinsetzt, ist so eine sofortige Umwandlung in Erwartungshaltung, dass ich bespielt werde.“ (9-1). Diese Sitzhaltung führe automatisch zu einem passiven Verhalten. Hat man ferner viele virtuelle Meetings am Tag, sei auch oft die Energie komplett verbraucht: „Es war einfach die Luft raus.“ (7-1).

Fehlendes Feedback kann auch in Form von weniger Diskussionen wahrgenommen werden. In der Sub-Sub-Kategorie *Virtuell weniger Diskussion* wurden vier Aussagen gruppiert, welche sich auf eine gedämpfte Diskussion im virtuellen Bereich beziehen. Grundsätzlich werde weniger im virtuellen Bereich diskutiert: „Wenn man digital in einer Gruppe ist, spricht man viel weniger. Man muss immer warten, bis der andere ausgesprochen hat.“ (16-1). So sei die Zeitverzögerung oft störend: „Der eine spricht schon, der andere will dann aber auch sprechen. Ach ja, Entschuldigung, ja du rede du doch.“ (10-1). Diese Zeitverzögerung störe den Redefluss. Man könne nicht eben schnell das Wort erheben, was wiederum auch die Moderation erschwert: „Aber in Skype sehe ich die Person ja nicht und weiß ja nicht, dass sie was sagen möchte.“ (13-1).

Ein ebenfalls störender Effekt wurde durch die Sub-Sub-Kategorie *Barriere Laptop* mit 4 Aussagen gebildet. Diese sei ähnlich zu den Aussagen der Haltung vor dem PC, gehe aber in eine andere Richtung: „Du weißt doch, früher ist man doch an so Tischen gesessen in irgendwelchen Schulungsräumen und irgendwann kam dann der Stuhlkreis und ungefähr dieser Unterschied vom Gefühl.“ (17-1). So warte man grundsätzlich vor dem Bildschirm eher ab, weil man nicht gesehen werde: „(...), aber sie warten halt einfach, weil es wird schon jemand was sagen.“ (14-1). Dabei diene der PC wie eine Art Schutzwall, welcher die Person vom Rest abschotte. Man könne die Kamera abschalten und sich einer anderen Aktivität widmen.

Fehlendes Feedback kann nicht nur auf individueller Ebene, sondern auch auf Gruppenebene existieren. Die Sub-Sub-Kategorie *Gesamte Gruppe* versucht dies durch drei Aussagen aufzunehmen. So könne bei manchen virtuellen Konferenztools nicht die gesamte Gruppe gesehen werden: „Das ist der Vorteil auch bei Teams, das konntest du bei Skype bisher nicht, dass du auch alle Gesichter sehen

kannst, wenn hoffentlich alle auch die Kamera anmachen.“ (9-1). Jedoch brauche es dies für die Einschätzung der Dynamik. Es könne so geschaut werden, was jeder gerade macht: „Was machen sie auf der Fläche? Machen Sie vielleicht auch gar nichts auf der Fläche?“ (9-1).

Wir wechseln nun wieder auf die Sub-Kategorien Ebene und widmen uns den *Effekten im physischen Raum* mit 17 Aussagen, welche im Virtuellen anders erlebt werden. Dabei wurden zwei Sub-Sub-Kategorien identifiziert. Als Erstes konnte vermehrt das Thema *Emotionen/ Menschliches* mit 10 Aussagen ausfindig gemacht werden. Die Interviewten gaben hier an, dass es einfacher sei, sich mit Leuten im physischen Raum zu treffen: „Menschlich ist das was anderes. Es ist immer einfacher, sich mit Leuten in einem Raum zu treffen.“ (20-1). Ferner sei es sogar umso komplizierter im Virtuellen, je zwischenmenschlicher ein Thema sei: „Ja, also das heißt, sie haben sich online noch weniger getraut, was sie im Raum schon schwerfällig getan hätten.“ (17-1) Der physische Raum gebe hingegen die Möglichkeit, seine Emotionen auszuschütten. Komische Fragen würden z. B. durch ein Lachen oder Charme überspielt werden können. Wenn eine Person sauer sei, sei für die Interviewten ein physisches Treffen in der Regel Pflicht: „Wenn der Fahrzeugprojektleiter richtig sauer war, dann wusstest du, dann hilft die Videokonferenz nicht. Dann mussten sich alle in den Flieger setzen.“ (18-1). Man sehe im Physischen wie ein Mensch reagiert, das fehle hingegen im Virtuellen: „(...) weil du einfach nicht siehst, wie Menschen reagieren.“ (17-1). Viele Personen würden hier resignieren. Die Ursache könnte in einem nicht geschlossenen Raum bei virtuellen Meetings liegen. Da Online oft ein Zeitdruck herrsche, werde es umso schwerer zusammenzuarbeiten, wenn es zwischenmenschliche Probleme gäbe: „Und diese Zeit haben wir manchmal nicht.“ (17-1).

Aber auch die *Gruppe* konnte als Sub-Sub-Kategorie mit sieben Aussagen identifiziert werden. So ließen sich im Physischen Methoden nutzen, um eine Diskussion in der Gruppe durch bewusstes körperliches Feedback zu steuern: „D.h. du konntest quasi wie so eine rote Karte, was dann signalisiert hat, dass du der Meinung bist, dass man in der Runde jetzt weitermachen sollte (visualisieren) (...)“ (15-1). Ferner existiere die Gruppe im Physischen auch als wirkliche Gruppe. So arbeite man miteinander, man sehe sich und betreibe in den Pausen informelle Gespräche. Auch der Coach sei in den Pausen gefragt und gefordert. Dieses gemeinsame Arbeiten beschreibt ein Interviewter ferner als Herdenverhalten: „Dynamik. Ja dieses Herdenverhalten (...)“ (11-1). So gebe es in einer Gruppe immer motivierte und unmotivierte Personen. Erstere würden Zweitere im physischen Raum oft vergleichsweise besser anstecken: „Also du initialisierst da ja so eine Art Feuer und eine Passion. So und das schaffst du halt einfach, wenn du zusammen bist in einer Gruppe.“ (11-1). Dieses einfachere Anstecken könne auch für dynamische Warm-ups im Physischen beobachtet werden. Darüber hinaus würden sich im Physischen die gesamte Situation im Raum besser nachvollziehen und die Dynamik beobachten lassen. Deutlich werde dies auch am virtuellen Whiteboard. Hier fehle das gemeinsame Stehen vor dem Board mit der gemeinsamen Arbeit am Board: „Also so dieses: Wir stehen zusammen um eine Wand herum und jeder schreibt etwas drauf oder malt etwas dran und es ist so haptisch fast, das ist halt so schwierig.“ (5-1).

Als letzte Sub-Kategorie wurde die *Aktivierung* mit 16 Aussagen definiert. Hier wurden Aspekte gesammelt, welche sich darauf beziehen, wie Coaches die Teilnehmer durch aktivierende Methoden in ein Feedback bringen. Dabei wurden wiederum zwei Sub-Sub-Kategorien gebildet. Als Erstes wurden sieben Beschreibungen in der Sub-Sub-Kategorie *Interaktivität/ Physisch* gesammelt, welche im Physischen eingesetzt werden, um die Teilnehmer zu aktivieren. So sei das Arbeiten vor einem Whiteboard zumeist mit dem physischen Bewegen von Post-its und einer Beschreibung der Handlung verbunden. Allgemein werde das Aktivieren im Physischen als gut bewertet. So könne z. B. der Raum vorbereitet werden, um die Interaktivität zu unterstützen: Beispielsweise Stühle aus dem Raum

räumen: „Also es ist so, wenn du im Raum, im physischen Raum bist, versuche ich die Leute zu aktivieren. Wenn ich einen Raum vorbereite, dann versuche ich die Stühle auch wegzuräumen.“ (9-1). Ziel sei es hier, auch wieder die Leute in der Dynamik zu halten und zur Bewegung zu animieren. All diese Interaktivität sei virtuell nicht so gut unterstützbar: „(...) aber ich merk's bei so normalen (virtuellen) Meetings ist es irgendwie, es ist null interaktiv.“ (5-1). Im Physischen könne man besser eine physische Aktivierung einbringen, wenn das Energielevel sinke: „(...) wären wir alle physisch in einem Raum gewesen, hätte ich gesagt: Komm jetzt machen wir irgendwie hier Polonaise durch VTC oder irgendwas.“ (7-1).

Coaches versuchen die Leute zumeist aktiv anzuleiten: Sub-Sub-Kategorie *Anleiten der Leute* mit 9 Aussagen. Meist reiche im Physischen schon eine offene Geste, um die Leute zu aktivieren: „Irgendwie mal eine öffnende Geste oder: „Willst du mal noch mit vorkommen?“ (15-1). Aber auch ein strenger Blick helfe, wenn kein Teilnehmer aktiv werde. Als Coach müsse man vermehrt die Gruppe ziehen und aktiv ansprechen: „(...) bei Retros ist es manchmal auch wichtig, die Leute so ein bisschen zu aktivieren, so ein bisschen anzusprechen.“ (15-1). Physisch fühle sich dieses ansprechen oft direkter an, virtuell sei es schwieriger: „Ich mag es mehr analog die Gruppe zu steuern.“ (10-1). Dabei sei es im Virtuellen oft nicht einfach, den Redeanteil von Teilnehmern zu regulieren. Meist rede eine Person sehr viel. Abhilfen, wie die Funktion des Handhebens, würden meist eine Rolle erfordern, die hier auf diese Funktion achtet. Im Allgemeinen sei es wichtig, sich Feedback auf andere Weisen zu holen.

Retrospektive

Es folgt nun die Kategorie *Retrospektive*. Es wurden hier 24 Aussagen gesammelt, welche auf die Methode der Retrospektive, definiert nach dem Scrum Guide, Bezug nehmen. Die Aussagen wurden anschließend in drei Sub-Kategorien geteilt: *Virtuell, Methoden, Ablauf*.

Die erste Sub-Kategorie *Virtuell* vereint sieben Aussagen, welche in Bezug auf die Durchführung einer Retrospektive in einem virtuellen Set-up genannt wurden. Die Aussagen konnten hier wiederum in drei Sub-Sub-Kategorien aufgeteilt werden. Die Sub-Sub-Kategorie *Freies Tool vs. Strukturiert* sammelt eine Aussage, welche auf die Frage antwortet, ob ein sehr strukturiertes Tool oder ein sehr frei konfigurierbares Tool im Virtuellen bevorzugt werden würde. Hier sagte ein Proband aus, dass er je nach Auslastung einen der beiden Punkte wählen würde: „(...) je nachdem, wie sehr ich ausgelastet bin und wie auch ein bisschen die Tagesform ist.“ (14-1).

In der Sub-Sub-Kategorie *Virtuell besser* wurden drei Aussagen gesammelt, welche den Vorteil einer virtuellen Retrospektive ansprechen. So sei ein großer Vorteil, dass die Dokumentation der Retrospektive direkt geschieht. Hier würde der Aufwand des Abfotografierens und Zusammenschneidens abgeschafft: „Und auch, wenn ich mich physisch mit den Leuten treffe, finde ich's einfacher, das virtuell zu machen, weil dann kann ich's einfach dokumentieren und muss nicht abfotografieren, kopieren, wie auch immer.“ (20-1). Auch die einfache Vorbereitung von Retros sei ein Vorteil im virtuellen Raum. Hier könne von jedem Ort mit einem Online-Tool eine Retrospektive zusammengestellt und einfach gestartet werden: „Ich kann das vorbereiten, ich leg das auf und sag "Ok Leute und jetzt machen wir Retro.“ (19-1). Auch Abstimmungen seien online in manchen Tools gut durchführbar.

Dem gegenüber steht die negative Sub-Sub-Kategorie *Technische Probleme*, welche aus drei Aussagen zusammenfasst, welche Probleme eine virtuelle Retrospektive bereithält. Manchmal funktioniere das genutzte Tool nicht zuverlässig, weshalb schnell eine Alternative gefunden werden müsste: „Da spielt halt die Technik oft verrückt. Dann geht halt mal das Tool. Dann geht das nicht.

Gerade jetzt vor einer Woche hatte ich eine Retro gemacht. Ging gar nichts.“ (14-1). Ebenfalls würden verschiedene Endgeräte zu verschiedenen Problemen bei der Nutzung von Online-Tools führen. So sei es mit dem Touchpad des Laptops schwer, ein Infinity-Whiteboard zu bedienen. Dabei sei die Bedienung grundsätzlich nicht ideal: „Dadurch, dass das Whiteboard aber immer noch grausig ist, (...)“ (10-1).

Neben der Sub-Kategorie *Virtuell* wurde auch die Sub-Kategorie *Methoden* gebildet. Es wurden hier 14 Aussagen vereint, welche sich auf die Durchführung und den methodischen Rahmen von Retrospektiven beziehen. Insgesamt wurden die Aussagen hier in weitere sieben Sub-Sub-Kategorien aufgeteilt.

Die Sub-Sub-Kategorie *Plattform um Probleme zu präsentieren* greift eine Aussage zum Sinn einer Retrospektive auf. So seien Retros der Raum, um Probleme fokussiert ansprechen zu können und deshalb sehr wichtig im agilen Prozess.

In der Sub-Sub-Kategorie *Offenheit* wurde eine Aussage eingruppiert, welche sich auf die Atmosphäre einer Retrospektive bezieht. So sei es wichtig, viele Fragen während einer Retrospektive zu stellen und den Kontext miteinzubeziehen, damit eine offene Atmosphäre erzeugt werde. Je nachdem wie gut sich eine Gruppe kenne, funktioniere eine offene Retrospektive deshalb auch im virtuellen Bereich: „Wenn es jetzt ein Team ist, was schon besser eingespielt ist, wo auch die Stimmung einfach besser ist, dann sind die schon viel offener und teilen auch viel mehr. Und dann funktioniert das tatsächlich finde ich auch virtuell sehr gut.“ (19-1).

Die Sub-Sub-Kategorie *Einfach halten* umfasst eine Aussage, welche aussagt, dass es bei manchen Gruppen wichtig sei, eine Retrospektive einfach zu halten, damit Leute nicht abgeschreckt werden. Ein Stift und Papier seien hier einfach und intuitiv. Ein Tool oder die Durchführung dürfe nicht von der eigentlichen Retrospektive ablenken oder abhalten: „Excel hält sich heute immer noch so stark, weil es halt einfach ist für viele und darum geht es einfach. Es einfach zu halten und visuell ist super, aber kann auch Menschen irritieren und sozusagen ablenken.“ (14-1).

Die Sub-Sub-Kategorie *Struktur* wurde ebenfalls von einer Person genannt. So sei es wichtig, eine Struktur in Form einer Agenda während einer Retrospektive zu geben: „Oh ich hätte mir heute irgendwie eine Struktur gewünscht. Eine Agenda gewünscht.“ (10-1).

In der Sub-Sub-Kategorie *Physisch* wurden drei Aussagen gesammelt, welche beschreiben, wie eine Retrospektive vor Ort abgehalten werden kann. In der Regel passiere dies mit Post-its und einem Flipchart: „(...) möglich quasi über Post-its und Flipcharts.“ (15-1). Alternativ passiere es auch am Whiteboard mit z. B. der Starfish Methode: „(...) am Board klassisch (...)“ (14-1).

Die Sub-Sub-Kategorie *Verschiede Methoden verwenden* zeigt durch vier Aussagen auf, dass es wichtig sei, einen Methodenmix anzubieten, damit die Teilnehmer auch überrascht werden. Dabei gäbe es verschiedene Methoden wie 5 Finger, eine Timeline, Engelchen oder Diagramme: „(...) nicht immer Retros nach dem gleichen Muster, sondern einfach mal was Neues machen.“ (14-1). Es sei wichtig, öfter unterschiedliche Methoden zu nutzen – als Inspiration kann hier die Homepage des Retromat dienen.

In der Sub-Sub-Kategorie *Visualisierung* wurden drei Aussagen zusammengeführt, welche beschreiben, warum eine Visualisierung wichtig sei und wie diese bei einer Retrospektive aussehen kann. So rege die Visualisierung über z. B. das Sailboot die Gedanken mehr an, als eine plumpe Frage: „(...) das ja also das triggert so andere Gedanken.“ (19-1). Vor allem bei visuellen Menschen spreche man hier mehr Ideen an. Die visuelle Arbeit auf einem Infinity-Board rege zudem zum Schieben von z. B. Post-its an. Der Punkt des Malens spreche zudem neue Facetten an und könne das Vertrauen im Team steigern.

In der Sub-Kategorie *Ablauf* wurden drei Aussagen der konkreten Durchführung von Retrospektiven gesammelt. So würden z. B. an einem Infinity-Board mehrere Felder definiert und die Personen würden mit Post-its Ideen sammeln und anschließend vorstellen können. Wichtig sei es, aus der Retrospektive Maßnahmen abzuleiten, sodass User Stories entstehen: „Dann gibt's 3 Felder: Was lief gut? Was können wir besser machen? Welche Hindernisse und Fragen müssen wir klären, um weitermachen zu können? Dann bekommt jedes Teammitglied 5 Minuten und die schreiben alle gleichzeitig auf dieses Whiteboard und anschließend gehen wir die Themen einzeln durch und überlegen uns zu den Themen, die wir besser machen können oder wo wir Hindernisse haben können: Müssen wir daraus eine Story bauen?“ (20-1). Ergänzt würde die Retro auch durch einen Check-in, welcher das Gespräch in der Kaffeeküche ersetzen solle. Anschließend würden positive Aspekte in der Retro geteilt. Nachfolgend würden dann die negativen Punkte gesammelt und tiefer beleuchtet werden. Auch hier sei es wichtig, Maßnahmen abzuleiten und diese ins Kanban Board zu übernehmen.

Coaching

Die Kategorie *Coaching* wurde mit 129 Aussagen zunächst in 11 Sub-Kategorien eingeteilt. In der übergeordneten Kategorie finden sich Aussagen wieder, welche auf die Rolle oder die praktische Arbeit des Coaches in der agilen Arbeitsweise eingehen.

In der ersten Sub-Kategorie *Beobachten* wurden 20 Aussagen eingruppiert, welche beschreiben, wie der Coach oft eine Beobachterrolle einnimmt. Diese Beobachterrolle lässt sich in zwei Bereiche weiter ausdifferenzieren. Zum einen finden sich sieben Aussagen, bei welchen der Coach nicht fachliche Themen beobachtet und deshalb der Sub-Sub-Kategorie *Softthemen* zugeordnet werden können. Der Coach nehme dabei immer eine Metaperspektive ein und greife einzelne Themen gezielt auf: „(...) eine Metaperspektive einzunehmen.“ (16-1). Genau dafür seien die Personen dankbar: „Ich hatte auch immer das Gefühl, dass die Leute sehr dankbar waren, dass da jemand war, der ebenso eine Metaperspektive einnehmen kann.“ (16-1). Es gehe darum, einfach dabei zu sein und zuzuhören. Der Coach mache zu Beginn zwar viel vor, ziehe sich dann aber immer mehr heraus. Die Rolle des Zuhörens und Fragenstellens bleibe immer erhalten: „Also das ist das Allgemeinste, was du immer wieder machst. Von außen wirklich draufgucken, mit dabei sein.“ (8-1). Diese Rolle störe viele Leute, weil sie zum Start des Coachings direkt einen Impact/ eine Veränderung sehen wollten. Es sei aber wichtig, die Leute das Problem selbst sehen zu lassen und selbst eine Lösung entwickeln zu lassen. Dazu würde der Coach beobachten und die Stimmungen und Strömungen aufnehmen. Anschließen können diese in einer gemeinsamen Reflexion betrachtet werden.

Auch bei Aussagen zur Sub-Sub-Kategorie *Fachliche/ Methodische* (13 Aussagen) hört der Coach zunächst zu und beobachtet, wie das Team arbeitet, welche Struktur es hat und versucht, Problematiken zu identifizieren. Es gehe darum zu erfahren, welche Erfahrungen das Team bereits hat: „Und da gucke ich dann erst mal so ein, zwei Wochen.“ (19-1). Er stelle sich dabei die Frage: Welche methodischen Werkzeuge verwenden die Teilnehmer schon oder wo könne in der Retrospektive noch eine Rolle nachgeschärft werden? Ist das Team selbst noch komplett neu, gebe der Coach die erste Struktur. Er sei deshalb bei jedem Termin dabei. Im Laufe des Coachings nehme sich der Coach immer weiter zurück. Die Verantwortung für die Prozesse werde dabei immer mehr an das Team abgegeben: „Ja also im besten Fall kann ich mich auf jeden Fall auch zurückziehen.“ (16-1). Der Coach könne zwar immer noch für die Moderation anwesend sein, er sei jedoch nicht mehr so direktiv. Er schaue später mehr mit dem Außenblick auf das Team und hinterfrage, ob noch

eine Mehrwertgenerierung stattfindet. Dies ist von außen meist einfacher als von innerhalb des Teams.

Eine weitere Sub-Kategorie ist jene der *Aktivierung und Interaktivität*. 15 Aussagen wurden hier in drei Sub-Sub-Kategorien weiter aufgeteilt. In der Sub-Sub-Kategorie *Körperliche Betätigung* wurde eine Aussage gesammelt, welche auf die Verwendung von körperlichen Aktivitäten in Bezug auf das Coaching eingeht. So habe die körperliche Betätigung einen Einfluss auf die Kreativität: „(...) körperliche Betätigung hat auch noch einen ganz anderen Einfluss darauf, wie kreativ du eigentlich bist.“ (11-1). Neben der Theorie sei auch das physische Ausprobieren und die aktive Praxis beim Coaching wichtig.

Eine Art der körperlichen Betätigung sind *Spiele*, welche in der gleichnamigen Sub-Sub-Kategorie mit vier Aussagen gesammelt wurden. So brauche es im Rahmen des Coachings immer wieder eine Aktivierung in Form z. B. eines Bingo Spiels oder einer Bewegung, um die Energie der Teilnehmer aufrechtzuerhalten: „Weil immer wenn du Bewegungen hast, dann aktivierst du den Zuschauer wieder und das brauchst du.“ (19-2). Auch Aufstellungen würden die Teilnehmer in eine spielerische Aktivierung bringen. Kleine Übungen/ Spiele mit Post-its und einem Stift würden schnell funktionieren und dafür sorgen, dass eine Diskussion gestartet werde. Dabei sei es wichtig, dass das Spiel nicht überfordert. Vielmehr solle das Spiel für einen AHA-Effekt sorgen, welchen man selbst erleben könne: „(...) aber der Aha Effekt ist riesengroß.“ (8-1).

Viele Coaches nennen auch das *Gemeinsame Arbeiten* als Inhalt des Coachings. In dieser Sub-Sub-Kategorie wird durch zehn Aussagen berichtet, dass das Coaching eine Mischung aus Frontal- und Gruppenarbeit sei. Die Teamarbeit unter Timeboxing sei dabei genau die agile Arbeitsweise. Dabei müssten die Teilnehmer eine Aufgabe interaktiv bewältigen und sich gemeinsam auf eine Lösung einigen. Dadurch würden die Teilnehmer ein Gefühl entwickeln, um die Fragen beantworten zu können: Was bringt die agile Arbeitsweise und wie funktioniert sie? Es gehe darum, dass die Teilnehmer selbst etwas erfahren und durchspielen. Dazu werde zumeist aktiv mit Whiteboard und Methoden gearbeitet. Das Wissen werde so besser verinnerlicht und nicht nur in der Theorie geschluckt. Sobald die Gruppe gemeinsam diskutiere, sei die Arbeit zumeist ein Selbstläufer.

Diskussionen und Gespräche bilden ebenfalls eine eigene Sub-Kategorie mit 10 Aussagen und kommen als Werkzeug im Coaching oft zum Einsatz. Die Sub-Kategorie konnte wiederum in drei Sub-Sub-Kategorien aufgeteilt werden. In der Sub-Kategorie *Kultur* wurden zwei Aussagen zusammengetragen, welche versuchen, durch eine Diskussionskultur eine agile Arbeitsweise zu etablieren. So forme die Kultur eine Kommunikation sowie ein Vertrauen im Team und umgekehrt: „Aber die Kommunikation findet auf einer anderen Ebene statt und das ist auch das Kulturthema.“ (20-1).

Durch die Sub-Sub-Kategorie *Vorschläge einbringen* wird mit fünf Aussagen verdeutlicht, dass durch eine Diskussion neue Vorschläge vorgestellt würden, welche in Besprechungen genutzt werden könnten, um neue Ideen einzubringen und Themen gezielt durch eine Diskussion zu adressieren: „Und das finde ich einfach super, weil da hast du tatsächlich einfach die Zeit, solche Sachen anzusprechen.“ (19-1). Der Coach habe dabei nicht die Rolle, Meinungen auszudrücken. Vielmehr müsse er offen fragen und Angebote eröffnen: „Ich versuche möglichst offen dann auch auf die Leute zuzugehen.“ (5-1). Durch systemisches Fragen leite der Coach die neuen Ideen. Ziel des Coaches solle es immer sein, das Problem selbst verstehen zu wollen und den eigentlichen Grund durch den Gesprächspartner selbst offenlegen zu lassen. Dabei könne der Coach auch gezielt das Gespräch mit Leuten suchen, bei welchen dieser ein Problem erkennt.

Ziel eines Gespräches ist zudem oft ein gemeinsames *Verständnis* (Sub-Sub-Kategorie mit drei Aussagen). So sei das Ziel eines Gespräches, Einsprüche durch einen Konsens zu beseitigen: „Und wenn es halt noch Einsprüche gibt, dann diskutiert man noch mal drüber.“ (16-1). Es gehe zumeist darum, etwas auszuprobieren. In der ersten Phase eines Coachings gehe es immer um das Problem, das Ziel, die Bedürfnisse des Kunden, die Anforderungen und Rahmenbedingungen gemeinsam zu verstehen. Danach würden in der Gruppe Ideen generiert, gesammelt und diskutiert werden. Abschließend gebe es eine Kosten-Nutzen-Abschätzung. Durch die Arbeit im Team entstehe das gemeinsame Interesse und Verständnis: „(...) ist natürlich die erste Phase immer ein gemeinsames Verständnis zu erreichen.“ (12-1).

Neben der Diskussion ist auch das Thema *Visualisieren* im Coaching wichtig (Sub-Kategorie). Wieder konnten die zehn Aussagen in zwei Sub-Sub-Kategorien weiter granuliert werden. So bildet die Visualisierung meist einen *Ausgangspunkt für Diskussionen* (Sub-Sub-Kategorie mit 8 Aussagen). Eine Visualisierung helfe dabei, das Große in kleine Stücke herunterzubrechen: „Und am Anfang ist glaube ich dieses Visualisieren ganz wichtig, weil das erstmal was, also bei vielen erstmal was Neues ist, so zu denken und Sachen so auch herunterzubrechen.“ (19-1). Es würden Zwischenziele und Zwischenschritte definiert und visuell veranschaulicht werden. Gehe es darauf ins Coaching, könne ein visuelles Template als Ausgangspunkt für Rollencoachings dienen, wenn eine Rolle definiert oder eine Person direkt angesprochen werden solle. Visualisierung seien dabei immer ein erster Schritt, um gezielt Punkte anzusprechen. Mit einem vorbereiteten Flipchart werde dann in der Gruppe gemeinsam gearbeitet. Auch ein Projekt-Canvas oder Zeitstrahl könne helfen, eine Diskussion zu starten. Oft sei ein visuelles Mittel wie ein Blatt vor Ort oder eine PowerPoint Folie remote der zentrale Punkt, um den sich eine Diskussion drehe: „(...) und wir brauchen ein Bild, auf das wir draufzeigen können.“ (3-1).

Oft dient das Visualisieren auch dem Sammeln von Informationen (Sub-Sub-Kategorie *Sammeln/ Clustern/ Sichtbar machen* mit zwei Aussagen). Durch das Sammeln und Clustern der Informationen könne ein Verständnis geschaffen und anschließend eine Diskussion gestartet werden. Gerade mit mehreren Personen könne schnell ein gemeinsames Bild über Post-its geschaffen und Inhalte sichtbar gemacht werden: „Also Inhalte sag ich mal sichtbar machen, ist für mich die erste agile Methode, die ich anwende in einem agilen Prozess.“ (3-1). Durch die visuellen Inhalte bekomme das Gemeinte zusätzliche Klarheit. Auch hier könne dieser Überblick genutzt werden, um vom Großen auf das Kleine herunterzubrechen.

Zwölf der gesammelten Aussagen in Bezug auf das Coaching lassen sich dem Thema des *Ansehens von Coachings* zuordnen (Sub-Kategorie). Auch hier wurden die Aussagen wieder in weitere fünf Sub-Sub-Kategorien unterteilt. Die Rolle des Coaches sei so *nicht im Klassischen vorhanden* (Sub-Sub-Kategorie mit drei Aussagen). Eine Wertschätzung sei meist nicht da und das Coaching komme im Allgemeinen zu kurz, weil Prozesse zumeist auf Leistung und Ergebnisse getrimmt seien: „(...) die Wertschätzung ist manchmal nicht so dafür da.“ (19-2). Eine Verbesserung mit Blick auf die Zukunft sei da nicht gewinnbringend. Ferner müsse sich die Führung ändern, damit mehr Wertschätzung gelebt werde. Aktuell gehe ein angenommenes Coaching immer mit Schuldgefühlen einher, weil Tagesgeschäft nicht bearbeitet würde: „(...) quasi wie eine Art Schuldgefühl haben, wenn sie dafür jetzt Zeit nehmen.“ (2-1). Es müsse das Bild verinnerlicht werden, dass Coaching auch auf das Firmenergebnis einzahle.

Auch die Annahme eines Coachings sei negativ gesehen, da es als eine Suche nach Hilfe angesehen wird. Dies wurde durch eine Sub-Sub-Kategorie zusammengeführt (Sub-Sub-Kategorie *Coach = Hilfe suchen = negativ* mit zwei Aussagen). Es fehle ein Anreizsystem, welches das Wahrnehmen

von Coaching wertschätze. Heute sei es vor allem ein Zeichen von Schwäche und Zeitverschwendung: „(...) es wird eher so als Schwäche gesehen, wenn man einen Coach hat.“ (5-1). Auch *Finanziell* (Sub-Sub-Kategorie mit zwei Aussagen) gibt es Probleme. So koste jedes Coaching Geld, welches einfach gespart werden könne. Ferner müsse man sich darauf einlassen und es nicht als Kostenfaktor sehen: „Es fällt halt immer runter hinten. Also ja, wird eingespart.“ (16-1).

Gleichzeitig fehlt auch eine Definition des Coachings (Sub-Sub-Kategorie). So sei die Definition klassischer Jobs eindeutig. Aber die Rolle eines Coaches sei nicht griffig und könne deshalb in Diskussionen auch nicht klar verargumentiert werden: „Und ich glaube das ist einer der Gründe, warum manche Personen das für sich gar nicht greifen können und dann aber auch sozusagen auch nicht dafür kämpfen können.“ (14-1). Die meisten Leute wüssten auch nicht, was sie erwarte, wenn sie schließlich die Arbeit mit einem Coach anfangen. So starte der Coach oft als Verkäufer und werde über die Zeit zum Arzt.

Ein sogar negatives Verständnis hat das Coaching, welches als *Esoterisch* gilt (Sub-Sub-Kategorie mit zwei Aussagen). So herrsche im Arbeitskontext meist die sachliche Ebene vor. Persönliche Themen seien meist nicht gerne gesehen und würden deshalb oft als esoterisch gelten: „(...) in der Organisation als esoterisch vielleicht auch wahrgenommen.“ (12-1). Es ergebe sich daraus ein schlechter Ruf ohne wissenschaftlichen Anspruch. Vielmehr sei Coaching eine Gehirnwäsche mit Persönlichkeitsentwicklung.

Viele Interviewpartner äußern, dass das Ziel des Coachings auch der Aufbau von Vertrauen ist. Elf Aussagen wurden hier in der Sub-Kategorie *Vertrauen* gesammelt und in drei weitere Sub-Sub-Kategorien aufgeteilt. Die *Wichtigkeit* des Vertrauens bildet dabei die erste Sub-Sub-Kategorie mit fünf Aussagen. So seien zwischenmenschliche Probleme immer ein vorhandenes Problem, welches sich nur durch den Aufbau von Vertrauen beheben lässt würden: „Es ist das Zwischenmenschliche und aber das Thema Vertrauen geht da auch ganz stark mit rein.“ (20-1). Transparenz und Feedback würden dabei als Werkzeug dienen können. Auch der Coach müsse eine Vertrauensbasis zu Mitgliedern aufbauen, um Themen offen ansprechen zu können. Das Coaching selbst könne dann mit Kommunikation und Vertrauen die Kultur eines Teams beeinflussen: „Kommunikation, Vertrauen, Kultur. Das kann ich sehr gut mit Coaching beeinflussen.“ (4-1). Baue sich dieses Vertrauen über die Zeit auf, könne sogar am Telefon Coaching betrieben werde. Dieses remote Coaching sei in Bezug auf das Vertrauen aber schwieriger. So baue das Vertrauen immer weiter ab, je länger man remote zusammenarbeite. Als Symptom zeige sich so beispielsweise, dass man Leute nicht einfach anschreiben könne, so wie man sie im Büro eigentlich einfach kurz ansprechen würde.

Man wisse nicht, wer remote alles zuhört und in einer Besprechung anwesend sei. Die Sub-Kategorie *Remote Unsicher* mit fünf Aussagen führt diese Angst zusammen: „Gibt es irgendwelche stillen Beobachter oder wie auch immer.“ (12-1). Es baue sich hier schwerer ein vertrauter Raum auf. Insgesamt sei es schwerer, Vertrauen nur über den Bildschirm aufzubauen als physisch in einem Raum. Ein Coach berichtet zudem, dass er niemals ein Coaching weiterführen würde, wenn nicht der Start in einer physischen Form stattfinde.

Eine Aussage konnte zudem der Sub-Sub-Kategorie *Homeoffice vertraute Umgebung* zugeordnet werden, wobei der Interviewte angab, dass die vertraute Umgebung im Homeoffice ferner auch ein Vorteil sein und einen positiven Effekt auf das Vertrauen zwischen den Personen haben könnte.

Die Interviewten tätigen auch neun Aussagen, welche sich in die Sub-Kategorie *Methoden* einteilen ließen. Hier wurden zwei Sub-Sub-Kategorien weiter definiert. Mit *Bausteinen* (Sub-Sub-Kategorie) wurden sechs Aussagen gruppiert, welche sich auf Bestandteile der Arbeit beziehen. So sei die Ausgangslage des Coaches die Rolle des Verkäufers, welcher die agile Arbeitsweise verkaufen will:

„(...) eine bestimmte Methodik ja an den Mann bringen möchte in Führungszeichen.“ (19-1). Dabei sei die Vorbereitung mit einer agilen Ausbildung ein Muss für die Zusammenarbeit. Es gehe darum, die Teilnehmer Stück für Stück durch die Methode zu begleiten. So sollten als erstes User Stories formuliert werden können, anschließend sei das Schätzen dieser User Stories elementar und schließlich das Priorisieren wichtig. Die Methode werde dabei durch den Coach immer weiter verbessert und die Teilnehmer so immer weiter eigenständig.

Ziel der Methoden sei es immer, den *Mehrwert* aufzuzeigen (Sub-Sub-Kategorie mit drei Aussagen). Durch das Präsentieren, was Methodenelemente wie eine Retrospektive praktisch bringen, werde der Blick für die Weiterentwicklung und neue Methodenbausteine eröffnet. Ferner sei der Anfang die größte Herausforderung, weil es in Bezug auf die neue Methode immer kritische Meinungen gebe. Es sei wichtig zu zeigen, dass die bisherige Methode nicht falsch sei und die neue Methode vielmehr eine Alternative darstelle. Schaffe der Coach es, die Personen in den agilen Modus zu bekommen, werde schnell der Mehrwert bei der eigenen Leistungsfähigkeit, der eigenen Kreativität und das bessere Selbstverständnis deutlich.

Durch neun Aussagen der Teilnehmer wird klar, dass die Rolle des Coaches aus einer *Moderation und Vorbereitung* besteht (Sub-Kategorie). Dabei können die Aussagen in drei weitere Sub-Sub-Kategorien aufgeteilt werden. Durch die Sub-Sub-Kategorie *Immer mehr rausziehen* und drei Aussagen wird klar, dass der Coach zu Beginn sehr strukturgebend in einem neuen Team sei. Am Ende stelle sich eher eine Rolle als Moderator ein: „Gut, Termine moderieren mache ich nach wie vor, aber einfach nicht mehr so direktiv.“ (16-1). Er Sorge dafür, dass das Team immer mehr alleine hinbekomme und baue seine eigene Struktur immer weiter ab. Aus dem Coach als Moderationsexperten, als Führungskraft, als Kontaktperson nach außen, als Scrum Master werde ein beobachtender Teilnehmer, der 90 % seiner Rolle an das Team übergeben habe.

Durch die Sub-Sub-Kategorie *Unterstützer sein* wird durch vier Aussagen deutlich, dass der Coach vor allem das Team unterstütze, Termine vorbereite, sich Zeit für persönliche Termine nehme, bei diesen Terminen in das Team hineinhöre und Stimmungen wahrnehme, worauf Folgetermine angepasst würden. Zu Beginn bereite der Coach die klassischen Termine des Scrum vor und würde mit dem PO weitere Entwicklungsschritte besprechen. Der Coach gebe die Struktur bei den Meetings und sei für die Vor- und Nachbereitung zuständig. Er frage sich immer, wie er es beim nächsten Mal besser machen könne. Ein Coach sei vor allem ein guter „Facilitator“ (14-1).

Dieses *Vorrausschauen* (Sub-Sub-Kategorie) beinhalte mit zwei Aussagen auch den Blick in die Zukunft, wobei geplant werden müsse, welche Personen bei welchem Termin dabei sein müssten. Gerade in einem Remote Set-up müsse dabei viel genauer geplant werden, wenn z. B. Gruppenarbeiten nötig seien.

Dass das verteilte Arbeiten auch Herausforderungen für die Coach Rolle mit sich bringt, wurde durch sieben Aussagen in der Sub-Kategorie *Das fehlt mir beim virtuellen Coaching* gesammelt. Vier Sub-Sub-Kategorien ordnen die gefunden Aussagen weiter. So sei das Coaching verteilt *Mit nur einem Coach schwer* (Sub-Sub-Kategorie). Eigentlich sei ein Coachen vor Ort auch mit zwei Coaches immer die Ideallösung. Remote komme dem aber eine größere Bedeutung zu, da die technische Komponente hinzukomme. Diese wäre in einem physischen Set-up sehr einfach mit z. B. einem Flipchart, Stiften und Post-its. Verteilt bräuchte es aber nun eine Person, welche sich rein um das Thema Videokonferenz und Technik kümmere und eine weitere Person, welche den technischen Rahmen im Blick behalte.

In der Sub-Sub-Kategorie *Interagieren miteinander* wird durch vier Aussagen deutlich, dass Agilität vom Ausprobieren und Erleben lebt. Physisch vereint, gehe dies unkompliziert. Virtuell sei es jedoch

oft eine Einbahnstraße mit einem Wasserfall an Informationen und Theorie. Ferner sei der Coach auch als Mensch, welcher Kompetenz und Motivation mit in eine Gruppe bringe, anwesend. Diese sei virtuell aber nicht so gut vermittelbar wie physisch. Oft würden praktische Spiele fehlen: „(...) dass ich auch in Situation komme, wo ich Dinge ausprobieren, dabei beobachtet werden. Wo mir Rückmeldungen gegeben werden, wo ich Dinge, die ich theoretisch gelernt habe auch mit praktischem Wissen anreichern kann oder erproben kann.“ (2-1).

Auch eine *Gemeinsame Sprache* (Sub-Sub-Kategorie) baue sich laut einer Aussage remote viel schwieriger auf und ein Start sei verteilt komplizierter: „(...) wenn die in einem Raum sind, dann finden die eine gemeinsame Sprache. So per remote deutlich schwieriger. Und generiert sehr viel Mehraufwand dann.“ (14-1).

Coaching habe auch oft ein *Zeitliches Problem* (Sub-Kategorie mit sechs Aussagen). Zum einen werde dieses Problem *Remote besser* (Sub-Sub-Kategorie mit einer Aussage), weil sich Videokonferenzen spontaner einplanen ließen.

Vor allem beim höheren Management stelle die *Verfügbarkeit* (Sub-Sub-Kategorie mit drei Aussagen) eine Herausforderung dar. Diese werde durch Videokonferenzen erneut verbessert: „Bin mehr verfügbar. Weil Zeit, die im Kalender frei ist, ist frei.“ (2-1). Aber die Zeit sei kostbar, denn „(...), wenn Sie Coachings eingehen, lösen sich nicht explizit die Probleme, die Sie haben.“ (2-1).

Im Allgemeinen sei das *Zeit nehmen schwierig* (Sub-Sub-Kategorie mit zwei Aussagen), weil als Coach der Aufwand mit steigender Teamgröße anwachsen würde: „Wenn du aber jetzt 70 Kollegen hast, dann kannst nicht. Ja dann kannst du vielleicht 5 Minuten mit denen sprechen. Und dann wird es natürlich kritisch.“ (4-1).

Elf weitere Sub-Kategorien wurden nicht weiter unterteilt, sondern alleinstehend mit *Sonstige* definiert und aus 20 Aussagen gespeist. Die Sub-Kategorie *Rollen* zeigt aus drei Aussagen, dass es wichtig sei, neben fachlichen Rollen auch die methodischen Rollen als Coach einzuführen: „Jeder hat eine Rolle und einen Fokus und bringt seine Expertise in dieses Team ein und wir schaffen es als Teams im Gesamten dann eine bessere Lösung zu finden als jeder alleine.“ (20-1). Verantwortungen und der Fokus würden so klar gesteuert. Die Rolle des Coaches selbst könne dabei jene eines Architekten und Strategen für die Zusammenarbeit sein.

Die Sub-Kategorie *Zwischenmenschliches* zeigt mit vier Aussagen auf, dass Zwischenmenschliches in einem klassischen Unternehmen, welches zielorientiert und auf einer inhaltlichen Ebene arbeitet, oft eine Nebenrolle spiele. Dabei könne die persönliche Ebene auch sehr gut die inhaltliche Ebene verbessern, wenn Probleme oder menschliche Konflikte gelöst werden. Der Coach habe dabei die Aufgabe, durch persönliche Gespräche die Stimmung wahrzunehmen und zu spiegeln. Dabei sei es wichtig, die Ängste und Unzufriedenheit ans Tageslicht zu bringen.

Dies geschehe vor allem in persönlichen/ kreativen Gesprächen, welche über den Projektverlauf abnehmen (Sub-Kategorie *Persönliche Treffen aufrecht erhalten* mit vier Aussagen), weil der Aufwand für diese Termine groß sei. Jedoch nur in diesen persönlichen Gesprächen bekomme man ein Gefühl für die Menschen.

Am besten seien dazu *1:1 Termine* (Sub-Kategorie mit vier Aussagen). Diese seien bei wenigen Teammitgliedern gut zu bewältigen, können bei vielen Teammitgliedern aber nicht mehr ideal durchgeführt werden, weshalb Stimmungen nicht mehr ideal wahrgenommen würden. Die 1:1 Termine würden dabei zum einen dazu dienen, Input zu liefern und zum anderen Konflikthemen im Einzelgespräch zu evaluieren.

Die Sub-Kategorie *Ausprobieren* zeigt mit drei Aussagen, dass das Coaching immer ein probieren und adaptieren sei. Der Sprintzyklus könne dabei zunächst fest definiert, aber über die Zeit angepasst

werden. Auch erste Regeln, welche wichtige Struktur geben, würden im Laufe des Coachings angepasst werden können.

Außerdem sei *Transparenz* ein wichtiger Faktor im Coaching (Sub-Kategorie mit zwei Aussagen). Diese Transparenz könne im Coaching über Feedback oder die Dokumentation geschaffen werden: „Wir versuchen sehr viel über Transparenz zu schaffen. Feedback einzuholen und genau die Themen zu adressieren.“ (20-1).

Kanban

In der Kategorie Kanban wurden Aussagen gesammelt, welche sich auf die Arbeit mit oder an einem Kanban Board beziehen und damit das Werkzeug des Product Backlog verwenden. 61 Aussagen konnten dabei in 12 Sub-Kategorien weiter verfeinert werden. Zunächst wurde festgestellt, dass viele Interviewpartner einen Start mit der Arbeit am Product Backlog gerne physisch angehen würden (Sub-Kategorie *Start Physisch* mit 14 Aussagen). Dabei lassen sich vier Sub-Sub-Kategorien aufteilen. Eine allgemeine Begründung liefert in der Sub-Sub-Kategorie *Allgemein* mit insgesamt drei Aussagen dabei ein Interviewpartner, weil der Anfang mit Post-its und Flipcharts die Teams davor schütze, in eine Tooldiskussion abzudriften, statt am Anfang in die Umsetzung der agilen Arbeitsweise zu kommen: „(...) Ingenieure da besonders anfällig sind, dann gerne in diese Tooldiskussion abtauchen.“ (15-1). Die Arbeit sei dabei an einer Wand mit Post-its und Swimlanes einfach und erst nach einer Zeit würde ein digitales Tool zum Einsatz kommen. Insgesamt sei die *Einfachheit* der physischen Tools ein großer Vorteil (Sub-Sub-Kategorie mit sieben Aussagen). Durch das haptische Lernen mit analogen Post-its, falle das Aufteilen von User Stories oder das Definieren von Swimlanes spielerisch einfach aus: „(...) es ging im Prinzip drum, eine Lernphase analog zu machen, in der die Teams (...) quasi spielerisch schnell lernen konnten.“ (15-1). Die Hürde sei physisch am geringsten, schnell zu starten. Dabei könne jeder einen Stift und Papier in die Hand nehmen und die Methode des Kanban schnell lernen, ohne parallel noch die Methodik eines Tools lernen zu müssen. Gleichzeitig müsse keine Angst vorhanden sein, etwas auf einen Zettel zu schreiben, wobei die Mechanik und Effekte der Methode am gewinnbringendsten ausprobiert werden können. Tools seien hier immer komplexer. Die Erfolgsquote sei bei einem Start an einem physischen Board größer. Zudem bringe der Raum eine physische Begrenzung mit sich, welche Vorteile bringt. Die Räumlichkeit Sorge zudem für eine bessere Übersichtlichkeit, weshalb es bei Zeiten sinnvoll sei, ein digitales Board auszudrucken und umzusortieren.

Durch die Begrenzung des physischen Raums müsse sich zudem jeder auch disziplinieren und selbst begrenzen (Sub-Sub-Kategorie *Räumliches begrenzt positiv* mit zwei Nennungen): „D.h. man muss da schon sehr viel Selbstdisziplin und Disziplin haben.“ (4-1).

Die Anpassbarkeit (Sub-Sub-Kategorie *Anpassbar* mit zwei Aussagen) sei auf einem Whiteboard zudem viel einfacher, da man schnell etwas malen kann. Ferner sei es unkompliziert, einen Post-it zu entfernen: „Und das tut nicht weh und das kann auch jeder runterreißen.“ (8-1).

Viele Funktionen würden zudem in einem digitalen Tool fehlen (Sub-Kategorie *Das fehlt mir bei einem Tool* mit sieben Nennungen): „Aber das sind ja technische Herausforderungen (...), die halt die Software nicht hergibt.“ (13-1). So sei eine Zeitleiste in manchen Tools nicht vorhanden und die Performance mangelhaft. Es könne auch nicht vor einem digitalen Board gestanden und mit Karten gearbeitet werden, wie man es von Post-its kennt. Es fehle oft eine einfache Kategorisierung von Karten, welche man auf einem physischen Board durch Swimlanes selbst definiert werden könnten. Die Tools gäben dabei Vorgaben, welche nicht vollständig der eigenen Arbeitsweise entsprechen und so zu Herausforderungen führen würden. Insgesamt fehle das Visuelle. Viele Tools würden viel

leisten, seien aber kompliziert in der Bedienung. Eine schlechte Latenz führe ferner dazu, dass nicht gemeinsam gearbeitet werden könne. Vielmehr öffne eine Person ein Board und teile per Screensharing das Board mit weiteren Teammitgliedern.

Die Interviewten wurden zudem gefragt, wie die praktische Arbeit beim Schreiben des Backlog aussieht. Sieben Aussagen wurden in der Sub-Kategorie *Product Backlog schreiben* zusammengefasst. Elementar sei bei der Arbeit vor dem Board, das Schaffen eines gemeinsamen Verständnisses über die Aufgaben und dabei eine gemeinsame Sprache zu entwickeln. Schritt eins wäre immer das Aufsetzen eines Boards und danach das Definieren erster User Stories mit klaren Abnahmekriterien. Dabei sei das Herunterbrechen einer übergeordneten Aufgabe in kleinere User Stories eine der Kernherausforderungen. Dabei helfe es, schnell ins Arbeiten zu kommen und eine Optimierung über die Zeit zu erreichen: „Die möglichst eigentlich sofort ins Laufen zu bringen.“ (8-1). Der Start mit einem physischen Board vereinfache dabei den Einstieg. Erst über die Zeit sei ein Tool gewinnbringend. Der physische Start verbessere das Verständnis für die Methode. So würden Post-its schnell beschriftet und durchgestrichen werden können. Im Digitalen würden die Teammitglieder hingegen immer perfekte User Stories mit Farbe, Label und anderen Möglichkeiten des Tools einpflegen wollen.

Der Start mit einem Tool sollte immer einfach sein (Sub-Kategorie *Start mit einfachem Tool* mit sieben Nennungen). Ein einfaches Design sei dabei gut: „Aber die meisten Teams arbeiten lieber in KanBo, weil es einfach ist.“ (5-1). Viele Tools seien viel zu komplex. Die Personen würden sich dann mehr mit dem Tool an sich auseinandersetzen als mit der Methode selbst. Auch könne das Board zu Beginn verschiedene Formen wie eine einfache Liste annehmen. Ziel sollte jedoch auch später eine Kanban-Methodik sein.

Bei der Arbeit an digitalen Boards fehle zudem oft eine Eigenmotivation zum Befüllen (Sub-Kategorie *Keine Eigenmotivation zum Füllen* mit fünf Aussagen). Im Alltagsstress fehle oft die Zeit, um diszipliniert ein Board zu pflegen. Ist die Bedienung des Tools einfach, sinke jedoch die Hürde dazu. Über die Zeit nehme die Motivation zudem noch weiter ab. Zu Beginn sei das Board das Zentrum der Kommunikation, würde aber später wieder von der klassischen E-Mail abgelöst werden: „Man ist am Anfang immer natürlich motiviert, aber dann scheut man das.“ (14-1). So seien von Zeit zu Zeit Workshops nötig, welche eine Backlogüberarbeitung angehen und das Board updaten. Bei vielen Teams arbeite ferner nur ein Teil aktiv und verschiebe auch Karten. Ein weiterer Teil übernehme zwar die Aufgaben, spiegelt den Status aber nicht in das Board zurück.

Bei der Arbeit vor einem physischen Board (Sub-Kategorie *Physisches Board* mit sechs Aussagen) blieben Inhalte besser im Kopf, da sie handschriftlich vermerkt würden. Außerdem würden Aufgaben nicht in Vergessenheit geraten, da das Board ständig im Raum anwesend sei. Besprächen die Teammitglieder vor dem Board Updates, würden über die Körpersprache auch nonverbale Informationen zu einer Karte beobachtbar sein. Fernen könnte durch das physische Treffen auch zusätzliche Methoden entwickelt und so die Selbstorganisation unterstützt werden: „Was wir noch hatten. War so ne Methodik (...) Wenn mal wieder jemand viel zu tief abgedriftet ist (...) Egal, wem das auffällt (...) Der hebt kurz die Hand (...) Wenn jemand anders das sieht und der gleichen Meinung ist, hebt er auch die Hand und irgendwann hebt jeder die Hand und dann weiß er. Oh (...) Abgedriftet.“ (1-1).

Neben seinen negativen Aspekten halte ein Tool aber auch viele Vorteile bereit (Sub-Kategorie *Tool besser* mit vier Aussagen). Programmierer würden ein digitales Tool bevorzugen, da sie eh größtenteils vor dem PC sitzen. Bei einer großen Komplexität oberhalb eines Projektes sei ein digitales Tool unterstützender. Das Kopieren von User Stories und das Nachvollziehen von Terminen,

bei denen man selbst nicht anwesend war, sei digital einfacher. Für verteilte oder hybride Teams sei ein digitales Tool darüber hinaus so gut wie unverzichtbar.

Tools würden viele Nutzer aber auch ablenken (Sub-Kategorie *Tool soll nicht ablenken* mit vier Aussagen). Ingenieure würden gerne in eine Tooldiskussion verfallen. Insgesamt sei die Gefahr immer vorherrschend, dass das Tool von der Methodik ablenkt und am Anfang vom Mindset und der Botschaft der agilen Arbeitsweise ablenken könne: „So, dass die Personen sich nicht zu sehr um das Tool oder um irgendwelche Methodiken beschäftigen, sondern eher um die Botschaft und das dann dieses Mindset erstmal wachsen kann.“ (14-1). Der Grund dafür liege in der umfangreichen Funktionalität, weshalb zu viele Eigenschaften konfiguriert werden könnten. Am Anfang sei nur wichtig, was auch auf einen Post-it geschrieben werden kann.

Das Backlog habe in der Arbeitsweise zumeist eine strukturierende Aufgabe (Sub-Kategorie *Gibt Struktur* mit zwei Aussagen). Es strukturiere die Termine und sei ein wichtiger Baustein, der die anderen Elemente des Scrum unterstütze. Das gesamte Team strukturiere seine Arbeit an diesem Board.

Viele der Interviewten bevorzugten ein eher freies Tool (Sub-Kategorie *Freies Tool vs. strukturiert* mit zwei Aussagen). Zwar sei eine Vorlage für den Start immer hilfreich, jedoch müsse diese auch individuell anpassbar sein. Die Prozesse eines Boards solle sich dabei immer an die Prozesse der Praxis anpassen lassen: „(...) ich hab glaube ich unseres alle, also vom Team, alle 8 Wochen irgendwie umgestellt, weil wir gesagt haben: Okay, das trifft jetzt grad nicht.“ (7-1). Eine Automatisierung könne im Alltag helfen. Die Freiheit eines physischen Kanban Boards auf einem Whiteboard biete viele Freiheiten zum Umstrukturieren und Visualisieren, welche von Zeit zu Zeit nötig sei.

Das zentrale Ziel eines Kanban Boards sei die *Transparenz* (Sub-Kategorie mit zwei Nennungen). Durch das Board könne der Status eines Projektes in Echtzeit betrachtet werden: „Transparenz und Echtzeitdaten“ (14-1).

Die Art und Weise, wie ein Kanban Board aufgesetzt werde, sei zweitrangig. Das Board könne dabei *Alternative Formen* (Sub-Kategorie mit einer Nennung) annehmen und durch z. B. einen Zeitstrahl visualisiert werden: „Was wir hatten, ist, dass wir einen Zeitstrahl uns gemacht haben.“ (4-1).

Scrum/ Agile Arbeitsweise

Da die Interviewten explizit zur Durchführung der agilen Arbeitsweise mittels Scrum befragt wurden, fallen 80 Aussagen in diese Kategorie *Scrum/ Arbeitsweise*. Gesammelt wurden dabei alle Aussagen, welche sich auf die Durchführung oder Besonderheiten des Scrum Framework beziehen oder im Alltag zum Einsatz kommen. Die Aussagen wurden nachfolgend in 17 Sub-Kategorien aufgeteilt und thematisch verfeinert.

Zehn Aussagen konnten dabei der Sub-Kategorie *Adaptiert* zugeordnet werden. Hier wurden Aussagen gruppiert, welche beschreiben, dass die agile Arbeitsweise nach dem Scrum Framework nicht vollständig nach der Theorie verläuft, sondern vielmehr eine Variante darstelle. So sei Scrum zwar ein „Erfolgsgarant“ (17-1), aber dabei nicht die Theorie aus dem Scrum Guide, sondern vielmehr eine Variante, die im Team funktioniere. Grundlage sei der Scrum Guide, doch dann läge es am Coach, diese Grundlage anzupassen. Die Grundstruktur für das Vorgehen seien immer Sprints aus dem Scrum Guide, dabei sei das Framework ein Nordstern, welcher immer angepasst würde: „Wir folgen dem nicht konkret, aber das ist der Nordstern.“ (15-1). Das gelte auch in skalierten Varianten. Da hier jedes Team anders sei, müsse auch die angewandte Methode anders gewählt werden. Schlussendlich gäbe es keine Blaupause des Scrum, wodurch es auch keine Teams gäbe, in

denen Scrum in Reinform zum Einsatz komme. Oft sei es eher die Mischung aus Scrum und Kanban. Wichtig sei am Ende auch der philosophische Aspekt in Form des Mindsets mit schnellem Feedback und einer Rückkopplung. Am Ende sei der Start eines Teams zu 60-70 % nach dem Scrum Guide organisiert. Über die Zeit würde dieser Teil aber weiter angepasst werden. Das Framework solle vielmehr den Rahmen liefern. Für diese Adaption sei unter anderem auch die Hardwareentwicklung antreibend, da ein reines Scrum hier nicht funktionieren könne: „In der Hardware-Entwicklung ist Scrum halt nicht ganz so perfekt geeignet. Deshalb die Mischung.“ (1-1).

Innerhalb des Scrum Prozesses sei auch eine *Aktivierung* der Teilnehmer wichtig (Sub-Kategorie mit neun Aussagen). Dabei gehe es oft um einen Austausch während der Meetings auch im kleinen Gruppen, um z. B. User Stories weiter herunterbrechen zu können. So werde die ganze Gruppe involviert und das Ergebnis gemeinsam zusammengetragen. Würde nur der Scrum Master oder Product Owner diese Aufgabe im Meeting übernehmen, würden andere Teilnehmer schnell abschalten. Zusätzlich würden so verstärkt einzelne Meinungen hervorgebracht. Diese Diskussionen seien im virtuellen aber in Interviews übergegangen, da die Interaktion abnehme. Die Leute säßen nur noch vor Bildschirmen und seien deshalb weniger animiert mitzuarbeiten. Wichtig sei es deshalb die Leute in Terminen aus dem Alltag herauszuholen, es fehle meist die Interaktion in Form von auf die Schulter klopfen oder Berührungen. Auch die Körpersprache, wie jemand in einen Termin hereinkommt und die physische Anwesenheit würden im virtuellen Raum fehlen: „Ja, also Körpersprache und auch irgendwie mir fehlt das auch so ein bisschen dieses: Ankommen und rausgehen“ (7-1).

Eine wichtige Rolle im Scrum-Prozess nimmt die *Vision* ein (Sub-Kategorie mit sieben Aussagen). Die Vision nehme dabei die Antwort für die Frage ein: Was ist das Ziel aller gemeinsam und auch jedes Einzelnen? „Ist (...) der Kick-off-Termin immer, dass ich verstehen will, was ist das große Ganze, das Ziel. Wo willst du hin?“ (10-1). Dieses Ziel stehe immer als Erstes präsent im Raum. Dabei könne das Ziel zunächst auch nur für die ersten zwei Wochen definiert sein. Hinter dem Ziel stehe jedoch immer eine konkrete Vision. Diese könne auch die Form einer Produktvision einnehmen, welche durch den Product Owner oder die Stakeholder definiert würde. Hilfreich könne hier ein Canvas zur Visualisierung der Idee sein. Auf Basis der Vision würden dann konkrete Ziele/ Backlog Items abgeleitet und diese wiederum weiter in User Stories heruntergebrochen werden. Ziel sei es immer, vom Großen ins Kleine zu kommen.

Das *Daily* ist ein Event, welches in sechs Aussagen explizit angesprochen wurde (Sub-Kategorie). Dabei sei es mit einer guten Struktur gut sowie einfach anwendbar und helfe den Leuten. Es würden meist Fragen auf Folien mitgebracht: „Also diese klassischen 3 Fragen.“ (19-1). Zusätzlich können auch die Namen der Personen zu den Fragen mit auf die Folien gebracht werden, so komme jeder im Team zu Wort. Diese Vorgehensweise erlaube es vor allem, am Anfang die Idee des Dailys erklären zu können und eine erste Struktur aufzubauen. Jedoch sei vor allem das Daily am schwierigsten einzuführen. Nach einer Zeit könne von Folien auf das Kanban Board übergegangen werden. So können die Karten im Daily kurz durchgegangen werden, wobei wieder die Frage beantwortet würde: Wo kann Hilfe benötigt werden? Durch das Daily würde ferner der Austausch zwischen den Teammitgliedern verstärkt, da man unkompliziert Kollegen ansprechen könne.

In der praktischen Durchführung der agilen Arbeitsweise würden einige der Coaches unter einer *Projektraumknappheit* leiden (Sub-Kategorie mit acht Aussagen). Insgesamt mangle es an Meetingräumen und einer guten technischen Ausstattung. Deshalb müsse nach einem Workshop immer alles weggewischt und abgebaut werden, da die Räume auch anderweitig genutzt würden. Ein eigener Projektraum sei in den meisten Fällen nicht möglich. Für Workshops würden Coaches ihre

Räume zudem gerne vorbereiten und z. B. Plakate aufhängen. Zum einen sei es schwierig, Räume zu finden, zum anderen bleibe kaum Zeit zu jener Vorbereitung aufgrund der Nutzung dieser Räume durch andere. Eigene Projekträume seien hier einfacher, da diese unabhängig genutzt und vorbereitet werden könnten. Zusätzlich würden eigene Räume mehr Flexibilität und Möglichkeiten bringen. Ist der eigene Raum nicht vorhanden, könne ein Team sogar daran gehindert werden, visuell mit Meterplanwänden oder Post-its zu arbeiten: „Also ich glaube größtes Hindernis ist wirklich (..) sozusagen den Raum dafür zu haben.“ (8-1).

Auch bei der praktischen Arbeit nach dem Scrum Framework würden *Physische Treffen* (Sub-Kategorie mit sieben Aussagen) eine besondere Rolle spielen. Für ein neues Team merke man direkt, ob die Chemie stimme und ein Team zusammenpasse: „(...) da weißt du sofort, stimmt die Chemie, stimmt die Physik oder halt nicht ja.“ (11-1). Verteilt sei hier meist eine Barriere dazwischen. So würde ein Coach physische Termine immer den remote Terminen vorziehen. Die Herausforderung im Scrum-Prozess würde hier aber schon beim Daily beginnen, wenn Personen 30 Minuten jeden Tag über das Werk laufen müssten, um für 15 Minuten an einem Termin teilzunehmen. Je länger die Personen in einem Scrum-Prozess dabei verteilt zusammenarbeiten, desto mehr nehme der persönliche Faktor ab.

Das Thema *Vertrauen* (Sub-Kategorie mit 5 Aussagen) spielt auch im Scrum-Prozess eine wichtige Rolle. Jedoch entstehe im Homeoffice kein Gemeinschaftsgefühl, weil die Beteiligten nicht physisch an einem Tisch sitzen. Es fehle dann oft das Vertrauen in Fähigkeiten, da man verteilt nicht so schnell sehe, wenn jemand überfordert ist. Gerade am Anfang von Projekten sei es wichtig, zum einen Wissen zu vermitteln, sich kennenzulernen und Vertrauen aufzubauen. Zudem sei es gut, einfach zu starten und die Teilnehmer den Scrum-Prozess einfach ausprobieren zu lassen, damit sie Vertrauen selbst und zusammen aufbauen: „Aber das wächst natürlich auch mit der Zeit, das Vertrauen.“ (1-1).

Auch während der Arbeitsweise spiele die *Visualisierung* (Sub-Kategorie mit vier Nennungen) eine wichtige Rolle. In Workshops werde dabei viel an Whiteboards zusammengearbeitet und mit Post-its geklebt. Dieses auf einer Fläche gemeinsam arbeiten sorgte dafür, dass Prozesse transparent gemacht werden. Im Physischen könne mittels Post-its dabei schnell geändert und adaptiert werden, was verteilt schwer sei: „Also es gibt viele Herausforderungen, wie z. B. ich kann nicht Post-it kleben und abreißen, das ist so ein großes Hindernis.“ (3-1).

Aber die verteilte Arbeit mittels des Scrum-Prozesses halte auch positive Aspekte bereit (Sub-Kategorie *Positive Beispiele Remote* mit vier Aussagen). So ließe sich über Videokonferenz-Tools auch spontan arbeiten und z. B. Nutzertests durchführen. Mimik und Gestik würden dabei gut übertragen werden. Zusätzlich seien die Personen während des Nutzertests sogar in ihrer gewohnten Umgebung. Durch digitale Infinity-Whiteboards sei zudem die Dokumentation von Workshops leichter: „(...) finde ich vor allem interessant das Thema Dokumentation.“ (11-1). Diese könne jedoch auch manchmal unübersichtlich sein. Die verteilte Arbeit entspanne auch die Mitarbeiter, da diese nicht jeden Tag ins Büro kommen müssten und ferner in z. B. entspannter Jogginghose arbeiten könnten. Für andere Mitarbeiter sei diese aber auch ein Nachteil, da z. B. Kinder zu Hause Unruhe bringen könnten.

Dialog/Diskussion (Sub-Kategorie mit vier Nennungen) spiele eine wichtige Rolle in der Arbeit im Scrum-Prozess. Ein Großteil der Arbeit passiere im Dialog. Vor allem zum Start eines Projektes gehe es viel um das Hinterfragen des WARUM und des WAS. Durch die Diskussionen entstehe ein gemeinsames Bild in der Gruppe. Dabei einige man sich auf eine gemeinsame Idee, was einem Sondierungsprozess ähnelte: „Das ist (...) ein riesen Aufwand. D.h. für mich erstmal ist dieser

Sondierungsprozess.“ (3-1). Auch beim Sprint Planning gehe es darum, durch eine Diskussion zwischen Product Owner und Entwicklungsteam eine Annäherung an eine Aufgabe zu finden.

Aufgrund der Diskussionen ergebe sich oft die Notwendigkeit eines *Timeboxing* (Sub-Kategorie mit drei Aussagen). Es stelle sich immer das Spannungsfeld zwischen der Zeit und der Qualität mit der Frage, ob der Coach mit einem Timeboxing in eine Diskussion eingreifen solle oder diese laufen lasse. Auch könne es passieren, dass nur eine Person viel erzähle während alle anderen nicht zu Wort kommen. Der Coach habe deshalb immer die Zeit im Blick und agiere nach einem Intro adaptiv auf die Zeit und den Verlauf.

Der *Check-in* (Sub-Kategorie mit zwei Aussagen) sei oft der Start in ein Meeting und diene dazu, die Stimmung in einem Team wahrzunehmen: „(...) also ganz ganz wichtig ist momentan bei uns diese Warm Ups. Oder Check Ins.“ (6-1). Es werde dabei die Frage geklärt: Wie ist jeder gerade gestimmt und was beschäftigt jeden aktuell? Dabei werde gerne auf aktive Elemente oder lustige Hilfsmittel wie GIFs zurückgegriffen.

Auch während der Arbeit im Scrum seien *Informelle Gespräche* (Sub-Kategorie mit zwei Aussagen) elementar. So plane ein Coach gerne Zeit vor dem Start eines Workshops ein, damit die Leute Small Talk vor dem Workshop halten können und diese Themen nicht in den eigentlichen Termin mitnehmen. Während eines Workshops entstünde diese informellen Gespräche auch immer in Einzelgesprächen in z. B. der Kaffeeküche: „(...) versuche ich Einzelgespräche zu führen in der Kaffeeküche.“ (3-1).

Die *Dokumentation* (Sub-Kategorie mit zwei Nennungen) würde auch beim Scrum-Prozess immer parallel angefertigt. Dabei sei vor allem ein zentrales Tool wichtig, welche alle Informationen dokumentiert.

Ziel des Scrum Framework sei es immer, einen *Rahmen zu geben* (Sub-Kategorie mit drei Nennungen). Das Framework gebe dabei eine klare Struktur. Der Aufbau dieser neuen Struktur benötige immer eine gewisse Zeit. Wichtig sei es ferner, diese Struktur am Anfang klar zu definieren, aber über die Zeit anzupassen: „Aber ich hab gemerkt, wenn es die Struktur nicht gibt, wird's schwierig.“ (20-1).

Herausfordernd in der agilen Arbeitsweise sei die *Kundenzusammenarbeit* (Sub-Kategorie mit zwei Aussagen). Helfen würden hier Repräsentationen des Kunden in Form von Steckbriefen: „(...) ich lass einen Steckbrief (...) ausfüllen (...). Den habe ich vorbereitet und die erste Frage ist, wer ist der Kunde.“ (17-1). Auch eine Person, die sehr stark im Stakeholder-Management ist, könne hier helfen. Auch in der agilen Arbeitsweise spiele das Beobachten der Teilnehmer eine Rolle (Sub-Kategorie *Beobachtet* mit zwei Nennungen). So beobachte der Coach die Personen, um sie Persönlichkeitsbildern zuzuordnen. Jedoch entstehe aufgrund der Projektraumknappheit oft die Idee, schnell alles in das Virtuelle zu verlegen. Hier verliere man jedoch schnell die Teilnehmer, weil nicht jeder einfach zu beobachten sei.

Agilität in der Fahrzeugentwicklung

In den Interviews konnten neun Aussagen gefunden werden, welche sich auf den Einsatz der agilen Arbeitsweise mit konkretem Bezug zur Fahrzeugentwicklung beziehen. Diese Aussagen wurden in der Kategorie *Agilität in der Fahrzeugentwicklung* weiter in zwei Sub-Kategorien aufgeteilt. Sechs Aussagen wurden dabei in die Sub-Kategorie *Arbeitsweise* eingeordnet. So sei die Automobilentwicklung ein komplexes Zusammenspiel aus verschiedenen Baugruppen, welche stets verschiedene Teams voraussetzen. Agile Entwicklung sei so meist skaliert und versuche, das bisherige System der Entwicklung durch Adaption nachzubilden. Dabei könne es so sogar die

Mischung einer klassischen Organisation nach z. B. dem VDS mit einer darauf gesetzten agilen Ebene sein. Die klassischen Konzernstrukturen seien aber oft im Vordergrund. Die Begründung dafür könne oft in der Haftungsfrage bei Problemen durch Führungskräfte gefunden werden. Durch bestehende Prozesse und Abläufe würden zudem oft Checklisten und Protokolle existieren, welche im klassischen Entwicklungsprozess ausgefüllt werden müssen, der Bezug sei hier jedoch meist nicht mehr greifbar für die Ingenieure. Dieses ablaufbasierte Vorgehen würde übernommen werden und widerspreche oft einem agilen Ansatz.

Als weitere Sub-Kategorie wurde das Themenfeld der *Probleme mit Hardware* mit drei Aussagen gebildet. Durch die Entwicklung von Hardwareprodukten seien Zykluszeiten automatisch länger als in der Softwareentwicklung. So bräuchten die Hardware und nötige Werkzeuge immer Bestellzeiten. Dieses Warten führe oft zum automatischen Wasserfall-Modell.

Design Thinking Prozess

Durch den Einbezug von Design Thinking Coaches wurden fünf Aussagen der Interviews zum Themenfeld des *Design Thinking Prozesses* zugeordnet, welche durch den Autor als relevant in Bezug auf die Forschungsfrage bewertet wurden. So bestehe auch der Design Thinking Prozess aus zyklischen Phasen, welche nacheinander durchlaufen werden. Dabei sei das Erleben wichtig. Nach theoretischen Einführungen sei es wichtig, die Leute ins Tun zu bekommen. Jeder Auftrag an ein Coaching sei jedoch anders.

COVID-19

Durch die explizite Frage nach der COVID-19 Pandemie wurden 18 Aussagen in der Kategorie *COVID-19* gesammelt. Die Aussagen wurden in weitere sechs Sub-Kategorien aufgeteilt. In die Sub-Kategorie *Neu lernen/ ausprobieren* wurden vier Aussagen einsortiert, welche zeigen, dass durch die Pandemie viel durch die Coaches neu gelernt bzw. in der Arbeitsweise experimentiert werden musste. So musste durch die Pandemie ausprobiert werden, wie lang ein Coaching Termin virtuell durchgeführt werden kann, ohne die Leute zu ermüden. Es fehlte hier schlicht der Vergleich. Auch der Glaubenssatz, dass ein Team nur funktionieren könne, wenn man sich physisch kennenlernt, musste verworfen werden und das Gegenteil sei gelernt worden. Zudem seien auch Termine mit sehr vielen Personen virtuell möglich, diese würden aber auch mehr Vorbereitung benötigen. Das Ausprobieren sei eine Mischung aus Experimentieren und Improvisieren, vor allem in Bezug auf die Wahl eines Tools.

In drei Aussagen wird deutlich, dass die virtuelle Zusammenarbeit aufgrund der Pandemie auch dazu führt, dass die Zusammenarbeit *Privater* werde. So würden die Personen durch den Videostream ihre Wohnung und auch Kleidung zeigen, welche man nur zu Hause trägt. Auch die Verbindung von Privatem und Geschäftlichem, wie das kurze Betreuen des eigenen Kindes während eines Termins, sei normal geworden.

Die Pandemie sorge aber auch für eine verringerte Motivation und Kreativität. Drei Aussagen wurden hier der Sub-Kategorie *Weniger Motivation/ Kreativität* zugeordnet. So sei man zu Hause mehr abgelenkt. Es fehle das gemeinsame Stehen vor einer physischen Wand mit Post-its. Durch das Arbeiten in den eigenen vier Wänden leide die Kreativität. Des Weiteren sei die Arbeit langsamer geworden und dehne sich oft über einen gesamten Tag.

Die Arbeitsweise sei durch COVID-19 auch virtueller geworden. Drei Aussagen können deshalb in die Kategorie *Mehr virtuell/ digital* eingeordnet werden. Durch weniger Präsenztermine und mehr

virtuelle Termine sei die Herausforderung entstanden, einen adäquaten Impact der virtuellen Termine im Vergleich zu den physischen Terminen zu erreichen. Insgesamt sei die Arbeit digitaler geworden. Als Auswirkung wird in drei Aussagen zudem bemängelt, dass der menschliche Aspekt der Zusammenarbeit aufgrund der Pandemie abgenommen habe (Sub-Kategorie *Menschliches weniger*). So fehle bei neuen Teams immer das erste physische Kennenlernen, bei dem das Vertrauen aufgebaut wird. Virtuell könne man die Personen nicht auf die gleiche Weise kennenlernen, weil Kontext fehle. Der Verzicht auf die physischen Treffen sei aufgrund der Pandemie alternativlos. Nach einer gewissen Zeit seien die Leute müde, weil über die Dauer der verteilten Arbeit das Menschliche verloren gehe.

Die Pandemie hätte auch mehr Stress zur Folge (Sub-Kategorie *Mehr Stress* mit drei Nennungen). So fehle das Wechseln der Büros zwischen zwei Terminen verbunden mit dem Laufen und den Wegzeiten oft. Vielmehr gehe es von einem virtuellen Termin in den anderen. Der Coach müsse auf dies aktiv achten und z. B. einem Check-in realisieren. Auch sei die Erwartung entstanden, dass jeder ad hoc zu erreichen sei, was zu einem erhöhten Stresslevel führen könne.

Problemkategorien

Im ersten Teil der Interviews wurden die Probanden mit den sieben Problemkategorien nach (Kajko-Mattsson et al., 2010) konfrontiert. 20 Aussagen wurden durch die Analyse in dieser Arbeit dieser Kategorie zugeordnet. Dabei wurden vier Kategorien von den Probanden bewusst angesprochen und durch Sub-Kategorien in dieser Zusammenfassung sortiert. Zusätzlich wurde die Frage nach der Verbesserung durch den Coach in einer Sub-Kategorie zusammengeführt.

Die Beantwortung der Frage nach dem positiven Effekt eines Coaches, welcher durch die Studie von (Kajko-Mattsson et al., 2010) nachgewiesen werden konnte, wurde durch fünf Aussagen in der Sub-Kategorie *Verbesserung durch Coach* gesammelt. So kläre der Coach in einem Team bewusst die Frage nach dem Warum und gebe durch seine methodische Anleitung Sicherheit in der Arbeitsweise. Aus einem zusammengesetzten Team forme der Coach ein gemeinsames Team mit Methoden und einem Mindset, wodurch der Alltag effizienter werde. All dies verbessere die Arbeit eines Teams durch einen Coach.

Die Problemkategorie *Kommunikation* greift fünf Aussagen auf. So sei bei der Kommunikation die Dokumentation online oft einfacher. Trotzdem spreche man in einem Team oft aneinander vorbei. Es müsse ferner immer eine gemeinsame Sprache gefunden werden, damit man über das Gleiche spreche. Die Frage nach der Kommunikation sei bei einem Coach gerade sehr groß. Die Aufgabe des Coaches sei es dabei vor allem, die Kommunikation effizient zu gestalten, sodass nicht zu viel diskutiert würde.

Ebenfalls durch fünf Aussagen wird die Problemkategorie *Kultur* aufgenommen. So sei es bei Teams schon eine Herausforderung, wenn zwei Teams aus unterschiedlichen Standorten in Deutschland zusammenkämen, da es hier unterschiedliche Kulturen gebe. Aber auch bei länderübergreifenden Kulturen sei dies oft schwierig. Das Bilden eines gemeinsamen Mindsets sei für diese Herausforderung ein verbesserndes Element.

Auch das Thema *Vertrauen* wurde durch drei Aussagen angesprochen. Dies sei bei den Mitarbeitern mit einem Vertrauen in das gegebene Empowerment, aber auch bei den Führungskräften mit der Übergabe des Empowerments an die Mitarbeiter zentral. Virtuell könne man nicht einfach mal ein Bier mit den Kollegen trinken und so Vertrauen aufbauen.

Das Thema *Training* wurde in zwei Aussagen besprochen. So könne Training virtuell internationaler werden, da verschiedene Standorte online das gleiche Training erhalten. Dabei sei das Training zur agilen Arbeitsweise nicht Priorität Nummer eins. Wichtiger sei das Training des Mindsets.

Definition Agil

Durch die initiale Präsentation einer Definition für die agile Arbeitsweise wurden 18 Aussagen gesammelt, welche diese Definition kommentieren. Dabei sind vor allem sechs Bereiche dieser Definition Gesprächsgegenstand gewesen.

Fünf Aussagen beziehen sich dabei auf die Teildefinition einer End-to-End Verantwortung. So seien Teams in der Automobilentwicklung meist nur für einen Teil des gesamten Produktes zuständig, z. B. die Validierung der Produktidee. Dies äußere sich alleine schon in der funktionalen Teilung des Unternehmens, welche natürlich gegeben sei. Die meisten Teams würden dabei nicht an Produkten arbeiten, welche an den Endkunden geliefert werden. Die Freigabe von Produkten sei zudem immer an Führungskräfte aufgrund der Verantwortlichkeiten gebunden. Somit könne ein Team niemals eine End-to-End Verantwortung in der Automobilentwicklung besitzen.

Die Definition der agilen Arbeitsweise lasse sich zudem *Nicht 100 %* auf die praktische Arbeit übertragen, was durch vier Aussagen gesammelt wurde. So arbeite nur ein Teil der Mitarbeiter nach der gelieferten Definition. Die Definition sei zudem sehr auf die Produktentwicklung bezogen. Man könne diese auch weiter verallgemeinern und auf andere Bereiche beziehen.

Drei Aussagen sehen die Definition zudem im Spannungsverhältnis zum *Unternehmen*. Da die agile Arbeitsweise in der Automobilentwicklung immer im Kontext eines klassischen Unternehmens stattfindet, müssten sich beide über z. B. gemeinsame Ziele anpassen. Neben agilen Arbeitsgruppen gäbe es dabei immer noch eine klassische Hierarchie. Daraus resultiert zudem, dass ein Unternehmen nicht agil sein müsse, nur weil einzelne Teams agil agieren. Ferner bräuchte es dafür auch ein agiles Management.

Zwei Aussagen beziehen sich bei der Definition auf das Thema *Kultur*. So sei das Problem bei einer agilen Arbeitsweise nur selten die Verwendung von falschen Tools. Vielmehr sei oft ein Kulturproblem vorherrschend.

Für einen Coach ist das *Agile Manifest* ein wichtiges Element bei der Definition der agilen Arbeitsweise, was durch zwei Aussagen deutlich wird. So sei das Manifest der Ursprung der Definition.

Zwei Probanden fehlt darüber hinaus der Begriff der *Flexibilität* in der Definition der agilen Arbeitsweise. So könne sich die Organisations- und Arbeitsform immer dynamisch an die Umgebung anpassen.

Interview-Teil 2

Für den zweiten Teil der Interviews wurden 485 Aussagen aufgenommen und in insgesamt 20 Kategorien aufgeteilt. Auf eine Aufteilung in Sub-Kategorien wurde verzichtet, da die Aussagen nicht sinnstiftend weiter ausdifferenziert werden konnten. Die Darstellung der Kategorien ist nach der Anzahl der gesammelten Aussagen, beginnend mit der höchsten Anzahl, strukturiert.

Virtueller Projektraum

46 Aussagen aus dem zweiten Teil der Interviews greifen den Aspekt eines *virtuellen Projektraumes* auf. Diese Nennungen sind zum einen durch die Befragung nach einer Bewertung dieser Idee zu Stande gekommen, beinhalten aber auch Ideen, welche unabhängig davon genannt wurden. Ein virtueller Projektraum sei so von einem Interviewten bereits vor der Studie mit der Nutzung von vielen Bildschirmen, welche z. B. KPIs visualisieren, durchdacht worden. Auch das Visualisieren von Zielen und Visionen durch einen virtuellen AR-Projektraum sei ein interessanter Aspekt. Es sei dabei ein Vorteil, wenn alle nötigen Informationen direkt im Raum einer Besprechung anwesend sind und nicht erst herausgesucht werden müssten. Die Objekte könnten ferner auch dreidimensional angeordnet werden und würden helfen, den Überblick nicht zu verlieren. Teamregeln, welche bei jedem Meeting im Raum visuell anwesend wären, könnten Besprechungen verbessern. Insgesamt sei mehr Visualisierungsfläche als bei der klassischen Arbeit am PC in AR verfügbar. Der Status zu Projekten könnte über Stände im Raum veranschaulicht werden, wobei bei einem Review alle Stände nacheinander „begangen“ werden könnten. Wichtig sei hier, dass die Personen dazu gemeinsam im gleichen Raum arbeiten. Einen großen Vorteil würden die virtuellen Projekträume bilden, da im Physischen oft ein Raummangel herrscht, sodass oft keine oder wechselnde Projekträume zur Verfügung stünden. Aus monetärer Sicht wären virtuelle Projekträume darüber hinaus günstiger als physische Räumlichkeiten. Ein Interviewter nennt auch die Befürchtung, dass physische Räumlichkeiten nach der Corona Pandemie aufgrund einer erhöhten Homeoffice Quote zusätzlich weiter eingespart werden könnten. Für das Homeoffice selbst wäre ein virtueller Projektraum jedoch eine gewinnbringende Erweiterung. Nötig wäre aber auch im Virtuellen die Pflege der Visualisierungen, sodass sie immer auf dem aktuellen Stand sind. Alternativ wäre auch eine Aktualisierung mit z. B. einem Kanban Tool im Hintergrund denkbar. Trotzdem wäre der Aufwand in AR geringer als die Aktualisierung von physischen Ausdrucken bei gleichzeitig verbesserter Umweltverträglichkeit. Diese Räume könnte man für jedes Projekt einzeln anlegen und gezielt betreten. Vergleichbar seien sie mit einem Schneckenhaus, welches man überall mitnehmen könnte. Erweiternd könnten verschiedene Raumvorlagen für verschiedene Meeting-Szenarien realisiert werden. Durch das Arbeiten im Raum könnten Ergebnisse und Teilschritte auch dritten Personen erklärt werden.

Die Interviewten wurden zusätzlich auf ein virtuelles Büro angesprochen, welches das ganztägige Arbeiten in einem virtuellen Projektraum darstellt. Laut Einleitung des Versuchsleiters wären Kollegen hier den ganzen Arbeitstag als Avatare anwesend. Diese Idee wird aber als nicht gewinnbringend bewertet. Die Brille ganztägig zu tragen, sei bestimmt nicht beliebt. Besser sei eine fokussierte Zusammenarbeit mit den Brillen zu terminierten Zeitpunkten. Ergänzt werden könnte dies durch eine virtuelle Lobby, in der man sich zufällig trifft oder eine virtuelle Kaffeeküche.

Input

Weitere 45 Aussagen aus dem zweiten Teil der Interviews beziehen sich auf die *Eingabe von Informationen* in ein augmentiertes Meeting. Dabei bewerten die meisten Aussagen die Beschriftung von Post-its und das Skizzieren auf dem virtuellen Whiteboard bzw. denken diese weiter. Für die Beschriftung von Post-its schlagen viele Interviewte zum einen die Verwendung eines Stiftes zur Beschriftung mittels Handschrift und zum anderen die Verwendung einer physischen Tastatur zur schnellen Texteingabe vor. Das Schreiben per Stift sei dabei am intuitivsten. Das Tippen auf der virtuellen Tastatur sei nicht einfach genug und die Usability müsste verbessert werden. Einige Interviewte schlagen zudem die Eingabe von Text über Sprache vor oder würden gerne ein Handy bzw. Tablet für die Beschriftung von Post-its verwenden. Per Sprache sei auch eine

Stapelverarbeitung gewinnbringend, wobei z. B. ein gesamtes Backlog per Sprache diktiert werden könnte und automatisch auf einzelne Post-its geschrieben würde. Für das Schreiben am Whiteboard wünschen sich die Interviewten mehr haptisches Feedback. So wäre es gut, wenn die Hand beim Schreiben z. B. an einer Wand aufgelegt werden könnte. Für das Schreiben von Text sei das handschriftliche Schreiben dabei – wie auch bei bestehenden Whiteboardlösungen – ein Rückschritt zur Eingabe per Tastatur, weil es länger dauere. Gerade die Idee eines Whiteboards, um schnell etwas erschaffen zu können, sei wertvoll. Schneller wäre hier die Eingabe über physische Hilfsmittel mit der anschließenden Visualisierung der Ergebnisse in AR. Alternativ könnte auch ganz auf eine handschriftliche Eingabe verzichtet werden, wenn die gängigsten Symbole wie ein Kreis abrufbar wären und durch Text erweitert werden können. Dabei müsste die Eingabe für die Teilnehmer insgesamt viel intuitiver sein, da gerade beim Brainstorming viel Inhalt in kurzer Zeit generiert würde. Wichtig sei, dass es ferner verschiedene Präferenzen seitens der Nutzer gäbe. So möge ein Nutzer die Eingabe per Text und ein anderer Nutzer die Eingabe per Handskizze, was mehrere Möglichkeiten verlange.

Neue Ideen

Während in der Kategorie *Input* bereits erste Ideen für eine verbesserte Eingabe von Informationen in das Meeting gesammelt wurden, versucht die Kategorie *neue Ideen* 42 Aussagen zu sammeln, welche von den Interviewten getätigt wurden und weitere Möglichkeiten der Technologie aufzeigen. Interessant sei dabei z. B. eine automatische Synchronisation des virtuellen Raumes mit einem Tool, welches auch auf dem PC – z. B. ein Kanban Tool – genutzt werden könne, um die Inhalte des virtuellen Raumes auch auf herkömmlichen Medien weiter bearbeiten zu können. Wie in einem echten Raum wäre es zudem gewinnbringend, ein Gespräch auch mit einer einzelnen Person der Gruppe tätigen zu können, um gezielt Nachfragen zu stellen. Auch Audiogrenzen, wodurch ein Raum in mehrere Räume geteilt werden könnte, werden durch einen Interviewten vorgeschlagen. Die interaktive Umgebung erlaube spielerische Teambuilding-Maßnahmen. Als Beispiel nennt ein Interviewter die Platzierung einer Weltkarte auf dem Boden, mit der Aufgabe, sich auf seine aktuelle Position zu stellen. Durch eine Sammlung von Standardobjekten, welche auch nicht nur symbolisch, sondern verspielt seien dürften, könnte die Technologie neue Möglichkeiten für z. B. die Prozessdarstellung oder die Konzeption von Websites darstellen. Auch bekannte Methoden wie die Scoping Flower oder XY-Skalen könnten bereits vorgefertigt im Tool abrufbar sein. Neben KPIs könnten ferner die Zustände von Maschinen der Produktion virtuell abgebildet werden und in einem eigenen Raum betrachtet werden. Man müsse sich immer die Frage stellen: Wie kann man Zahlen und Informationen darstellen, welche die Inhalte der meisten Meetings darstellen? Für verschiedene Zwecke könnten hier verschiedenen Räume bereits vorkonfiguriert werden. Die räumliche Anordnung der Darstellung erlaube für die verschiedensten Zwecke dann sogenannte Gallery Walks. Dabei würden die Teilnehmer naturgemäß in eine Bewegung gebracht werden, was ein Vorteil sei. Durch die Möglichkeiten der AR könnten auch neue Methoden erdacht und realisiert werden. Ideal wäre es zudem, wenn der Raum mit seiner Methodik an einem PC vorbereitet werden könnte und anschließend wie eine Agenda auf der Brille geladen und ein- sowie ausgeblendet werden könnte. Ständig eingebledet könnten zudem der Timer oder andere Objekte sein, welche wichtig für die Durchführung eines Workshops sind. Das Aufzeichnen eines gesamten Meetings mit den Bewegungen der Avatare, der Objekte und die Aufzeichnung des Tons erlaube auch das zeitlich asynchrone Arbeiten.

Usability

Ein Aspekt, welcher im zweiten Teil der Interviews oft zur Sprache kam, ist jener der *Usability*. 38 Aussagen nehmen hier zumeist Bezug auf die Bedienbarkeit der Software und Technologie. Allgemein sei die Art zu agieren ungewohnt und benötige eine Eingewöhnung. Deshalb funktionieren Funktionen am Anfang oft nicht ohne Probleme. Da aber zu Anfang eine Euphorie in Bezug auf die Technologie herrsche, würden die Hürden meist gut überspielt. Im Laufe der Benutzung müsste die Software aber klare Mehrwerte liefern, damit die Usability akzeptiert werde. Sei die Nutzung am Anfang noch lustig, würden die Usability Probleme irgendwann nerven. Dadurch sei die Lösung aktuell vor allem für Enthusiasten interessant, welche die bestehenden Hürden akzeptieren und sich durch die Technik begeistern lassen. Für den produktiven Einsatz benötige es viel Übung. Vor allem das Whiteboard habe verschiedene Probleme, welche die Nutzung erschweren. Ein Interviewter prognostiziert eine Lernphase von 30 Minuten, ein anderer von einer Woche, bevor das Tool produktiv genutzt werden könne. Somit sei dies eine klare Herausforderung, da der Wille zum Einsatz während dieser Lernphase bereits verloren gehen könnte. Einige Interviewte vermissen ein haptisches Feedback während der Nutzung. Je nach Nutzertyp könnte die Bedienbarkeit enttäuschen, da es nicht so reibungslos wie Excel funktioniert. Beim Arbeiten würde der Flow unterbrochen werden, wenn das Tool nicht stabil funktioniert. Vor allem für ältere Mitarbeiter sei das Tool eine Herausforderung, da diese neuen Lösungen an sich schon kritischer gegenüberstehen würden. Ziel weiterer Entwicklungen sollte eine robuste Technik sein, bei der man die Brille aufsetzen und direkt loslegen kann. Aktuell bräuchte man immer eine Person, die an die Technik heranführt.

Brille

Neben Aussagen zur Softwarelösung gab es auch 37 Aussagen, welche die *Hardware/ die AR-Brille* bewerteten. Vermehrt wurden dabei zwei Aspekte genannt. Erstens sei die Qualität der Darstellung nicht gut, da Objekte durchsichtig dargestellt werden, das Bild unscharf wirke und insgesamt flimmere. Das Lesen von z. B. Zahlen sei deshalb schwierig. Zweitens sei das Blickfeld der Brille zu klein. Dadurch müsste man oft den Kopf aktiv bewegen, um andere Objekte in das Blickfeld zu bekommen. Es sei so schwer, einen Überblick über den gesamten Raum zu bekommen. Auch sei es unkomfortabel vor einem großen Objekt zu stehen, weil man es dann nicht komplett betrachten könne, sondern nur einen Ausschnitt sehe. Für den Durchschnittsmenschen sei deshalb die Akzeptanz der Hardware noch nicht gegeben. Zusätzlich sei die Brille ermüdend für die Augen und könne zu Kopfschmerzen führen. Das Gewicht der Brille am Kopf sei zudem relativ hoch. Gefragt nach den geschätzten Kosten für eine Brille, wurden diese mit: 1500€/ 800€/ 500€ weit niedriger geschätzt als die wahren Kosten der Brille mit 3500€ tatsächlich liegen.

Coaching

Viele der Aussagen konnten übergreifend der Kategorie *Coaching* zugeordnet werden. Mit 35 Aussagen wurden dabei Aspekte gesammelt, welche sich auf Punkte des Alltags eines Coaches beziehen. Das AR-Tool müsse so zum Beispiel eine adaptive Arbeitsweise ermöglichen, da der Alltag eines Coaches immer anders sei. Mit wenigen, einfachen Werkzeugen müsse es dem Coach möglich sein, ein gemeinsames Bild mit den Teilnehmern zu entwickeln und so eine Visualisierung entstehen zu lassen. Dabei müsse das Tool einfach funktionieren. Die Stärke des Tools liege dabei vor allem bei größeren Gruppen und eigne sich weniger für das Coaching in einem 1:1 Set-up. Die Technologie sei dabei gut, um Sachverhalte zu erklären, für welche sonst Videos eingesetzt werden müssten. Über Analogien der 3D-Visualisierung würden Sachverhalte dabei gut zu erklären sein. Die

Dreidimensionalität hinterlasse einen nachhaltigen Eindruck im Kopf und rege zum aufmerksamen Zuhören an. Unterstützt durch das Spielerische der Lösung würden sich viele Methoden des Coachings gut in das Tool implementieren lassen. Ferner ließen sich auch neue Möglichkeiten und Methoden durch die Technologie für das Coaching ausdenken. Das Interaktive sei gewinnbringender für das Coaching als ein reiner Vortrag. Für den Coach müsse es ferner noch einen speziellen Modus geben, in dem er alle Funktionen und Interaktivitäten gezielt steuern kann. Auch in Bezug auf das Coaching sei das gemeinsame Arbeiten im geteilten Raum ein toller Vorteil. Genau wie der Aspekt der Bewegung, sei die Immersion eine gute Möglichkeit, um eine Geschichte erlebbar zu machen. Der benötigte Mehraufwand für das Tool müsse durch den Coach/ Scrum Master aufgefangen werden. Dieser müsse bereit sein, mehr in das Tool zu investieren, damit die Teilnehmer des Coachings einen Mehrwert der Technologie erfahren würden. Schließlich bleibe auch die Frage, ob das Besprechen von persönlichen Themen wie ein Persönlichkeitsprofil mit einem Avatar funktioniere. Hier würden wieder die Aspekte der Mimik und Gestik fehlen.

Gut bei Demo

Es wurden insgesamt 33 Aussagen gesammelt, welche positive Aspekte der Demo wiedergeben (Kategorie *Gut bei Demo*). So sei der Einsatz der Brille eine Kostenreduzierung und ein Nachhaltigkeitsaspekt in Bezug auf Post-its, welche oft in großen Mengen bei einem agilen Set-up verwendet würden. Das Clustern mit diesen virtuellen Post-its sei mit der Lösung wieder wie gewohnt an einer Wand möglich. Die Lösung liefere insgesamt viele Möglichkeiten für den Einsatz in einem agilen Rahmen und beim kreativen Arbeiten. Der räumliche Sound sei dabei ein interessanter Aspekt, welcher einen Mehrwert liefern könne. Der spielerische Ansatz der Lösung sei sehr gut, wobei das Whiteboard einen großen Mehrwert liefern könnte, weil es durch seine Flexibilität vielfältig einsetzbar sei. Insgesamt sei der körperliche Aspekt der Lösung ein großer Vorteil. Dieser führe zu mehr Bewegungen und einer erhöhten Gestik in der Zusammenarbeit, weil das Sitzen vor dem PC aufgebrochen werde. Der bewusste Einsatz über Aktivierungen wie eine Aufstellung sei gewinnbringend. Die Bewegungsmotorik für z. B. Post-its sei dabei aus der Realität gewohnt. Man stehe dabei gemeinsam vor einer Wand und bewege die Post-its aktiv mit den eigenen Händen. Dies führe zu einer erhöhten Interaktivität und einem verbesserten Feedback, weil man sehe, wo jemand steht und an was er arbeitet. Mit der Vorbereitung von Templates könnten Meetings zudem unkompliziert gestaltet werden. Auch die Visualisierung des Coaching Tools sei sehr schön gewesen. Das Design des Tools sei insgesamt sehr ausgefallen. Oft wird der Aspekt des „Gemeinsamen“, „Zusammen“ oder „gleichzeitig“ als Vorteil der Lösung genannt. Vor allem für visuelle Typen sei das Tool zudem gewinnbringend.

Mimik/ Gestik

32 Aussagen der Interviewten bezogen sich auf den Aspekt der Mimik und Gestik der Avatare während der Kollaboration. So gehe die Mimik durch die statischen Avatare stark verloren. Dabei würden Mundbewegungen komplett fehlen. Auch die Emotionen, welche meist über die Mimik übertragen werden, gingen bei der AR-Lösung verloren. Bei der Gestik sind die Aussagen nicht eindeutig. So berichten einige Personen, dass das gestische Feedback erhöht wird, weil man sehe, worauf eine Person gerade schaut oder was sie aktuell macht. Andere Aussagen geben wieder, dass die Körperhaltung einer Person jedoch fehle. Insgesamt würde jedoch mehr Gestik übertragen als in einer Videokonferenz. Das Thema sei aber trotzdem noch weiter verbesserungswürdig. Für die Beobachterrolle eines Coaches würden aktuell noch zu viele Aspekte fehlen. Vor allem die Mimik

müsste grundsätzlich übertragen werden. Da der Mensch das Material beim Coaching sei, ist die Nutzung des Tools aktuell eine Hürde. Der Avatar wirke aktuell beängstigend. Es stellt sich hier die Frage, wie das Zwischenmenschliche mit einem solchen Avatar aufgebaut werden könnte, um z. B. Vertrauen aufzubauen. Ein Interviewter schlägt abstrakte Avatare vor, um das Beängstigende der Avatare zu nehmen. Vermehrt kam die Aussage, dass mehr als nur der Oberkörper eines Nutzers dargestellt werden sollte. Einem Interviewten ist dabei nicht klar, ob er selbst einen Avatar coachen möchte.

Brainstorming

Insgesamt fanden sich 30 Aussagen, welche die Umsetzung eines Brainstormings im erweiterten Sinne mit dem AR-Tool durchdachten. Das gemeinsame Arbeiten bei kreativen Aufgaben sei dabei ein Mehrwert, welcher durch das Tool erreicht wird. Ideen könnten gemeinsam ausgearbeitet werden und würden nicht nur aus dem passiven Verhalten vor einem Computer bestehen. Stattdessen würde gemeinsam auf eine Idee geschaut und durch eine Interaktion diese Idee weiterentwickelt werden. Das Spielerische der Lösung animiere Personen zudem, kreativ zu sein. Dadurch könnten Innovationen unterstützt werden. Vor allem das parallele Arbeiten mit Post-its sei ein Vorteil der Lösung, weil so ein gemeinsames Bild entstehen könne. Die Lösung müsste für ein Brainstorming jedoch noch intuitiver funktionieren, damit die Leute direkt mit der Methode starten könnten. Sei dies gegeben, könnte schnell eine Menge an Post-its generiert werden, welche anschließend gemeinsam geclustert würde. Das Tool erlaubt es, auch Ideen interaktiv und kreativ zu präsentieren. Man müsse nicht mit Metaphern arbeiten, sondern könnte Ideen direkt visuell darstellen und so auch die Inspiration fördern. Wieder seien die Aspekte „Gemeinsam als Gruppe“ und „aktiv“ oft genannte Aspekte, welche ein Brainstorming mittels des Tools unterstützen. Ergänzt durch die Visualisierung könnten ganze Szenen für ein Brainstorming aufgebaut werden und so die Umgebung einer Problemstellung als Raum dargestellt werden. Dadurch würden die Personen aus ihrem Alltag geholt und mitten in das Problem gestellt werden. Für Brainstormings könnte zudem Geld gespart werden, weil man durch den Einsatz der Lösung nicht reisen muss.

Retrospektive

Durch die bewusste Frage, aber auch durch eigene Ideen wurden 28 Aussagen in Bezug auf eine Retrospektive identifiziert. Die Umsetzung über ein Videokonferenz-Tool sei dabei persönlicher, weil hier im Gegensatz zur AR Mimik und Gestik übertragen werde. Es wäre jedoch ein toller Mehrwert, wenn die AR-Lösung eine Art Toolbox mit verschiedenen Retros vorbereitet hätte, welche unkompliziert geladen werden könnten. Für spontane Ideen könnte zudem das Whiteboard genutzt werden. Einen Schritt weitergedacht, wäre es auch möglich, eigene Retros mit einer Art Methodenkoffer in AR aufbauen zu können und diese anderen Coaches zur Verfügung stellen zu können. Wichtig sei es jedoch, dass die Visualisierung nicht zu verspielt sei, um nicht vom eigentlichen Sinn der Retrospektive abzulenken. Die AR bringe jedoch neue Möglichkeiten mit sich, welche für bekannte oder neue Methoden denkbar sind. Dabei steht bei den Interviewten zumeist die Visualisierung und Interaktion im Vordergrund. Für eine reine Diskussion ohne visuelle Unterstützung sei die AR kein Vorteil. Das Sortieren und Schaffen eines Überblicks mit Post-its funktioniere für eine Retrospektive aber sehr gut. Die Dreidimensionalität erlaube die Darstellung mehrerer Stationen einer Retrospektive im echten Raum. Durch die Nutzung von Objekten würden die Metaphern einer Methode ideal umgesetzt werden können. Dies würde die Kreativität einer Retrospektive steigern. Dabei fördere auch der Spieltrieb, welchen das Tool auslöst, die Kreativität

in der Retrospektive. Es entstehe im Rahmen einer Retrospektive durch den räumlichen Aspekt ein gemeinsames Bild mit klarer Transparenz. Für größere Gruppen stelle sich jedoch die Frage, wie z. B. 15 Avatare in das eigene Wohnzimmer passen und wie die Arbeit mit einer so großen Gruppe in AR aussehe. Der Aspekt des „Aktiven“ sei in Hinsicht auf die Abwechslung und die Motivation wieder gewinnbringend für eine Retrospektive.

Verbesserung

Während der Demonstration tätigen einige Interviewte bereits Vorschläge für eine Verbesserung der Software. 25 Aussagen wurden so zusammengetragen, welche eine Optimierungspotenzial aufdecken. So sei das Whiteboard noch verbesserungsfähig, damit das Schreiben auf diesem besser funktioniert. Aktuell sei hier immer ein Delay zu bemerken. Aber gerade die Umsetzung eines benutzerfreundlichen Whiteboards wäre ein großer Mehrwert zum schnellen Visualisieren von Ideen, auch parallel mit vielen Nutzern. Der Schritt von einem zweidimensionalen Whiteboard zu einer dreidimensionalen Skizzierfunktion sei ebenfalls gewinnbringend. Vor allem Coaches müssten mit dem Tool vertraut gemacht werden, damit diese es verbreiten können. Durch viele Templates für verschiedene Methoden und Use Cases könnten Coaches gewinnbringend unterstützt werden. Die Integration von Force Feedback sei wünschenswert, um insgesamt auch die Usability zu verbessern. Ebenso wäre eine grafische Umgestaltung und bessere Darstellung der Inhalte wünschenswert.

Kanban

Durch die Präsentation eines virtuellen Kanban Boards wurden 23 Aussagen in Bezug auf diese Methodik in der Augmented Reality getätigt. Dabei sei wieder der Aspekt des gemeinsamen Stehens ein Vorteil des AR-Tools. Vor allem in einem verteilten Set-up sei das Daily, bei dem das Kanban Board genutzt wird, ein wichtiges methodisches Element, welches Vertrauen fördert. Es gehe darum, dass man sich als Gruppe sieht. Oft vorgeschlagen wird die Anbindung eines Kanban Tools, welches auch über den Computer abrufbar sei. So sei der Vorteil des AR-Tools die Darstellung der Informationen während einer Besprechung. Die Pflege des Boards sei jedoch aufwendiger. Es stelle sich die Frage, was nach einem Meeting mit den Ergebnissen passiere. Auch könnte durch ein PC-Tool das Kanban Board vorbereitet werden. Hier sei das Abwägen der Vorteile relativ zum Aufwand der Grund einer Entscheidung für oder gegen das Tool. Als weiterer Vorteil wird auch in diesem Hinblick das aktive Arbeiten mit einem Laufen und händischem Bewegen von Post-its genannt.

Nicht gut bei Demo

Neben positiven Aspekten wurde auch eine Reihe an negativen Aspekten der Software gesammelt. 20 Aussagen haben dabei kritische Aspekte beinhaltet. Im Homeoffice sei der benötigte Raum für die AR-Lösung gegebenenfalls eine Herausforderung. Auch wenn viele Personen gleichzeitig arbeiten, kann die körperliche Beanspruchung ein Nachteil sein, weil man sich oft drehen und bewegen muss. Schon durch die Kategorie der Usability gesammelt, ist die schlechte Benutzerfreundlichkeit der Lösung ein oft genannter Nachteil. Das Novum der Technik in Kombination mit einem kreativen Design und vielen neuen Aspekten der Visualisierung könne viele Leute bei der Nutzung überfordern und so von der eigentlichen Idee einer Methode ablenken. Gleichzeitig müsse immer die Brille aufgesetzt werden, um Informationen eines Meetings abrufen zu können. Insgesamt dauere die AR-Lösung im Vergleich zu bekannten Tools länger, was ein Hindernis für die Attraktivität darstellen könnte.

Feedback

Aus 15 Aussagen wird deutlich, dass das AR-Tool einen Vorteil für den Fokus der Teilnehmer liefern kann, weil es das Feedback über andere Nutzer im Raum während eines Meetings verbessert. So sei man in der virtuellen Welt zum einen nicht von E-Mails abgelenkt, zum anderen hindere man Leute daran, parallel am PC zu arbeiten, weil man nicht vor diesem sitzt. Stattdessen laufe man durch den Raum und nehme dabei auch andere Teilnehmer wahr, weil man z. B. nicht durch diese hindurchlaufen möchte. Das Feedback, wo jemand gerade stehe und was er mache, verbessere dabei das Vertrauen, die Kommunikation und Kultur eines Teams. Durch das Feedback, dass Leute anwesend im eigenen Raum seien, habe man das Gefühl, sich zu treffen. Man könne hier nicht einfach wie in Skype dazukommen, sich stumm schalten und das Meeting abwarten. In AR sei es ferner eine andere Atmosphäre, wenn man gemeinsam vor dem Board stehe und dies durch das Feedback der Avatare als Gruppe tut. Auch auditiv über den räumlichen Sound, bekomme man ein besseres Feedback, wer gerade spreche und wo jemand stehe. So sehe man direkt, wer alles da sei und wo die Aufmerksamkeit liege. Es entstehe nicht das passive Verhalten wie in einem Kino, bei dem man nur zuhöre. Wie im realen Büro bekomme man das direkte Feedback, ob jemand neben einem stehe und ob dieser sein Handy dabei in der Hand halte.

CAD

Wie bereits durch den Stand der Technik offengelegt, kann die AR einen Mehrwert für die Visualisierung von Konstruktionsdaten im agilen Kontext bereithalten. 11 Aussagen dieser Interviews bestätigen diesen Aspekt. So sei die Visualisierung von Hardware ein klarer Vorteil der Technologie. Dieser Gedanke könnte auch für ganze Autohäuser zur Präsentation von Produkten weitergedacht werden. Seien die anderen Elemente des AR-Tools bisher vor allem eine Spielerei, sei die dreidimensionale Visualisierung von Bauteilen wirklich hilfreich. Ebenfalls weitergedacht, ließe sich durch das Tool die Dokumentation und Visualisierung von Bauteilen verbinden, indem man Informationen zu Objekten mittels des AR-Tools direkt an die richtige Stelle des Bauteils hängen könnte. Die Technologie könne dabei übergreifend das Thema des Digital Mockups verbessern.

Visualisierung

Acht Aspekte beziehen sich bewusst auf das Visualisieren mittels der Technologie. So biete die Augmented Reality neue Flächen zum Visualisieren, welche mannigfaltig genutzt werden könnten. Auch könnten technische Abläufe wie die Entwicklung von APIs durch das Tool gewinnbringend visualisiert werden. Dank der Technologie sind auch visuelle Umsetzungen möglich, welche in einer physischen Welt nicht denkbar sind. So könne z. B. der Timer die ganze Zeit im Blickfeld des Nutzers sein oder Post-its könnten sich immer so ausrichten, dass sie aus jeder Perspektive betrachtet werden können. Ein wichtiger Aspekt sei, dass die Visualisierung im Coaching immer ein Werkzeug ist. Sie sei zwar elementar, den Mehrwert des Coachings würden jedoch die Reflexionsgespräche ausmachen, welche durch die Visualisierung angeregt werden.

Informelle Gespräche

Sieben Aussagen beziehen sich auf das Thema der informellen Gespräche. Das Tool liefere dabei verschiedene Möglichkeiten, wie Spiele, welche das Teambuilding fördern und zu informellen Gesprächen außerhalb des Arbeitskontextes anregen. Auch eine virtuelle Kaffeepause mit den Brillen wird durch die Interviewten vorgeschlagen. Durch das Herumlaufen sei es wieder möglich, andere Personen zufällig zu treffen. Technisch müsste die Lösung aber ausgebaut werden, damit man

wirklich weit laufen kann. Die mögliche Interaktion würde es möglich machen, dabei Leute gezielt anzusprechen.

Spieltrieb

Bereits an anderer Stelle als Vorteil aufgeführt, aber durch diese Kategorie mit 7 Aussagen bewusst gesammelt, regt das Tool den Spieltrieb der Interviewten an. So sei das Tool etwas Neues, Spielerisches, was die Leute im Kopf behalten. Dabei sei das Spielerische motivierend und könne so die Hindernisse der Usability abschwächen. Die Technik der AR sei den meisten nur aus dem Fernsehen bekannt. Das wirkliche Ausprobieren motiviere spielerisch, sei spannend und begeisternd. Dadurch probiere man viel aus und möchte viel entdecken.

Anhang 3: Ergebnisse der qualitative Analyse der Thinking Aloud Aussagen aus (Spring, 2021)

Kürzel	Methode	Kategorie	Beschreibung	Probanden	Anzahl
TL1	PS	Schlechtes Schriftbild (Tracking)	Bedingt durch schlechte Erkennung der Eingabe, wird die Schrift als "krakelig" oder "eckig" wahrgenommen.	P1, P5, P7, P18,	4
	Stylus			P1, P2, P3, P4, P7, P8, P9, P10, P17, P18, P19,	11
	Hand			P1, P5, P10,	3
ML1	PS	Schlechtes Schriftbild (Handschrift)	Schriftbild wird als schlecht wahrgenommen dadurch, dass es die eigene Handschrift ist. Dies hat oft zur Folge, dass Texteingabe bevorzugt wird gegenüber dem Scribble.	P15, P18,	2
	Stylus			P12, P18,	2
	Hand			P11,	1
ML2	Scribble	Text bevorzugt	Texteingabe wird generell gegenüber der Handschrift bevorzugt.	P2, P12, P15,	3
TL2	Hand	Gestenerkennung verwirrend	Nutzer fragen sich, ob sie etwas falsch machen, da die Gestenerkennung auch bei mehrmaligem Versuchen keine Eingabe erkennt.	P3, P8, P9, P15, P16, P17, P19,	7
	Hand	Gestenerkennung frustriert	Die Bewegung von Zeigefinger und Daumen wird als übertrieben, nervig und/oder anstrengend wahrgenommen. Grund ist oft, dass die Gestenerkennung die Eingabe nicht registriert.	P2, P4, P5, P9, P13, P17, P18,	7
ML3	Stylus	3D Vorstellungsvermögen	Dreidimensionales Zeichnen in der Luft führt bei manchen Nutzern zu Problemen.	P6, P10, P12, P15, P17,	5
	Hand			P5, P13,	2
F1	Stylus	Mapping Probleme	Durch das Umwandeln von 3D-Linien zu einem Post-it überlagern sich Linien, entweder weil die Nutzer die Wörter nicht weit genug auseinander geschrieben haben oder weil sie in einem Bogen geschrieben haben.	P6, P12, P15, P16,	4
	Hand			P2, P6, P7, P8, P10, P11, P14, P15,	8
V1	VK	Learning Curve	Es stellt sich ein gewisser Lerneffekt ein, den die Nutzer auch aktiv bemerken.	P5, P12,	2
	PS			P5,	1
	Stylus			P8, P10, P13, P15,	4
	Hand			P2, P4, P5, P6, P7,	5
V2	Stylus	Scribble Trigger	Button des Stylus wird als angenehmer, besser oder schneller empfunden, um damit dem System zu signalisieren, wann eine Linie anfängt oder aufhört.	P2, P7, P13,	3
TL3	Stylus	Stift Tracking	Tracking des Stiftes wird oft unterbrochen, dadurch dass die Stiftspitze nicht im richtigen Winkel zur Kamera gehalten wird.	P9, P13, P17, P18, P19,	5
F2	Stylus	Undo Funktion am Stift	Nutzer wünschen sich die Funktion, die letzte Linie zu löschen, durch das Drücken einer der Buttons am Stylus auslösen zu können.	P19	1
TL4	Stylus	Stift "laggy"	Stift scheint eine hohe Latenz zu haben. Nutzer benennen es als "laggy" oder dass der Stift nachziehe.	P17, P18, P19,	3
V3	Stylus	Stift Haptik	Einen Stift in der Hand zu haben, ist man gewohnt und das haptische Feedback wird als angenehm empfunden.	P2,	1

W1	Scribble	Text Recognition	Nutzer fragen nach einer Texterkennung, die Handschrift in digitalen Text umwandelt.	P7, P19	2
TL5	VK	Haptisches Feedback fehlt	Beim Schreiben in der Luft haben die Nutzer kein haptisches Feedback. Dies wird als negativ wahrgenommen oder wirkt sich negativ auf das Schriftbild aus.	P10,	1
	Stylus			P10,	1
	Hand				
F3	PS	Ungewollte Eingabe	Beim Schreiben kommt es zu ungewolltem Drücken von Knöpfen, z. B. dass frühzeitig Post-its erstellt werden.	P1,	1
	Stylus			P10, P13,	2
	Hand				
F4	Stylus	Ungewolltes Bewegen der Post-its	Während dem Scribbeln kommt es zu ungewollten Drag&Drop Bewegungen der Post-its im Hintergrund.		
	Hand			P5, P8, P12,	3
	PS			P12,	1
	BK			P14,	1
F5	PS	Ungewollte Linien (Schreiben)	Beim Scribbeln kommt es zu ungewollten Linien, die mal mehr und mal weniger vom Benutzer überhaupt wahrgenommen werden. Ursachen sind Drag&Drop von Post-its, Schreiben mit dem realen Kuli oder ungewolltes Tracking zwischen zwei Buchstaben bzw. am Ende eines Wortes.	P8,	1
	Stylus				
	Hand			P2, P4, P5, P7, P8, P11, P12, P15,	8
F6	PS	Ungewollte Linien (Post-it)	Nach Erstellen des Post-its fällt den Nutzern auf, dass sie ungewollte Striche gezeichnet haben, wodurch das Bild auf dem Post-it nicht den Erwartungen entspricht.		
	Stylus				
	Hand			P1, P17,	2
ML4	VK	Schreiben schwer	Eingabe wird als schwer, anstrengend oder frustrierend empfunden, um damit zu schreiben.	P18,	1
	PS			P5, P12,	2
	Stylus			P7, P8, P10,	3
	Hand			P2, P4, P5, P6, P7, P10, P13, P16, P19,	9
ML5	VK	Methode langsam	Das Schreiben mit der Methode wird als langsam wahrgenommen.	P1, P3, P7, P15, P17,	5
	PS			P1,	1
	Stylus			P1,	1
	Hand			P5, P7, P13, P15,	4
ML6	PS	Schreibschrift besser	Schreibschrift wird beim Scribbeln bevorzugt, da man hier weniger oft die Linien ab- und ansetzen muss.		
	Stylus			P18,	1
	Hand			P1, P2, P3, P4, P8, P11, P15,	7
F7	PS	Linien werden vereinfacht	Linien werden beim Schreiben vereinfacht. Dies zeigt sich häufig in Ecken, weil sich hier die Linien überlagern, da man sich zum Endpunkt bewegt und wieder ein Stück zurück oder nicht genug Vektoren erstellt werden. Dies tritt häufig bei Buchstaben wie "h", "n", "k", "w" auf.	P1, P2,	2
	Stylus			P8, P9,	2
	Hand				
TL6	PS	Handy Display zu klein	Handydisplay ist den Nutzern zu klein beim Schreiben.	P1, P2, P4, P5, P6, P7, P8, P10, P12, P13, P15, P17	12
ML7	Stylus	Platzprobleme	Beim Scribbeln in der Luft schreiben die Nutzer so groß, dass sie Probleme mit dem Platz bekommen und sich recht viel bewegen müssen oder		
	Hand			P7, P10, P13, P17,	4

			nicht bewegen können, weil sie an der Wand angekommen sind. Auch bestehende Post-its sind im Weg, sodass diesen ausgewichen werden muss.		
F8	Hand	i-Punkt	Punkte auf Buchstaben wie "i" & "j" führen zu Problemen, da die Linien nur entstehen, wenn man die Finger bewegt.	P1, P2, P4, P5, P8, P9, P11, P14, P18,	9
F9	Hand	t-Strich	Striche wie beim "t" führen zu Problemen, da die Bewegung nicht lang genug ist, um eine Linie zu erstellen.	P11, P12,	2
W2	Hand	Virtuelle Zeichenfläche	Nutzer wünschen sich eine virtuelle Fläche, auf der sie in der Luft zeichnen können, um Probleme mit der Tiefe zu vermeiden.	P16,	1
TL7	Speech	Maske beeinträchtigt Spracherkennung		P10, P12	2
ML8	Speech	Korrektur unklar	Nutzer fragen sich, wie sie eine Korrektur vornehmen können.	P1, P3, P4, P6,	4
TL8	Speech	Eingabe fehleranfällig	Spracheingabe wird als fehleranfällig wahrgenommen, da immer wieder einzelne Wörter falsch oder gar nicht erkannt werden.	P1, P3, P5, P7, P8, P10, P11, P12, P15, P19,	10
TL9	Speech	Keine Spracherkennung	Spracheingabe erkennt keinen Input. Mögliche Ursachen sind Stimme, Betonung, Akzent oder auch programmtechnische Fehler.	P2, P17, P18,	3
F10	Speech	Movement Bug	Während der Speech/Dictation Button aktiv ist kann es zu einem Bug kommen, dass die kleinste Bewegung den Post-it extrem weit bewegt oder dass der Post-it sich ohne ersichtlichen Grund verschiebt.	P3, P13, P17, P18, P19,	5
W3	PS	Stift statt Finger	Nutzer fragen sich, ob es besser wäre, mit einem Stylus auf dem Handy zu scribbeln bzw. wünschen sich lieber einen Stylus statt mit den Fingern zu zeichnen.	P10, P12, P13, P17, P19,	5
ML9	PS	Finger zu dick	Nutzern kommt es so vor als wäre ihr Finger zu dick, um damit auf dem Handy gut zu schreiben. Evtl. Probleme mit der Strichstärke oder dem verfügbaren Platz.	P13, P14,	2
F11	PS	Portrait/Landscape Modus	Nutzer bemängelt, dass Post-it um 90° gedreht werden muss, wenn im Landscape Modus auf dem Handy gescribbelt wird. Grund ist, dass die Schrift sich nicht nach der Orientierung richtet.	P12,	1
F12	PS	Undo Button	Beim Handy Scribble gibt es keinen Button, um den letzten Strich zu löschen. Die einzige Option zur Korrektur ist, alles zu löschen.	P9, P13, P18,	3
F13	BK	Textformatierung	Fehlende Textformatierung auf dem Post-it stört, da manche Silben falsch getrennt werden.	P2,	1
	VK			P6,	1
	PK				
F14	BK	Positionierung	Keyboard und Post-it müssen positioniert werden, damit beide gleichzeitig im Blickfeld sind, um zu sehen, was gerade geschrieben wurde.	P1, P5, P7,	3
	VK			P1, P3, P5, P12, P17,	5







F15	BK	Schlechte Positionierung	Keyboard verdeckt während der Eingabe das Post-it oder ist zu weit vom Post-it entfernt, sodass die Nutzer immer wieder ihren Kopf hin und her bewegen müssen.	P2, P5, P7, P10, P15,	5
	VK			P3, P12, P14,	3
ML10	PK	Eigenes Handy	Die Tastatur am eigenen privaten Handy ist gewohnter, durch minimale Unterschiede im Tastaturlayout oder der Größe.	P2, P5, P10, P13,	4
V4	BK	BK in der Hand	Nutzer halten die Bluetooth Tastatur in der Hand, um damit im Stehen zu schreiben.	P2, P3, P6,	3
ML11	BK	Extra Gerät	Nutzer nehmen es als negativ war, allgemein ein weiteres Gerät zu benötigen.	P2, P7, P11,	3
	Phone			P3, P5, P11, P18,	4
	Stylus				
		Extra Gerät (Hand)	Nutzer nehmen es als negativ war, dass sie ein weiteres Gerät in der Hand halten müssen, da sie für AR lieber die Hände frei hätten.	P10, P15,	2
	Extra Gerät (mitführen)	Nutzer nehmen es als negativ war, dass sie ein weiteres Gerät mit sich führen müssen, da es eventuell vergessen werden könnte oder es die Bewegungsfreiheit einschränkt.	P4, P19,	2	
TL10	VK	Korrektur frustriert	Nutzer sind frustriert bei der Korrektur von Wörtern/Buchstaben, da es zu lange dauert oder zu anstrengend ist.	P2, P19,	2
F16	VK	Autokorrektur doppelt	Nutzer versucht die Autokorrektur der virtuellen Tastatur zu benutzen, aber das gewählte Wort wird an das bereits Geschriebene dran gehängt. (Bug)	P2, P6, P9, P17, P19,	5
ML12	VK	Längere Sätze	Methode wird als ungeeignet empfunden, um mit ihr längere Sätze zu schreiben.	P2, P10,	2
	PS			P6, P7, P18,	3
	Stylus			P10,	1
	Hand			P7, P13, P19,	3
W4	Speech	Input-Field klickbar	Nutzer wünschen sich, direkt ins Input-Field klicken zu können, um an der gewählten Stelle etwas zu ändern, ähnlich wie es auf dem Handy funktioniert.	P4,	1
	BK				
	VK			P2, P3, P5, P7,	4
TL11	VK	Tastatur Layout	Layout der virtuellen Tastatur unterscheidet sich zu der am PC.	P5, P8,	2
F17	BK	Input-Field Fokus	Input-Field verliert Fokus (Bug).	P7,	1
	VK				
V5	PK	Anwendungsfall unklar	Nutzer fragt sich, für welchen Anwendungsfall die externe Handy App gut wäre.	P4, P14,	2
V6	Speech	Überrascht	Nutzer ist überrascht, wie gut die Methode funktioniert. Sie erwarteten, öfter falsche Eingaben zu tätigen.	P6, P18,	2
	VK			P4, P5, P7, P15, P18,	5
TL12	VK	Zehn Finger System	Nutzer wollen auf der virtuellen Tastatur mit zehn Fingern schreiben.	P4, P10, P13, P16,	4
ML13	Allgemein	Use Case abhängig	Die Nutzer stellen sich verschiedene Szenarien vor, bei denen sie lieber Text schreiben wollen oder etwas skizzieren wollen, da Scribble als Funktion an sich als ein Vorteil	P1, P4, P11, P13, P15, P18, P19,	7







			empfunden wird, aber nicht zum Schreiben von Sätzen.		
F18	Allgemein	Spacial Buttons zu klein	Fliegende Buttons zur Post-it Erstellung etc. sind zu klein.	P4, P8,	2
F19	Allgemein	Spacial Menü im Weg	Spacial Menü hindert die Nutzer daran, mit Post-its zu interagieren oder stört während dem Schreiben.	P4, P5, P10, P12,	4
V7	Phone	Schreiben und Zeichnen kombinieren	Nutzer wünschen sich beide Modi auf dem Handy zusammen benutzen zu können, sodass Geschriebenes und Gezeichnetes gleichzeitig auf einem Post-it sind.	P13, P19	2
V8	PK	Swift Key Eingabe wird bevorzugt	Nutzer bedienen die Handytastatur lieber über die Swift Key Eingabe, also mit Swipe Gesten.	P18,	1




Anhang 4: Fragebogen der Kano-Methode aus (Radosav Majstorovic, 2021)

Lets Meet ist eine Augmented Reality Anwendungen. Mit ihr lassen sich Meetings Remote über Augmented Reality durchführen. Dazu stellt Lets Meet einem ein persönlichen Avatar zur Verfügung. Im virtuellen Raum lassen sich 3D Post-Its erstellen, im Raum zeichnen und sich mit anderen Nutzer unterhalten bzw. zusammenarbeiten. Lets Meet soll auch für die Durchführung von Retrospektiven verwendet werden. Um Lets-Meet mit sinnvollen Features anzureichern, sollen bestimmte Features bewertet werden. Die Features sollen dabei helfen Retrospektiven effizienter in Augmented Reality zu nutzen.
 Zu jedem Feature werden zwei Fragen gestellt. Als erstes wird gefragt wie Sie ein bestimmtes Feature finden. Mit der zweiten Frage möchten wir wissen wie Sie es finden, wenn dasselbe Feature nicht vorhanden wäre.
 Danach soll die Wichtigkeit des Feature bewertet werden. Dazu soll zwischen (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig) beurteilt werden.
 Bitte tragen sie ein X in der jeweiligen Zeile ein. Pro Zeile sollte immer nur eine Antwort gegeben werden. Die ersten beiden Zeilen dienen als

			Würde mich sehr freuen	Setze ich voraus	Ist mir egal	Nehme ich gerade noch hin	Würde mich stören		
Feature	Visual	Fragen	1	2	3	4	5	6	7
Feature Name Beispiel	Visualisierungsbeispiel	Beispiel Wie würdest Du es empfinden, wenn dieses Feature vorhanden wäre?	X						
		Dysfunktionale Frage: Wie würdest Du es empfinden, wenn dieses Feature <u>nicht</u> vorhanden wäre?		X					
		Wie wichtig ist es für Sie, dass das Feature Beispiel funktioniert? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)						X	
Retrospektiven speichern und laden		Wie würdest du es empfinden, wenn Retrospektiven vorbereitet, gespeichert und geladen werden können?			X				
		Wie würdest du es empfinden, wenn Retrospektiven <u>nicht</u> vorbereitet, gespeichert und geladen werden können?							
		Wie wichtig ist es für Sie, dass Retrospektiven gespeichert/geladen werden können? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Audio Gruppen		Wie würdest du es empfinden, wenn du eine große Gruppe spontan während des Meetings audiotechnisch in kleinere Gruppen aufteilen könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du eine große Gruppe <u>nicht</u> spontan während des Meetings audiotechnisch in kleinere Gruppen aufteilen könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du Audio Gruppen bilden kannst? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Aufnahme		Wie würdest du es empfinden, wenn du die gesamte Retrospektive aufnehmen könntest um sie später wieder anzusehen?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du die gesamte Retrospektive <u>nicht</u> aufnehmen könntest um sie später wieder anzusehen?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du die Retro Meetings aufzeichnen kannst? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Sprechfokus		Wenn dir markiert wird wer gerade spricht, wie findest du das?							
		Wenn dir <u>nicht</u> markiert wird wer gerade spricht, wie findest du das?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du signalisiert bekommst wer gerade spricht? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							

Feature	Visual	Fragen	1	2	3	4	5	6	7
Smileys		Wie würdest du es empfinden, Smileys zu haben mit denen du Feedback geben kannst?							
		Wie würdest du es empfinden, <u>keine</u> Smileys zu haben mit denen du Feedback geben kannst?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du dich mit Smileys Feedback geben kannst? (1=sehr wichtig - 7=sehr unwichtig)							
Abstimmtool		Wie würdest du es empfinden, ein Abstimmtool zu haben?							
		Wie würdest du es empfinden, <u>kein</u> Abstimmtool zu haben?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du Abstimmungen durchführen kannst? (1=sehr wichtig - 7=sehr unwichtig)							
Clustering Tool		Wie würdest du es empfinden, wenn du alle Post It's in einem Meeting z.B. nach Farbe Clustern könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>nicht</u> alle Post It's in einem Meeting z.B. nach Farbe Clustern könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du Post It clustern kannst? (1=sehr wichtig - 7=sehr unwichtig)							
Timer		Wie würdest du es empfinden, wenn du einen Timer hättest, den du einstellen könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>keinen</u> Timer hättest, den du einstellen könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du ein Timer hast? (1=sehr wichtig - 7=sehr unwichtig)							
Retro Vorlagen		Wie würdest du es empfinden, wenn du Vorlagen an vorhandenen Retrospektiven nutzen könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>keine</u> Vorlagen an vorhandenen Retrospektiven nutzen könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du Retro Vorlagen nutzen kannst? (1=sehr wichtig - 7=sehr unwichtig)							
Aufkleber		Wie würdest du es empfinden, wenn du einen Klebepunkte hast, um Thematiken zu bewerten?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>keinen</u> Klebepunkte hast, um Thematiken zu bewerten?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du Klebepunkte verwenden kannst? (1=sehr wichtig - 7=sehr unwichtig)							

Feature	Visual	Fragen	1	2	3	4	5	6	7
Whiteboard		Wie würdest du es empfinden, wenn du ein digitales Whiteboard in Augmented Reality hättest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>kein</u> digitales Whiteboard in Augmented Reality hättest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du ein Whiteboard in Augmented Reality hast? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Flipchart		Wie würdest du es empfinden, wenn du ein digitales Flipchart in Augmented Reality hättest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>kein</u> digitales Flipchart in Augmented Reality hättest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du Flipchart in Augmented Reality hast? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Dokumente laden		Wie würdest du es empfinden, wenn du Dokumente von deinem PC in Augmented Reality anzeigen könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du Dokumente von deinem PC <u>nicht</u> in Augmented Reality anzeigen könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du Dokumente von deinem PC in Augmented Reality anzeigen kannst? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Akustische Glocke		Wie würdest du es empfinden, wenn du eine Glocke hättest mit der du die Aufmerksamkeit alle Teilnehmer bekommen könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>keine</u> Glocke hättest mit der du die Aufmerksamkeit alle Teilnehmer bekommen könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du akustische Glocke hast? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Gallery Walk		Wie würdest du es empfinden, wenn du Gallery Walks in Augmented Reality machen könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>kein</u> Gallery Walks in Augmented Reality machen könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du Gallery Walks durchführen kannst? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Dokumentations-Tool		Wie würdest du es empfinden, wenn du die Retrospektiven in Augmented Reality automatisiert dokumentieren könntest? (z.B PDF Export)							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du die Retrospektiven in Augmented Reality <u>nicht</u> automatisiert dokumentieren könntest? (z.B PDF Export)							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du Retrospektiven dokumentieren kannst? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							

Feature	Visual	Fragen	1	2	3	4	5	6	7
Gamification		Wie würdest du es empfinden, wenn du Retrospektiven gamifiziert in Augmented Reality durchführen könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du Retrospektiven <u>nicht</u> gamifiziert in Augmented Reality durchführen könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du Retrospektiven gamifizieren kannst? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Post It		Wie würdest du es empfinden, wenn du Post It in Augmented Reality beschriften und anheften könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>keine</u> Post It in Augmented Reality beschriften und anheften könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du Post It in Augmented Reality verwenden kannst? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
<p>Beschreibung: In Augmented Reality können 3D Objekte dargestellt werden. Diese lassen sich beispielsweise skalieren oder bewegen. Die 3D Objekte können in Retrospektiven verwendet um gängige Whiteboardzeichnungen zu ersetzen. Hierbei stellt sich die Frage welche Arten von 3D Objekte sinnvoll bzw. effektiv wären.</p>									
Klassische, Geometrische Formen	Kreise, Pyramiden, Balken, Stern, Achse	Wie würdest du es empfinden, wenn du geometrische 3D Objekte in Augmented Reality verwenden könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>keine</u> geometrische 3D Objekte in Augmented Reality verwenden könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du geometrische 3D Objekte verwenden kannst in Augmented Reality? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Vorgefertige Illustration		Wie würdest du es empfinden, wenn du Illustrationen in Augmented Reality verwenden könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>keine</u> Illustrationen in Augmented Reality verwenden könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du vorgefertige Illustrationen in Augmented Reality verwenden kannst? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Sonderzeichen	Kreuz, Fragezeichen, Ausrufezeichen, etc	Wie würdest du es empfinden, wenn du 3D Sonderzeichen in Augmented Reality verwenden könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>keine</u> 3D Sonderzeichen in Augmented Reality verwenden könntest?							
		Wie wichtig ist es für dich, dass du 3D Sonderzeichen in Augmented Reality verwenden kannst? (1/sehr wichtig - 7/sehr unwichtig)							
Konkrete Objekte	Auto, Boot, Ballon, Baum, Wolken	Wie würdest du es empfinden, wenn du abstrakte 3D Objekte in Augmented Reality verwenden könntest?							
		Wie würdest du es empfinden, wenn du <u>keine</u> abstrakte 3D Objekte in Augmented Reality verwenden könntest?							

Anhang 5: Ergebnisse der Kano-Methode aus (Radosav Majstorovic, 2021)

Beschreibung	M	O	A	I	R	Q	Importance	Total	Category
Speichern/Laden	61,11%	22,22%	11,11%	5,56%	0,00%	0,00%	1,28	18	M
AudioGruppen	11,11%	11,11%	61,11%	16,67%	0,00%	0,00%	3,17	18	A
Aufnahme	0,00%	0,00%	27,78%	72,22%	0,00%	0,00%	5,11	18	I
Sprechfokus	33,33%	22,22%	27,78%	16,67%	0,00%	0,00%	1,94	18	M
Gruppen Bilden	22,22%	16,67%	44,44%	16,67%	0,00%	0,00%	2,78	18	A
Personal Tags	5,56%	22,22%	44,44%	27,78%	0,00%	0,00%	2,83	18	A
Teilnehmerliste	61,11%	16,67%	5,56%	16,67%	0,00%	0,00%	1,67	18	M
Musikplayer	0,00%	5,56%	44,44%	44,44%	5,56%	0,00%	4,44	18	A/I
Zentral Stumm	22,22%	0,00%	33,33%	38,89%	5,56%	0,00%	3,67	18	I
Agenda Übersicht	27,78%	22,22%	27,78%	22,22%	0,00%	0,00%	2,67	18	M/A
Smileys	0,00%	22,22%	44,44%	33,33%	0,00%	0,00%	3,28	18	A
Abstimmtool	16,67%	38,89%	22,22%	22,22%	0,00%	0,00%	1,94	18	O
Clustering Tool	5,56%	11,11%	50,00%	33,33%	0,00%	0,00%	3,17	18	A
Timer	55,56%	22,22%	22,22%	0,00%	0,00%	0,00%	1,44	18	M
Retro Vorlagen	22,22%	22,22%	44,44%	11,11%	0,00%	0,00%	1,89	18	A
Aufkleber	38,89%	11,11%	33,33%	16,67%	0,00%	0,00%	2,06	18	M
Whiteboard	44,44%	33,33%	11,11%	11,11%	0,00%	0,00%	1,61	18	M
Flipchart	27,78%	0,00%	33,33%	38,89%	0,00%	0,00%	2,61	18	I
Dokumente laden	33,33%	22,22%	38,89%	5,56%	0,00%	0,00%	1,94	18	A
A. Glocke	22,22%	0,00%	50,00%	27,78%	0,00%	0,00%	3,28	18	A
Gallery Walk	5,56%	0,00%	77,78%	16,67%	0,00%	0,00%	3,44	18	A
Dokumentationstool	44,44%	27,78%	27,78%	0,00%	0,00%	0,00%	1,72	18	M
Gamifikation	5,56%	5,56%	66,67%	22,22%	0,00%	0,00%	3,22	18	A
Post-Its	77,78%	16,67%	5,56%	0,00%	0,00%	0,00%	1,22	18	M
Geometrie	0,00%	11,11%	44,44%	44,44%	0,00%	0,00%	3,72	18	A/I
Illustrationen	5,56%	22,22%	66,67%	5,56%	0,00%	0,00%	2,89	18	A
Sonderzeichen/3D Wörter	5,56%	11,11%	33,33%	50,00%	0,00%	0,00%	3,67	18	I
Konkrete Objekte	5,56%	5,56%	55,56%	33,33%	0,00%	0,00%	3,28	18	A
Interaktive Objekte	11,11%	5,56%	72,22%	11,11%	0,00%	0,00%	2,78	18	A
Immersive Szenen	0,00%	0,00%	77,78%	22,22%	0,00%	0,00%	3,44	18	A

Anhang 6: Fragebogen der Pilotstudie aus (Radosav Majstorovic, 2021)

	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ich ab	Stimme zu	Stimme voll und ganz zu
Der Fragebogen dient dazu, die durchgeführte Retrospektive zu bewerten. Hierbei wird versucht, die Effektivität des Meetings und die Effektivität der verwendeten Methoden der Retrospektive zu messen. Zusätzlich soll die verwendete Technologie bewertet werden. Bitte das passende Feld mit einem X versehen.					
<i>Beispiel: Die Umfrage hat eine angemessene Anzahl an Fragen</i>					x
Effektivität der Retrospektive: <i>In diesem Block soll die Retrospektive in Bezug auf das Meeting wie auch auf die Methodik bewertet werden.</i>					
Die Methoden haben meine Kreativität angeregt.					
Ich würde Retrospektiven mit diesen Methoden häufiger machen wollen.					
Die Methoden konnten mich motivieren.					
Die Methoden haben die Kommunikation meines Teams verbessert.					
Durch die Methoden konnte ich Wissen mit meinem Team teilen.					
Die Methoden sind einfach zu verstehen.					
Die Methoden sorgen dafür, dass ich gerne an der Retrospektive teilnehme.					
Während der Methoden konnte ich sinnvolle Inhalte erschaffen.					
Während der Methoden konnte ich mir einen guten Überblick über den derzeitigen Stand verschaffen.					
Während der Methoden fiel es mir leicht, den Inhalt zu priorisieren.					
Während der Methoden fiel es mir leicht, Maßnahmen abzuleiten.					
Das Meeting hatte eine angenehme Atmosphäre.					
Das Meeting hat ein verständliches Ergebnis übermittelt.					
Das Meeting konnte pünktlich begonnen werden.					
Die Agenda-Punkte waren dem zeitlichen Rahmen gerecht.					
Die Rollen der Teilnehmer waren in dem Meeting klar verteilt.					
Das Meeting konnte mir alle Mittel der Teilnahme zur Verfügung stellen.					
Das Meeting hatte einen roten Faden.					
Während des Meetings konnte gemeinsam eine Entscheidung getroffen werden.					
Das Meeting hatte viele Unterbrechungen (Audioprobleme, Disconnects, etc).					
Das Meeting hatte ein angenehmes Tempo.					
Ich konnte mich auf das Meeting konzentrieren.					
Ich habe mich bei Meinungsverschiedenheiten zurückgehalten.					
Ich habe während des Meeting versucht, mich zu engagieren.					

<i>Technologie:</i> Wie würdest du die genutzte Technologie in Bezug auf die Nutzung in einer Retrospektive bewerten?					
Die Arbeitsumgebung/virtuelle Umgebung war für die Retrospektive gewinnbringend.					
Ich fand die Darstellungen meiner Teilnehmer gewinnbringend.					
Ich konnte verwendete visuelle Mittel während der Retrospektive eindeutig sehen und verwenden.					
Die visuellen Elemente haben mir geholfen mich auf den Sprecher zu fokussieren.					
Ich konnte andere Nutzer während der Retrospektive durchgehend sehen.					
Die Darstellung der Retrospektive war zielführend.					
Ich konnte den anderen Teilnehmern visuelles Feedback geben.					
Ich konnte mich in die Retrospektive gut hineinversetzen.					
Ich habe mich während der Retrospektive als Teil der Gruppe sehen können.					
Das Audio hat mir geholfen, mich auf den Sprecher zu fokussieren.					
Die Gestik der anderen Nutzer hat mir geholfen.					
Die Mimik der anderen Nutzer hat mir geholfen.					
Die Audioqualität hat mir geholfen, andere Teilnehmer zu verstehen.					
Die Körpersprache der anderen Nutzer hat mir bei der Kommunikation geholfen.					
Ich fand es nützlich, dass ich mich während der Retrospektive abgekapselt mit anderen Nutzern unterhalten kann.					
Beim Reden mit anderen Teilnehmer habe ich den Teilnehmer fokussiert.					
Ich kann Objekte einfach bearbeiten.					
Ich kann Objekte einfach bewegen.					
Die virtuelle Abstimmung während der Retrospektive war effektiv.					
Das Sortieren von Inhalten war einfach.					
Ich konnte die Restzeit der Retrospektive leicht aufrufen.					
Die Retrospektive hatte viele Interaktionsmöglichkeiten für Aktivitäten.					
Ich konnte erkennen, woran andere Nutzer gerade arbeiten.					
Ich konnte anonym meine Meinungen äußern.					
Das virtuelle Tool konnte eine organisierte Retrospektive schaffen.					
Das virtuelle Tool hat es mir vereinfacht, Gruppenarbeiten zu erledigen.					
Ich konnte auf andere Schnittstellen außerhalb des virtuellen Tools zugreifen.					
<i>Demografie</i>					
Geschlecht(W/M)					
Alter					
Ich probiere gerne die neusten Gadgets und Technologien aus.					
Neuen technischen Lösungen stehe ich eher skeptisch gegenüber.					

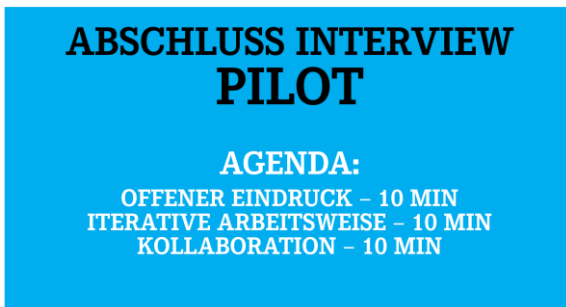
Anhang 7: Interviewleitfaden der Pilotstudie

Intro

Vielen Dank, dass du dir ein letztes Mal die Zeit für das Thema nimmst. Wir haben 30 Minuten vor uns. Ich habe ein paar Fragen und drei Themenblöcke mitgebracht. Jeder dauert 10 Minuten. Ich habe einen Timer hier und werde auf die Zeit achten.

Ich nehme das Interview im Hintergrund auf und werde es anschließend transkribieren und qualitativ analysieren. Die Zustimmung dazu hattest du mir ja mit der Unterzeichnung der Datenschutzerklärung erteilt.

Zu zeigende Folie während Intro:



**ABSCHLUSS INTERVIEW
PILOT**

AGENDA:
OFFENER EINDRUCK – 10 MIN
ITERATIVE ARBEITSWEISE – 10 MIN
KOLLABORATION – 10 MIN

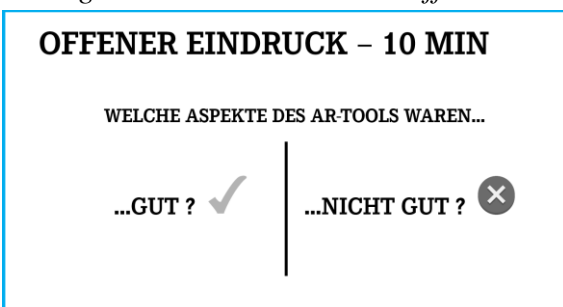
Offener Eindruck

Lass uns direkt mit dem ersten Teil starten. Hier geht es um den offenen Eindruck.

-Fragen-

- Was ist dir während der Studie aufgefallen?
- Was gefiel dir gut?
- Was gefiel dir nicht so gut?
- Wurdest du durch die App aktiviert?
- Hattest du gute Rückmeldung?
- Konntest du sehen, wer was macht und wie jemand reagiert?
- Hattest du ein Gruppengefühl?

Zu zeigende Folie während des offenen Eindrucks:



OFFENER EINDRUCK – 10 MIN

WELCHE ASPEKTE DES AR-TOOLS WAREN...

...GUT ? ✓ ...NICHT GUT ? ✗

Iterative Arbeitsweise

Die agile Arbeitsweise lebt vom iterativen Vorgehen.

Die Retrospektive spiegelt den Prozess wider.

Vereinfacht besteht der iterative Prozess aus 1. Sammeln, 2. Clustern, 3. Bewerten und 4. Maßnahmen ableiten.

-Fragen-

- Konnte dich das Tool bei der iterativen Arbeitsweise unterstützen?
- Wo könnte das Tool besser werden?
- Welche Funktionen haben dir geholfen?
- Welche Funktionen bräuchte das Tool?
- Lass uns jeden Schritt einmal durchgehen und schauen, wie das Tool dir hier geholfen hat.

Zu zeigende Folie während der iterativen Arbeitsweise:



Kommunikation

Während ihr die Retrospektive durchgeführt habt, habt ihr kollaboriert. Dabei habt ihr über verschiedene Kanäle miteinander Kommunikation betrieben. Bildlich lässt sich das durch das Sender-Empfänger-Modell beschreiben.

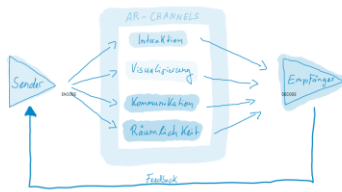
Ihr habt dabei 1. interagiert, 2. visualisiert, 3. verbal kommuniziert und 4. räumlich gearbeitet, also verschiedene Kanäle für die Kommunikation genutzt.

-Fragen-

- Mit welchen Kanälen konnte die Kommunikation in AR einen Mehrwert liefern?
- Wo könnte das Tool noch besser werden?
- Welche Funktionen haben dir geholfen, besser zu kommunizieren?
- Welche Funktionen hast du für eine gute Kommunikation vermisst?
- Lass uns jeden Kanal einmal durchgehen und schauen, wie das Tool dir hier geholfen hat.

Zu zeigende Folie während der Kommunikation:

KOMMUNIKATION – 10 MIN



WO HAT DAS TOOL DIE
KOMMUNIKATION
UNTERSTÜTZT?

WO KANN DAS TOOL
DIE KOMMUNIKATION
NOCH BESSER
UNTERSTÜTZEN?

Anhang 8: Quantitative Ergebnisse der Pilotstudie

Item	Mittelwert M			Standardabweichung SD			Cohens d			Signifikanter Unterschied p nach Friedman (zweiseitig)	Post Hoc Test
	t0	t1	t2	t0	t1	t2	t0-t1	t0-t2	t1-t2		
Vertrauen											
Effekte	t0	t1	t2	t0	t1	t2	t0-t1	t0-t2	t1-t2		
Kreativität	3,88	4,06	4,31	0,719	0,772	0,946	0,241236	0,511782	0,289555	0,088	
Motivation	4	4,31	4,44	0,73	0,602	0,512	0,463331	0,637866	0,232635	0,245	
Fokus	4,44	4,06	4	0,512	0,398	1,033	0,473107	0,533718	0,059075	0,401	
Angenehme Teilnahme	4,13	4,56	4,63	0,619	0,512	0,473	0,757009	1,011845	0,262216	0,02	0,155 (t0-t2)
Verständnis der Methode	4,31	3,94	4,06	0,602	0,398	0,854	0,448954	0,338376	0,1232	0,431	
Gruppe	t0	t1	t2	t0	t1	t2	t0-t1	t0-t2	t1-t2		
Gruppengefühl	4,19	4,25	4,31	0,75	1	0,873	0,067882	0,147451	0,063922	0,71	
Gruppenarbeit	3,81	3,19	4,06	0,311	1,109	0,329	0,610934	0,271728	0,850468	0,053	
Verbesserte Kommunikation	3,63	4	4,06	0,806	0,894	0,854	0,434712	0,517856	0,086632	0,118	
Engagement	4,37	4,44	4,63	0,895	0,512	0,473	0,096523	0,449709	0,504281	0,402	
Teilen von Wissen	3,5	3,87	4,06	0,73	0,719	0,443	0,510662	0,327469	0,31817	0,028	0,19 (t0-t2)
Zurückhaltung	2,25	2,13	2,37	0,856	0,806	0,806	0,144339	0,144339	0,237767	0,255	
Atmosphäre	4,56	4,75	4,81	0,512	0,447	0,544	0,395339	0,473268	0,120514	0,236	
Gemeinsame Entscheidung	4,25	4,19	4,56	0,683	1,109	0,629	0,065149	0,472161	0,410412	0,326	
Druckführung	t0	t1	t2	t0	t1	t2	t0-t1	t0-t2	t1-t2		
Pünktlicher Start	3,63	2,94	4,19	1,544	1,34	1,047	0,477309	0,424526	1,039538	0,017	0,031 (t1-t2)
Verständliches Ergebnis	4,5	4,06	4,5	0,632	1,063	0,632	0,503162	0	0,503162	0,114	
Verfügbarkeit von Mitteln	3,88	3,75	4,19	0,957	0,856	0,981	0,143187	0,319893	0,477937	0,105	
Rollenverständnis	4,69	4,19	4,38	0,704	0,834	0,619	0,647885	0,467668	0,258711	0,06	
Unverbrechungen	1,88	3,31	2,62	0,806	1,195	1,408	1,403019	0,645053	0,528391	0,006	0,018 (t0-t1)
Roter Faden	4,69	4,5	4,5	0,602	0,632	0,632	0,307851	0,307851	0	0,326	
Agenda im zeitlichen Rahmen	3,87	3,75	4,38	0,957	1,125	0,719	0,1149	0,602547	0,667314	0,086	
Angenehmes Tempo	3,81	4,13	4,37	0,544	0,806	0,619	0,465331	0,36103	0,333979	0,017	0,231 (t0-t2)
Wieder verwenden	4,13	4,44	4,44	0,619	0,512	0,629	0,545751	0,496779	0	0,266	
Organisierte Retro	4,13	4	4,31	0,619	0,894	0,602	0,163074	0,234812	0,406763	0,687	
Interaktivität/ Bewegung											
Summ	t0	t1	t2	t0	t1	t2	t0-t1	t0-t2	t1-t2		
Sinnvolle Inhalte erstellen	4	4	4,31	0,894	0,73	0,479	0	0,432252	0,502114	0,625	
Überblick über Fortschritt	4	3,94	3,94	0,516	0,772	0,68	0,09138	0,099404	0	0,909	
Priorisieren	3,81	3,94	3,75	0,834	0,854	0,683	0,154018	0,078715	0,245719	0,567	
Maßnahmen	3,5	3,69	3,88	0,816	0,873	0,5	0,224857	0,561546	0,267086	0,285	
Arbeiten	t0	t1	t2	t0	t1	t2	t0-t1	t0-t2	t1-t2		
Bearbeiten	4,06	3,31	3,56	0,722	1,014	0,727	0,852096	0,630127	0,283367	0,121	
Bewegen	4,06	3,5	3,75	1,063	0,816	0,863	0,530978	0,346975	0,33225	0,239	
Sortieren	3,75	3,44	3,87	0,775	0,892	0,885	0,371013	0,144262	0,483958	0,502	
Interaktionen	3,44	4	4,56	0,984	0,816	0,512	0,62705	1,451039	0,622108	0,001	0,003 (t0-t2)
Repräsentation der Nutzer											
Visuelle Repräsentation	t0	t1	t2	t0	t1	t2	t0-t1	t0-t2	t1-t2		
Mimik	3,69	1,44	1,75	0,602	0,727	0,775	3,371128	2,795742	0,412572	0	0 (t0-t1 und t0-t2)
Gestik	2,75	2,5	2,69	1	1,414	1,138	0,204445	0,056011	0,14804	0,491	
Körpersprache	3,13	2,44	2,31	1,025	1,504	1,302	0,536138	0,699829	0,092419	0,026	0,081 (t2-t0)
Darstellung der Teilnehmer	3,34	3,34	4,13	0,329	0,574	0,619	0	0,240839	0,318298	0,025	0,155 (t1-t2) und 0,399 (t0-t2)
Sprecher Fokus	3,19	3,56	3,69	0,911	0,964	0,602	0,394509	0,847571	0,161762	0,109	
Sichtbarkeit der Teilnehmer	3,5	4	3,75	1,265	1,095	1,125	0,422634	0,208847	0,225205	0,353	
Visuelles Feedback bekommen	3,06	3,44	3,87	1,181	1,209	0,806	0,31797	0,801157	0,418511	0,046	0,081 (t0-t2)
Visuelles Feedback geben	3,56	3,25	3,31	1,031	1,065	1,138	0,295763	0,230241	0,054441	0,839	
Visueller Sprecher Fokus	3,31	3,88	3,56	1,25	0,885	0,727	0,526322	0,244498	0,395129	0,086	
Audioelle Repräsentation	t0	t1	t2	t0	t1	t2	t0-t1	t0-t2	t1-t2		
Audio Qualität	4,06	4,5	4,13	0,574	0,894	0,885	0,585701	0,093848	0,415359	0,121	
Audio zu Sprecherfokus	4	4,5	4,37	0,632	0,816	0,806	0,685099	0,510877	0,160293	0,037	0,19 (t0-t1) und 0,335 (t0-t2)
Visualisierung											
Art der Visualisierung	t0	t1	t2	t0	t1	t2	t0-t1	t0-t2	t1-t2		
Sichtbarkeit der verwendeten Mittel	3,75	3,87	3,87	1,125	0,806	1,025	0,122626	0,111507	0	0,862	
Arbeitsumgebung gewinnbringend	3,75	4	4,37	0,775	0,816	0,719	0,314163	0,829404	0,481125	0,072	
Darstellung der Retrospektiven	4	3,86	4,44	0,816	0,719	0,512	0,156041	0,645942	0,897233	0,025	0,155 (t1-t2)
Immersion	3,68	4,13	4,56	0,885	0,719	0,512	0,310065	0,940566	0,668946	0,01	0,126 (t0-t2) und 0,279 (t1-t2)
Funktionen	t0	t1	t2	t0	t1	t2	t0-t1	t0-t2	t1-t2		
Restzeit	3,38	2,63	3,69	1,098	1,204	0,793	0,653614	0,325632	1,039799	0,029	0,065 (t1-t2)
Break Out Rooms	3,06	2,44	4,06	0,998	1,153	0,329	0,574965	1,037216	1,547267	0,004	0,018 (t1-t2)
Abstimmung	3,81	3,81	4,25	0,911	0,75	0,683	0	0,546508	0,613426	0,368	
Schnittstellen	3,62	2,75	3,13	1,025	1,238	0,806	0,765507	0,531439	0,363784	0,096	0,19 (t1-t0)
Anonyme Meinung	2,62	1,63	2,5	1,306	0,806	1,155	0,912283	0,097338	0,873576	0,023	0,155 (t1-t0) und 0,126 (t1-t2)

Anhang 9: Qualitative Ergebnisse der Pilotstudie

Die qualitative Inhaltsanalyse nach Kukatzt brachte 17 Hauptkategorien hervor. Nachfolgend soll der Inhalt aller kodierten Passagen zusammenfassend anhand des Kategoriensystems dargelegt werden. Dem voraus ging die tabellarische Zusammenfassung jeder kodierten Stelle anhand jenes Systems. In dieser Darlegung wird dabei immer nur die tiefste Kategorienstufe eines Systems zusammengefasst.

Allgemein Negativ

Mit 67 kodierten Passagen bildet die Hauptkategorie *Allgemein Negativ* die größte Kategorie dieser Analyse. Dabei wurden Aussagen gesammelt, welche negative Aspekte zum Tool oder der Hardware beinhalten. Die Kategorie wurde zunächst in drei Sub-Kategorien und nachfolgend für zwei dieser in weitere Sub-Sub-Kategorien aufgeschlüsselt.

Innerhalb der Hauptkategorie *Allgemein Negativ* wurden 40 Aussagen gefunden, welche Aspekte zur *UX* (Sub-Kategorie) berichten und dabei die User Experience bewerten oder beschreiben. Sie wurde in vier Sub-Sub-Kategorien aufgeteilt.

In der Sub-Sub-Kategorie *Einstieg ins Tool schwierig* wurden 20 Aussagen gesammelt, welche beschreiben, dass der Start mit dem Tool eine Hürde darstellt. So müsse man laut einem Probanden auch Zeit außerhalb der produktiven Meetings mit dem AR-Tool verbringen, um den Umgang zu üben. Aus dem Alltag sei man laut einem anderen Probanden zudem Office-Produkte gewöhnt, welche eine gute Usability aufweisen. Der Einstieg in das AR-Tool sei dagegen langwieriger und beim Start müssen mehrere Schritte durchlaufen werden. Es würde viel Konzentration brauchen, um die Basics des Tools zu bedienen. Ein weiterer Proband berichtet, dass die Bedienung über die Zeit einfacher geworden sei. Für den Alltag bräuchte es jedoch weitere Übung über den Piloten hinaus. Es sei eine neue Art der Interaktion, welche erst gelernt werden müsse. Grund für die Probleme sei jedoch auch die Hardware, bei der die Bedienung erst gelernt werden müsse, so zwei Probanden. Auch ein weiterer Proband stellt die Anfangsphase als problematisch dar, mit z. B. dem Bewegen von Objekten über größere Distanz und dem nötigen Gefühl, wie eine Funktion zu bedienen sei. Das Tool sei aber spielerisch, sodass man motiviert und sich nach einer Zeit sicher fühle. Ein weiterer Proband beobachtet, dass es manche Leute gäbe, die sich schwerer mit dem Tool getan hätten als andere. Diese würden mehr Zeit benötigen, um sich an das Tool zu gewöhnen. Ein anderer Proband beschreibt den Einstieg in das Tool ebenfalls als Hürde. Während man in Teams mit einem Klick in einer Besprechung lande, bräuchte es im Tool mehrere Schritte. Ein erneut anderer Proband beschreibt den Start in das Tool als Überforderung, weil es viel Neues gäbe. Über die Termine hinweg sei die Bedienung einfacher geworden, wobei sich jüngere Personen einfacher mit der Technologie zurechtfinden würden.

Mit zehn Aussagen wurde zudem die Sub-Sub-Kategorie *Wirkt wie ein Prototyp* gebildet. So sei die Bedienung nicht intuitiv. Ein anderer Proband beschreibt die Software auch als eckig, wobei das Greifen und Klicken verbessert werden müsse: „Also es ist alles noch ein bisschen eckig, kantig und stottert so ein bisschen.“ (G3). Die Stabilität der Software sei ein weiteres Problem. So sei man manchmal aus dem Meeting geflogen oder hatte Audioprobleme. Ein anderer Proband konnte ab einem bestimmten Zeitpunkt keine Post-its mehr verschieben. Ein weiterer Proband wünscht sich zudem professionellere Visualisierungen, wie z. B. Tabellengitter. Von einem anderen Probanden stammt die Forderung, dass das Tool noch reifer werden müsse, da einige Fehlfunktionen bemerkt wurden. Ergänzt wird dieser Wunsch durch einen anderen Probanden, welcher sich wünscht, dass das Tool effizienter wird. So bräuchte es andere Menüs, welche nicht mit physischen Gegenständen

kollidieren. Insgesamt sei die Usability der Software noch nicht gut, so ein anderer Proband. So sei die Bedienung laut eines weiteren Probanden nicht intuitiv.

Sechs weitere Aussagen beziehen sich auf die Möglichkeit, *Input* (Sub-Sub-Kategorie) im Tool zu leisten. So sei die virtuelle Tastatur langsamer als eine physische Tastatur, welche eine gewisse Zeit benötige, um die Bedienung zu erlernen. Auch ein weiterer Proband beschreibt die virtuelle Tastatur als nicht intuitiv. So sei es ohne die Bluetooth Tastatur am Anfang schwierig gewesen. Auch ein weiterer Proband beschreibt die Bluetooth Tastatur als einzige Lösung, um einfach Input leisten zu können. Gegensätzlich ist die Aussage eines anderen Probanden, welcher die Bluetooth Tastatur – so wie andere Zusatzgeräte – als störend beschreibt, da diese beim freien Herumlaufen hindern würden. Ebenfalls berichtet ein weiterer Proband Probleme mit der Bluetooth Tastatur.

Vier Aussagen beziehen sich explizit auf das User Interface (Sub-Sub-Kategorie *UI*) des AR-Tools. So sei der Bedienkomfort des AR-Tools nicht gut und Buttons sowie Menüs manchmal nur schwer zu bedienen. Die Bedienung sei laut eines weiteren Probanden nicht intuitiv und das UI müsse verbessert werden, um z. B. auch den Text auf einem Post-it ändern zu können. Auch bei den Menüs sei es laut eines weiteren Probanden schwierig, wenn sich virtuelle Menüs und virtuelle Objekte überschneiden.

In der Sub-Kategorie *Hardware* wurden 22 Aussagen gesammelt, welche negative Aspekte zur verwendeten AR-Brille – der HoloLens 2 von Microsoft – berichten. Diese Aussagen konnten wiederum in sieben Sub-Sub-Kategorien aufgeteilt werden. Neun Aussagen beziehen sich dabei auf das hohe *Gewicht* der AR-Brille, welches anstrengend sei den ganzen Tag bzw. drei Stunden zu tragen. Ein Proband berichtet nach 90 Minuten bereits von einem Schweregefühl. Ein weiterer Proband berichtet nach derselben Dauer von einer Beanspruchung der Nackenmuskulatur. Ein weiterer Proband berichtet bereits nach einer Stunde von der Erkenntnis, dass die Brille zu schwer sei. Ein anderer Proband merkt das Gewicht der Brille bereits nach 10 Minuten und ein Stören des Gewichts nach 30 Minuten. Weil die Brille so schwer sei, stelle man sie zudem zu eng ein, was zu Kopfscherzen führe. Für einen anderen Probanden ist es nicht vorstellbar, einen drei Stunden Termin mit den Brillen durchzuführen, da bereits nach einer dreiviertel Stunde die Brille vom Probanden abgenommen wurde, damit diese nicht drückt. Bereits nach 90 Minuten sei auch für ihn die Benutzung grenzwertig. Die Brille müsse sich zu einem schlankeren Format entwickeln.

Unabhängig vom Gewicht berichten sechs Aussagen in der Sub-Sub-Kategorie *Anstrengend für Augen/ Kopf* Aspekte, welche den Körper belasten. So sei es laut einem Probanden anstrengend durch die Brille zu schauen, weil man sich konzentrieren muss. Ein weiterer Proband berichtet, dass es anstrengend für die Augen und den Kopf sei mit der Brille zu arbeiten, es aber über die Zeit besser werden würde. Vor allem am Anfang führe die Benutzung laut eines weiteren Probanden zu Problemen, lege sich aber über die Zeit. Nach 90 Minuten habe ein anderer Proband Augenschmerzen und zusätzlich Kopfschmerzen bekommen, man könne deshalb nicht den ganzen Tag mit der Brille arbeiten. Vor allem für Personen mit Migräne sei die AR-Brille ein Problem, da das Überschneiden von physischen Gegenständen mit virtuellen Objekten zu Kopfschmerzen führen würde. Die 90-minütige Nutzung während der Studie sei zu lang gewesen.

Nicht eindeutig zugeordnet wurden zwei Aussagen in der Sub-Sub-Kategorie *Sonstiges*, welche zwar berichtet wurden, aber nicht zum Wissensgewinn beitragen. So sei die Anordnung von Schaltern und Anzeigen auf der Brille nicht ideal. Außerdem sei das Essen und Trinken mit der Brille schwierig, da diese den Mund zum Teil verdeckt und Geräusche direkt übertragen werden.

Eine Aussage konnte in der Sub-Sub-Kategorie *Preis* gefunden werden, welche berichtet, dass es zu teuer sei, die AR-Brille für ein ganzes Team anzuschaffen.

Eine weitere Aussage wurde in der Sub-Sub-Kategorie *Wärmeabstrahlung* gesammelt, welche wiedergibt, dass die Wärmeabstrahlung der Brille gerade bei erhöhten Außentemperaturen zu hoch wäre.

Eine weitere Aussage in der Sub-Sub-Kategorie *Grafische Leistung* bemängelt die Auflösung der Displays der AR-Brille und die weitere Sub-Sub-Kategorie *Sichtfeld* mit einer Aussage die Breite des Sichtfeldes der AR-Brille.

In der Sub-Kategorie *Geschwindigkeit* wurden fünf Aussagen gesammelt, welche die Arbeitsgeschwindigkeit des AR-Tools mit anderen Umsetzungen vergleicht. Dabei gab ein Proband an, dass die physische Arbeit mit Post-it und Whiteboard wie auch die Arbeit an einem Infinity-Whiteboard im Vergleich zum AR-Tool schneller gehen würde. Vor allem das Beschriften und Bewegen von Post-its sei auf einem Infinity-Whiteboard schneller. Ein weiterer Proband bewertet auch die Arbeit mit Infinity-Whiteboards als effizienter, schneller und agiler im Vergleich zu dem AR-Tool. Mit der Maus sei man laut einem weiteren Probanden reaktionsschneller als in dem AR-Tool.

Nonverbale Kommunikation

Durch die Kategorisierung wurden 54 Aussagen identifiziert, welche in die Kategorie *Nonverbale Kommunikation* eingeordnet wurden. In dieser Hauptkategorie wurden zunächst Berichte gesammelt, welche sich auf Aspekte der visuellen Repräsentation der Benutzer mit z. B. der Körpersprache und deren Mimik sowie Gestik beziehen. Die Aussagen wurden anschließend in vier Sub-Kategorien verfeinert.

35 Aussagen wurden dabei der Sub-Kategorie *Mimik, Gestik geht verloren* zugeordnet. Hier wurden Aspekte gesammelt, welche sich auf den Verlust der Repräsentation von Mimik und Gestik beziehen. So fehle bei der Darstellungsqualität die Gestik eines Nutzers. Man müsste mehr darstellen als nur die Hände mit z. B. dem Unterarm. Auch der Gesichtsausdruck eines Nutzers wäre eine gewinnbringende Sache. Hierbei müsste noch nicht mal die exakte Mimik repräsentiert werden, es würden die Grundemotionen, wie z. B. Lachen reichen. Dies sei vor allem wichtig bei Personen, die nichts sagen, da bei ihnen die Emotion nicht an der Stimme abgelesen werden kann. Auch ein weiterer Proband nennt diese Problematik. Das AR-Tool könne aktuell deshalb eine Unterhaltung per Video noch nicht ersetzen. Auch ein weiterer Proband bemängelt die Mimik und Gestik. Dieser schätzt die Realisierung der Mimik auch als kompliziert ein und schlägt ebenfalls eine Realisierung von Grundemotionen vor, um Personen zu repräsentieren, die gerade nichts sagen. Dies wird auch erneut von einem weiteren Probanden vorgeschlagen. An der Position im Raum sehe man schon, wo der Fokus einer Person liegt, aber es fehle die Repräsentation, wie die Person emotional eingestellt. Auch hier sei es bei Personen, die nichts sagen, nicht möglich, die emotionale Haltung zu identifizieren. Bei Personen, die sprechen, wäre es möglich, ca. 70 % der Emotion an der Stimme herauszuhören. Der Rest müsse über die Mimik und Gestik geschehen. Auch ein weiterer Proband bemängelt die Mimik und die Repräsentation der Hände, welche besser getrackt werden müssten. Dies fordert auch ein weiterer Proband. Für einen anderen Probanden wird ein wenig Gestik über das AR-Tool übertragen, die Mimik fehle aber komplett. Für inhaltliche Themen reiche dies aktuell aus. Ein weiterer Proband benennt kritische Situationen aber als problematisch, wenn der Gesichtsausdruck nicht zu sehen sei. Ein Proband berichtet, sich nach einer Weile an die fehlende Mimik und Gestik gewöhnt zu haben. Wäre es das Ziel des Tools, Teams zu ersetzen, müsste es aber die Mimik und Gestik repräsentieren. Für Personen, die man bereits kennt, kann man beim Tool noch viel kompensieren. Bei fremden Personen sei die fehlende Mimik und Gestik jedoch schwierig. Ein

Proband bewertet die Mimik dabei wichtiger als die Gestik: So habe auch die bereits implementierte Gestik keinen Mehrwert geliefert, da Leute heutzutage weniger gestikulieren. Vor allem für Retrospektiven betitelt ein Proband die Gestik und Mimik als wichtige Elemente. Auch ein weiterer Proband beschreibt die Videokamera als wichtiges Element für verteilte Retrospektiven und bemängelt den kompletten Verlust der Mimik im AR-Tool. Über die Mimik und Gestik könnte man so Personen auffordern, Sachen zu machen.

In der zweiten Sub-Kategorie *Visuelle Repräsentation* wurde mit 8 Aussagen gesammelt, wie die Probanden das Erscheinungsbild der Avatare beschreiben. So sehe man in Teams zwar das reale Äußere einer Person. Im AR-Tool sei die dreidimensionale Darstellung jedoch ein Vorteil für die Zusammenarbeit. Ein weiterer Proband beschreibt, dass man sich über die Zeit auch an die Avatare und Repräsentation gewöhnen würde. Ein weiterer Proband beschreibt, dass die aktuelle Repräsentation bereits zu 80 % ausreicht und schon jetzt das Gefühl entstehe, mit den Personen in einem Raum zu arbeiten. Man könnte die Avatare durch z. B. Kopfbewegungen erweitern. Ein anderer Proband beschreibt auch, dass die Anwesenheit der Avatare bereits unterstütze, jedoch der Körper und die Finger noch mehr abgebildet werden könnten. Ein Proband sagt, dass er die Personen bereits rein an den Avataren erkennen konnte und nicht auf die Namen achten musste. Jedoch wünscht sich ein anderer Proband realistischere Avatare, welche weniger in die cartoonisierte Richtung gehen. Laut einem anderen Probanden sei dabei die realistische Darstellung des Gesichtes wichtiger als die Kleidung.

Mit sieben Aussagen wurde zudem die Sub-Kategorie *Feedback* gebildet. Hier wurden Aussagen gesammelt, welche Feedbacks beschreiben, die man aufgrund der visuellen Darstellung der Avatare erhält. So könne man sich durch die dreidimensionale Darstellung wieder Personen zuwenden und auch gestikulieren. Dies habe geholfen, Personen zu folgen und zu verstehen. Über die Gestik der Avatare erhalte man zudem das Feedback, wo jemand gerade hinzeigt und was er gerade macht. So sehe man laut einem anderen Probanden anhand der Körperhaltung des Avatars, was dieser parallel zum Meeting macht und bekommt mit, wenn jemand z. B. am Laptop sitzt. Ebenfalls sehe mal laut eines weiteren Probanden anhand der Hände, ob jemand gerade auf der Tastatur tippt oder etwas verschiebt, gleiches gilt laut eines anderen Probanden für das Tippen am Handy oder das Verlassen des physischen Raumes. Aber auch der umgekehrte Weg wird durch einen Probanden beschrieben: So könne man sich durch die Position im Raum auch die Aufmerksamkeit der anderen Personen auf sich ziehen.

Vier Aussagen der Sub-Kategorie *Nur Ton reicht nicht aus* versuchen zu beschreiben, dass die Audioübertragung nicht die fehlende Körpersprache ausgleichen kann. So würde der Ton bereits zu 80 % ausreichen, um Emotionen zu erkennen sobald jemand spricht. Es fehle aber die übereinstimmende visuelle Repräsentation der Emotion im Gesicht. Auch das Energielevel einer Gruppe sei laut eines Probanden nur schwer über den Ton wahrzunehmen.

Präsenz

Die Hauptkategorie *Präsenz* umfasst 37 Aussagen, welche beschreiben, wie Probanden die gemeinsame Arbeit mit anderen im AR-Tool wahrnehmen. Dabei geht es in dieser Kategorie hauptsächlich um das Gefühl, nicht alleine in einer Kollaborationsumgebung zu sein. Die Hauptkategorie wurde zunächst in fünf Sub-Kategorien aufgeteilt, von denen eine Sub-Kategorie wiederum in drei Sub-Sub-Kategorien geteilt wurde. Mit 15 Aussagen wurde dabei zunächst die Sub-Kategorie *Gemeinsam* gebildet, welche sammelt, wie Personen das Gefühl des gemeinsamen Arbeitens beschreiben. Dabei konnte in der ersten Sub-Sub-Kategorie *Gefühl von gemeinsam in*

einem Raum stehen mit 12 Aussagen gesammelt werden, dass die Leute bei der Nutzung des AR-Tools den Eindruck haben, mit anderen Personen im gleichen Raum zu stehen. Ein Proband beschreibt dabei, dass er mit dem Tool zusammen mit und vor allem neben Kollegen stehen und wie in einem normalen Workshop arbeiten kann. Dabei erweitert er es sogar für den hybriden Fall, in dem ein Teil der Gruppe vor Ort ist und ein weiterer Teil remote dazu kommt. Man könnte hier trotzdem gut diskutieren. Auch ein weiterer Proband beschreibt die entstehenden Diskussionen wie im echten Leben, weil man das Gefühl hat, im gleichen Raum zu sein. Da man die Leute wieder anschauen kann, wird eine Diskussion besser angezeigt als über den Laptop. Dies sei vor allem in der Zeit während der Covid-19 Pandemie laut einem Probanden gut gewesen. Man sei in dem Tool automatisch freier mit den Gedanken, weil es sich so anfühle, wie mit den Leuten in einem Raum zu stehen und nicht das normale Setup am PC ist. Dieses unkonventionelle Set-up habe motiviert, sich mehr einzubringen. Ein anderer Proband beschreibt das Gefühl nicht mehr im Homeoffice alleine gewesen zu sein. Dies führt dazu, dass die Kollaboration und das Gemeinschaftsgefühl wesentlich besser unterstützt werden. So kann man sich wieder Personen zuwenden und hört über den 3D-Sound, dass jemand neben einem steht. Durch den Screenshare könne man wieder gemeinsam vor einem Kanban Board stehen. Ein anderer Proband erklärt, dass das Tool das Team zusammengebracht hätte. Statt wie bei Teams auf den Bildschirm zu starren, bewegt man sich durch den Raum und steht nebeneinander. Es sei eine körperliche Interaktion, die stattfindet. Über die AR-Brille funktioniere das so gut, dass man das Gefühl hat, in einem Raum miteinander zu arbeiten. Auch ein anderer Proband beschreibt, dass man sich eher als Gruppe fühle, weil man merkt, dass jemand neben oder hinter einem steht. Auch er beschreibt die Situation als physisch im Kontrast zu Teams, wo man sicher gegenüber sitzt. Das Gefühl, in einem Raum zu stehen mit räumlichen Sound führe laut eines Probanden zudem dazu, dass man spaßige Momente hat, welche wiederum zu einer lockeren Atmosphäre führen und das Team wachsen ließen. Laut einem Probanden sei es lustig, dass dieses Gefühl trotz der noch nicht 100 % realistischen Avatare entstehe. Für einen weiteren Probanden war vor allem der Moderator sehr präsent während des Termins.

Neben dem Gefühl, gemeinsam in einem Raum zu arbeiten, versucht die Sub-Sub-Kategorie *Gemeinsam auf das gleiche schauen* zwei Aussagen zu sammeln, welche beschreiben, dass es sich auch so anfühlt, die gleichen Inhalte zu fokussieren. So stehe man nebeneinander und schaue auf etwas. In Videotools schaue man dagegen nur alleine auf ein Display. Durch das AR-Tool stehe man jedoch zusammen vor dem Betrachtungsgegenstand. Dabei schaue man vor allem gemeinsam auf dasselbe, so ein anderer Proband. Man müsse deshalb nicht wie auf einem Infinity-Whiteboard die Angst haben, dass jemand ganz woanders gerade ist.

Eine Aussage wurde zusätzlich in die Sub-Sub-Kategorie *Etwas gemeinsam machen* eingruppiert, da diese ebenfalls einen Aspekt des *Gemeinsamen* beschreibt. Dadurch, dass man sowohl die Bewegung der Avatare als auch die Verschiebung der virtuellen Objekte im gleichen Raum sieht, Sorge die AR-Brille dafür, dass man wirklich gemeinsam arbeitet. Dies verbessere im Gegensatz zu Infinity-Boards auch die Arbeit mit Post-its, da man sieht, wie die Personen mit diesen interagieren.

Die Sub-Kategorie *Feedback wer ist gerade wo aktiv* beinhaltet neun Aussagen, welche beschreiben, wie das AR-Tool hilft, ein Feedback darüber zu erlangen, mit was sich die Personen in einem Meeting beschäftigen. So beschreibt es ein Proband als Erlebnis zu sehen, wer gerade läuft und etwas wo hängt. Man sei selber wacher und sehe, was parallel im Raum passiert. Dagegen seien Teams eher anonym. Dabei bekomme man eine gute Rückmeldung, wer gerade aktiv ist. Eine andere Person beschreibt, wie es auf digitalen Whiteboards vorkommen kann, dass mehrere Personen den gleichen Post-it bearbeiten wollen, weil man nicht sieht, wer schon einen Post-it bearbeitet und so ein

Durcheinander entstehen würde. Im AR-Tool funktioniere dies aber wieder, weil man sieht, wer gerade woran arbeitet, was zu einer Ruhe führen würde. Ein weiterer Proband beschreibt, wie er die Teammitglieder physisch verorten konnte und so mitbekommt, wenn sich ein Kollege einen Überblick im Meeting verschaffen möchte. In Infinity-Boards sehe man dagegen nicht, wer sich mit was gerade beschäftigt. Man habe zwar die Namen an einem Cursor, aber im AR-Tool sei es instinktiv zu verfolgen, wer gerade woran arbeitet. Ein Proband beschreibt die Erfahrung mit dem Vergleich eines Stuhlkreises, in dem man zu jeder Zeit alle betrachten kann. Das Nachverfolgen wer wo gerade aktiv ist, führe zudem dazu, dass Aufgaben besser aufgeteilt werden können. Auch der Moderator habe einen Vorteil – bspw. beim Clustern – durch die Möglichkeit zu sehen, wohin jeder im Tool gerade schaut, so ein Proband.

Die Sub-Kategorie *Integration von Personen* sammelt Nennungen, welche beschreiben, wie jeder einzelne durch das AR-Tool in die Zusammenarbeit integriert wurde. Dabei hat ein Proband den Eindruck, dass sich Personen, die sonst eher eine passive Grundhaltung einnehmen, im AR-Tool mehr Feedback geliefert haben. So war der Aktivierungsgrad insgesamt höher und dadurch das Feedback ausgeglichener. Auch ein anderer Proband berichtet von stillen Personen im eigenen Team, welche sich im AR-Tool viel mehr beteiligt hätten. Eine Erklärung sei hier die Arbeit auf Augenhöhe mit viel Spaß. Insgesamt gehe laut einem Probanden der Einzelne im Tool nicht unter, weil man jeden sieht und auch räumlich wahrnimmt. Dies führe dazu, dass man das Verlangen verspürt und motiviert sei, alle mehr mit einzubeziehen. Sei es sonst in Videokonferenz-Tools eher eine Frontalbeschallung von vorne, ist es im AR-Tool die ganze Umgebung und man merke direkt, wenn jemand ruhig in der Ecke des Raumes sitzt oder aktiv am Termin teilnimmt. Diesen Eindruck schildert auch ein weiterer Proband, welcher beschreibt, dass in einem physischen Workshop schnell wahrgenommen wird, wenn eine Person still ist. Im AR-Tool nehme man dies auch wieder aktiv wahr und bekomme einen besseren Eindruck für Redeanteile und Passivität als in einer Videokonferenz. Von einem gesteigerten Engagement im AR-Tool spricht auch ein weiterer Proband. So schalte man sich schnell in einer Videokonferenz stumm, wenn Personen zu lang diskutieren. Im AR-Tool könne man aber nicht schnell den Raum verlassen. Stattdessen müsse man im Raum bleiben und sei deshalb engagierter und fokussierter.

Mit drei Aussagen wurde zudem die Sub-Kategorie *Zuwenden* gebildet. So könne man im AR-Tool Post-its adressieren, indem man auf einen Post-it zeigt. Aber auch Personen können wieder angeschaut werden, was in Videokonferenz-Tools nicht möglich sei, aber zu mehr Interaktionen führe. Das Zuwenden wird von einer Person als Interaktion beschrieben, da man weiß, dass eine Person mit jemanden sprechen möchte.

Mit erneut drei Aussagen wurde in der Sub-Kategorie *Ineinander stehen* gesammelt, wie Personen es empfinden, in der Nähe anderer oder in anderen Avataren zu stehen. So sei es unangenehm, wenn man in den Avatar einer anderen Person hineinläuft. Es tue nicht weh, mache aber etwas mit einem. Auch das Sitzen in einem anderen Avatar wird von einer Person als verrücktes Gefühl beschrieben. Eine weitere Person beschreibt sowohl das Ineinanderstehen, als auch das nahe Beieinanderstehen, als komisch. So würde man das in einem physischen Büro auch nicht so machen.

Physischer Raum

32 identifizierte Aussagen bezogen sich auf die Umgebung, in welcher die Probanden die AR-Brille verwendet haben und wurden der Hauptkategorie *Physischer Raum* zugeordnet. Diese Aussagen wurden anschließend in drei Sub-Kategorien aufgeteilt.

Mit 20 Aussagen wurde dabei die *Bewegung im physischen Raum* kommentiert. So kann man laut einem Probanden wieder im physischen Raum herumlaufen, weil man für die anderen Personen immer im virtuellen Blickfeld bleibt. Ein anderer Proband beschreibt auch, dass man sich wieder an die Seite eines Raums stellen kann. Laut eines weiteren Probanden wäre dies genau der Vorteil der HoloLens, da man den realen Raum sieht. Mit einer VR-Brille wäre das nicht ohne weiteres möglich, weil man Hindernisse nicht wahrnehmen könne. Dabei sei das Bewegen eine Abwechslung zum Alltag, in dem man nur sitzt. Auch ein anderer Proband beschreibt die andere Art Meetings abzuhalten als Abwechslung zum Alltag. Das Stehen und Herumlaufen führe zu mehr Bewegung. Ein weiterer Proband beschreibt das Herumlaufen ebenfalls als positiv, da man zu Personen gehen kann und gemeinsam Dinge betrachten kann. Je nach Einsatzzweck sei dieser Unterschied zu Videokonferenz-Lösungen ein Vorteil. Ein Proband beschreibt eine Vorfreude, wenn der Termin mit dem AR-Tool und den Bewegungen geplant war. Durch das Bewegen werde man laut einem Probanden nicht so schnell müde und ein Termin verlaufe schneller mit weniger Stress. Ein weiterer Proband erwähnt ebenfalls, dass wie bei einem Spaziergang die Kreativität durch das Gehen gefördert würde. Auch ein anderer Proband beschreibt es als cool, mit den Kollegen die ganze Zeit zu stehen, wobei dieser beobachtet habe, dass sich die meisten Personen auch durch den Raum bewegt hätten, obwohl auch die Möglichkeit zur Interaktion aus der Ferne existiert. Das Bewegen durch den Raum kann auch dazu dienen, auf Sachen hinzuweisen, so ein Proband. Dies sei besser als mit der Maus in einem 2D-Tool. Man könne aktiv steuern, wo eine Person hinguckt und auch für sich selbst Schwerpunkte durch die Position setzen. Das im Raum Stehen fühle sich realer an, was zu einem Gefühl führe, sich zu sehen. Der Unterschied zwischen einem 2D-Tool und dem AR-Tool wird auch beschrieben durch das Scrollen und Gucken auf den Bildschirm im Kontrast zum Bewegen in der AR. Dadurch stehe man im AR-Tool die ganze Zeit, sei so näher an der Realität und sehe, wenn ein Kollege vor dem Whiteboard steht und es betrachtet. So würde ein Zusammentreffen realistischer abgebildet und die Interaktion verbessert. Man komme dabei auch mehr in Berührung mit den Kollegen als wenn man nur vor dem Bildschirm sitze.

Zehn Aussagen in der Sub-Kategorie *Behindert* sammeln jedoch auch negative Aspekte der Bewegung im physischen Raum. So sei vor allem bei kleinen Räumen im Homeoffice eine Wand oft zu klein, wodurch man nicht direkt an manche Objekte kommen würde. Dies würde sich vor allem äußern, wenn eine andere Person in einem sehr großen Raum ist. Der Proband verlangt hier eine Lösung für die unterschiedlichen Raumgrößen. Ein weiterer Proband verlangt Standards für die Orientierung im Raum, sodass ein Whiteboard immer an der gleichen Wand im physischen Raum hängt. Ein anderer Proband berichtet, dass Post-its auf dem Balkon angezeigt wurden, weil der Raum nicht ideal ausgerichtet war. Auch andere Probanden berichten Erfahrungen, bei denen nach einem Clustern Post-its in Möbelstücken hingen, weil der physische Raum zu klein war. Auch bei hohen Decken oder Bildern an den Wänden kam es zu Problemen bei der Darstellung der Hologramme. Man brauche insgesamt viel Platz und das Schlafzimmer mit einem großen Bett in der Mitte sei als Beispiel keine gute Räumlichkeit. Aber auch das Zurückgehen, um einen virtuellen Raum in seiner Gesamtheit zu erfassen, sei bei kleinen Räumen ein Problem, da der physische Raum eine natürliche Barriere darstellt. So musste der virtuelle Raum manchmal nachträglich bewegt werden, um Post-its erreichen zu können.

Inspiziert von der Einbindung des physischen Raums konnten auch zwei Aussagen in der Kategorie *Raum zu Hause nutzen* gesammelt werden, welche Ideen für die weitere Nutzung des physischen Raums vorschlugen. So schlägt ein Proband vor, aus allen physischen Wänden eines Raumes

automatisch Pinnwände zu machen. Ein weiterer Proband wünscht sich weitere Möglichkeiten, mit dem physischen Raum arbeiten zu können.

Aktivierung

Es wurden 27 Aussagen identifiziert, welche sich der Hauptkategorie *Aktivierung* zuordnen ließen. Es handelt sich dabei um Aussagen, welche beschreiben, dass die Nutzung des AR-Tools eine Wirkung erzeugt, welche die Teilnehmer auf verschiedene Weisen motiviert bzw. körperlich aktiviert. Jene Aussagen wurden anschließend in fünf weitere Sub-Kategorien eingruppiert.

In der Sub-Kategorie *Regt zu Bewegungen an* wurden elf Aussagen gesammelt, welche eine körperliche Aktivierung der Teilnehmer beschreiben. So belebe das Tool die Teilnehmer, weil alle aufstehen. Dies hole die Personen bewusst in die Situation des Meetings und bringe den Kreislauf zusätzlich in Schwung. Auch ein anderer Proband beschreibt die Bewegungen während des AR-Meetings als Vorteil. Ein weiterer Proband nennt erneut das Aufstehen als aktivierenden Faktor. Dabei führe das Stehen laut eines anderen Probanden im Zusammenspiel mit dem Interagieren dazu, dass man sich zum einen freier während des Meetings fühlt und zum anderen gleichzeitig mehr Aktivität gegeben wäre. Dies sei laut eines anderen Probanden der große Unterschied zu der sonstigen Situation im Homeoffice, bei der man zu viel säße. So würden manche Leute versuchen, auch bewusst im Homeoffice ein paar Schritte während Terminen zu gehen. Dies sei beim AR-Tool aber bereits natürlich gegeben. Auch ein weiterer Proband beschreibt diesen Unterschied zur klassischen Arbeit vor dem PC als Vorteil. So sei vor allem das dynamische Arbeiten um Objekte herum aktivierend, weil man als Gruppe um ein Objekt stehe, die anderen sehen könne und nachverfolgen könne, was sie schreiben. All dies führe dazu, selbst auch motiviert zu sein, sich mit der Thematik zu befassen und Input zu liefern. Im Gegensatz zu einem digitalen Whiteboard würden im AR-Tool dabei mehr aktiviert werden, wodurch Interaktionen mehr genutzt werden. Ein weiterer Proband beschreibt die Bewegungen dabei wie in einem realen Workshop-Raum. So sei der gesamte Körper aktiv. Ein letzter Proband differenziert, dass das Tool vor allem für Situationen, in denen man interaktiv mit Bewegungen etwas machen müsse, gut sei.

Sechs weitere Aussagen wurden der Sub-Kategorie *Begeisterung* zugeordnet. In dieser Kategorie wurden Aussagen gesammelt, welche die Aktivierung mit positiven emotionalen Bewertungen beschreiben. So mache das Tool laut einem Probanden Spaß. Vor allem die Eingewöhnungsphase sei sehr spannend. Aber auch später würde dies anhalten, da man die Personen vom Bildschirm hole. Auch ein weiterer Proband beschreibt die Erfahrung als spielerisch und spacig, was zu viel Spaß geführt habe. Dabei habe das AR-Tool einen ganz eigenen Charme und sei anders als das normale Arbeitsmedium. Ein weiterer Proband beschreibt, dass die Leute motivierter seien und eine gute Stimmung während der Nutzung des Tools existiere. In Summe sei das Meeting lebendiger gewesen. Von animierten Nutzern spricht auch ein weiterer Proband, welcher beobachtet haben will, dass die Nutzer immer eigenständig auf Post-its geschrieben haben. Dies müsse man sonst bewusst fordern. Diese Passivität vor einem Bildschirm werde gebrochen durch die Bewegung durch den Raum, was zu Spaß führt und eine Interaktivität mitbringt. Ein weiterer Proband beschreibt die Erfahrung, in einem solchen Raum zu sein, als positiv wahnsinnig. So habe er bei jedem einen Begeisterungseffekt gespürt, was zu einer positiven Grundstimmung geführt hat.

In die Sub-Kategorie *Schafft Atmosphäre* wurden fünf Aussagen einsortiert, welche die Arbeitsweise mit mehr Bewegungen auf die Situation beziehen. So existiere laut einem Probanden in einem Workshop-Raum immer eine besondere Atmosphäre, ausgelöst durch die Bewegungen und das gesamte Setting. Dabei bringe das Tool hier wieder jene Vorteile, welche das kreative Arbeiten

unterstützen, weil es die Abwechslung zum Schreibtisch sei. Auch ein weiterer Proband beschreibt das andere Set-up im Vergleich zum Schreibtisch als Auslöser für eine andere Einstellung. Vor allem für ein Teambuilding oder eine Retrospektive sei das wichtig, damit die Leute Lust haben, mehr mitzuarbeiten. Auch ein dritter Proband bewertet den Unterschied zum Sitzen vor dem Laptop als Grund für eine andere Atmosphäre, wodurch man lache und Spaß empfinde. Ein anderer Proband beschreibt vor allem das freie Bewegen als Auslöser für eine persönliche Wohlfühlatmosphäre.

Drei Aussagen wurden der Sub-Kategorie *Führt zu Erlebnissen* zugeordnet. Hier finden sich Aussagen wieder, welche beschreiben, dass der aktivierende Aspekt Erlebnisse schafft, welche in Videokonferenz-Tools nicht möglich wären. So habe man sich im AR-Tool gegenseitig geholfen, weil man gemerkt hat, wenn ein Kollege Probleme hat. Dies würde man sonst in Teams nicht bemerken. Ein weiterer Proband beschreibt vor allem das Teambuilding als großen Vorteil des Tools. So könne man Sachen zusammen erleben und spielen. Dabei gebe es Erfolgserlebnisse, welche das Team zusammenwachsen lassen. Ein weiterer Proband beschreibt das Experimentieren und die Gamification als Hebel, um Muster der Zusammenarbeit zu durchbrechen.

Zwei letzte Aussagen wurden der Sub-Kategorie *Regt zum Teilnehmen an* zugeordnet. Dabei wurde eine Aussage kategorisiert, welche beschreibt, dass die Eingriffsmöglichkeiten des AR-Tools dafür sorgen, dass die Teilnehmer mehr am Meeting teilnehmen als in Teams. Ein weiterer Proband beschreibt zusätzlich, dass man auch aktiver mit der Stimme teilnehmen würde und Diskussionen deshalb aktiver verlaufen würden.

Räumlicher Sound

Mit 24 Aussagen wurde die Hauptkategorie *Räumlicher Sound* gebildet. Hier wurden alle Aussagen vereint, welche sich auf den räumlichen Klang der Stimmen beziehen, welche durch die Funktion des Spatial Sounds ermöglicht wurde. Aus dieser Hauptkategorie konnten anschließend drei Sub-Kategorien herausdestilliert werden.

Mit 13 Aussagen bildet die größte Sub-Kategorie hier jene der *Verortung*. Dabei wurden Aussagen gesammelt, welche beschreiben, wie der räumliche Sound dazu diene, Teilnehmer eines Meetings räumlich zu identifizieren. So berichtet ein Proband, dass er anhand des Sounds hören konnte, wo jemand steht, was ihm wiederum erlaubte, sich dem Sprecher zuzuwenden. Auch ein weiterer Proband beschreibt das Identifizieren anderer Personen im Raum anhand des Sounds. Ein weiterer Proband beschreibt auch, das Phänomen des Zuwendens zum Sprecher, was seiner Meinung nach auch die Gruppenarbeit verbessere. Für einen Probanden erzeugt der räumliche Sound eine „andere“ Zusammenarbeit, weil das Meeting kommunikativer sei. Man würde wirklich zu der Person hinübergucken, welche gerade spricht. Auch ein weiterer Proband beschreibt ein Gefühl des Zusammenarbeitens, welches durch den räumlichen Sound entsteht. Ein Proband beschreibt, wie die auditive Information ausreiche, um den Sprecher zu identifizieren. So brauchte er keine zusätzliche visuelle Information, wer gerade spricht. Ein Proband beschreibt dabei sogar eine Art Gespür, welches darüber entstehe, wer gerade spricht. Ein weiterer Proband beschreibt im Zusammenhang mit dem räumlichen Sound auch, wie die Stimme realer übertragen wird, wodurch man die Leute im Raum lokalisieren kann. Für einen Probanden führe der räumliche Sound manchmal zu Überraschungen, weil man visuell nicht bemerkt hatte, dass sich eine Person bewegt hat.

Der Hauptkategorie *Räumlicher Sound* wurden auch Aussagen zugeordnet, welche sich auf *Breakout Rooms* (Sub-Kategorie mit sechs Aussagen) beziehen, weil diese durch die gleiche technische Lösung realisiert sind. So berichtet ein Proband, dass spontane Breakout Rooms gut wären. Ein weiterer Proband beschreibt die erlebten Breakout Rooms als Vorteil, weil man nur durch den Sound im AR-

Tool getrennt ist. Visuell könne man noch immer sehen, was die anderen Teilnehmer des Meetings gerade machen. Auch, dass Töne, wie z. B. der Timer trotz Breakout Rooms für alle Teilnehmer gleichzeitig zu hören waren, sei ein Vorteil. Die Einrichtung von Breakout Rooms sei laut zwei Probanden dabei im AR-Tool einfacher als in Teams. Auch für kurze Zweier-Sessions sei dies laut einem weiteren Probanden gewinnbringend.

Fünf weitere Aussagen der Kategorie *Allgemeiner Eindruck* geben diverse Aussagen zum Erlebnis des räumlichen Sounds wieder. Dabei sei es ein einfach ein positives Audioerlebnis gewesen. Laut eines weiteren Probanden sei die Qualität des Sounds besser gewesen als in Teams. Der gute Sound führe laut eines weiteren Probanden dazu, dass die Avatare lebendig werden. Es sei dabei wie im Kino: Wenn der Sound gut ist, sei auch die Immersion in dem Film gut. Laut eines weiteren Probanden hat der gute Sound auch dazu geführt, dass man sich weniger alleine und mehr mit den anderen Personen zusammen gefühlt hat.

Neue Ideen

In 21 Aussagen formulierten die Probanden, inspiriert von ihrer Erfahrung, eigene Ideen, wie man das AR-Tool verbessern könnte. Diese Aussagen wurden in der Hauptkategorie *Neue Idee* gesammelt und anschließend in vier Sub-Kategorien aufgeteilt.

Neun Aussagen konnten identifiziert werden, welche sich neue Funktionen wünschen oder neue Funktionen beschreiben. Diese wurden in der Sub-Kategorie *Funktionen* zusammengeführt. Viele Probanden erwähnen hier Ideen rund um die verwendeten virtuellen Post-its. So wünscht sich ein Proband weitere Methoden zur Eingabe von Informationen in das AR-Tool, über z. B. das Bemalen und Abfotografieren eines physischen Post-its. Ein weiterer Proband wünscht sich ebenfalls für einen Post-it das einfache Highlighten dieses für alle Teilnehmer. Erneut für den Post-it wünscht sich ein Proband die automatische Ausrichtung zu einem selbst. In eine gleiche Richtung geht die Aussage eines anderen Probanden, welcher sich jedoch die Ausrichtung eines Post-its zu anderen Objekten, z. B. dem Whiteboard wünscht. Ein anderer Proband hätte gerne eine automatische Schriftgröße für den Text auf Post-its. Ein weiterer Proband wünscht sich bei der vorgeführten Cluster-Funktion zusätzlich das Einfärben der Post-its anhand der Cluster. Wie bei Teams wünscht sich ein weiterer Proband eine Chatfunktion für einen Austausch neben dem Meeting.

Sieben weitere Aussagen wünschen sich eine Anbindung des AR-Tools an bestehende Software. Diese Aussagen wurden in der Sub-Kategorie *Andere Tools anbinden* zusammengeführt. So sei das Übertragen von Inhalten, welche sonst außerhalb des Meetings existieren, über z. B. ein Konverter-Tool wichtig. Vor allem PowerPoint-Folien seien im betrachteten Unternehmen ein Standard-Kommunikationsmittel. Ein weiterer Proband wünscht sich zudem auch eine Möglichkeit, Inhalte aus dem Meeting nach außen zu übertragen. So könne man automatisch Kanban Tickets in einem Tool erstellen, wenn ein Post-it erstellt wird. Dies wünscht sich auch ein weiterer Proband, der gerne auch im angeschlossenen 2D-Tool Post-its verschieben und anpassen können würde. Man bräuchte so nicht immer die Brille aufziehen, um Inhalte zu sehen. Ein weiterer Proband wünscht sich eine ähnliche Funktion, bei der man per Knopfdruck alles an ein Kanban Tool senden kann. Da die Nachbereitung von Workshops immer in einer 2D-Umgebung stattfinden werde, bräuchte es laut einem Probanden eine Möglichkeit, den Output des Meetings in vollwertiger Qualität darstellen zu können.

Drei Aussagen greifen die Idee verschiedener Räume für verschiedene Aufgaben auf. Diese wurden in der Sub-Kategorie *Verschiedene Räume* mit drei Aussagen gesammelt. So könne man sich im AR-Tool für jedes Projekt einen Raum erstellen und dort Folien an die Wand hängen. Man könne immer da weitermachen, wo man zuletzt aufgehört hat und den Raum für alle Termine nutzen. In eine andere

Richtung geht die Idee eines Probanden, welcher gerne Templates für verschiedene Räume hätte. So könne man Räume für ein kreatives Arbeiten oder ein echtes Büro auf Knopfdruck laden. Auch für die Orientierung seien vorpräparierte Räume eine gewinnbringende Ergänzung. Darüber hinaus könnte man auch eine Kaffeetheke für virtuelle Kaffeepausen anbieten.

Es konnten auch zwei Aussagen identifiziert werden, welche sich explizit auf den Alltag eines Ingenieurs beziehen. Diese wurden in der Sub-Kategorie *Engineering* zusammengetragen. So könne man über die Brille auch im Homeoffice z. B. UI-Inhalte eines Fahrzeugcockpits visualisieren, welche bisher eine physische Sitzkiste verlangen. Ein weiterer Proband wünscht sich zudem das Anbinden eines PDM-Systems, um auf der Brille CAD-Inhalte visualisieren zu können. Dabei müsse es aber möglich sein, generische Bearbeitungen an den Inhalten mit z. B. Schnitten zu vollziehen.

Integration von Objekten

Mit der Hauptkategorie *Integration von Objekten* wurde eine Kategorie gebildet, welche Aussagen vereint, die die im AR-Tool integrierten Objekte bewerten. Dabei wurden 20 Passagen dieser Hauptkategorie zugeordnet und diese in fünf Sub-Kategorien aufgeteilt.

Mit der Sub-Kategorie *Visueller Aspekt* wurden Aussagen gesammelt, welche die optische Erscheinung der integrierten Objekte beschreiben. Dabei wurden neun Aussagen dieser Kategorie zugeordnet. So sei die Visualisierung über 3D-Objekte (z. B. das Retrospektiven Schiff) sehr gut gewesen, wobei die Visualisierungen selbst eine eigene Stimmung für das Meeting schaffen. Ein anderer Proband beschreibt die gleiche Visualisierung als Abwechslung und cool, welche zu einem guten Output beigetragen habe. Auch ein weiterer Proband beschreibt das Retrospektiven Schiff als Überraschung. Insgesamt habe man laut einem weiteren Probanden viele Möglichkeiten gehabt, Workshops in dem AR-Tool durchführen zu können, um ein gemeinsames Verständnis zu erzeugen. Ein weiterer Proband wünscht sich dabei noch weitere visuelle Möglichkeiten mit z. B. dem Skizzieren in 3D. Ebenfalls ein weiterer Proband wünscht sich, Visualisierungen einzeln vorbereiten zu können und diese auf Knopfdruck zu laden, damit die Moderation besser unterstützt wird.

Mit der Sub-Kategorie *Weitere Templates* wurden vier Aussagen gesammelt, welche sich über das Retrospektive Schiff hinaus noch weitere Templates wünschen, die man auf Knopfdruck laden kann. So sei das Boot sehr gut gewesen, müsse aber mit weiteren Templates erweitert werden. Diese müssen nicht unbedingt 3D-Templates sein, sondern könnten auch Post-its darstellen. Ein weiterer Proband beschreibt eine Art Katalog mit Vorlagen, sodass die Erstellung eines Workshops weniger Zeit brauche. Aktuell sei dies im AR-Tool aufwendiger als in Teams. Auch ein weiterer Proband beschreibt, dass es für andere Use Cases andere Templates brauche. Dabei sei es vor allem für den Scrum Master laut eines weiteren Probanden ein Vorteil bei der Vorbereitung.

Vier Aussagen beziehen sich auf den räumlichen Aspekt der Visualisierung. Diese Aussagen würden in der Sub-Kategorie *Räumlicher Eindruck* vereint. So sei das Bewegen um 3D-Objekte beeindruckend und eine Steigerung zur Visualisierung in 2D. Laut einem weiteren Probanden sei genau die Dreidimensionalität ein Vorteil gegenüber Teams. Ein weiterer Proband habe auch bemerkt, dass die Teilnehmer mit dem dreidimensionalen Retrospektiven Schiff deutlich motivierter waren während der AR-Session mit Screenshare. Bei Ersterer seien die Probanden dabei aktiver gewesen.

Zwei Aussagen bewerten die Visualisierung über das betrachtete Szenario hinaus. Diese Aussagen würden in der Sub-Kategorie *Für manche Use Cases wertvoll* zusammengefasst. So mache es Sinn, das Tool vor allem für Zwecke einzusetzen, wo visuelle Objekte betrachtet werden (z. B. CAD-Besprechungen) oder wo die Methodik es verlangt. Im Alltagsgeschäft sei es dagegen nicht hilfreich.

Ein weiterer Proband fordert, über den Post-it hinauszugucken und noch mehr mit dem Tool auszuprobieren.

Ein Proband berichtet bei Nutzung von Visualisierungen den Verlust von Struktur. Diese Aussage wurde der Sub-Kategorie *Wenig Struktur* zugeordnet. Dabei seien die Objekte manchmal chaotisch im Raum sortiert gewesen. Der Proband vermisste hier eine Orientierung, die mehr Struktur gibt.

Sammeln

Bewusst durch den Versuchsleiter abgefragt, konnten 16 Aussagen gesammelt werden, welche die Phase *Sammeln* bewerten und in diese Hauptkategorie einsortiert wurden. Die Aussagen konnten in fünf Sub-Kategorien aufgeteilt werden.

Sechs Aussagen beziehen sich auf den Eindruck, einen guten Überblick über die Informationen im Meeting zu haben. Diese Aussagen wurden in der Sub-Kategorie *Gesamten Überblick haben* zusammengeführt. So könne man im AR-Tool, wie in einem realen Workshop, an der Wand mit Post-its vorbeilaufen und sich einen Überblick verschaffen. Dies sei zwar nicht so ideal wie in real, aber besser als auf einem Infinity-Whiteboard. Auch ein weiterer Proband beschreibt den Überblick mit dem AR-Tool im eigenen Wohnzimmer als besser wie auf einem Infinity-Whiteboard. So müsse man nur in eine Richtung gucken und habe alle Post-its im Blick. Ein Proband beschreibt dabei das Gefühl als freier. Ein weiterer Proband beschreibt, wie er durch das Schauen in verschiedene Richtung entscheiden konnte, was er betrachtet. Das sei intuitiver als auf einem Infinity-Whiteboard mit den Funktionen des Scrollens und Suchens. Auch sei bei Infinity-Whiteboards, laut eines weiteren Probanden, immer das Problem vorhanden, dass die Ansicht nicht zu klein sein darf, damit man noch alles lesen kann. Dies beschränke aber die Größe der Fläche. Im AR-Tool habe man dagegen den gesamten Raum und könnte überall sammeln. Auch ein weiterer Proband beschreibt, wie er in einem Infinity-Whiteboard oft scrollt und sucht, weil man nicht alles sehe. Im AR-Tool könne man einfach zu einem Post-it herüberlaufen und schnell schauen, was jemand geschrieben hat. Das erlaube, schnell einen Überblick zu bekommen und bereite auf die Cluster-Phase vor.

Vier Aussagen berichten Synchronisationsprobleme bei anderen Tool bzw. das nicht Vorhandensein dieser im AR-Tool. Diese Aussagen wurden in der Sub-Kategorie *Synchronisation, Alles direkt sehen* zusammengeführt. So gebe es laut einem Probanden im Tool schlicht keine Synchronisationsprobleme. Ein anderer Proband berichtet, dass diese bei Infinity-Whiteboards oft ein Problem seien. So sehe das Board bei jemand anderem anders aus, als bei sich selbst. Dies sei im Tool viel besser, weil man direkt sehen könne, wenn eine Person einen Post-it bewegt. Man könne sie dabei direkt beobachten und kommentieren. Auch ein weiterer Proband beschreibt, wie die Synchronisation im AR-Tool viel einfacher funktioniert: So sehe jeder direkt, was aktuell ist.

Mit vier Passagen konnten Aussagen gefunden werden, welche beschreiben, wie Nutzer bei anderen Nutzern während der Sammeln-Phase mitgelesen haben. Diese Aussagen wurden in der Sub-Kategorie *Schauen bei anderen* gesammelt. So könne man ähnlich zu Infinity-Whiteboards direkt bei anderen sehen, was sie geschrieben haben. So könne man Doppelnennungen vermeiden und man würde damit bereits das Clustern verbessern. Auch ein weiterer Proband beschreibt das gleiche Phänomen und erläutert, dass dies die Transparenz verbessere. Auch ein weiterer Proband nennt die gesteigerte Transparenz dieses Lesens bei anderen als Vorteil.

Eine Aussage kritisiert das Sammeln im AR-Tool als *Langsamer* (Sub-Kategorie). So sei das Sammeln auf einem Infinity-Whiteboard im Gegensatz die Highspeed Variante, aber trotzdem sei es im AR-Tool nicht schlechter, weil man die Dreidimensionalität habe.

Eine Aussage lobt zudem die *Spracheingabe* (Sub-Kategorie) des AR-Tools für das Sammeln. Diese mache das Beschriften von Post-its viel einfacher.

Interaktionen

Ebenfalls durch den Interviewleitfaden bewusst angesprochen, wurde das Feld der Interaktionen. Die daraus abgeleitete Hauptkategorie umfasst 14 Aussagen, welche in drei Sub-Kategorien verfeinert wurden.

Sechs Aussagen beschreiben dabei ein *Gemeinsames Interagieren* (Sub-Kategorie) mit dem Fokus der Interaktion zwischen Personen. So könne man mit mehreren Personen gemeinsam an Dingen interagieren. Auch ein weiterer Proband beschreibt, wie man direkt Eingriff auf die Inhalte von anderen nehmen könne und dabei gemeinsam physisch an etwas arbeiten könne. Auch ein weiterer Proband beschreibt die Interaktion als untereinander. Ein anderer Proband beschreibt die Interaktion dabei ebenfalls als zwischen den Menschen, was gut sei. Auch ein weiterer Proband beschreibt das hin und her hängen von Post-its als Interaktion miteinander, welche besser funktioniere.

Eine der Hauptinteraktionen während der Nutzung des AR-Tools ist das Bewegen von Objekten. Fünf Aussagen beschreiben diesen Sachverhalt in der Sub-Kategorie *Schnell etwas bewegen*. So beschreibt ein Proband, dass man im AR-Tool schnell etwas greifen könne, um etwas zu zeigen. Auf Infinity-Whiteboards bräuchte man dafür immer einen Laser Pointer. Auch aus der Ferne sei laut eines weiteren Probanden das Interagieren mit Objekten dank des Farpointers schnell. Es entstehe laut einem Probanden das Gefühl, beieinander zu sitzen und Dinge anzufassen und zu bewegen. Dabei sei es auch laut eines weiteren Probanden deutlich angenehmer, Dinge zu verschieben als auf einem Infinity-Whiteboard.

Drei weitere Aussagen bewerten die Interaktion losgelöst als *Positiv* (Sub-Kategorie). So hat einem Probanden das Interaktive sehr gefallen. Zusätzlich motiviere das Interagieren und es sei laut einem Probanden immer der Reiz präsent, etwas Neues auszuprobieren. Auch ein weiterer Proband beschreibt das Interagieren als Spaß und mit einer positiven Auswirkung auf die Ergebnisse.

Fokus

Elf Aussagen sprechen den Aspekt an Fokussiert zu sein. Diese Aussagen wurden in der Hauptkategorie *Fokus* gesammelt und in zwei Sub-Kategorien weiter aufgeteilt.

Mit acht Aussagen berichten die Probanden dabei vor allem den Fokus auf das Meeting. In der Sub-Kategorie *Man ist fokussiert auf das Meeting* berichten die Probanden dabei, dass man in Teams oft E-Mails parallel zum Meeting bearbeite und schnell abdriftet. Dies würde man in einem realen Termin nie so machen. Im AR-Tool wäre man dagegen wieder fokussierter und mehr in den Termin involviert, ähnlich zum realen Termin. Ein weiterer Proband beschreibt, wie man am Anfang zwar von dem Tool abgelenkt sei, nach einer Zeit aber im Tool und im virtuellen Raum drin und fokussiert wäre. Dabei sei man in einem abgekapselten Raum und deshalb vor allem fokussiert. Laut eines weiteren Probanden sei die Gefahr im AR-Tool nicht so hoch, dass Personen andere Dinge parallel tun oder am Handy spielen, als wenn sie am PC sitzen, weil der Fokus höher ist. Ein anderer Proband beschreibt, dass die Leute sich im AR-Tool hauptsächlich auf das Thema fokussieren würden. Dadurch sei jeder die ganze Zeit engagiert und voll bei der Sache, was sich in direkten Reaktionen auf Impulse äußere. Auch die Tatsache, dass man im AR-Tool nicht auf stumm gestellt ist, sei laut einem weiteren Probanden ein Grund, warum man die ganze Zeit in Gesprächen mit anderen ist. Auch sehe man, wenn jemand kurz am Handy sei oder an den Laptop gehe durch die Körpersprache der

Avatare. Dies habe man vereinzelt bemerkt, aber die meiste Zeit waren die Personen fokussiert beim Termin. Das sei der große Vorteil vom AR-Tool.

In drei weiteren Aussagen formulieren die Probanden aber auch, dass sie durch das Tool ihren eigenen Fokus bewusst setzen konnten. Diese Aussagen wurden in der Sub-Kategorie *Eigenen Fokus setzen* gesammelt. So schaue man in einem Videokonferenz-Tool oft zwischen dem Screenshare und den Videofeeds der anderen hin und her, obwohl man das selber nicht möchte. Im AR-Tool sei dies besser, weil man sich bewusst einer Folie oder einer Person zuwenden kann. Man könne dadurch selber wählen, wo der Fokus läge. Aber auch beim Sammeln beschreibt ein anderer Proband dieses Phänomen. So könne man entweder seine eigenen Post-its schreiben oder sich den Post-its anderer zuwenden und schauen, was andere geschrieben haben. Auch hier sei auf einem Infinity-Whiteboard ein unbewusstes Springen der Aufmerksamkeit sonst unvermeidbar.

Virtueller Raum

Mit zehn Aussagen machten die Probanden Aussagen zum virtuellen Raum. Die Hauptkategorie *Virtueller Raum* vereint diese Aussagen und differenziert sie weiter in zwei Sub-Kategorien.

Sieben dieser Aussagen beziehen sich auf den *Überblick* (Sub-Kategorie), welchen der virtuelle Raum ermöglicht. Dabei sollen Zettel einfach im virtuellen Raum verschoben und verteilt werden können. Auch beim Clustern biete der virtuelle Raum viel Platz laut eines weiteren Probanden. Ein anderer Proband bezeichnet diese Möglichkeit des einfachen Hinhängens als Spielraum, welchen das AR-Tool eröffne. Auch die Anordnung des virtuellen Raums verbessere den Überblick. Über 90 Grad zueinander angeordnete Whiteboards könne man gezielt Inhalte fokussieren. Laut eines weiteren Probanden müsse man manchmal aber auch zwei oder drei Schritte zurückgehen, um einen Überblick über alle Inhalte inklusive der Personen zu bekommen.

Es ist zudem möglich, den virtuellen Raum zu organisieren. In der Sub-Kategorie *Aufteilen* wurden drei Aussagen gesammelt, die beschreiben, wie der virtuelle Raum bewusst genutzt wurde. So könne man im virtuellen Raum verschiedene Bereiche definieren, die dazu dienen, verschiedene Aspekte zu sammeln. Ein weiterer Proband beschreibt, dass die verschiedenen Ecken des virtuellen Raums aber auch für ganz verschiedene Sachen genutzt werden könnten. Dabei komme die Situation mit verschiedenen Boards im virtuellen Raum laut einem Probanden einer realen Workshop-Situation sehr nahe.

Ordnen

Zehn Aussagen beziehen sich auf die durch den Interviewleitfaden eingeführte Phase *Ordnen/Clustern* (Hauptkategorie). Die Kategorie wurde in zwei Sub-Kategorien verfeinert.

Sieben dieser Aussagen sprechen dabei einen Aspekt an, der unterschiedlich beschrieben wird. Zusammenfassend wurde deshalb die Sub-Kategorie *Transparent/ Überblick/ Platz* gebildet. Durch die dreidimensionale Darstellung habe man dabei einen besseren Überblick während des Clusters. Ein weiterer Proband beschreibt auch das dreidimensionale Anordnen von Dingen als neue Möglichkeit des Ordners. Ergänzt wird dies durch einen dritten Probanden, der beschreibt, dass man durch den dreidimensionalen Raum das Gefühl hat, mehr Platz im Vergleich zu einem zweidimensionalen Raum auf dem Bildschirm zu haben. Dies vereinfache das Clustern. Auch ein weiterer Proband beschreibt das Clustern als einfacher, weil man mehr Raum und damit mehr Fläche habe. Jedoch sei es auch schwer, sich einen Überblick zu verschaffen, wenn der Raum voll ist. Mittels Bewegungen könne man sich laut eines weiteren Probanden aber einen guten Überblick verschaffen. Auch sehe man im AR-Tool immer, wenn jemand Post-its schiebt oder sortiert. In Infinity-

Whiteboards würden oft mehrere Personen versuchen, einen Post-it zu verschieben, was zu Chaos führe. Das Tool gebe hier eine klare Struktur vor und sollte auch für Gruppen von mehr als sechs Personen gut funktionieren.

Drei Aussagen im Rahmen des Clusters beziehen sich auf das einfache Bewegen von Inhalten. Diese Aussagen wurden in der Sub-Kategorie *Einfach zu bewegen* gesammelt. So seien die Leute beim Clustern eigenmotiviert im Raum herumgelaufen und hätten Post-its angefasst. Laut eines anderen Probanden funktioniert das Clustern dabei besser als in einem Infinity-Whiteboard, weil man Sachen im AR-Tool lieber herumschiebe. Ein weiterer Proband bezeichnet die Post-its dabei als wirkliche Post-its, die man von A nach B schiebe. Dies sei mit dem AR-Tool viel angenehmer.

Verbale Kommunikation

Mit fünf Aussagen nehmen die Probanden auch Bezug auf die *Verbale Kommunikation* (Hauptkategorie) im AR-Tool. Die Aussagen wurden in zwei Sub-Kategorien weiter aufgeteilt.

Drei Probanden ist dabei eine Besonderheit aufgefallen, sobald zwei Personen parallel gesprochen haben. Die Aussagen wurden in der Sub-Kategorie *Zwei sprechen parallel* sortiert. So habe man sich im AR-Tool weniger unterbrochen. In Microsoft Teams komme es häufiger vor, dass zwei Personen gleichzeitig sprechen wollen. Aber im AR-Tool kam dies laut dem Probanden kein einziges Mal vor, obwohl die Mimik fehle. Ein anderer Proband habe bemerkt, dass es sich über die Lautstärke automatisch selbst geregelt hätte, wenn zwei Personen gleichzeitig sprechen. Ein dritter Proband bemerkt ebenfalls, dass sich im AR-Tool nie zwei ins Wort gefallen seien, was in Videokonferenztools häufiger passieren würde.

Laut weiterer zwei Aussagen sei auch der *Redefluss besser* (Sub-Kategorie) im AR-Tool. So sei es im AR-Tool natürlicher miteinander zu sprechen – so als sei man in einem Raum miteinander. In Videokonferenz-Tools warte man oft bis einer die Hand hebt. Im AR-Tool sei dagegen wenig Stille entstanden. Auf Fragen wurde direkt geantwortet. Insgesamt habe das Tool einen realen Workshop besser repräsentiert. Ein anderer Proband bemerkt, dass man sich mehr auf das Gesprochene konzentriert habe und deshalb immer sehr klar kommuniziere.

Maßnahmen ableiten

Vier Aussagen lassen sich der Phase der Maßnahmen ableiten zuordnen, welche ebenfalls bewusst durch den Interviewleitfaden abgefragt wurde. Die Aussagen wurden anschließend in zwei Sub-Kategorien aufgeteilt.

Dabei bemängelt zwei Aussagen die fehlende Dokumentation am Ende der Retrospektive. Diese Aussagen wurden in der Sub-Kategorie *Dokumentation fehlt* zusammengetragen. Dabei fehlt einem Probanden ein Export in guter Qualität, welche im Arbeitsalltag genutzt werden kann. Aktuell müsse man laut eines weiteren Probanden immer an einen Screenshot denken, wenn man eine Dokumentation erstellen will. Ansonsten vergisst man den Übertrag.

Im Vergleich zum klassischen Vorgehen wird in zwei Aussagen *Kein Unterschied* (Sub-Kategorie) beim AR-Tool in der Phase Maßnahmen ableiten festgestellt. Dies wird durch zwei Probanden durch ähnliche Aussagen deutlich.

Bewertung

Drei Aussagen beschreiben ebenfalls die Phase der Bewertung. Dabei beschreiben alle Aussagen die Bewertung als Diskussion. So sei diese Phase eine Unterhaltung, in der die Gestik wichtig ist. Hier habe das AR-Tool einen Nachteil. Trotzdem sehe man, wer bei Diskussionen aktiv dabei ist. Auch

die Post-its, so ein anderer Proband, strukturieren den Dialog beim Bewerten. Ein anderer Proband schreibt dem Tool dagegen wenig Positives zu, da in der Phase hauptsächlich gesprochen wurde.

Einstieg

Drei Aussagen bewerten gesondert den Start mit dem AR-Tool. Diese wurden in der Hauptkategorie *Einstieg* gesammelt und nicht weiter differenziert. So sei der Einstieg in das Tool grundsätzlich gut vorbereitet gewesen. Auch die Bedienung der Brille und Oberfläche sei laut eines anderen Probanden sehr intuitiv gewesen. Ein weiterer Proband war sogar überrascht, wie gut und intuitiv das Tool funktioniert hat. Man merke noch ein paar Probleme, aber in Summe könne man das Tool bereits gut nutzen.

Challenge 1: SIN-Obelisk

Jeder von euch erhält am Ende dieser Aufgabenbeschreibung einige Informationen, die sich von den Informationen der anderen unterscheiden. Eure Aufgabe ist es, die bruchstückhaften Informationen zusammenzutragen, zu ordnen und gemeinsam zu diskutieren, wie ihr folgendes Rätsel lösen könnt:

„In der alten Stadt Atlantis wurde zu Ehren der Göttin Onra ein SIN, ein massiver rechteckiger Obelisk, gebaut. Das Bauwerk wurde in weniger als zwei Wochen vollendet.

Eure Aufgabe ist es nun, herauszufinden, an welchem Tag der Obelisk fertiggestellt wurde.

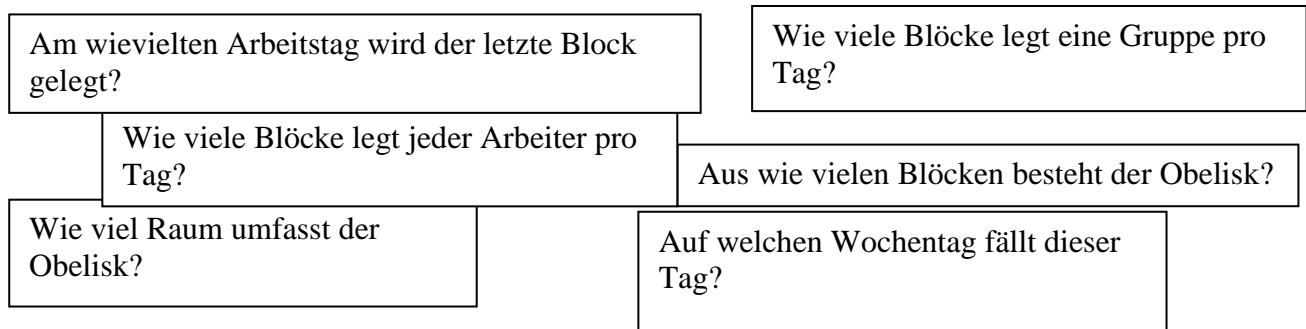
Ihr habt dafür **40 min Zeit**, je schneller, desto besser.“

Außerdem wird es einen Moderator geben, der gegebenenfalls Anweisungen oder Hinweise geben kann.

Zum Ablauf: Die Challenge soll in **vier Phasen** gelöst werden.

- Phase 1: Jeder *sammelt* die ihm bereitgestellten Informationen auf verschiedenen Post-its und stellt diese im Anschluss kurz den anderen Teilnehmenden vor.
- Phase 2: Zusammen sollen die Informationen nun *geordnet* werden. Das heißt ihr diskutiert und interagiert, um die Post-its nach Themen / Zusammenhängen / Abhängigkeiten zu clustern und zu strukturieren.
- Phase 3: Im Folgenden erstellt ihr eine Rangreihenfolge/Prioritätenliste, d.h. ihr diskutiert und *bewertet* die einzelnen Themen nach ihrer Relevanz, also was angelehnt an die Teilaufgaben zuerst gelöst werden muss.
- Phase 4: Abschließend geht es darum, entsprechende *Lösungen abzuleiten* für die Teilaufgaben sowie für die finale Lösung. Eure Lösungen haltet ihr noch mal auf neuen Post-its fest.

An folgenden **Teilaufgaben** könnt ihr euch orientieren:



Informationen 1 – Alekus / Aleka

- Die elementare Zeiteinheit in Atlantis ist der Tag.
- Die Höhe des SIN-Obelisks beträgt 100 Ellen.
- Der SIN-Obelisk wird aus Steinblöcken zusammengesetzt.
- Der fünfte Tag der atlantischen Woche heißt Meltemi.
- 1 Arbeitstag dauert 9 Quags.
- Ein Klaster ist ein Würfel, dessen Kanten 1 antediluvialen Yard betragen.
- 8 Atlantis-Chips ergeben 1 pharaonischen Dollar.

Challenge 1: SIN-Obelisk

Jeder von euch erhält am Ende dieser Aufgabenbeschreibung einige Informationen, die sich von den Informationen der anderen unterscheiden. Eure Aufgabe ist es, die bruchstückhaften Informationen zusammenzutragen, zu ordnen und gemeinsam zu diskutieren, wie ihr folgendes Rätsel lösen könnt: „In der alten Stadt Atlantis wurde zu Ehren der Göttin Onra ein SIN, ein massiver rechteckiger Obelisk, gebaut. Das Bauwerk wurde in weniger als zwei Wochen vollendet.

Eure Aufgabe ist es nun, herauszufinden, an welchem Tag der Obelisk fertiggestellt wurde.

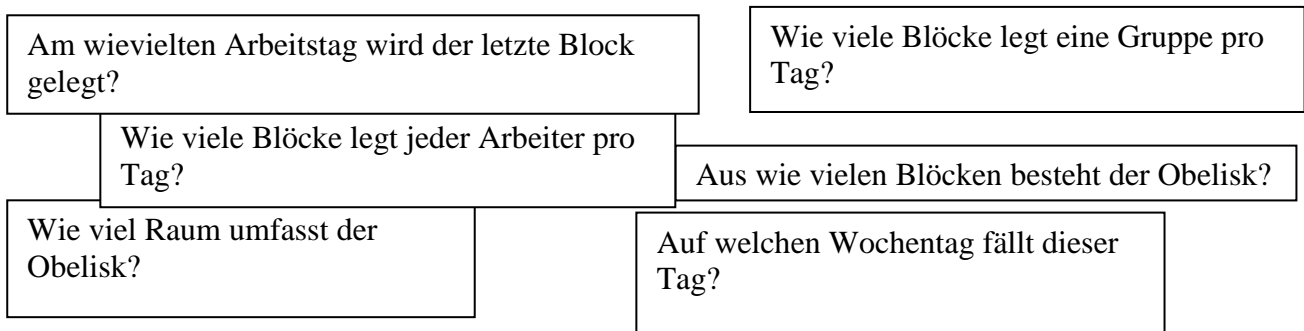
Ihr habt dafür **40 min Zeit**, je schneller, desto besser.“

Außerdem wird es einen Moderator geben, der gegebenenfalls Anweisungen oder Hinweise geben kann.

Zum Ablauf: Die Challenge soll in **vier Phasen** gelöst werden.

- Phase 1: Jeder *sammelt* die ihm bereitgestellten Informationen auf verschiedenen Post-its und stellt diese im Anschluss kurz den anderen Teilnehmenden vor.
- Phase 2: Zusammen sollen die Informationen nun *geordnet* werden. Das heißt ihr diskutiert und interagiert, um die Post-its nach Themen / Zusammenhängen / Abhängigkeiten zu clustern und zu strukturieren.
- Phase 3: Im Folgenden erstellt ihr eine Rangreihenfolge/Prioritätenliste, d.h. ihr diskutiert und *bewertet* die einzelnen Themen nach ihrer Relevanz, also was angelehnt an die Teilaufgaben zuerst gelöst werden muss.
- Phase 4: Abschließend geht es darum, entsprechende *Lösungen abzuleiten* für die Teilaufgaben sowie für die finale Lösung. Eure Lösungen haltet ihr noch mal auf neuen Post-its fest.

An folgenden **Teilaufgaben** könnt ihr euch orientieren:



Informationen 2 – Lyro / Lyra

- Der SIN besteht aus blassvioletten Blöcken.
- Der zweite Tag der atlantischen Woche heißt Neptiminus.
- In jeder Gruppe arbeiten 2 Frauen.
- Die Länge des SIN-Obelisks beträgt 50 Ellen.
- Mit welcher Seite steht der SIN nach oben?
- Jeder Steinblock ist eine Kubikelle groß.
- 1 Quag besteht aus 8 Yoghs.

Challenge 1: SIN-Obelisk

Jeder von euch erhält am Ende dieser Aufgabenbeschreibung einige Informationen, die sich von den Informationen der anderen unterscheiden. Eure Aufgabe ist es, die bruchstückhaften Informationen zusammenzutragen, zu ordnen und gemeinsam zu diskutieren, wie ihr folgendes Rätsel lösen könnt: „In der alten Stadt Atlantis wurde zu Ehren der Göttin Onra ein SIN, ein massiver rechteckiger Obelisk, gebaut. Das Bauwerk wurde in weniger als zwei Wochen vollendet.

Eure Aufgabe ist es nun, herauszufinden, an welchem Tag der Obelisk fertiggestellt wurde.

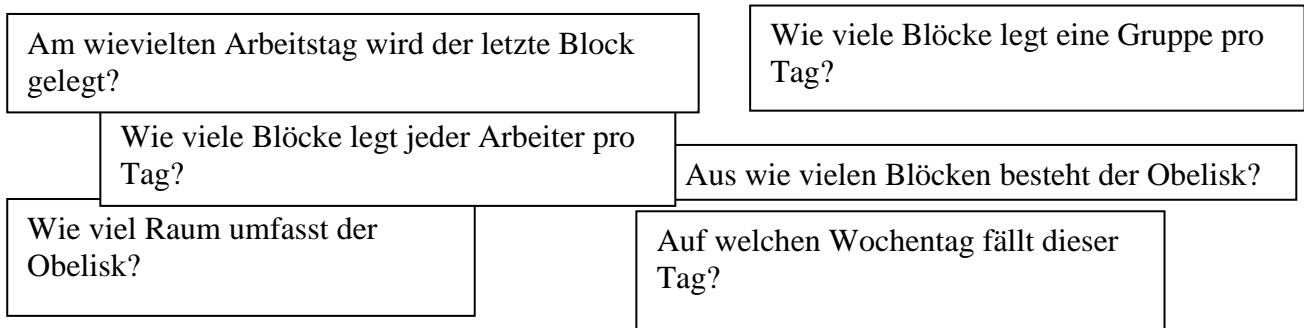
Ihr habt dafür **40 min Zeit**, je schneller, desto besser.“

Außerdem wird es einen Moderator geben, der gegebenenfalls Anweisungen oder Hinweise geben kann.

Zum Ablauf: Die Challenge soll in **vier Phasen** gelöst werden.

- Phase 1: Jeder sammelt die ihm bereitgestellten Informationen auf verschiedenen Post-its und stellt diese im Anschluss kurz den anderen Teilnehmenden vor.
- Phase 2: Zusammen sollen die Informationen nun geordnet werden. Das heißt ihr diskutiert und interagiert, um die Post-its nach Themen / Zusammenhängen / Abhängigkeiten zu clustern und zu strukturieren.
- Phase 3: Im Folgenden erstellt ihr eine Rangreihenfolge/Prioritätenliste, d.h. ihr diskutiert und bewertet die einzelnen Themen nach ihrer Relevanz, also was angelehnt an die Teilaufgaben zuerst gelöst werden muss.
- Phase 4: Abschließend geht es darum, entsprechende Lösungen abzuleiten für die Teilaufgaben sowie für die finale Lösung. Eure Lösungen haltet ihr noch mal auf neuen Post-its fest.

An folgenden **Teilaufgaben** könnt ihr euch orientieren:



Informationen 3 – Iro / Ira

- Blassviolett hat am Avgamatia eine besondere kultische Bedeutung.
- Der vierte Tag der atlantischen Woche heißt Ninildu.
- Während der Arbeitszeit befindet sich jeweils 1 Gruppe von 9 Leuten am Bau.
- Die Woche in Atlantis hat 5 Tage.
- 1 antediluviale Parasange hat 3,5 Ellen.
- Jeder Arbeiter hat insgesamt 16 Yoghs Pause.
- Der erste Tag der atlantischen Woche heißt Aquatag.

Challenge 1: SIN-Obelisk

Jeder von euch erhält am Ende dieser Aufgabenbeschreibung einige Informationen, die sich von den Informationen der anderen unterscheiden. Eure Aufgabe ist es, die bruchstückhaften Informationen zusammenzutragen, zu ordnen und gemeinsam zu diskutieren, wie ihr folgendes Rätsel lösen könnt: „In der alten Stadt Atlantis wurde zu Ehren der Göttin Onra ein SIN, ein massiver rechteckiger Obelisk, gebaut. Das Bauwerk wurde in weniger als zwei Wochen vollendet.

Eure Aufgabe ist es nun, herauszufinden, an welchem Tag der Obelisk fertiggestellt wurde.

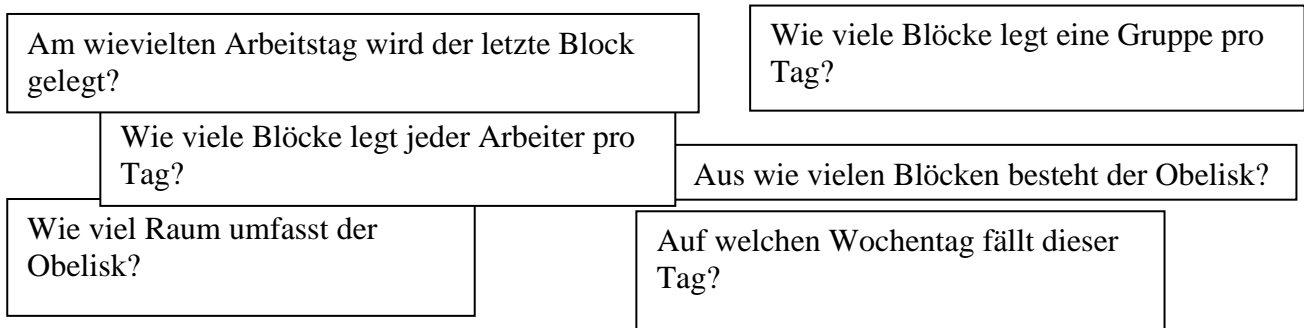
Ihr habt dafür **40 min Zeit**, je schneller, desto besser.“

Außerdem wird es einen Moderator geben, der gegebenenfalls Anweisungen oder Hinweise geben kann.

Zum Ablauf: Die Challenge soll in **vier Phasen** gelöst werden.

- Phase 1: Jeder sammelt die ihm bereitgestellten Informationen auf verschiedenen Post-its und stellt diese im Anschluss kurz den anderen Teilnehmenden vor.
- Phase 2: Zusammen sollen die Informationen nun geordnet werden. Das heißt ihr diskutiert und interagiert, um die Post-its nach Themen / Zusammenhängen / Abhängigkeiten zu clustern und zu strukturieren.
- Phase 3: Im Folgenden erstellt ihr eine Rangreihenfolge/Prioritätenliste, d.h. ihr diskutiert und bewertet die einzelnen Themen nach ihrer Relevanz, also was angelehnt an die Teilaufgaben zuerst gelöst werden muss.
- Phase 4: Abschließend geht es darum, entsprechende Lösungen abzuleiten für die Teilaufgaben sowie für die finale Lösung. Eure Lösungen haltet ihr noch mal auf neuen Post-its fest.

An folgenden **Teilaufgaben** könnt ihr euch orientieren:



Informationen 4 – Titanius / Titania

- Der dritte Tag der atlantischen Woche heißt Avgamatia.
- 1 Steinblock kostet 2 pharaonische Dollar.
- Der atlantische Tag ist unterteilt in Quags und Yoghs.
- Die Breite des SIN-Obelisks beträgt 10 Ellen.
- Jeder Arbeiter legt 150 Blöcke pro Quag.
- Nur 1 Gruppe arbeitet jeweils am Bau des SIN-Obelisks.
- Die Arbeit beginnt am Aquatag bei Tagesanbruch.

Challenge 2: XEN-Pyramidion

Jeder von euch erhält am Ende dieser Aufgabenbeschreibung einige Informationen, die sich von den Informationen der Anderen unterscheiden. Eure Aufgabe ist es, die bruchstückhaften Informationen zusammenzutragen, zu ordnen und gemeinsam zu diskutieren, wie ihr folgendes Rätsel lösen könnt:

„In der alten Stadt Luxor wurde zu Ehren des Gottes Onur ein XEN, ein massives rechteckiges Pyramidion, gebaut.

Eure Aufgabe ist es nun, herauszufinden, wie viele Dollar der Bau des Pyramidions gekostet hat.

Ihr habt dafür **40 min Zeit**, je schneller, desto besser.“

Außerdem wird es einen Moderator geben, der gegebenenfalls Anweisungen oder Hinweise geben kann.

Zum Ablauf: Die Challenge soll in **vier Phasen** gelöst werden.

- Phase 1: Jeder sammelt die ihm bereitgestellten Informationen auf verschiedenen Post-its und stellt diese im Anschluss kurz den anderen Teilnehmenden vor.
- Phase 2: Zusammen sollen die Informationen nun geordnet werden. Das heißt ihr diskutiert und interagiert, um die Post-its nach Themen / Zusammenhängen / Abhängigkeiten zu clustern und zu strukturieren.
- Phase 3: Im Folgenden erstellt ihr eine Rangreihenfolge/Prioritätenliste, d.h. ihr diskutiert und bewertet die einzelnen Themen nach ihrer Relevanz, also was angelehnt an die Teilaufgaben zuerst gelöst werden muss.
- Phase 4: Abschließend geht es darum, entsprechende Lösungen abzuleiten für die Teilaufgaben sowie für die finale Lösung. Eure Lösungen haltet ihr noch mal auf neuen Post-its fest.

An folgenden **Teilaufgaben** könnt ihr euch orientieren:

Wie viel kostet der Bau des Pyramidions insgesamt (in Dollar)?

Wie viel Material wird für das Pyramidion benötigt?

Wie lange arbeitet jeder Arbeiter pro Tag?

Wie viel kostet das Material für das Pyramidion insgesamt (in Dollar)?

Wie viel Lohn muss insgesamt pro Tag an die Arbeiter bezahlt werden (in Dollar)?

Wie lange wird insgesamt pro Tag am Pyramidion gearbeitet?

Informationen 1 – Alekus / Aleka

- 1 Block Zinn kostet 50 Pins.
- Das Pyramidion besteht zu 20% aus Kupfer.
- In Luxor herrscht gerade ein Mangel an Elfenbein-Blöcken.
- Das Bauwerk wurde nach genau einer Woche vollendet.
- 1 Arbeitstag dauert 10 Paghs.
- Die Pausenplätze befinden sich 10 Gehminuten entfernt vom Bau.
- 10 Pins ergeben 1 pharaonischen Dollar.

Challenge 2: XEN-Pyramidion

Jeder von euch erhält am Ende dieser Aufgabenbeschreibung einige Informationen, die sich von den Informationen der anderen unterscheiden. Eure Aufgabe ist es, die bruchstückhaften Informationen zusammenzutragen, zu ordnen und gemeinsam zu diskutieren, wie ihr folgendes Rätsel lösen könnt: „In der alten Stadt Luxor wurde zu Ehren des Gottes Onur ein XEN, ein massives rechteckiges Pyramidion, gebaut.

Eure Aufgabe ist es nun, herauszufinden, wie viele Dollar der Bau des Pyramidions gekostet hat. Ihr habt dafür **40 min Zeit**, je schneller, desto besser.“

Außerdem wird es einen Moderator geben, der gegebenenfalls Anweisungen oder Hinweise geben kann.

Zum Ablauf: Die Challenge soll in **vier Phasen** gelöst werden.

- Phase 1: Jeder sammelt die ihm bereitgestellten Informationen auf verschiedenen Post-its und stellt diese im Anschluss kurz den anderen Teilnehmenden vor.
- Phase 2: Zusammen sollen die Informationen nun geordnet werden. Das heißt ihr diskutiert und interagiert, um die Post-its nach Themen / Zusammenhängen / Abhängigkeiten zu clustern und zu strukturieren.
- Phase 3: Im Folgenden erstellt ihr eine Rangreihenfolge/Prioritätenliste, d.h. ihr diskutiert und bewertet die einzelnen Themen nach ihrer Relevanz, also was angelehnt an die Teilaufgaben zuerst gelöst werden muss.
- Phase 4: Abschließend geht es darum, entsprechende Lösungen abzuleiten für die Teilaufgaben sowie für die finale Lösung. Eure Lösungen haltet ihr noch mal auf neuen Post-its fest.

An folgenden **Teilaufgaben** könnt ihr euch orientieren:

Wie viel kostet der Bau des Pyramidions insgesamt (in Dollar)?

Wie viel Material wird für das Pyramidion benötigt?

Wie lange arbeitet jeder Arbeiter pro Tag?

Wie viel kostet das Material für das Pyramidion insgesamt (in Dollar)?

Wie viel Lohn muss insgesamt pro Tag an die Arbeiter bezahlt werden (in Dollar)?

Wie lange wird insgesamt pro Tag am Pyramidion gearbeitet?

Informationen 2 – Lyro / Lyra

- Die Spitze des XEN besteht aus Gold.
- 1 Block Kupfer kostet 100 Pins.
- In jeder Gruppe arbeitet 1 neuer Arbeiter.
- Das Pyramidion besteht zu 20% aus Elfenbein.
- Das Pyramidion zeigt in östliche Himmelsrichtung.
- Jeder Block ist einen Kubikanter groß.
- 1 Pagh besteht aus 7 Xoghs.

Challenge 2: XEN-Pyramidion

Jeder von euch erhält am Ende dieser Aufgabenbeschreibung einige Informationen, die sich von den Informationen der anderen unterscheiden. Eure Aufgabe ist es, die bruchstückhaften Informationen zusammenzutragen, zu ordnen und gemeinsam zu diskutieren, wie ihr folgendes Rätsel lösen könnt: „In der alten Stadt Luxor wurde zu Ehren des Gottes Onur ein XEN, ein massives rechteckiges Pyramidion, gebaut.

Eure Aufgabe ist es nun, herauszufinden, wie viele Dollar der Bau des Pyramidions gekostet hat. Ihr habt dafür **40 min Zeit**, je schneller, desto besser.“

Außerdem wird es einen Moderator geben, der gegebenenfalls Anweisungen oder Hinweise geben kann.

Zum Ablauf: Die Challenge soll in **vier Phasen** gelöst werden.

- Phase 1: Jeder sammelt die ihm bereitgestellten Informationen auf verschiedenen Post-its und stellt diese im Anschluss kurz den anderen Teilnehmenden vor.
- Phase 2: Zusammen sollen die Informationen nun geordnet werden. Das heißt ihr diskutiert und interagiert, um die Post-its nach Themen / Zusammenhängen / Abhängigkeiten zu clustern und zu strukturieren.
- Phase 3: Im Folgenden erstellt ihr eine Rangreihenfolge/Prioritätenliste, d.h. ihr diskutiert und bewertet die einzelnen Themen nach ihrer Relevanz, also was angelehnt an die Teilaufgaben zuerst gelöst werden muss.
- Phase 4: Abschließend geht es darum, entsprechende Lösungen abzuleiten für die Teilaufgaben sowie für die finale Lösung. Eure Lösungen haltet ihr noch mal auf neuen Post-its fest.

An folgenden **Teilaufgaben** könnt ihr euch orientieren:

Wie viel kostet der Bau des Pyramidions insgesamt (in Dollar)?	Wie viel Material wird für das Pyramidion benötigt?
Wie lange arbeitet jeder Arbeiter pro Tag?	Wie viel kostet das Material für das Pyramidion insgesamt (in Dollar)?
Wie viel Lohn muss insgesamt pro Tag an die Arbeiter bezahlt werden (in Dollar)?	

Informationen 3 – Iro / Ira

- Am dritten Arbeitstag kommt ein starker Sturm aus dem Osten.
- 4 Blöcke Gold kosten 800 Pins.
- In einer Gruppe befinden sich 10 Leute.
- Das Pyramidion besteht zu 40% aus Zinn.
- Der Arbeitstag in Luxor beginnt bei Sonnenaufgang.
- Jeder Arbeiter hat insgesamt 14 Xoghs Pause.
- Pro Pagh erhält ein Arbeiter in Luxor 50 Pins.

Wie lange wird insgesamt pro Tag am Pyramidion gearbeitet?
--

Challenge 2: XEN-Pyramidion

Jeder von euch erhält am Ende dieser Aufgabenbeschreibung einige Informationen, die sich von den Informationen der anderen unterscheiden. Eure Aufgabe ist es, die bruchstückhaften Informationen zusammenzutragen, zu ordnen und gemeinsam zu diskutieren, wie ihr folgendes Rätsel lösen könnt:

„In der alten Stadt Luxor wurde zu Ehren des Gottes Onur ein XEN, ein massives rechteckiges Pyramidion, gebaut.

Eure Aufgabe ist es nun, herauszufinden, wie viele Dollar der Bau des Pyramidions gekostet hat. Ihr habt dafür **40 min Zeit**, je schneller, desto besser.“

Außerdem wird es einen Moderator geben, der gegebenenfalls Anweisungen oder Hinweise geben kann.

Zum Ablauf: Die Challenge soll in **vier Phasen** gelöst werden.

- Phase 1: Jeder sammelt die ihm bereitgestellten Informationen auf verschiedenen Post-its und stellt diese im Anschluss kurz den anderen Teilnehmenden vor.
- Phase 2: Zusammen sollen die Informationen nun geordnet werden. Das heißt ihr diskutiert und interagiert, um die Post-its nach Themen / Zusammenhängen / Abhängigkeiten zu clustern und zu strukturieren.
- Phase 3: Im Folgenden erstellt ihr eine Rangreihenfolge/Prioritätenliste, d.h. ihr diskutiert und bewertet die einzelnen Themen nach ihrer Relevanz, also was angelehnt an die Teilaufgaben zuerst gelöst werden muss.
- Phase 4: Abschließend geht es darum, entsprechende Lösungen abzuleiten für die Teilaufgaben sowie für die finale Lösung. Eure Lösungen haltet ihr noch mal auf neuen Post-its fest.

An folgenden **Teilaufgaben** könnt ihr euch orientieren:

Wie viel kostet der Bau des Pyramidions insgesamt (in Dollar)?

Wie viel Material wird für das Pyramidion benötigt?

Wie lange arbeitet jeder Arbeiter pro Tag?

Wie viel kostet das Material für das Pyramidion insgesamt (in Dollar)?

Wie viel Lohn muss insgesamt pro Tag an die Arbeiter bezahlt werden (in Dollar)?

Wie lange wird insgesamt pro Tag am Pyramidion gearbeitet?

Informationen 4 – Titanius / Titania

- 2 Blöcke Elfenbein kosten 300 Pins.
- 1 Steinblock kostet 8 pharaonische Dollar.
- Der atlantische Tag ist unterteilt in Paghs und Xoghs.
- Das XEN-Pyramidion umfasst 1.000 Kubikanter Raum.
- Eine Woche in Luxor hat 5 Tage.
- 2 Gruppen arbeiten gleichzeitig am Bau des XEN-Pyramidions.
- Das Pyramidion besteht zu 20% aus Gold.

Anhang 11: Fragebogen der Räumlichkeitsstudie aus (Stegmann, 2022)

Bitte die entsprechende Antwort mit einem kleinen " x " markieren.	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ich ab	Stimme zu	Stimme voll und ganz zu
Agile Arbeitsweise					
Ich konnte mich auf die Kommunikation und die zugewiesenen Aufgaben konzentrieren anstatt auf die Mechanismen, mit denen diese ausgeführt werden.					
Ich konnte meine Aufmerksamkeit auf die Situation anstatt auf andere Dinge richten.					
Ich war ein aktiver Teilnehmer am Meeting.					
Ich habe mich mit verantwortlich für ein erfolgreiches Ergebnis der Gruppe gefühlt.					
Die Mitglieder meines Teams arbeiteten zusammen, um die Aufgabe zu erledigen.					
Die Dokumentation unserer Ideen und Maßnahmen auf Post-its habe ich als einfach/intuitiv empfunden.					
Ich konnte mir stets einen guten Überblick über die Post-its verschaffen.					
Wir konnten flexibel auf Veränderungen reagieren und Maßnahmen schnell anpassen.					
Die Visualisierung von Handlungen und Aufmerksamkeitsfokus anderer TeilnehmerInnen vereinfachte das Sammeln und Ordnen.					
Die Lokalisation des Sounds vereinfachte die Diskussion in den Phasen Bewerten und Maßnahmenableitung.					
Die Ziele meiner Teammitglieder waren transparent für mich.					
Es war transparent für mich, in welcher Phase wir uns befanden und über welchen Themenbereich wir gerade diskutierten.					
Social Presence					
Das Gefühl, selbst in der virtuellen Umgebung präsent zu sein, war sehr überzeugend.					
Das Gefühl, mich in der virtuellen Umgebung zu bewegen, war sehr überzeugend.					
Das Gefühl, dass andere Teilnehmer anwesend waren, war sehr ausgeprägt.					
Ich war mir sofort der Existenz anderer Teilnehmer bewusst.					
Ich habe sehr oft an die anderen Teilnehmer gedacht, die mit mir im Meetingraum waren.					
Die Reaktionen der anderen Teilnehmer auf meine Handlungen waren sehr realistisch.					
Meine Gesprächspartner haben ein Gefühl der Nähe zwischen uns geschaffen.					
Ich habe versucht, ein Gefühl der Nähe zwischen uns zu schaffen.					
Ich hatte das Gefühl, mich mit meinen Partnern im selben Raum zu befinden.					
Ich hatte das Gefühl, dass die anderen Teilnehmer mich beobachten und sich meiner Anwesenheit bewusst sind.					
Ich war mit den anderen Teilnehmern während der Durchführung der Aufgabe in Harmonie.					
Insgesamt beurteile ich das Gefühl der Präsenz, das die Umgebung erzeugt hat, als sehr hoch.					
Sensorisches Feedback					
Die Kommunikation mit den anderen Teilnehmern erschien mir sehr natürlich.					
Die Avatare der anderen Teilnehmer haben auf die von mir initiierte verbale Kommunikation reagiert.					
Die Avatare der anderen Teilnehmer haben auf die von mir initiierten (oder durchgeführten) Handlungen reagiert.					
Die virtuelle Umgebung hat auf meine Handlungen reagiert.					
Ich war mir der Handlungen der anderen Teilnehmer bewusst.					
Ich konnte sehr gut vorhersehen, was andere Teilnehmer im Begriff waren zu tun.					
Ich war mir bewusst, worauf die anderen Teilnehmer ihren Aufmerksamkeitsfokus gerichtet haben.					
Ich habe bemerkt, dass andere Personen non-verbal durch Körpersprache kommunizieren, wie z. B. mit Gesten oder Kopfnicken.					
Meine Sinne waren während des Erlebnisses vollständig beschäftigt.					
Geräusche konnte ich sehr gut lokalisieren.					
Die Qualität des Tons in der virtuellen Umgebung hatte einen Einfluss darauf, dass mir das Erlebnis real erschien.					
Über den Ton konnte ich die anderen Teilnehmer lokalisieren.					
Geräusche zu lokalisieren fiel mir schwer.					
Teamkohäsion					
Als Mitglied des Teams habe ich ein echtes Mitspracherecht bei der Durchführung der Aufgaben.					
Die meisten Mitglieder meines Teams haben die Möglichkeit, sich an der Entscheidungsfindung zu beteiligen.					
Mein Team ist so aufgebaut, dass jeder an der Entscheidungsfindung teilhaben kann.					
Wenn ich die Wahl hätte, würde ich lieber in einem Team arbeiten als allein zu arbeiten.					
Ich finde, dass die Arbeit in einem Team meine Fähigkeit, effektiv zu arbeiten, erhöht.					
Ich ziehe es im Allgemeinen vor, in einem Team zu arbeiten.					
Die Mitglieder meines Teams haben großes Vertrauen, dass unser Team effektiv arbeiten kann.					
Mein Team kann fast jede Aufgabe übernehmen und erledigen.					
In meinem Team herrscht ein großer Teamgeist.					
Die Arbeit in meinem Team gibt mir die Möglichkeit, als Team zusammen zu arbeiten und andere Teammitglieder zu unterstützen.					
Mein Team bietet mir viele Möglichkeiten für positive soziale Interaktionen.					
Die Mitglieder meines Teams helfen sich gegenseitig bei der Arbeit, wenn es nötig ist.					
Allgemeine Fragen					
	unter 20	20-39	40-59	60-79	
Alter					
	m	w	d		
Geschlecht					
	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ich ab	Stimme zu	Stimme voll und ganz zu
Ich arbeite zur Zeit in einem agilen Team oder habe schon mal agil gearbeitet.					
Ich habe vor dieser Studie bereits Erfahrungen mit der Technologie der Augmented Reality gemacht.					
Ich habe eine hohe Affinität zu digitalen Technologien.					
	sehr schlecht	schlecht	teils / teils	gut	sehr gut
Wie bewertest du deine Kenntnisse zur Bedienung der eingeübten Funktionen nach der Einführungsphase?					
Wie gut konntest du dich am Ende des Erlebnisses in der virtuellen Umgebung bewegen und mit ihr interagieren?					

Anhang 12: Statistische Ergebnisse der Räumlichkeitsstudie aus (Stegmann, 2022)

Deskriptive Statistiken

Statistik	N	Bereich	Minimum	Maximum	Mittelwert		Std.-Abweichung	Varianz	Schiefe		Kurtosis	
					Statistik	Std.-Fehler			Statistik	Std.-Fehler	Statistik	Std.-Fehler
D_AA_gesamt	30	1,50	3,17	4,67	4,0250	,07423	,40657	,165	-,353	,427	-,722	,833
D_AA_interface	30	2,00	3,00	5,00	4,0500	,09160	,50172	,252	,145	,427	-,470	,833
D_AA_involvement	30	2,75	2,25	5,00	4,3333	,10473	,57361	,329	-1,871	,427	4,973	,833
D_AA_Agility	30	2,50	2,25	4,75	3,6917	,11030	,60416	,365	-,429	,427	,019	,833
Gültige Werte (listenweise)	30											

Deskriptive Statistiken

Statistik	N	Bereich	Minimum	Maximum	Mittelwert		Std.-Abweichung	Varianz	Schiefe		Kurtosis	
					Statistik	Std.-Fehler			Statistik	Std.-Fehler	Statistik	Std.-Fehler
I_AA_gesamt	30	2,17	2,75	4,92	3,9389	,09497	,52016	,271	-,412	,427	,089	,833
I_AA_interface	30	3,25	1,75	5,00	3,7833	,14470	,79257	,628	-,506	,427	,156	,833
I_AA_involvement	30	1,75	3,25	5,00	4,4417	,07739	,42387	,180	-,836	,427	,681	,833
I_AA_Agility	30	2,75	2,00	4,75	3,5917	,11465	,62795	,394	-,307	,427	,235	,833
Gültige Werte (listenweise)	30											

Deskriptive Statistiken

Statistik	N	Bereich	Minimum	Maximum	Mittelwert		Std.-Abweichung	Varianz	Schiefe		Kurtosis	
					Statistik	Std.-Fehler			Statistik	Std.-Fehler	Statistik	Std.-Fehler
D_SP_gesamt	30	2,00	2,58	4,58	3,7278	,09916	,54313	,295	-,227	,427	-,851	,833
D_SP_immersion	30	2,75	2,25	5,00	3,9417	,12948	,70919	,503	-,378	,427	-,428	,833
D_SP_awareness	30	2,25	2,50	4,75	3,6333	,10431	,57135	,326	,177	,427	-,474	,833
D_SP_closeness	30	2,00	2,50	4,50	3,6083	,11224	,61477	,378	-,138	,427	-,810	,833
Gültige Werte (listenweise)	30											

Deskriptive Statistiken

Statistik	N	Bereich	Minimum	Maximum	Mittelwert		Std.-Abweichung	Varianz	Schiefe		Kurtosis	
					Statistik	Std.-Fehler			Statistik	Std.-Fehler	Statistik	Std.-Fehler
I_SP_gesamt	30	2,58	2,33	4,92	3,6667	,12502	,68474	,469	-,351	,427	-,969	,833
I_SP_immersion	30	3,00	2,00	5,00	3,7250	,16363	,89623	,803	-,456	,427	-1,059	,833
I_SP_awareness	30	3,25	1,75	5,00	3,6083	,14268	,78148	,611	-,389	,427	-,352	,833
I_SP_closeness	30	2,50	2,50	5,00	3,6667	,12066	,60089	,437	-,296	,427	-,811	,833
Gültige Werte (listenweise)	30											

Deskriptive Statistiken

Statistik	N	Bereich	Minimum	Maximum	Mittelwert		Std.-Abweichung	Varianz	Schiefe		Kurtosis	
					Statistik	Std.-Fehler			Statistik	Std.-Fehler	Statistik	Std.-Fehler
D_SF_gesamt	30	1,75	2,50	4,25	3,3917	,08953	,49040	,240	-,145	,427	-,721	,833
D_SF_communication	30	1,75	2,75	4,50	3,6917	,08700	,47653	,227	,006	,427	-,980	,833
D_SF_awareness	30	2,50	1,50	4,00	2,8833	,12613	,69087	,477	-,443	,427	-,811	,833
D_SF_immersion	30	3,50	1,50	5,00	3,6000	,14414	,78948	,623	-,606	,427	,533	,833
Gültige Werte (listenweise)	30											

Deskriptive Statistiken

Statistik	N	Bereich	Minimum	Maximum	Mittelwert		Std.-Abweichung	Varianz	Schiefe		Kurtosis	
					Statistik	Std.-Fehler			Statistik	Std.-Fehler	Statistik	Std.-Fehler
I_SF_gesamt	30	2,08	2,17	4,25	3,2500	,10304	,56435	,318	-,124	,427	-,696	,833
I_SF_communication	30	2,25	2,25	4,50	3,5167	,11493	,62950	,396	-,414	,427	-,641	,833
I_SF_awareness	30	3,00	1,25	4,25	2,8000	,14846	,81315	,661	-,121	,427	-,772	,833
I_SF_immersion	30	3,25	1,75	5,00	3,4333	,14480	,79311	,629	-,211	,427	-,202	,833
Gültige Werte (listenweise)	30											

Deskriptive Statistiken

Statistik	N	Bereich	Minimum	Maximum	Mittelwert		Std.-Abweichung	Varianz	Schiefe		Kurtosis	
					Statistik	Std.-Fehler			Statistik	Std.-Fehler	Statistik	Std.-Fehler
D_TK_gesamt	30	2,50	2,50	5,00	4,2806	,10491	,57464	,330	-,955	,427	1,722	,833
D_TK_participation	30	3,00	2,00	5,00	4,3444	,12532	,68639	,471	-1,292	,427	3,021	,833
D_TK_preferenceGroupWork	30	2,67	2,33	5,00	4,1889	,14707	,80555	,649	-,629	,427	-,578	,833
D_TK_potency	30	2,33	2,67	5,00	4,2556	,12347	,67627	,457	-,721	,427	-,208	,833
D_TK_socialSupport	30	2,00	3,00	5,00	4,3333	,11073	,60648	,368	-,515	,427	-,736	,833
Gültige Werte (listenweise)	30											

Deskriptive Statistiken

Statistik	N	Bereich	Minimum	Maximum	Mittelwert		Std.-Abweichung	Varianz	Schiefe		Kurtosis	
					Statistik	Std.-Fehler			Statistik	Std.-Fehler	Statistik	Std.-Fehler
I_TK_gesamt	30	2,00	3,00	5,00	4,1750	,11296	,61873	,383	-,411	,427	-,759	,833
I_TK_participation	30	2,33	2,67	5,00	4,4222	,14109	,77278	,597	-1,024	,427	-,301	,833
I_TK_preferenceGroupWork	30	2,67	2,33	5,00	4,1222	,13226	,72441	,525	-,551	,427	-,252	,833
I_TK_potency	30	3,00	2,00	5,00	4,0444	,13536	,74140	,550	-,582	,427	,291	,833
I_TK_socialSupport	30	2,33	2,67	5,00	4,1111	,12819	,70212	,493	-,260	,427	-,955	,833
Gültige Werte (listenweise)	30											

Direkt							Indirekt						
Tests auf Normalverteilung							Tests auf Normalverteilung						
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk				Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	
AA_gesamt	,143	30	,123	,948	30	,148	AA_gesamt	,109	30	,200 [*]	,970	30	,540
AA_Interface	,145	30	,108	,945	30	,126	AA_Interface	,127	30	,200 [*]	,961	30	,337
AA_Involvement	,181	30	,013	,819	30	<,001	AA_Involvement	,167	30	,033	,920	30	,027
AA_Agility	,128	30	,200 [*]	,959	30	,300	AA_Agility	,125	30	,200 [*]	,972	30	,607
* Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.							* Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.						
a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors							a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors						
Tests auf Normalverteilung							Tests auf Normalverteilung						
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk				Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	
SP_gesamt	,101	30	,200 [*]	,960	30	,314	SP_gesamt	,162	30	,043	,938	30	,080
SP_Immersion	,118	30	,200 [*]	,958	30	,283	SP_Immersion	,254	30	<,001	,906	30	,012
SP_Awareness	,116	30	,200 [*]	,973	30	,620	SP_Awareness	,105	30	,200 [*]	,969	30	,514
SP_Closeness	,170	30	,027	,924	30	,033	SP_Closeness	,184	30	,011	,926	30	,039
* Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.							* Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.						
a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors							a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors						
Tests auf Normalverteilung							Tests auf Normalverteilung						
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk				Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	
SF_gesamt	,101	30	,200 [*]	,969	30	,507	SF_gesamt	,103	30	,200 [*]	,973	30	,630
SF_Communication	,156	30	,060	,948	30	,151	SF_Communication	,123	30	,200 [*]	,944	30	,115
SF_Awareness	,147	30	,095	,936	30	,073	SF_Awareness	,111	30	,200 [*]	,969	30	,525
SF_Immersion	,150	30	,085	,963	30	,366	SF_Immersion	,109	30	,200 [*]	,971	30	,575
* Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.							* Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.						
a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors							a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors						
Tests auf Normalverteilung							Tests auf Normalverteilung						
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk				Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz	
TK_gesamt	,155	30	,065	,911	30	,016	TK_gesamt	,095	30	,200 [*]	,937	30	,074
TK_Participation	,197	30	,004	,796	30	<,001	TK_Participation	,339	30	<,001	,751	30	<,001
TK_PreferenceGroupWor k	,210	30	,002	,875	30	,002	TK_PreferenceGroupWor k	,121	30	,200 [*]	,923	30	,033
TK_Potency	,186	30	,009	,884	30	,003	TK_Potency	,166	30	,034	,923	30	,032
TK_SocialSupport	,175	30	,019	,885	30	,004	TK_SocialSupport	,131	30	,200 [*]	,926	30	,037
* Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.							* Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.						
a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors							a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors						

Korrelationen

		D_Geräusche konnte ich sehr gut lokalisieren.	D_Geräusche zu lokalisieren fiel mir schwer.
Spearman-Rho	D_Geräusche konnte ich sehr gut lokalisieren.	Korrelationskoeffizient	1,000
		Sig. (2-seitig)	.
		N	30
	D_Geräusche zu lokalisieren fiel mir schwer.	Korrelationskoeffizient	-,674**
		Sig. (2-seitig)	<,001
		N	30

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Korrelationen

Spearman-Rho	I_Geräusche konnte ich sehr gut lokalisieren.	Korrelationskoeffizient	I_Geräusche konnte ich sehr gut lokalisieren.	I_Geräusche zu lokalisieren fiel mir schwer.
		Sig. (2-seitig)	1,000	-,488**
		N	30	30
	I_Geräusche zu lokalisieren fiel mir schwer.	Korrelationskoeffizient	-,488**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,006	.
		N	30	30

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen						Signifikanz		
		Mittelwert	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz					
					Unterer Wert	Oberer Wert	T	df	Einseitiges p	Zweiseitiges p
Paaren 1	D_AA_gesamt - I_AA_gesamt	,08611	,66034	,12056	-,16047	,33269	,714	29	,240	,481
Paaren 2	D_AA_Interface - I_AA_Interface	,26667	,93064	,16991	-,08084	,61417	1,569	29	,064	,127
Paaren 3	D_AA_Involvement - I_AA_Involvement	-,10833	,58606	,10700	-,32717	,11050	-1,012	29	,160	,320
Paaren 4	D_AA_Agility - I_AA_Agility	,10000	,90163	,16461	-,23667	,43667	,607	29	,274	,548

Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen						Signifikanz		
		Mittelwert	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz					
					Unterer Wert	Oberer Wert	T	df	Einseitiges p	Zweiseitiges p
Paaren 1	D_SP_gesamt - I_SP_gesamt	,06111	,75839	,13846	-,22208	,34430	,441	29	,331	,662
Paaren 2	D_SP_Immersion - I_SP_Immersion	,21667	1,11945	,20438	-,20134	,63467	1,060	29	,149	,298
Paaren 3	D_SP_Awareness - I_SP_Awareness	,02500	,76663	,13997	-,26126	,31126	,179	29	,430	,859
Paaren 4	D_SP_Closeness - I_SP_Closeness	-,05833	,76475	,13962	-,34390	,22723	-,418	29	,340	,679

Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen						Signifikanz		
		Mittelwert	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz					
					Unterer Wert	Oberer Wert	T	df	Einseitiges p	Zweiseitiges p
Paaren 1	D_SF_gesamt - I_SF_gesamt	,14167	,65986	,12047	-,10473	,38806	1,176	29	,125	,249
Paaren 2	D_SF_Communication - I_SF_Communication	,17500	,81248	,14834	-,12839	,47839	1,180	29	,124	,248
Paaren 3	D_SF_Awareness - I_SF_Awareness	,08333	1,05318	,19228	-,30993	,47660	,433	29	,334	,668
Paaren 4	D_SF_Immersion - I_SF_Immersion	,16667	,81825	,14939	-,13887	,47221	1,116	29	,137	,274

Test bei gepaarten Stichproben

		Gepaarte Differenzen						Signifikanz		
		Mittelwert	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz					
					Unterer Wert	Oberer Wert	T	df	Einseitiges p	Zweiseitiges p
Paaren 1	D_TK_gesamt - I_TK_gesamt	,10556	,72017	,13148	-,16336	,37447	,803	29	,214	,429
Paaren 2	D_TK_Participation - I_TK_Participation	-,07778	,91678	,16738	-,42011	,26455	-,465	29	,323	,646
Paaren 3	D_TK_PreferenceGroupWork - I_TK_PreferenceGroupWork	,06667	,89013	,16252	-,26571	,39905	,410	29	,342	,685
Paaren 4	D_TK_Potency - I_TK_Potency	,21111	,86871	,15860	-,11327	,53549	1,331	29	,097	,194
Paaren 5	D_TK_SocialSupport - I_TK_SocialSupport	,22222	,81806	,14936	-,08325	,52769	1,488	29	,074	,148

Test bei gepaarten Stichproben

Paaren 1	Beschreibung	Gepaarte Differenzen					T	df	Signifikanz	
		Mittelwert	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz Unterer Wert	Oberer Wert			Einseitiges p	Zweiseitiges p
Paaren 1	D_Das Gefühl, selbst in der virtuellen Umgebung präsent zu sein, war sehr überzeugend. - L_Das Gefühl, selbst in der virtuellen Umgebung präsent zu sein, war sehr überzeugend.	,100	,995	,182	-,271	,471	,551	29	,293	,586
Paaren 2	D_Das Gefühl, mich in der virtuellen Umgebung zu bewegen, war sehr überzeugend. - L_Das Gefühl, mich in der virtuellen Umgebung zu bewegen, war sehr überzeugend.	,733	,980	,179	,367	1,099	4,097	29	<,001	<,001

Test bei gepaarten Stichproben

Paaren 1	Zeit_D - Zeit_L	Gepaarte Differenzen					T	df	Signifikanz	
		Mittelwert	Std.-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz Unterer Wert	Oberer Wert			Einseitiges p	Zweiseitiges p
Paaren 1	Zeit_D - Zeit_L	-7,39900	8,09018	2,55834	-13,18636	-1,61164	-2,892	9	,009	,018

Korrelationen

		D_SF_gesamt	D_SF_Communication	D_SF_Awareness	D_SF_Immersion	D_SP_gesamt	D_SP_Immersion	D_SP_Awareness	D_SP_Closeness
D_SF_gesamt	Pearson-Korrelation	1	,753**	,727**	,773**	,274	,175	,405*	,147
	Sig. (2-seitig)		<,001	<,001	<,001	,143	,354	,027	,437
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
D_SF_Communication	Pearson-Korrelation	,753**	1	,437*	,417*	,447*	,372*	,402*	,383*
	Sig. (2-seitig)	<,001		,016	,022	,013	,043	,028	,037
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
D_SF_Awareness	Pearson-Korrelation	,727**	,437*	1	,216	,238	,214	,428*	-,015
	Sig. (2-seitig)	<,001	,016		,252	,206	,255	,018	,938
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
D_SF_Immersion	Pearson-Korrelation	,773**	,417*	,216	1	,032	-,085	,137	,057
	Sig. (2-seitig)	<,001	,022	,252		,866	,653	,471	,765
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
D_SP_gesamt	Pearson-Korrelation	,274	,447*	,238	,032	1	,914**	,839**	,816**
	Sig. (2-seitig)	,143	,013	,206	,866		<,001	<,001	<,001
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
D_SP_Immersion	Pearson-Korrelation	,175	,372*	,214	-,085	,914**	1	,701**	,618**
	Sig. (2-seitig)	,354	,043	,255	,653	<,001		<,001	<,001
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
D_SP_Awareness	Pearson-Korrelation	,405*	,402*	,428*	,137	,839**	,701**	1	,485**
	Sig. (2-seitig)	,027	,028	,018	,471	<,001	<,001		,007
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
D_SP_Closeness	Pearson-Korrelation	,147	,383*	-,015	,057	,816**	,618**	,485**	1
	Sig. (2-seitig)	,437	,037	,938	,765	<,001	<,001	,007	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Korrelationen

		I_SP_gesamt	I_SP_Immersion	I_SP_Awareness	I_SP_Closeness	I_SF_gesamt	I_SF_Communication	I_SF_Awareness	I_SF_Immersion
I_SP_gesamt	Pearson-Korrelation	1	,871**	,924**	,835**	,563**	,643**	,479**	,201
	Sig. (2-seitig)		<,001	<,001	<,001	,001	<,001	,007	,287
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
I_SP_Immersion	Pearson-Korrelation	,871**	1	,696**	,528**	,550**	,566**	,374*	,340
	Sig. (2-seitig)	<,001		<,001	,003	,002	,001	,042	,066
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
I_SP_Awareness	Pearson-Korrelation	,924**	,696**	1	,744**	,490**	,544**	,534**	,068
	Sig. (2-seitig)	<,001	<,001		<,001	,006	,002	,002	,722
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
I_SP_Closeness	Pearson-Korrelation	,835**	,528**	,744**	1	,426*	,589**	,349	,084
	Sig. (2-seitig)	<,001	,003	<,001		,019	<,001	,059	,660
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
I_SF_gesamt	Pearson-Korrelation	,563**	,550**	,490**	,426*	1	,813**	,755**	,716**
	Sig. (2-seitig)	,001	,002	,006	,019		<,001	<,001	<,001
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
I_SF_Communication	Pearson-Korrelation	,643**	,566**	,544**	,589**	,813**	1	,504**	,425*
	Sig. (2-seitig)	<,001	,001	,002	<,001	<,001		,005	,019
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
I_SF_Awareness	Pearson-Korrelation	,479**	,374*	,534**	,349	,755**	,504**	1	,186
	Sig. (2-seitig)	,007	,042	,002	,059	<,001	,005		,326
	N	30	30	30	30	30	30	30	30
I_SF_Immersion	Pearson-Korrelation	,201	,340	,068	,084	,716**	,425*	,186	1
	Sig. (2-seitig)	,287	,066	,722	,660	<,001	,019	,326	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Anhang 13: Qualitative Ergebnisse der Räumlichkeitsstudie

Nachfolgend wird der Inhalt der gebildeten Kategorien aus der qualitativen Inhaltsanalyse nach (Kuckartz & Rädiker, 2022) dargelegt. Dabei werden die Aussagen der untersten Sub-(...)-Kategorie zusammenfassend wiedergegeben. Zunächst wurden dazu 16 Hauptkategorien definiert. Von diesen 16 Hauptkategorien wurden wiederum für neun Hauptkategorien Sub-Kategorien gebildet. Von diesen wurde für eine Sub-Kategorie eine Sub-Sub-Kategorien-Ebene gebildet. Die Wiedergabe der Kategorien ist nach der Anzahl der Aussagen sortiert und beginnt mit der Darlegung der größten Haupt- bzw. Sub-Kategorie. Am Anfang jeder Kategorie wird übergreifend einsortiert, aus welchem Teil die Aussagen vermehrt stammen, um einen Rückbezug auf den Fall einer direkten oder indirekten Interaktion zuzulassen.

Arbeit

Mit 38 Aussagen wurde die Kategorie *Arbeit* gebildet. Hier wurden Aussagen eingruppiert, welche beschreiben, wie die Zusammenarbeit in der Gruppe von den Probanden empfunden wurde. Die Hauptkategorie wurde ferner in sechs Sub-Kategorien verfeinert.

Mit zwölf Aussagen wurde die Sub-Kategorie *Koordination nötig* definiert. Es wurden hier Aussagen gesammelt, welche beschreiben, dass mehr Abstimmung während des Meetings vonnöten war, um arbeiten zu können. Nahezu alle Aussagen stammen dabei aus den Interviews nach dem direkten Teil. So würden in einem realen Meeting nicht alle Personen vor dem Whiteboard stehen und gleichzeitig arbeiten, wie es bei einer Gruppe der Studie der Fall war. In einem realen Meeting würde eine Person am Board arbeiten und die anderen würden zuschauen. Ein anderer Proband erklärt weiter, dass im realen Raum Vieles intuitiv ablaufen würde. Im AR-Meeting müsse man sich dagegen mehr koordinieren. In Bezug auf die Positionierung im Raum beschreibt ein Proband auch eine Unruhe, wenn sich Personen nicht an einem festen Platz befinden. Laut eines Probanden müsste man Rollen aufteilen, wobei z. B. ein Proband Post-its schreibt und ein Weiterer diese aufhängt. Sei eine Person sehr pro aktiv und mache viel sehr schnell, würde dies andere Personen abhängen, sodass diese den Überblick verlieren. Dies läge daran, dass man nicht immer die Interaktionen des anderen sehe und so schneller den Überblick verlieren könne. Es fehle der 180-Grad-Sensor wie in einem realen Meeting. Im Umkehrschluss sei mehr Struktur nötig. Ein weiterer Proband beschreibt, dass viel darüber kommuniziert würde, was jeder gerade mache. So würde versucht, sich abzustimmen und sich zu organisieren. Dies sei auch ein Learning in der zweiten Woche nach dem ersten Termin. Erneut sei es laut einem Probanden unstrukturiert, wenn eine Person sehr pro aktiv startet. Es sei hingegen viel angenehmer, wenn viel kommuniziert wird.

Sieben Aussagen wurden der Sub-Kategorie *Aktivierter* zugeordnet. Die Aussagen stammen alle aus Interviews des direkten Teils. Die Sub-Kategorie wurde auf Basis von Aussagen gebildet, welche beschreiben, wie das AR-Tool die Leute positiv beeinflusst hat. So sei man durch die Bewegungen aktiviert, was wiederum den Denkprozess fördere, weil man nicht nur regungslos auf einem Stuhl sitze und passiv sein kann. Durch das Stehen sei man vielmehr aktiv und gefordert. Ein anderer Proband beschreibt, dass dies motivierend für die Zusammenarbeit sei. Auch laut eines weiteren Probanden sei die Bewegung gut, weil man sich zu Post-its hinbewegen kann und so den großen Überblick verlassen kann. In einem realen Meeting würde man dies auch so tun. Ein anderer Proband beschreibt einen Spaßfaktor, weil das AR-Meeting unterhaltsamer sei als auf dem Bildschirm zu arbeiten. Gleichzeitig sei es aber auch langsamer. Auch ein anderer Proband beschreibt die Bewegung als gut, weil es eine Abwechslung zum restlichen Alltag sei. So habe es auch laut eines weiteren Probanden Spaß gemacht und es sei cool, herumzulaufen. Dies halte das Energielevel auch über den

Tag verteilt höher. Ein Proband beschreibt die Erfahrung als mittendrin sein, was zum Anfassen verleitet.

Weitere sieben Aussagen wurden der Kategorie *Keine Teamarbeit* zugewiesen. Nahezu alle Aussagen stammen hier aus den Interviews nach dem indirekten Teil. So habe man nicht das Gefühl von Teamarbeit. Ein anderer Proband beschreibt die Erfahrung wie ein Microsoft Teams-Meeting, bei dem man Sachen für sich selbst schreibt und nicht das Gefühl habe, in einem Raum zu sein. So finde laut eines anderen Probanden auch wenig Abstimmung statt. Man habe sich gar nicht abgestimmt, wie die Gruppe vorgeht, sondern jeder habe etwas Eigenes gemacht, was er gut kann. Ein Proband beschreibt, dass zu wenig kommuniziert wurde, wie alle vorgehen. Keiner habe etwas organisiert, sondern jeder habe sich eine eigene Aufgabe gesucht, was ähnlich zu einem Teams Meeting sei. Ein Proband begründet das einfache Anfangen mit der Aufgabe, weil man die anderen im Meeting nicht gesehen hat. Man löse zwar die Aufgabe, aber es sei mehr eine Einzelarbeit. So lege man einfach direkt los. Ein Proband beschreibt die Arbeit mit einem Tunnelblick. So wisse man, was zu machen sei und habe dies einfach getan. Um sich herum habe man dabei nichts mitbekommen. Von der Idee bis zum Tippen des Post-its sei man dabei völlig für sich gewesen.

Mit fünf Aussagen wurde jedoch auch eine gute Zusammenarbeit beschrieben und in der Sub-Kategorie *Zusammenarbeit gut* zusammengeführt. Die Aussagen stammen dabei fast ausschließlich aus Interviews nach dem direkten Teil. So habe man gut zusammengearbeitet und sei sich nur wenig im Weg gewesen. Auch ein weiterer Proband beschreibt die Zusammenarbeit als gut und funktionierend. Ein weiterer Proband vergleicht die Zusammenarbeit mit dem indirekten Teil, bei der jeder für sich an einem anderen Teil gearbeitet habe, während im direkten Teil alle gemeinsam an einer Teilaufgabe gearbeitet haben. Ein anderer Proband beschreibt mehr Struktur bei der Zusammenarbeit im direkten Teil. Laut einem Probanden könne man im Virtuellen gut gleichzeitig arbeiten, wenn man weiß, an was die anderen gerade arbeiten.

Vier Aussagen beschreiben in der Sub-Kategorie *Disziplin für Positionierung*, wie die Arbeit organisiert werden musste. Die Aussagen stammen zur Hälfte aus Interviews nach dem direkten und indirekten Teil. So funktioniere die Arbeit gut, wenn man die Disziplin hat und jeder an seiner Stelle im Meeting bleibt, sodass man sich nicht im Weg steht. So brauche jeder seinen Raum, in den ein anderer nicht hineindarf. Ein Proband beschreibt, wie man immer ineinander hineinlaufe, wenn mehrere Personen vor dem Whiteboard stünden. In der Realität würde man dies nie so machen. Dort würde man immer wieder vom Whiteboard zurückgehen. Ein weiterer Proband beschreibt, dass, wenn jeder die Disziplin hätte vom Whiteboard wieder zurückzugehen, wenn er fertig sei, die Zusammenarbeit gut funktionieren würde. Stünden aber alle gleichzeitig vor dem Board wäre dies nicht gut.

Drei Aussagen aus dem direkten Teil wurden der Sub-Kategorie *Interaktion mit anderen* zugeordnet. Die Aussagen beschreiben dabei, wie mit dem Team interagiert wurde. Dabei sei es ein großer Mehrwert, mit dem Team zu interagieren. Auch sei die Interaktion im AR-Meeting wesentlich besser. Zudem sei im AR-Meeting neue Interaktion möglich, welche im Realen nicht denkbar sei, wie das Bearbeiten von Post-its.

Wahrnehmung Anderer

In der Hauptkategorie *Wahrnehmung Anderer* wurden 34 Aussagen gesammelt. Sie beziehen sich darauf, wie andere Teilnehmer von den jeweiligen Probanden wahrgenommen wurden. Die Hauptkategorie wurde in weitere fünf Sub-Kategorien aufgeteilt.

Dabei entfallen zwölf Aussagen auf die Sub-Kategorie *Weniger Feedback*. Hier wurden Aussagen eingruppiert, welche beschreiben, wie die Probanden einen Verlust an Rückmeldung über die Aktivitäten anderer Nutzer wahrnehmen. Die Aussagen teilen sich zu drei Viertel auf den direkten Teil der Interviews auf. So sehe man mit dem AR-Tool nicht, was andere aktuell machen, z. B. Post-its beschriften. Das würde vor allem bewusst werden, wenn man sich fragt, ob schon jemand zu einem Wortbeitrag aktuell einen Post-it erstellt. Um die Frage zu beantworten, müsse man immer verbal nachfragen. Dies wiederholt auch ein anderer Proband und erklärt, dass es oft dazu führte, dass Informationen doppelt im Meeting auf Post-its dokumentiert waren. Wiederum ein anderer Proband beschreibt das gleiche Problem mit einer nötigen verbalen Kommunikation. Vor allem der im indirekten Teil verwendete Pointer reicht nicht aus, um die Aktion anderer zu deuten. Dadurch herrsche Chaos. Es sei laut eines weiteren Probanden nicht intuitiv zu sehen, wer gerade was macht. Dabei wird nicht nur die Information, wohin jemand schaut, vermisst, sondern auch die Information über die Aktivität. So habe ein weiterer Proband sogar Post-its anderer gelöscht, weil er nicht bemerkt habe, dass jemand diese gerade beschriftet. Ein weiterer Proband beschreibt, dass man noch enger zusammenarbeiten könnte, wenn man mehr sehen würde, was jemand anderes tut. Ein weiterer Proband bestätigt das Problem, nicht sehen zu können, woran andere arbeiten.

Neun weitere Aussagen wurde in die Sub-Kategorie *Gefühl des Teams/ der Gruppe* einsortiert. Hier wurden Aussagen gesammelt, welche beschreiben, wie während der Studie eine Art Gemeinschaftsgefühl entstanden ist. Die Aussagen stammen zu ca. 70 % aus den Interviews nach dem direkten Teil. So entstehe während der Nutzung ein Teamgefühl, was sich gut für Workshops eignen würde. Im Vergleich zu Teams sei laut eines weiteren Probanden ein besseres Zusammengehörigkeitsgefühl vorhanden. Man selbst habe laut eines anderen Probanden das Gefühl, bei dem Meeting vor Ort zu sein und gleichzeitig das Gefühl, dass auch andere da sind. Man nehme dabei jedoch nicht jeden Einzelnen wahr, sondern mehr die Gruppe. Den Einzelnen merke man nur über die Stimme. Dies führe laut eines weiteren Probanden zu einer tollen Gruppenerfahrung. Auch ein anderer Proband beschreibt das Gruppenerlebnis als besser, weil man als Gruppe zusammen an einem Ort sei. Nehme man die Brille ab, sei man wiederum an einem anderen Ort. Ein Proband beschreibt das Gefühl als da sein, drin sein und dabei sein. Dies sei jedoch nicht durch das Sehen manifestiert, sondern durch das körperliche Gefühl der Nähe, welches mehr als in Teams da sei. Dabei fühle man sich laut eines Probanden nicht beobachtet, aber als präsent für andere. Schreibe man selber Post-its sei man dabei für andere präsent. So habe man das Gefühl, alle anderen seien da und bekämen mit, was man selbst tut.

Sechs weitere Aussagen wurden der Sub-Kategorie *Keinen Überblick über Position im Raum der Anderen* zugeordnet. Es wurden dabei Aussagen gesammelt, welche die Wahrnehmung über die Position der anderen Teilnehmer beschreiben. Die Aussagen stammen zur Hälfte aus beiden Interviewteilen. So habe man kein Gefühl dafür, wo Leute im Meeting stehen. Deshalb könne man selbst auch nicht darauf achten, wo man sich hinstellt. Durch den Fokus auf das Board gehe laut eines anderen Probanden das Gefühl verloren, dass andere da seien. Ein anderer Proband habe sich oft umgedreht, um zu schauen, wo andere Teilnehmer sind und was sie machen. Dabei sehe man nicht alle Personen und nur, wenn eine Person statisch war, habe man gewusst, wo sie ist. Im indirekten Fall konnte eine Person die Stimmen der anderen Probanden nicht zuordnen. Wie in Teams entstehe im indirekten Fall kein Raumgefühl, bei dem man normalerweise wisse, wo wer steht. So müsse man immer gucken, wo wer sei. Auch ein anderer Proband im direkten Fall beschreibt, wie er nicht bemerkt habe, wer neben ihm stünde und was andere machen.

Vier Aussagen wurden der Sub-Kategorie *Nicht Wahrgenomen, dass andere im Raum sind* zugeordnet. Die Aussagen stammen dabei alle aus Interviews nach dem direkten Teil. So bemerke man weit vorne am Whiteboard stehend nicht, dass noch andere im Raum sind. Die anderen würde man meistens gar nicht sehen. Auch ein weiterer Proband beschreibt, dass er nicht bemerkt habe, wer im Raum sei und zuhört. Auch ein anderer Proband beschreibt, dass er erwartet hätte, andere im Raum auch peripher wahrzunehmen.

Drei Aussagen beschreiben einen Gewinn an Feedback über die Aktivität von anderen in der Sub-Kategorie *Mehr Feedback*. Die Aussagen stammen dabei aus Interviews nach dem indirekten Teil. So habe man gesehen, wer gerade welchen Post-it in der Hand hält und somit über was er redet. Sonst – z. B. in Teams – könnte man sich nur auf das Audio verlassen. Über den Pointer, so ein anderer Proband, sehe man, wo der Fokus liegt. Ein Proband beschreibt, wie er kurz zu anderen Probanden geschaut habe, um zu sehen, was diese machen. Zusammen mit einer verbalen Kommunikation habe man dabei gesehen, was jemand genau tut.

Direkt besser als Indirekt

Im zweiten Teil der Studie tätigten viele Probanden vergleichende Aussagen zum ersten Teil der Studie. Dabei fanden sich 33 Aussagen wieder, welche Aspekte aus dem direkten Teil als besser im Vergleich zum indirekten Teil beschreiben. Die Aussagen wurden in vier Sub-Kategorien aufgeteilt. 17 Aussagen beschreiben dabei ein besseres Gefühl über die Gruppe im direkten Teil und wurden in der Sub-Kategorie *Gefühl über Gruppe* zusammengetragen. Die Aussagen konnten nachfolgend in weitere vier Sub-Sub-Kategorien aufgeschlüsselt werden. Dabei beschreiben acht Aussagen eine bessere Gruppenarbeit im direkten Fall (Sub-Sub-Kategorie *Gruppenarbeit/ Gruppengefühl*). Die Aussagen stammen dabei vor allem aus dem Interview nach dem indirekten Teil. So fühle man sich durch das statische Sitzen im indirekten Fall weniger in die Aufgabe integriert. Man habe deshalb nicht das Gefühl, zusammen in einer Gruppe zu arbeiten und mehr das Gefühl von Einzelarbeit. Auch ein weiterer Proband beschreibt beim indirekten Fall das Gefühl von Einzelarbeit und beim direkten Fall ein besseres Gruppengefühl. So bewege man sich im direkten Fall zusammen durch den Raum. Ein anderer Proband begründet sein größeres Zusammengehörigkeitsgefühl beim direkten Fall durch das sich im Weg stehen, welches eine Kommunikation nötig machte. Ein weiterer Proband habe beim direkten Fall bemerkt, wie alle Teilnehmer am gleichen gearbeitet und die Fragen gemeinsam nacheinander abgearbeitet hätten. Dabei sei eine Person vorgegangen und es hätte eine Teamzusammenarbeit gegeben. Beim indirekten Fall hätten die Teilnehmer jedoch an verschiedenen Sachen gleichzeitig gearbeitet. Man habe sich dabei mehr verloren, weil man nebeneinandersaß. Ein anderer Proband beschreibt das Gefühl der Gemeinschaft im direkten Fall als viel stärker. Diese Aussage bestätigt ein weiterer Proband. Ein anderer Proband beschreibt die Zusammenarbeit und das Gefühl von Teamwork als besser beim direkten Fall im Vergleich zum indirekten Fall. Es habe sich dabei mehr angefühlt wie ein Team. Ein anderer Proband beschreibt den direkten Fall als Upgrade, bei dem man sich als Team gefühlt hat. Vier weitere Aussagen beschreiben das Gefühl im direkten Fall, mehr mit anderen Personen im Raum gewesen zu sein. Die Aussagen wurden in der Sub-Sub-Kategorie *Mehr mit anderen im Raum* zusammengetragen und stammen erneut hauptsächlich aus dem Interview nach dem indirekten Teil. So seien die anderen oft störend im direkten Fall im Weg gewesen, was jedoch zu dem Gefühl führte, mit anderen im Raum zu sein. Auch ein weiterer Proband beschreibt, dass er sich nicht allein gefühlt hat, obwohl man die anderen nicht direkt gesehen hat, da er sich auf das Board und sich selbst konzentriert hat. Ein anderer Proband beschreibt, dass er in beiden Fällen das Gefühl hatte, mit anderen im Raum zu sein. Im direkten Fall habe er aber zusätzlich

die Verortung der Personen gespürt, da die Personen herumgelaufen sind. Auch ein anderer Proband beschreibt wiederum den direkten Fall mit einem größeren Gefühl, mit anderen im Raum zu sein. Drei zusätzliche Aussagen aus der Sub-Sub-Kategorie *Wahrnehmung was macht wer* beschreiben für den direkten Fall ein besseres Verständnis über die Aktivität der anderen. Dabei stammen die Aussagen zu zwei Drittel aus dem Interview nach dem indirekten Fall. So habe man im direkten Fall mehr gesehen, dass eine Person vor dem Board steht und etwas tippt oder bereits aufhängt. Im indirekten Fall hätte man sich dagegen immer gefragt, ob schon jemand die Information auf einen Post-it bringt. Ein Proband beschreibt, dass er sich im indirekten Fall immer umdrehen musste, um zu sehen, was jemand macht. Beim direkten Fall habe man dies besser wahrgenommen, weil die Personen es immer vorne am Board gemacht hätten. Auch ein weiterer Proband beschreibt, dass er in direkten Fall immer gesehen hätte, wo alle sind, da man zum Board laufen musste, um an die Post-its zu kommen. In indirekten Fall hätte man dies jedoch von überall machen können. Zwei Aussagen beschreiben abschließend, dass sich der direkte Fall echter anfühlt mit der Sub-Sub-Kategorie *Fühlt sich realer an*. So sei der direkte Fall intuitiver und habe deshalb die Aufgabe einfacher gemacht. Es fühle sich an wie in einem realen Meetingraum mit realen Post-its. Auch das Gefühl sei laut eines weiteren Probanden echter in direkten Fall, weil man sich bewegt.

Sieben Aussagen bewerten die Bewegungen im direkten Fall in der Sub-Kategorie *Laufen* als positiven Aspekt. Die Aussagen stammen dabei zu ca. 70 % aus dem Interview nach dem direkten Teil. So habe man beim indirekten Fall keine Bewegung gehabt, was der Arbeit am Laptop näherkommt. Ein weiterer Proband beschreibt jene Möglichkeit der Bewegung mit dem durch den Raum laufen als viel angenehmer im Vergleich zum indirekten Teil. Auch ein weiterer Proband beschreibt das Laufen als „mega cool“. Ein anderer Proband erklärt, durch das Laufen sei man aktiver. Zwar störe am Anfang, dass man in Leute hineinläuft. Bemerke man jedoch, dass man durch die Personen hindurchlaufen kann, funktioniere es gut und die Post-its würden nicht viel durch die Luft fliegen. Ein Proband beschreibt das Laufen als besser. Bestätigt wird dies durch einen weiteren Probanden, der das freie Bewegen als Vorteil nennt. So sei man dadurch mehr bei der Sache. Durch sechs Aussagen wurde auch die mögliche Interaktion im direkten Fall als Vorteil beschrieben. Die Aussagen, welche zur Hälfte aus den Interviews beider Teile stammen, wurden in der Sub-Kategorie *Interaktion* zusammengetragen. So sei die Arbeit im direkten Fall nicht so statisch gewesen. Man habe mehr herumgesehen, wer wo steht und was jeder macht. Ein weiterer Proband beschreibt, wie er im direkten Fall näher dran und mitten im Geschehen war. Dadurch sei man auch näher an der Tafel gewesen und hätte Post-its einfacher verschoben. Dies sei besser für die Arbeit, habe aber die Übersicht verschlechtert. Eine Person bemerkt auch, dass sie im direkten Fall mehr aktiven Beitrag geleistet habe.

Mit drei Aussagen wurde letztlich noch ein Vorteil des direkten Falls durch die Sub-Kategorie *Stehen* identifiziert. Die Aussagen aus dem Interview nach dem direkten Teil beschreiben hier, dass das Stehen besser für das Arbeiten sei. Auch ein anderer Proband beschreibt das Stehen als besser für die Arbeit mit anderen im direkten Fall. Ein weiterer Proband beschreibt das Stehen als hilfreich, welches zu einer angenehmen Teamarbeit führe und in Summe eine spannende Erfahrung sei.

Indirekt besser als Direkt

Gleichzeitig fanden sich auch 25 Aussagen, welche Aspekte des indirekten Falls als gewinnbringender gegenüber dem direkten Fall beschreiben. Diese Aussagen konnten in drei Sub-Kategorien aufgeteilt werden.

Neun Aussagen beschreiben die Arbeit in der Sub-Kategorie *Effizienter* im indirekten Fall als gewinnbringender gegenüber dem direkten Fall. Die Aussagen stammen dabei hauptsächlich aus dem Interview nach dem indirekten Teil. So habe man mit dem Pointer schneller mit den Post-its arbeiten können. Im direkten Fall hätte man immer zum Board gehen müssen, wenn man ein Post-it bewegen wollte. Dies sei nicht so effektiv wie im indirekten Fall. Ein Proband beschreibt auch das automatische Fliegen der Post-its im indirekten Fall als effizienter als das manuelle Bewegen in direkten Fall. Auch könne man den Raum im indirekten Fall besser wahrnehmen. Ein weiterer Proband beschreibt die nötige Koordination beim Erstellen von Post-its im indirekten Fall als besser. Ein weiterer Proband bestätigt dies mit dem direkten Vorhandensein der Tastatur vor einem auf dem Tisch. Beim direkten Fall hätte man dagegen immer herumlaufen müssen, wodurch vermehrt Personen im Weg waren. Der indirekte Fall war schneller und effizienter, weil Post-its leicht bewegt werden konnten. Auch ein anderer Proband beschreibt den indirekten Fall als schneller, weil parallel gearbeitet werden konnte. Auch habe man sich mehr auf die Aufgabe konzentrieren können. Ein weiterer Proband beschreibt erneut die nötige Bewegung zwischen Tastatur und Board im direkten Fall als Mehraufwand, welcher durch das automatische Anpinnen im indirekten Fall nicht vorhanden war.

Mit erneut neun Aussagen wurde die Sub-Kategorie *Überblick über Post-its* gebildet. Die Aussagen stammen jeweils zur Hälfte aus den Interviews nach beiden Teilen. In dieser Kategorie wurden Aussagen gesammelt, welche im indirekten Fall einen guten Gesamtüberblick beschreiben. So habe man, weil man weiter hinten war, gefühlt ein größeres Blickfeld mit der Brille und so einen besseren Überblick gehabt. Im direkten Fall musste man dagegen oft den Kopf bewegen, um alle Post-its zu erfassen. Auch ein weiterer Proband beschreibt das weiter weg sitzen im indirekten Fall als Grund, dass man die Boards besser sehe und dadurch einen besseren Überblick habe. Laut ihm musste man im direkten Fall häufiger zurücklaufen, um auch hier den Überblick zu bekommen. Von hinten sei es laut einem weiteren Probanden erneut übersichtlicher. Man habe zwar manchmal kleine Schriften nicht lesen können, dafür aber alles sehen können. Ein weiterer Proband bestätigt diese Aussage und berichtet auch das nötige nach hinten gucken für einen guten Überblick mit dem Verlust der Lesbarkeit mancher Post-its. Ein Proband beschreibt, dass man nah vor dem Board schnell den Überblick verloren hätte, da das Blickfeld nicht sehr groß sei. Im indirekten Fall habe man dagegen faul von hinten alles schieben und beobachten können. Dies sei gemütlich. Ein anderer Proband beschreibt, dass man ebenfalls einen guten Überblick von hinten hatte und deshalb verleitet sei, mit anderen über die Inhalte zu sprechen, bevor man etwas verschiebt. Direkt vorn am Board sei man dagegen verleitet, direkt die Post-its mit der Hand zu verschieben.

In der Sub-Kategorie *Aufteilung der Personen im Raum* wurde mit sieben Aussagen gesammelt, wie die feste Positionierung im indirekten Fall als positiv wahrgenommen wurde. Die Aussagen stammen dabei fast hauptsächlich aus dem Interview nach dem indirekten Fall. So sei die feste Aufteilung in einem Kreis beim indirekten Fall besser gewesen als die freie Aufteilung im direkten Fall. Ein anderer Proband erklärt den gleichen Eindruck, damit, dass im indirekten Fall einige Köpfe herumgeflogen und somit im Weg gewesen seien. Durch einen festen Platz sei man sich nicht in die Quere gekommen, was besser sei. Ein Proband beschreibt, dass man dadurch leicht parallel arbeiten könne, da alle saßen und sich keiner wild bewege. Vielmehr störe es im direkten Fall, wenn die Köpfe herumfliegen und den persönlichen Bereich tangieren. Auch ein anderer Proband beschreibt für den direkten Fall ein ineinander rennen, wenn man zum Board gegangen ist. Dies sei ein verwirrendes und komisches Gefühl gewesen. Auch ein anderer Proband beschreibt das Weg versperren und durch

einen Durchlaufen als irritierend im direkten Fall. Ein weiterer Proband beschreibt dagegen, dass die Avatare nicht im Blick seien, wenn die Avatare statisch waren.

Virtuelle Objekte stören

Es konnten insgesamt 27 Aussagen identifiziert werden, welche beschreiben, wie virtuelle Objekte bei der Arbeit im AR-Tool aufgehalten haben. Diese wurden in der Hauptkategorie *Virtuelle Objekte stören* zusammengetragen. Die Hauptkategorie wurde anschließend in drei Sub-Kategorien verfeinert.

Die meisten der Aussagen – rund 25 – beziehen sich auf eine Behinderung der Arbeit durch die virtuelle Repräsentation der anderen Nutzer. Die Aussagen wurden in der Sub-Kategorie *Avatare stören im Sichtfeld/ in einem drin* gesammelt. Nahezu alle Aussagen stammen dabei aus den Interviews nach dem direkten Durchlauf. So hat ein Proband immer darauf geachtet, dass kein Avatar in seinem Sichtfeld sei, damit er nicht behindert wird. Es sei besser gewesen, die Personen der Kollaboration weiter auseinander zu platzieren. Ein weiterer Proband hat sich an einer anderen Stelle im Raum platziert, damit die Avatare nicht stören. So sei es für einen Probanden unangenehm gewesen, wenn ein anderer Avatar wenige Zentimeter vor einer Person stand. Des Weiteren hätten die Avatare laut einem Probanden die Wand verdeckt oder beim Schreiben von Post-its gestört. Laut eines weiteren Probanden spitze sich die Situation zu, wenn eine Person sich bewegt, um einem Avatar auszuweichen und dadurch jemand anderem wiederum die Sicht verdeckt. So wäre es gut, sich bewusst unsichtbar machen zu können, wenn man vorne zum Board wolle. Ein anderer Proband wünscht sich einen größeren Raum, damit die Zusammenarbeit besser funktioniere. Ein Proband beschreibt die Arbeit damit, dass alle in einer gleichen Ecke dicht nebeneinanderstanden. Oft sei man sich über den Weg gelaufen und hatte dadurch eine schlechte Sicht. Ein weiterer Proband fragt sich selbst, ob die sichtbare Repräsentation der anderen geholfen oder gestört habe. Stehe man hinten, würden die anderen Personen die komplette Sicht verdecken. Auch ein anderer Proband beklagt oft Haare im Gesicht, weshalb er sich neu positionieren musste. Wiederum ein anderer Proband findet es störend, wenn die Avatare in das eigene Bild eintreten. Erneut berichtet eine Person sich umpositioniert zu haben, als sie merkte, dass andere Personen am gleichen Ort stehen. Auch das Durchlaufen durch eine Person sei laut einem Probanden ein komisches Gefühl. Ebenso ist das in einem Avatar Stehen für einen weiteren Probanden komisch, weil man durch den Avatar schauen kann. Erneut berichtet ein weiterer Proband beim Greifen von Post-its durch die Avatare behindert worden zu sein. Ein Proband berichtet, dass es bei einem Durchlauf besser war, dass man sich nicht im Weg stand, dadurch sei aber auch die Information verloren gegangen, wer gerade was mache. Eine Aussage bemängelt die fliegenden Post-its im indirekten Szenario als störend (Sub-Kategorie *Post-its*), weil sie den Probanden immer abgelenkt haben.

Eine weitere Aussage bezieht sich auf eines der Whiteboards (Sub-Kategorie *Im Board stehen*), welches einen Probanden dabei hinderte, sich zu einer Seite zu bewegen, weil man dann bereits in diesem Board drin stand, was als unangenehm empfunden wurde.

Usability

17 identifizierte Aussagen bezogen sich auf Aspekte der Usability während der Durchführung. Sie wurden in der gleichnamigen Hauptkategorie *Usability* zusammengetragen. Die Summe der Aussagen konnte nachfolgend in zwei Sub-Kategorien aufgeteilt werden.

Zehn Aussagen, hauptsächlich im Interview nach dem indirekten Fall getätigt, beziehen sich dabei auf den verwendeten *Pointer* in jenem Fall. So sei die direkte Interaktion mit den Post-its im direkten

Fall einfacher. Mit dem Pointer sei das Verschieben der Post-its schwieriger. Ein anderer Proband empfindet ähnlich und begründet dies mit der Größe der Post-its, welche zu klein seien. So sei das Löschen eines Post-its sehr schwer. Ein weiterer Proband beschreibt ebenfalls das direkte Interagieren mit den Post-its aus dem anderen Fall als einfacher. Laut eines Probanden habe das Zielen mit dem Pointer nicht gut geklappt. So müsse die Hand immer im Blickfeld sein, sonst erkenne die Brille die Gesten nicht. Zwei weitere Probanden bestätigen ebenfalls das direkte Interagieren als einfacher und angenehmer. So koste es am Anfang viel Konzentration, mit dem Pointer zu zielen, was dazu führt, dass man weniger zuhört und weniger auf die anderen eingehen könne. Ein Proband beschreibt beim direkten Interagieren schneller gewesen zu sein, weil es intuitiver funktioniert hätte. Auch sei klar gewesen, über welches Thema ein anderer Teilnehmer spricht, wenn er direkt vor dem Post-it steht. Ein anderer Proband relativiert dies und sagt, es komme auf den Anwendungsfall an und so seien manchmal das direkte Greifen und manchmal der Pointer besser für die Bedienung.

Mit weiteren sieben Aussagen in der Kategorie *Input* beschreiben die Probanden vor allem nach dem direkten Fall Empfindungen mit dem Umgang der physischen Tastatur. So störe die physische Tastatur, weil sie einen Medienbruch darstelle. Ein anderer Proband beschreibt das Schreiben und Bearbeiten auf der Tastatur als schnell. Es störe jedoch die virtuelle Überlagerung der eigenen Hand. Für einen anderen Probanden ist die ständige Bewegung zwischen Whiteboard und Tastatur störend, weil man immer zwischen beiden wechseln müsse. Das Schreiben an sich sei jedoch sehr gut. Auch ein weiterer Proband beschreibt den großen Abstand zwischen Tastatur und Whiteboard als störend, weil es eine Bewegung durch den Raum verlangt. Auch stören einen weiteren Probanden die virtuellen Hände. Ein letzter Proband beschreibt, dass er durch die Tastatur am festen Ort weniger durch den virtuellen Raum gelaufen sei. Er hätte sich eine virtuelle Tastatur gewünscht.

Fokus liegt bei ...

Mit rund 17 Aussagen wurden Eindrücke gesammelt, welche beschreiben, worauf die Probanden während des Meetings fokussiert waren. Die Aussagen konnten drei Sub-Kategorien zugeordnet werden.

Sechs Aussagen beschreiben dabei, dass während der Kollaboration nicht auf den Avatar geachtet wurde (Sub-Kategorie *Nicht bei Avatar*). Die Aussagen wurden dabei ausschließlich in Interviews nach dem indirekten Fall getätigt. So sei die Präsenz der anderen nicht spürbar. Ob jemand neben einer Person stehe, sei für die Aufgabe nicht relevant gewesen. Es sei der Arbeit an einem PC nahegekommen. Auch ein anderer Proband beschreibt, dass er nicht auf die Avatare geachtet habe, weil dies nicht notwendig war und die Aufgabe mehr im Fokus sei. Ein weiterer Proband bewertet die Repräsentation des Kopfes sogar als überflüssig. So habe sich diese Person sogar umpositioniert, wenn ein Avatar im Blick war. Es sei dabei wichtiger gewesen, zu sehen, wer an welchem Post-it arbeitet. Da man nebeneinander am Board gestanden und sich nicht angeguckt habe, fehlte ein Gruppengefühl. Ein anderer Proband habe sich nur einmal bewusst umgesehen, um zu sehen, wer im Raum sei, als er sich umpositionieren wollte. Erneut beschreibt ein Proband, dass er nicht großartig auf die Avatare während der Zusammenarbeit geschaut habe.

Weitere sechs Aussagen beschreiben während der Kollaboration einen Fokus auf die Aufgabe (gleichnamige Sub-Kategorie *Aufgabe*). Knapp 70 % der Aussagen stammen dabei aus den Interviews nach dem indirekten Fall. So habe ein Proband das Gefühl empfunden, voll auf die Aufgabe fokussiert zu sein. Er habe dabei keine Emotionen oder Regungen im Raum wahrgenommen. Auch durch den Zeitdruck berichtet ein weiterer Proband, auf die Aufgabe fokussiert gewesen zu sein. Man habe schnell zum Ergebnis kommen wollen. Um auch die anderen mehr wahrnehmen zu können, schlägt

dieser Proband Stimmungstests während des Meetings vor. Auch ein weiterer Proband beschreibt, wie alle vollkommen auf die Lösung fokussiert gewesen seien und deshalb nicht auf links und rechts geachtet hätten. Ein anderer Proband macht das Sitzen für den Fokus auf die Aufgabe verantwortlich. Ein weiterer Proband habe sich nicht umgedreht, wenn er Stimmen gehört hat. Ihm habe es gereicht, zu wissen, dass diese da sind, weil man versucht hat, die Aufgabe zu lösen. Auch ein weiterer Proband beschreibt, wie er komplett auf die Aufgabe fokussiert war.

Die restlichen fünf Aussagen dieser Hauptkategorie konnten der Sub-Kategorie *Board/ Post-its* zugeordnet werden. 60 % der Aussagen stammen dabei erneut aus den Interviews nach dem indirekten Teil. So habe ein Proband immer nur auf das Board geguckt. Auch ein weiterer Proband habe immer das Board fokussiert und die Personen um sich herum nicht wahrgenommen. Von den Personen habe man nur die Stimmen bemerkt. Auch ein anderer Proband beschreibt, wie die Abstimmung viel über die verbale Kommunikation lief und deshalb hauptsächlich auf die Post-its geschaut wurde. Ein weiterer Proband war ebenfalls auf das Board fixiert und verfolgte dabei die Stimmen. Er interagierte aber nicht mit Avataren. Ein Proband begründet den Fokus auf das Board mit dem dichten Stehen vor diesem. Dadurch habe man nur die Post-its und nicht die Avatare fokussiert.

Vergleich zu anderen Tools

Rund 15 Aussagen vergleichen die Erfahrung des AR-Meetings mit anderen Formaten eines Meetings. Die Aussagen wurden der Hauptkategorie *Vergleich zu anderen Tools* zugeordnet und in drei Sub-Kategorien untergeordnet.

Die meisten Aussagen bewerten dabei das AR-Meeting im Vergleich zu einem Teams Meeting, Sub-Kategorie *Zu Teams besser*. Die Aussagen teilen sich dabei fast zu gleichen Anteilen auf die Interviews nach dem direkten und indirekten Teil auf. So habe das AR-Meeting einen Mehrwert gehabt, weil die Interaktionen und das Zusammengehörigkeitsgefühl im Vergleich zu einem Teams Meeting besser seien. Ein anderer Proband bewerte auch das parallele Arbeiten im AR-Meeting als besser gegenüber Teams. Für einen weiteren Probanden sei es einfacher, im AR-Meeting komplexere Sachverhalte zu veranschaulichen und darzustellen. So sei es einfacher, sich mit Teammitgliedern auszutauschen und zu kommunizieren. Ein Proband berichtet das Gefühl, das alle im AR-Meeting mitarbeiten, was besser sei als in Teams. Weil man es auch besser sehe, sei man selbst eher motiviert auch mitzumachen. Ein anderer Proband beschreibt auch, dass man über Teams nicht sehe, ob jemand gerade schreibt oder tippt, da man wenn überhaupt nur den Kopf sehe. Für einen Probanden sei das Tool gegenüber Teams zu bevorzugen, da es das gleiche Gefühl erzeugt, wie in einem gemeinsamen Raum zu sitzen.

Fünf Aussagen beschreiben aber auch, dass das AR-Meeting gegenüber einem realen Meeting noch Nachteile besitzt. Die Aussagen wurden in der Sub-Kategorie *Real besser* gesammelt und stammen alle aus den Interviews nach dem direkten Teil. So fehle etwas im Vergleich zum realen Meeting. Da man durch Personen durchgehen kann, sei die Präsenz nicht so wie in echt. Auch sei kein Flow entstanden, weil die Leute zurückhaltend waren. In einem realen Set-up sei die Aufgabe kommunikativer gelöst worden, so ein Proband. Ein weiterer Proband beschreibt, dass es in einem realen Workshop nicht vorkommen würde, dass keiner etwas sagt. Ein anderer Proband begründet das nicht natürliche Gefühl mit einer fehlenden persönlichen Interaktion und fehlenden Gesichtsausdrücken. Aber auch das Schreiben von Post-its sei in einer realen Situation einfacher, so ein anderer Proband, da man schnell ein Post-it nehmen, etwas malen und hinhängen könnte. Es sei etwas anderes, im Realen schnell eine Notiz zu machen und dabei die anderen mitzubekommen.

Mit drei Aussagen bewerten die Probanden das AR-Meeting aber auch als besser als ein digitales Whiteboard. So sei in einem AR-Meeting der Überblick über die Inhalte besser als in einem digitalen Whiteboard, bei dem man immer scrollen müsse und es nur eine zweidimensionale Darstellung gäbe. Auch das Schreiben von Post-its habe mit mehreren Personen besser als auf einem digitalen Whiteboard funktioniert, weil man einen Post-it wirklich hinkleben kann. Ein anderer Proband beschreibt zudem, dass nachdem erst mal alle Post-its erstellt seien, die Arbeit flexibler sei als auf einem digitalen Whiteboard. Dabei gehe das direkte Greifen schneller und besser.

Spatial Sound

Im direkten Fall kam die Funktion des räumlichen Audios zum Einsatz. 13 Aussagen, die sich auf das Thema Audio bezogen, wurden dabei in der Hauptkategorie *Spatial Sound* zusammengetragen. So habe die Lokalisierung über den Sound gut funktioniert. Auch die Audioqualität sei gut, sodass man die anderen gut verstanden habe, sogar besser als es sonst mit einem Kopfhörer der Fall sei. Auch ein anderer Proband beschreibt die Tonqualität als sehr gut, was wiederum das Meeting produktiv gemacht hätte. Laut eines weiteren Probanden sei der räumliche Sound sogar hilfreicher als die visuellen Avatare, weil man sofort höre, wo sich eine Person befindet. Zunächst falle dies nicht auf, weil es intuitiv sei, aber es funktioniere sehr gut. Auch ein weiterer Proband hat den räumlichen Sound gar nicht wahrgenommen. Laut eines Probanden komme es auf digitalen Whiteboards häufiger vor, dass eine Person sagt: „Guck mal hier.“ Das funktioniere natürlich nicht, weil man den anderen erst suchen und über das gesamte Board scrollen muss. Im AR-Meeting sei dies über den räumlichen Sound jedoch wieder machbar. Laut eines Probanden erzeuge vor allem der räumliche Sound das Gefühl, im gleichen Raum zu sein und mit anderen zu arbeiten. Dies motiviere, mitzumachen und nicht nur ein passiver Zuschauer zu sein. Auch ein weiterer Proband beschreibt das Gefühl, ausgelöst durch den räumlichen Sound, mit anderen zu arbeiten. Die Avatare würden dazu aber nicht beitragen. Dies bestätigt ein weiterer Proband. So habe es der Aufgabe nicht geholfen, die anderen zu sehen. Das Gefühl eines Teams kam vor allem durch den räumlichen Sound auf. Ein anderer Proband beschreibt die Lokalisierung des Sounds als gut, wodurch man immer wüsste, von welcher Seite wer gerade spricht. Dies bestätigt auch ein anderer Proband durch eine ähnliche Aussage. Er ergänzt zusätzlich, dass er sich aber nicht umgedreht hätte, sobald eine Person spricht. Ihm habe es gereicht, die Information über die Richtung zu besitzen. Ein Proband beschreibt, dass der Sound das einzige Element war, was alle miteinander verbunden habe. Sonst sei man voneinander abgekapselt.

Intuitivität

Mit elf Aussagen beschreiben die Probanden die *Intuitivität* (Hauptkategorie) des AR-Tools. Dabei wurden zwei Sub-Kategorien gebildet.

Mit sechs Aussagen beschreiben die Probanden, dass das Tool nicht intuitiv sei, Sub-Kategorie *Nein*. Die Aussagen stammen dabei zur Hälfte aus beiden Teilen der Studie. So sei das Tool vor allem am Anfang ungewohnt und langsam. Ein weiterer Proband beschreibt, wie er immer mal wieder ausversehen einen Post-it geschlossen habe, obwohl er dies nicht beabsichtigt habe. Auch ein anderer Proband beschreibt den Anfang mit der Technik als Herausforderung, welche abgelenkt habe. Für einen anderen Probanden koste die Bedienung und das Lernen dieser viel Kapazität. So sei man am Anfang überfordert. Auch ein weiterer Proband beschreibt das Zurechtkommen mit der Umgebung als zunächst großes Thema. Ein anderer Proband beschreibt die Erfahrung wie eine alte Person, die

zunächst den Umgang mit einem Smartphone lernen müsse. Ebenfalls würden noch Funktionen fehlen, die man aus der realen Welt kennt.

Weitere fünf Aussagen beschreiben jedoch, wie das Tool auch eine gewisse Intuitivität besitzt, Sub-Kategorie *Ja*. Die Aussagen wurden dabei ausschließlich nach dem direkten Teil geäußert. So sei der Wechsel in das Tool intuitiv gewesen. Auch ein weiterer Proband beschreibt, dass es mit dem Tool gut geklappt hätte. Die Steuerung funktioniere gut und das Aufhängen der Post-its sei intuitiv. Auch ein anderer Proband beschreibt die Erfahrung als intuitiv. Man müsse vorher nicht viel lernen und das Tool sei selbsterklärend. Ein anderer Proband beschreibt den Anfang hingegen als Lernerfahrung. Nach dieser sei das Tool und z. B. das Clustern natürlich und habe sich gut angefühlt.

Einfluss des physischen Raums

Rund zehn Aussagen beziehen sich auf Beschreibungen, wie der physische Raum während der Interaktion die Erfahrung beeinflusst hat. Dabei stammen zwei Drittel der Aussagen aus den Interviews nach dem direkten Teil. So sei der physische Raum beengend gewesen, weil er eckig war. Auch ein anderer Proband beschreibt den Raum als einschränkend. So sei es besser gewesen, wenn der Raum leer gewesen wäre. Durch den anwesenden Tisch im Raum müsse man immer um diesen herumlaufen, um nach vorne oder hinten zu kommen. Auch ein weiterer Proband beschreibt, dass der physische Raum größer hätte sein müssen, damit man sich nicht im Weg steht. Auch einen weiteren Probanden störte während der Zusammenarbeit der Tisch in der Mitte des Raumes, weil alle Teilnehmer auf einer Stelle und sich somit im Weg standen. Dies wird auch durch die Aussage eines weiteren Probanden wiedergegeben, welcher bemängelt, dass man sich wegen des Tisches nicht umpositionieren konnte. Es sei mehr Tisch als freier Raum im physischen Raum vorhanden gewesen. Wegen des Tisches habe eine weitere Person schließlich viel vor dem Whiteboard gestanden, weil sie nicht ausweichen konnte. Erneut bemängelt ein weiterer Proband den zu kleinen Raum, weshalb die Avatare oft im Weg standen. Auch ein weiterer Proband bestätigt den zu kleinen Raum, weshalb man sich nicht aus dem Weg gehen konnte.

Technische Limitation der Brille

Auf Herausforderungen in Bezug auf die Technik der verwendeten AR-Brille beziehen sich zehn Aussagen. Diese wurden in der Hauptkategorie *Technische Limitation der Brille* zusammengetragen. Die Aussagen stammen nahezu alle aus den Interviews nach dem direkten Teil der Studie. Dabei wird das kleine Sichtfeld der Brille bemängelt, welches die Arbeit erschwert, weil nur ein Teil der Post-its sichtbar ist. Auch ein weiterer Proband beschreibt einen Mangel beim Wahrnehmen des Raumes und der anderen Teilnehmer durch das kleine Sichtfeld. Ein weiterer Proband habe wegen des kleinen Sichtfeldes mit dem gesamten Kopf im Raum schauen müssen. Auch zwei weitere Probanden bemängeln das zu kleine Sichtfeld der Brille. Ein weiterer Proband spricht ebenfalls an, dass man durch den kleinen Sichtbereich nur einen Teil auf einmal wahrnehmen könne. Ein anderer Proband bemängelt das Wahrnehmen von Post-its, welche weit weg seien, weil man diese wegen der geringen Auflösung nicht wahrnehmen könne.

Fokus mit Brille

Aus neun Aussagen wird deutlich, dass die Probanden durch die Brille einen erhöhten Fokus bemerken. Die Aussagen stammen dabei zu fast zwei Dritteln aus den Interviews nach dem direkten Teil. So sei man z. B. in Teams ab und zu abgelenkt. Mit der Brille sei man aber ständig extrem konzentriert gewesen. Im AR-Meeting sei man darauf fokussiert, sich immer nützlich zu machen.

Dies sei ein Unterschied zu Teams. Aber auch das Blickfeld der Brille, so ein anderer Proband, führe dazu, dass man einen gewissen Fokus im Meeting setzt. Ein Proband empfindet virtuelle Whiteboards als weniger anstrengend, gleichzeitig sei man bei diesen aber auch weniger bei der Sache. Man könne dort schnell ein Fenster wegklicken. Mit der Brille sei man hingegen im Raum und wirklich fokussiert. Ein Proband beschreibt die Brille für den Fokus und das Teamgefühl für einen Workshop als besser. Ein weiterer Proband macht auch die Bewegungen dafür verantwortlich, dass man voll in dem Meeting sei. Bei einem klassischen Meeting sei man dies nach zwei Stunden nicht mehr. Dort würde man dann auch auf E-Mails schauen, was wiederum mit der Brille nicht geht. Auch ein weiterer Proband beschreibt, dass es bei der Gruppendynamik passieren kann, dass man in Teams nicht mehr dabei ist und nicht mehr zuhört, sondern nur vor dem PC sitzt. Ein anderer Proband beschreibt wieder den Fokus auf das Board und die Post-its. Weil man in einem anderen Raum sei, sei man mehr fokussiert auf die Aufgabenlösung als in einem Team Call bei dem E-Mails ankommen könnten. Durch die Brille ist man laut eines Probanden mehr im Prozess und dem Workshop drin. Alle anderen Medien seien ferner ausgeblendet.

Mimik

Acht Aussagen gehen auf den Aspekt der Mimik ein. Diese wurden in der Hauptkategorie *Mimik* gesammelt und stammen etwa zur gleichen Hälfte aus beiden Teilen der Interviews. Ein Proband beschreibt dabei, dass es besser wäre, wenn die Avatare das Gesicht der echten Person hätten. Für einen anderen Probanden fehlen die Mimik und Emotion der anderen Teilnehmer komplett. So bekäme man in Teams mehr Feedback über das Video. Dies behindere das Gruppengefühl im AR-Meeting, weil man keine Regung im Gesicht sieht. Auch sei es laut eines weiteren Probanden nicht gut, wenn sich der Mund einer Person nicht bewegt, obwohl diese redet. So denke man, es sei gar nicht die Person, die gerade spricht. Wieder wünscht sich ein weiterer Proband einen personalisierten Avatar, der so aussieht, wie die wahre Person. Außerdem zeigen die aktuellen Avatare keine Emotionen. Auch für einen weiteren Probanden fehlen die Gesichtsausdrücke. Dadurch drehe man sich auch nicht bewusst zu einem Avatar hin. Man beachte nur, wenn Finger auf ein Post-it fliegen. Laut eines weiteren Probanden würde man in einem realen Meeting anhand der Mimik bemerken, wenn eine Person verloren ist. Dies war im AR-Tool aber nicht möglich und deshalb wurde es bei einem Probanden auch nicht bemerkt. Die Gestik sei für einen Probanden vorhanden gewesen, aber die Mimik fehle komplett. Man schaue zwar die Avatare an, aber diese zeigen keine Regung.

Neue Funktionen

In sechs Aussagen entwickeln die Probanden Ideen für neue Funktionen im AR-Tool. Diese wurden in der Hauptkategorie *Neue Funktionen* zusammengetragen. Die Ideen entstanden dabei ausschließlich in Interviews nach dem direkten Teil. So gibt es den Wunsch eines Probanden, auch mehrere Post-its gleichzeitig bewegen zu können. Ein weiterer Proband würde Post-its gerne über ein Eyetracking auf dem Board positionieren können. Ein anderer Proband schlägt vor, sich Funktionen zu überlegen, welche im Realen nicht möglich wären, wie das Highlighten oder Ändern der Farbe von Post-its. Auch in Bezug auf die Aufteilung im Raum schlägt ein Proband eine Art Begrenzungslinie vor. Bei Post-its wünscht sich zudem ein Proband eine Sperrfunktion, damit andere eine Post-it, an dem man selbst arbeitet, nicht ändern können. Auch das Hand Heben, wie es in Teams möglich ist, wird von einer Person gewünscht.

Brille unangenehm

Mit drei Aussagen berichten die Probanden ein Unwohlsein beim Tragen der AR-Brille. Die Aussagen wurden in der Hauptkategorie *Brille unangenehm* gesammelt. So merke man bei der Nutzung der Brille eine Anstrengung im Kopf. Auch ein anderer Proband beschreibt das Tragen der Brille als anstrengend. Nach 40 Minuten bewertet ein Teilnehmer seine Verfassung als kaputt. Dabei entstehe ein Gefühl wie bei Kopfschmerzen.

Begrüßung und Erklärung

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

ganz herzlichen Dank, dass Sie sich dazu bereit erklärt haben, an dieser Studie teilzunehmen und mich dadurch bei meiner Masterarbeit zu unterstützen.

Im Verlauf des Versuchs werden Sie zu mehreren Zeitpunkten dazu aufgefordert einen der Fragenblöcke aus dieser Umfrage zu beantworten. Bitte beantworten Sie dabei die Fragen nur so weit bis Sie auf eine Seite treffen, die Sie bittet dort zu warten.

Alle Angaben sind **vollständig anonym und ein Rückschluss auf Ihre Person ist zu keinem Zeitpunkt möglich**. Ebenso werden die anonymisierten Ergebnisse nicht während oder nach der Gruppensitzung den anderen Teilnehmenden mitgeteilt. Um möglichst aussagekräftige Ergebnisse am Ende der Studie zu erhalten ist es wichtig, dass Sie die **Fragen spontan und möglichst wahrheitsgemäß beantworten**. Es gibt bei der Beantwortung der Fragen keine "falschen" oder "richtigen" Antworten, sondern es geht nur um Ihren ganz persönlichen Eindruck und Ihr persönliches Empfinden.

Die Weitergabe, Speicherung und Auswertung dieser studienbezogenen Daten erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen ohne Namensnennung zur wissenschaftlichen Auswertung. Sie werden zu Beginn der Studie gebeten, Informationen zu verschiedenen persönlichen Merkmalen wie Alter, Geschlecht und Bildung anzugeben. Im gesamten Fragebogen werden jedoch keine Fragen gestellt, die Sie persönlich identifizierbar machen. Alle Informationen, die wir im Rahmen unserer Untersuchungen sammeln, werden anonymisiert und vertraulich behandelt. Verantwortlich für die Analyse und Speicherung Ihrer Daten ist B.Sc. Daniel Fritsch (daniel.fritsch@stud.uni-bamberg.de), Fakultät für Humanwissenschaften, Otto-Friedrich-Universität Bamberg.

Mit der Durchführung der Befragung und Erhebung Ihrer Daten ist das Unternehmen SoSci Survey GmbH (www.soscisurvey.de/de/contact) gemäß Art. 28 DSGVO beauftragt. Die Datenschutzhinweise des Auftragsverarbeiters sind unter www.soscisurvey.de/de/data-protection einzusehen.

Die anonymen Ergebnisse werden hierbei nur für die Erstellung meiner Masterarbeit am Lehrstuhl für Persönlichkeitspsychologie und Psychologische Diagnostik der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, der übergeordneten Dissertation von Robert Dhyringer im Rahmen seiner Industriepromotion bei der Mercedes-Benz AG und ggf. für eine abgeleitete Veröffentlichung verarbeitet und genutzt.

Bei Fragen können Sie sich jederzeit direkt an mich als Versuchsleiter wenden.

Nochmal ganz herzlichen Dank für Ihre Teilnahme.

Mit freundlichen Grüßen
Daniel Fritsch

Die Richtlinien guter ethischer Forschung sehen vor, dass sich die Teilnehmer:innen an empirischen Studien explizit und nachvollziehbar mit der Teilnahme an der Studie einverstanden erklären.

Ich stimme der Teilnahme an der Studie sowie der Verarbeitung und Speicherung meiner Daten für wissenschaftliche Veröffentlichungen zu. Ich habe die Informationen über die Studie gelesen, einschließlich der Informationen über den Zweck und die Methoden der Verarbeitung personenbezogener Daten gemäß der DSGVO.

Ich stimme zu

Bitte geben Sie an, auf welche Art und Weise Sie heute mit den anderen Teilnehmenden zusammenarbeiten:

Zoom

AR (Augmented Reality)

Reales Treffen

Bitte erstellen Sie jetzt noch einen persönlichen Code. Dieser Code kann Ihnen nicht persönlich zu geordnet werden, da dieser auf Informationen beruht die nur Ihnen bekannt sind Dieser wird nur dafür genutzt um im Falle eines Browserproblems Ihre Antworten in der Auswertung wieder zusammenzuführen.

Die Regeln für die Erstellung lauten wie folgt:

1. Dritter Buchstabe des Vornamens Ihrer Mutter (z.B. „Simone“ => „M“)
2. Erster Buchstabe des Vornamens Ihres Vaters (z.B. „Thomas“ => „T“)
3. Zweiter Buchstabe Ihres Geburtsorts (z.B. „Berlin“ => „E“)
4. Die beiden Ziffern Ihres **Geburtstages** (z.B. „01.03.1993“ => „01“)

1. Wie alt sind Sie?

Ich bin Jahre

2. Welches Geschlecht haben Sie?

- weiblich
- männlich
- divers

3. Welchen Bildungsabschluss haben Sie?

Bitte wählen Sie den höchsten Bildungsabschluss, den Sie bisher erreicht haben.

- Noch Schüler
- Schule ohne Abschluss beendet
- Volks-, Hauptschulabschluss, Quali
- Mittlerer Schulabschluss
- Abgeschlossene Lehre
- fachgebundene oder allgemeine Hochschulreife (Fach-/Abitur)
- Bachelor, Vordiplom, 1.Staatsexamen, usw.
- Master, Diplom, 2.Staatsexamen, Magister, usw.
- Anderer Abschluss, und zwar:

4. Was machen Sie beruflich?

- Schüler/in
- In Ausbildung
- Student/in
- Angestellte/r
- Beamte/r
- Selbstständig
- Arbeitslos/Arbeit suchend
- Sonstiges:

Nun geht es um Ihre Einstellung zu anderen Menschen. Bitte geben Sie bei jeder Aussage an, inwieweit Sie dieser Aussage zustimmen können.

	Stimme gar nicht zu	Stimme wenig zu	Stimme etwas zu	Stimme ziemlich zu	Stimme voll und ganz zu
Ich bin davon überzeugt, dass die meisten Menschen gute Absichten haben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Heutzutage kann man sich auf niemanden mehr verlassen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Im Allgemeinen kann man den Menschen vertrauen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nachstehend finden Sie eine Reihe von Eigenschaften, die auf Sie zutreffen könnten. Würden Sie über sich z. B. sagen, dass Sie gerne Zeit mit anderen Menschen verbringen? Bitte geben Sie für jede der folgenden Aussagen an, inwieweit Sie zustimmen.

	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme eher nicht zu	Teils, teil	Stimme eher zu	Stimme voll und ganz zu
Ich bin weniger aktiv und unternehmungslustig als andere.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin manchmal ziemlich nachlässig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin eher schüchtern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin eher ruhig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manchmal verhalte ich mich verantwortungslos, leichtsinnig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich neige dazu, Aufgaben vor mir herzuschieben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin verlässlich, auf mich kann man zählen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bleibe an einer Aufgabe dran, bis sie erledigt ist.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich gehe aus mir heraus, bin gesellig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich neige dazu, die Führung zu übernehmen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mir fällt es schwer, andere zu beeinflussen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin systematisch, halte meine Sachen in Ordnung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich mag es sauber und aufgeräumt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin eher der chaotische Typ, mache selten sauber.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin begeisterungsfähig und kann andere leicht mitreißen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin gesprächig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin bequem, neige zur Faulheit.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wählen Sie bitte „Stimme überhaupt nicht zu“	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin eher unordentlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
In einer Gruppe überlasse ich lieber anderen die Entscheidung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin stetig, beständig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin effizient, erledige Dinge schnell.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin durchsetzungsfähig, energisch.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich schäume selten vor Begeisterung über.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin voller Energie und Tatendrang	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte drücken Sie nicht weiter

Liebe Teilnehmerin, Lieber Teilnehmer

Bitte warten Sie an dieser Stelle und drücken nicht "Weiter", bevor Sie vom Versuchsleiter dazu aufgefordert werden.

Im Folgenden werden Ihnen verschiedene Aussagen präsentiert. Bitte beantworten Sie diese spontan und nach Ihrem persönlichen Empfinden.

„In dieser Arbeitsumgebung...“	Stimme gar nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme völlig zu
... kann ich nur einen kurzen Blick auf die anderen Teilnehmenden werfen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... kann ich mir einen deutlichen Eindruck von manchen der anderen Teilnehmenden machen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... weiß ich, dass die anderen Teilnehmenden auch hier sind, aber ich ‚sehe‘ sie nicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... sind die anderen Teilnehmenden überhaupt nicht abstrakt, was ich zunächst erwartet hätte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... habe ich das Gefühl, die anderen Teilnehmenden seien weit weg.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... weiß ich nicht, wer die anderen Teilnehmenden sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... fühlt es sich an, als hätte ich es mit ‚echten‘ Personen zu tun und nicht mit abstrakten, anonymen Personen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... gibt es nichts anderes, außer dass ich mir der Teilnehmenden bewusst bin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... fühlt es sich so an, als ob alle anderen Teilnehmende ‚echte‘ physische Personen sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... gibt es nichts weiter, außer dass ich mich von den Teilnehmenden distanziert fühle.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... habe ich das Gefühl keiner der anderen Teilnehmenden ist hier.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... bin ich mir der anderen Teilnehmenden bewusst.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... leben die anderen Teilnehmenden nicht wirklich für mich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... bin ich die einzige anwesende Person.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... habe ich das Gefühl, dass keiner der anderen Teilnehmenden mit mir kommunizieren will.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

„In dieser Arbeitsumgebung...“	Stimme gar nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme völlig zu
... fühle ich mich so, als ob ich den anderen Teilnehmenden direkt in die Augen sehen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... sind die anderen Teilnehmenden mir sehr nahe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... spüre ich durchgehend, dass die anderen Teilnehmenden um mich herum sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... fühlt es sich an, als ob alle anderen Teilnehmenden und ich im selben Raum wären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... fühlt es sich so an, als wären wir eine Gruppe von Angesicht zu Angesicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... fühlt es sich an, als ob alle anderen Teilnehmenden und ich in unmittelbarer Nähe zueinander sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... bin ich mir sicher, dass die anderen Teilnehmenden auch da sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... kann ich die anderen Teilnehmenden wirklich sehen, als ob sie vor mir stünden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... kann ich mir ein klares Bild von allen anderen Teilnehmenden machen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... habe ich ein Gefühl für die Anwesenheit der anderen Teilnehmenden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... spüre ich die Anwesenheit der anderen Teilnehmenden stark.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... spüren alle anderen Teilnehmenden, dass ich eine ‚echte‘ physische Person bin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Im Folgenden werden Ihnen verschiedene Aussagen präsentiert. Bitte beantworten Sie diese spontan und nach Ihrem persönlichen Empfinden.

	Stimme gar nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme völlig zu
Ich hatte das Gefühl, dass Andere mit mir in der Arbeitsumgebung waren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich war mir der Anwesenheit der Anderen in der Arbeitsumgebung bewusst.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich habe Andere als Nahe zu mir in der Arbeitsumgebung empfunden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich fühlte mich allein in der Arbeitsumgebung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wählen Sie bitte „Stimme nicht zu“	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Stimme gar nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme völlig zu
Ich hatte eine warme und angenehme Beziehung zu Anderen in dieser Arbeitsumgebung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich erhielt bedeutende emotionale Unterstützung von Anderen in dieser Arbeitsumgebung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich fühlte mich den Anderen im in der Arbeitsumgebung emotional nahe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich hatte nicht das Gefühl gemeinsam mit Anderen in der Arbeitsumgebung glücklich zu sein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Stimme gar nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme völlig zu
Ich fühlte mich von Anderen in der Arbeitsumgebung respektiert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich fühlte mich von Anderen in der Arbeitsumgebung ermutigt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich habe mich von Anderen in der Arbeitsumgebung unterstützt gefühlt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich habe mich von Anderen in der Arbeitsumgebung nicht fair behandelt gefühlt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Im Folgenden werden Ihnen verschiedene Aussagen präsentiert. Bitte beantworten Sie diese spontan und nach Ihrem persönlichen Empfinden. **Alle Antworten sind völlig anonym** und können Ihnen persönlich nicht zugeordnet werden. Ebenso wird der Gruppe auch nicht mitgeteilt, welche Antworten anonym gegeben wurden.

	Trifft gar nicht zu	Trifft überwiegend nicht zu	Trifft eher nicht zu	Weder noch	Trifft eher zu	Trifft überwiegend zu	Trifft völlig zu
Wir haben eine teilende Beziehung. Wir können in der Gruppe frei über unsere Ideen, Gefühle und Hoffnungen sprechen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich kann mit der Gruppe frei über Schwierigkeiten bei der Aufgabe sprechen und weiß, dass sie zuhören werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wir empfinden ein Gefühl des Verlustes, wenn das Experiment zu Ende ist und wir nicht mehr zusammenarbeiten werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn ich meine Probleme mit der Gruppe teilen würde, wüsste ich, dass sie konstruktiv und fürsorglich reagieren würden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich muss sagen, dass wir alle erhebliche emotionale Investitionen hier in unsere Arbeitsbeziehung getätigt haben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Trifft gar nicht zu	Trifft überwiegend nicht zu	Trifft eher nicht zu	Weder noch	Trifft eher zu	Trifft überwiegend zu	Trifft völlig zu
Die Anderen gehen ihre Arbeit mit Professionalität und Hingabe an.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
In Anbetracht der bisherigen Leistungen der Anderen sehe ich keinen Grund, an ihrer Kompetenz und Vorbereitung auf die Aufgabe zu zweifeln.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich kann mich darauf verlassen, dass die Anderen meine Aufgabe nicht durch nachlässige Arbeit erschweren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die meisten Leute, selbst diejenigen, die nicht mit den anderen zusammengearbeitet haben, würden ihnen vertrauen und sie als Mitarbeitende respektieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Anderen in der Gruppe halten unsere Gruppe für vertrauenswürdig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn die Leute mehr über die Gruppe und ihre Hintergründe wüssten, wären sie besorgter und würden ihre Arbeit genauer überwachen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte beschreiben Sie den Eindruck, den die visuelle Darstellung der anderen Teilnehmenden (Live-Video, Avatar) bei Ihnen ausgelöst hat. Wählen Sie dabei die Antwortalternative und Tendenz, die Ihren Eindruck am besten wiedergibt.

Eintönig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Irre
Erwartbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Schaurig
Schlicht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Schräg
Gewöhnlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Übernatürlich
Langweilig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Schockierend
Einfallslos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Aufregend
Vorhersehbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Spannend
Nichtssagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Unheimlich
Emotionslos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Haarsträubend

Bitte drücken Sie nicht weiter

Liebe Teilnehmerin, Lieber Teilnehmer

Bitte warten Sie an dieser Stelle und drücken nicht "Weiter", bevor Sie vom Versuchsleiter dazu aufgefordert werden.

Im Folgenden werden Ihnen verschiedene Aussagen präsentiert. Bitte beantworten Sie diese spontan und nach Ihrem persönlichen Empfinden.

„In dieser Arbeitsumgebung...“	Stimme gar nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme völlig zu
... kann ich nur einen kurzen Blick auf die anderen Teilnehmenden werfen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... kann ich mir einen deutlichen Eindruck von manchen der anderen Teilnehmenden machen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... weiß ich, dass die anderen Teilnehmenden auch hier sind, aber ich ‚sehe‘ sie nicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... sind die anderen Teilnehmenden überhaupt nicht abstrakt, was ich zunächst erwartet hätte.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... habe ich das Gefühl, die anderen Teilnehmenden seien weit weg.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... weiß ich nicht, wer die anderen Teilnehmenden sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... fühlt es sich an, als hätte ich es mit ‚echten‘ Personen zu tun und nicht mit abstrakten, anonymen Personen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... gibt es nichts anderes, außer dass ich mir der Teilnehmenden bewusst bin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... fühlt es sich so an, als ob alle anderen Teilnehmende ‚echte‘ physische Personen sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... gibt es nichts weiter, außer dass ich mich von den Teilnehmenden distanziert fühle.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... habe ich das Gefühl keiner der anderen Teilnehmenden ist hier.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... bin ich mir der anderen Teilnehmenden bewusst.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... leben die anderen Teilnehmenden nicht wirklich für mich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... bin ich die einzige anwesende Person.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... habe ich das Gefühl, dass keiner der anderen Teilnehmenden mit mir kommunizieren will.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

„In dieser Arbeitsumgebung...“	Stimme gar nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme völlig zu
... fühle ich mich so, als ob ich den anderen Teilnehmenden direkt in die Augen sehen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... sind die anderen Teilnehmenden mir sehr nahe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... spüre ich durchgehend, dass die anderen Teilnehmenden um mich herum sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... fühlt es sich an, als ob alle anderen Teilnehmenden und ich im selben Raum wären.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... fühlt es sich so an, als wären wir eine Gruppe von Angesicht zu Angesicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... fühlt es sich an, als ob alle anderen Teilnehmenden und ich in unmittelbarer Nähe zueinander sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... bin ich mir sicher, dass die anderen Teilnehmenden auch da sind.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... kann ich die anderen Teilnehmenden wirklich sehen, als ob sie vor mir stünden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... kann ich mir ein klares Bild von allen anderen Teilnehmenden machen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... habe ich ein Gefühl für die Anwesenheit der anderen Teilnehmenden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... spüre ich die Anwesenheit der anderen Teilnehmenden stark.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... spüren alle anderen Teilnehmenden, dass ich eine ‚echte‘ physische Person bin.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... wählen Sie bitte „Stimme völlig zu“	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Im Folgenden werden Ihnen verschiedene Aussagen präsentiert. Bitte beantworten Sie diese spontan und nach Ihrem persönlichen Empfinden.

	Stimme gar nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme völlig zu
Ich hatte das Gefühl, dass Andere mit mir in der Arbeitsumgebung waren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich war mir der Anwesenheit der Anderen in der Arbeitsumgebung bewusst.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich habe Andere als Nahe zu mir in der Arbeitsumgebung empfunden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich fühlte mich allein in der Arbeitsumgebung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Stimme gar nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme völlig zu
Ich hatte eine warme und angenehme Beziehung zu Anderen in dieser Arbeitsumgebung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich erhielt bedeutende emotionale Unterstützung von Anderen in dieser Arbeitsumgebung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich fühlte mich den Anderen im in der Arbeitsumgebung emotional nahe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich hatte nicht das Gefühl gemeinsam mit Anderen in der Arbeitsumgebung glücklich zu sein.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Stimme gar nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme völlig zu
Ich fühlte mich von Anderen in der Arbeitsumgebung respektiert.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich fühlte mich von Anderen in der Arbeitsumgebung ermutigt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich habe mich von Anderen in der Arbeitsumgebung unterstützt gefühlt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich habe mich von Anderen in der Arbeitsumgebung nicht fair behandelt gefühlt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Im Folgenden werden Ihnen verschiedene Aussagen präsentiert. Bitte beantworten Sie diese spontan und nach Ihrem persönlichen Empfinden. **Alle Antworten sind völlig anonym** und können Ihnen persönlich nicht zugeordnet werden. Ebenso wird der Gruppe auch nicht mitgeteilt, welche Antworten anonym gegeben wurden.

	Trifft gar nicht zu	Trifft überwiegend nicht zu	Trifft eher nicht zu	Teils- teils	Trifft eher zu	Trifft überwiegend zu	Trifft völlig zu
Wir haben eine teilende Beziehung. Wir können in der Gruppe frei über unsere Ideen, Gefühle und Hoffnungen sprechen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich kann mit der Gruppe frei über Schwierigkeiten bei der Aufgabe sprechen und weiß, dass sie zuhören werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wir empfinden ein Gefühl des Verlustes, wenn das Experiment zu Ende ist und wir nicht mehr zusammenarbeiten werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn ich meine Probleme mit der Gruppe teilen würde, wüsste ich, dass sie konstruktiv und fürsorglich reagieren würden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich muss sagen, dass wir alle erhebliche emotionale Investitionen hier in unsere Arbeitsbeziehung getätigt haben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Trifft gar nicht zu	Trifft überwiegend nicht zu	Trifft eher nicht zu	Teils- teils	Trifft eher zu	Trifft überwiegend zu	Trifft völlig zu
Die Anderen gehen ihre Arbeit mit Professionalität und Hingabe an.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
In Anbetracht der bisherigen Leistungen der Anderen sehe ich keinen Grund, an ihrer Kompetenz und Vorbereitung auf die Aufgabe zu zweifeln.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich kann mich darauf verlassen, dass die Anderen meine Aufgabe nicht durch nachlässige Arbeit erschweren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die meisten Leute, selbst diejenigen, die nicht mit den anderen zusammengearbeitet haben, würden ihnen vertrauen und sie als Mitarbeitende respektieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Anderen in der Gruppe halten unsere Gruppe für vertrauenswürdig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn die Leute mehr über die Gruppe und ihre Hintergründe wüssten, wären sie besorgter und würden ihre Arbeit genauer überwachen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte beschreiben Sie den Eindruck, den die visuelle Darstellung der anderen Teilnehmenden (Live-Video, Avatar) bei Ihnen auslöst hat. Wählen Sie dabei die Antwortalternative und Tendenz, die Ihren Eindruck am besten wiedergibt.

Eintönig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Irre
Erwartbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Schaurig
Schlicht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Schräg
Gewöhnlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Übernatürlich
Langweilig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Schockierend
Einfallslos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Aufregend
Vorhersehbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Spannend
Nichtssagend	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Unheimlich
Emotionslos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Haarsträubend

Abschließend von Interesse ist noch, wie Sie Belastungen und Empfindungen während der Aufgaben erlebt haben. Bitte bewerten Sie im Folgenden, wie Sie die jeweiligen Aspekte während der Aufgabenbearbeitung wahrgenommen haben. Dafür schieben Sie einfach den Schieberegler auf den Wert, der Ihrer Antwort am nächsten kommt.

Mentale Anforderung: Wie geistig fordernd war die Aufgabe?

sehr gering sehr hoch

Physische Anforderungen: Wie körperlich fordernd war die Aufgabe?

sehr gering sehr hoch

Zeitliche Anforderung: Wie eilig oder gehetzt war das Tempo der Aufgabe?

sehr gering sehr hoch

Leistung: Wie erfolgreich waren Sie bei der Erreichung dessen, was Sie zu tun hatten?

Perfekt Gescheitert

Anstrengung: Wie hart mussten Sie arbeiten, um Ihr Leistungsniveau zu erreichen?

Sehr wenig Sehr viel

Frustration: Wie unsicher, entmutigt, gereizt, gestresst und genervt waren Sie?

Sehr wenig Sehr viel

Haben Sie alle Aufgaben so ausgeführt, wie in den jeweiligen Instruktionen gebeten? Bitte antworten Sie auch hier ehrlich – Auch diese Antwort hat für Sie keine Konsequenzen!

- Ich habe alle Aufgaben, wie in den Instruktionen verlangt, bewältigt.
- Manchmal habe ich irgendetwas geklickt, weil ich unmotiviert war oder mich einfach nicht ausgekannt habe.
- Ich habe häufig irgendetwas angeklickt, damit ich schnell fertig werde.

Konnten Sie den Fragebogen in einem ausfüllen, ohne abgelenkt zu werden? Bitte antworten Sie auch hier ehrlich.

- Ja, ich habe der Studie vollste Aufmerksamkeit geschenkt und sie in einem durch gemacht.
- Ich wurde durch meine Umwelt (Personen, Geräusche, etc.) einmal kurz abgelenkt.
- Ich wurde durch meine Umwelt (Personen, Geräusche, etc.) mehrmals abgelenkt.

Für wie gut und hilfreiche halten sie Ihre persönlichen Antworten bei der Bemühung eine möglichst aussagekräftige Studie am Ende zu haben?

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| gar nicht hilfreich | wenig hilfreich | hilfreich | größtenteils hilfreich | sehr hilfreich |

Letzte Seite

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Ganz herzlichen Dank, dass Sie an diesem Versuch teilgenommen haben. Ich hoffe Sie hatten auch ein bisschen Spaß dabei.

Sollten Sie noch Fragen oder Anmerkungen zum Versuch oder der Forschung haben können Sie sich gerne jetzt noch direkt an mich wenden.

Ihre Antworten wurden gespeichert, Sie können das Browser-Fenster nun schließen.

Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre mit meiner Unterschrift, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt habe. Alle Stellen dieser Arbeit, die dem Wortlaut, dem Sinn oder der Argumentation nach anderen Werken entnommen sind (einschließlich des World Wide Web und anderer elektronischer Text- und Datensammlungen), habe ich unter Angabe der Quellen vollständig kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Unterschrift

Übereinstimmungserklärung

Ich bestätige hiermit, dass die elektronisch abgegebene Version mit der gemäß Abs. 1 genehmigten Fassung der Arbeit im Rahmen der Promotionsordnung 2016 der Universität Stuttgart in Form und Inhalt übereinstimmt.

Lebenslauf

LEBENS LAUF

Persönliche Daten

Name: Robert Phil Dyhringer
Wohnort: 70327 Stuttgart
Staatsangehörigkeit: deutsch
Geburtsdatum und -ort: 15.10.1991, Gladbeck



Studium / Schulbildung

10/2018 – 02/2024

Promotion: Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr. -Ing) an der Universität Stuttgart

- Titel: *Untersuchung einer Augmented Reality Kollaborationssoftware in der verteilten agilen Arbeitsweise der Automobilentwicklung*
- Eine Design Science Research Untersuchung mit dem Ziel ein Softwarelösung für das kollaborative Arbeiten von verteilten Teams innerhalb der agilen Arbeitsweise mittels der Augmented Reality Brille HoloLens 2 zu realisieren
- Organisation und Abhalten der Vorlesung *Simulation im technischen Entwicklungsprozess*

03/2016 – 08/2018

Masterstudium: Allgemeiner Maschinenbau (M.Sc.) an der Universität Stuttgart

- Spezialisierungen: Produktentwicklung und Konstruktionstechnik, Kunststofftechnik
- Vertiefungen: Technisches Design, Konstruieren mit Kunststoffen, Grundlagen der Kunststofftechnik
- Masterarbeit: *Entwicklung und Auslegung eines nutzergerechten Mensch-Maschine-Interfaces durch komplexe Blickgesten unter Berücksichtigung der Gestensegmentanzahl* am Institut für Konstruktionstechnik und technisches Design (IKTD)
- Studienarbeit: *Untersuchung von 3D-Hybridstrukturen unterschiedlicher Komplexität mit Luftultraschall und geführten Wellen* am Institut für Kunststofftechnik (IKT)

10/2012 – 03/2016

Bachelorstudium: Allgemeiner Maschinenbau (B.Sc.) an der Universität Stuttgart

- Vertiefungen: Zuverlässigkeitstechnik, Grundlagen der Schienenfahrzeugtechnik
- Bachelorarbeit: *Entwicklung einer linearen Wirbelstrombremse zur Dämpfung elektromechanischer Vorschubantriebe* am Institut der Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW)
- Projektarbeit: „Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Zugfestigkeit von Fasern für Faserverbundwerkstoffe“ am Institut für

10/2011 – 09/2012

**Bachelorstudium: Allgemeiner Maschinenbau (B.Sc.) an der Universität
Duisburg-Essen**

- Grundstudium



Stuttgart, 15. März 2024