

Aus dem Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin

der Deutschen Sporthochschule Köln

Geschäftsführender Leiter: Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Bloch

**Nutzer*innenorientierte Gestaltung und
Bewertung von Virtual Reality-Anwendungen
für Senior*innen unter der Berücksichtigung
von Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren**

Von der Deutschen Sporthochschule Köln

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der Sportwissenschaft

angenommene Dissertation

vorgelegt von

Alina Napetschnig

aus

Troisdorf

Köln 2024

Erste Gutachterin:	Prof. Dr. Klara Brixius
Zweiter Gutachter:	Prof. Dr. Wolfgang Deiters
Vorsitzender des Promotionsausschusses:	Univ.-Prof. Dr. Mario Thevis
Datum der Disputation:	12.12.2023

Eidesstattliche Versicherungen gem. § 7 Abs. 2 Nr. 9 der Promotionsordnung der Deutschen Sporthochschule Köln, 30.03.2020:

Hierdurch versichere ich:

Ich habe diese Arbeit selbständig und nur unter Benutzung der angegebenen Quellen und technischen Hilfen angefertigt; sie hat noch keiner anderen Stelle zur Prüfung vorgelegen. Wörtlich übernommene Textstellen, auch Einzelsätze oder Teile davon, sind als Zitate kenntlich gemacht worden.

Hierdurch erkläre ich, dass ich die „Leitlinien guter wissenschaftlicher Praxis“ der Deutschen Sporthochschule Köln eingehalten habe.

03.01.2024 *Alina Napetschnig*

Datum, Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis	XII
Zusammenfassung	XV
Abstract	XVI
1 Einleitung	2
1.1 Gesundheit im Alter	4
1.2 Gesundheitsförderung durch Technologien	5
1.3 Herleitung und Begründung der Forschungsarbeit.....	6
1.4 Zielsetzungen und Operationalisierungsprozess.....	9
1.5 Struktur der Forschungsarbeit	12
2 Theoretischer Hintergrund.....	16
2.1 Gesundes Altern.....	17
2.1.1 Aspekte des Alter(n)s	19
2.1.2 ICF-Klassifikation der Partizipation und Mobilität	21
2.2 Gesundes Altern durch die Nutzung von Technologien	25
2.2.1 Entwicklung der VR-Technologie	28
2.2.2 VR-Anwendungen für Senior*innen als Alltagsunterstützung.....	30
2.3 Ansätze zur nutzer*innenorientierten VR-Entwicklung	32
2.4 Related Work: Gestaltungs- und Entwicklungsempfehlungen digitaler Gesundheitstechnologien	39
2.5 Forschungsfragen und Hypothesenbildung.....	41
3 Methodik	44
3.1 Studiendesign und Vorgehensmodell	45
3.2 Entwicklung des Gütekriterienkernsets anhand eines iterativen Vorgehens.....	47
3.2.1 PDCA-Zyklus.....	47
3.2.2 PEP	49
3.3 Literaturrecherchen zu UF 1-4	53
3.3.1 Systematische Literaturrecherche.....	54
3.3.1.1 Systematische Literaturrecherche zu UF1	57
3.3.1.2 Systematische Literaturrecherche zu UF2	61
3.3.1.3 Systematische Literaturrecherche zu UF3	64
3.3.2 Scoping Review zu UF4	67
3.4 Framework Analyse	70
3.5 Methodische Grundlagen zur Workshopdurchführung	76

3.5.1	Durchführung des ersten Expert*innenworkshops	82
3.5.2	Durchführung des zweiten Expert*innenworkshops	85
3.5.3	Durchführung des dritten Expert*innenworkshops	88
3.6	Praxistransfer: Entwicklung einer VR-Anwendung als partizipatives Instrument	93
3.6.1	Vorstellung des VR-Anwendungsfeldes	95
3.6.2	Studiendesign und vorbereitende Maßnahmen	97
3.6.3	Ablauf VR-Interventionsstudie	107
4	Ergebnisse	114
4.1	Ergebnisse aus den PDCA-Zyklen des PEPs	114
4.1.1	Entwicklung der ersten Version des Gütekriterienkernsets	117
4.1.1.1	Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zu UF1	117
4.1.1.2	Ergebnisse der Framework Analyse	129
4.1.1.3	Systematisierung der Ergebnisse zu UF1 (V1 _{draft})	132
4.1.1.4	Finalisierung der ersten Version des Gütekriterienkernsets (V1 _{final})	134
4.1.2	Entwicklung der zweiten Version des Gütekriterienkernsets	135
4.1.2.1	Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zu UF2	136
4.1.2.2	Systematisierung der Ergebnisse zu UF2 zur Workshopvorbereitung (V2 _{draft})	143
4.1.2.3	Ergebnisse des ersten Expert*innenworkshops	146
4.1.2.4	Finalisierung der zweiten Version des Gütekriterienkernsets (V2 _{final})	149
4.1.3	Entwicklung der dritten Version des Gütekriterienkernsets	157
4.1.3.1	Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zu UF3	157
4.1.3.2	Systematisierung der Ergebnisse von UF3 zur Workshopvorbereitung (V3 _{draft})	167
4.1.3.3	Ergebnisse des zweiten Expert*innenworkshops	172
4.1.3.4	Finalisierung der dritten Version des Gütekriterienkernsets (V3 _{final})	173
4.1.4	Entwicklung der vierten Version des Gütekriterienkernsets	178
4.1.4.1	Ergebnisse der traditionellen Literaturrecherche zu UF4	179
4.1.4.2	Systematisierung der Ergebnisse zur Workshopvorbereitung (V4 _{draft})	189
4.1.4.3	Ergebnisse des dritten Expert*innenworkshops	195
4.1.4.4	Finalisierung der vierten Version des Gütekriterienkernsets (V4 _{final})	199
4.2	Vorstellung der VR-Anwendung	203
4.2.1	VR-Anwendungsentwicklung	203
4.2.1.1	VR-Softwareentwicklung	204

4.2.1.2	Parameter der VR-Anwendung.....	217
4.2.1.3	Trainingskonfiguration der VR-Anwendung.....	218
4.2.2	Ergebnisse VR-Intervention mit Wegfest	222
5	Diskussion	229
5.1	Entwicklungsphasen des Gütekriterienkernsets.....	229
5.1.1	Zwischenversionen des Gütekriterienkernsets.....	230
5.1.1.1	Qualitative Forschungsmethoden	235
5.1.1.2	Verwendete Modelle als Methodengrundlage	248
5.1.2	Finalisiertes Gütekriterienkernset	253
5.1.2.1	Verwertbarkeit des finalisierten Gütekriterienkernsets	254
5.1.2.2	Reflexion des finalisierten Gütekriterienkernsets hinsichtlich Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren.....	261
5.2	VR-Anwendung	271
5.2.1	VR-Anwendungsentwicklung	271
5.2.2	VR-Intervention.....	277
5.3	Limitationen	282
6	Fazit und Ausblick.....	286
7	Literaturverzeichnis	293
8	Anhang	321

Abkürzungsverzeichnis

3D	dreidimensional
AAL	Ambient Assisted Living
ACSM	American College of Sports Medicine
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club
ADL	Activities of daily living
afgis	aktionsforum gesundheitsinformationssystem
AG	Arbeitsgemeinschaft
AGB	Allgemeine Geschäftsbedingungen
AKAD	Akademikergemeinschaft für Erwachsenenbildung
APA	American Psychological Association
APG NRW	Alten- und Pflegegesetz Nordrhein-Westfalen
App	Applikation
AR	Augmented Reality
bast	Bundesanstalt für Straßenwesen
BfArM	Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte
Bildungsgesellschaft mbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Bitkom	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
bpb	Bundeszentrale für politische Bildung
CSSQ	Cybersickness Susceptibility Questionnaire
DGIM	Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin e.V.
DiGA	Digitale Gesundheitsanwendung
DIGAV	Digitale-Gesundheitsanwendungen-Verordnung
DiPA	Digitale Pflegeanwendung
DoF	Degrees of freedom
DSVGO	Datenschutz-Grundverordnung
DVG	Digitales Versorgungsgesetz
dz	Cohen's d für abhängige Daten
E	Ergebnis(se)

eds.	editor(s)
EM	Elektromobilität
FA	Framework Analyse
FES-I	Falls Efficacy Scale International
FOKUS	Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme
fps	frames per second
FS	Fahrspurigkeit
GbR	Gesellschaft bürgerlichen Rechts
GK	Geschwindigkeit
GVG	Gerichtsverfassungsgesetz
HAS	Haute Autorité de Santé
HF	Hauptforschungsfrage
HMD	Head-Mounted-Display
Hrsg.	Herausgeber*innen
HS	Hochschule
HTA	Health Technology Assessment
ICF	International Classification of Functioning, Disability and Health
ICIDH	International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps
IoT	Internet of Things
IPED	Innovationsraum für partizipative Entwicklungsprozesse für digitale Gesundheitsanwendungen
ISO	International Organization for Standardization
ISST	Institut für Software- und Systemtechnik
KI	künstliche Intelligenz
LCD	liquid crystal display
M	Methodik, methodisches Vorgehen
MA	Metaanalyse
MAGS	Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales
MARS	Mobile Application Rating Scale
mHealth	mobile Health
MIREVI	Mixed Reality and Visualization

MoCA	Montreal-Cognitive-Assessment
MR	Mixed Reality
NatCen	National Center für Social Research
P.	Pattern(s)
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PEP	Produktentstehungsprozess
PrävG	Präventionsgesetz
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses
px	Pixel
QH	Querungshilfe
REST	REpresentational State Transfer
RKI	Robert Koch-Institut
RND	Redaktions Netzwerk Deutschland
ROI	Return on Investment
SGB	Sozialgesetzbuch
SLR	Systematische Literaturrecherche
SoPra	Software-Praktikum
SR	Systematic Review
SSQ	Simulator Sickness Questionnaire
SUS	System Usability Skala
TAM	Technology Acceptance Model, Technologieakzeptanzmodell
TE	Trainingseinheit(en)
TI	Telematikinfrastruktur
TLR	Traditionelle Literaturrecherche
TUG	Timed up and go Test
TZ	Tageszeit
UF	Unterfrage
Univ.	universae
UTAUT	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
V	Version
VA	Verkehrsaufkommen

VR	Virtual Reality, Virtuelle Realität
VRD	Virtual-Retinal Display
VRISE	Virtual reality induced symptoms and effects
Wdh.	Wiederholung(en)
WHO	World Health Organization
ZPD NRW	Zentrale Polizeiliche Dienste in Nordrhein-Westfalen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Skala für die Beurteilung der Leistung und der Leistungsfähigkeit der ICF (BfArM, 2021).	23
Abbildung 2: Definition der Mobilität unter d4 der ICF (BfArM, 2021).	23
Abbildung 3: Aufhängevorrichtung und Positionserfassung zur Bestimmung der Blickrichtung (Bleser, 2017, S. 6 aus Sutherland, 1968, S. 759).	29
Abbildung 4: Head Mounted Display (Bleser, 2017, S. 6 aus Sutherland, 1968, S. 760).	29
Abbildung 5: Aktuell genutzte VR-HMD-Systeme inkl. zwei Controller (eigene Darstellung).	30
Abbildung 6: Anwendungsbereiche von VR für Senior*innen (eigene Darstellung, angelehnt an Napetschnig, Brixius & Deiters, 2023).	31
Abbildung 7: 3I-Modell (eigene Darstellung, angelehnt an Burdea & Coiffet, 2003).	34
Abbildung 8: Technikakzeptanzmodell (eigene Darstellung, angelehnt an Deiters et al., 2022).	35
Abbildung 9: Verknüpfung der Variablen des 3I-Modells mit Komponenten des TAM (eigene Darstellung, angelehnt an Barrett, Pack & Quaid, 2021).	36
Abbildung 10: Darstellung des Stufenmodells zur Partizipation (eigene Darstellung, angelehnt an Wright et al., 2010).	38
Abbildung 11: Der PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	48
Abbildung 12: Implementierung des PDCA-Zyklus in den PEP inkl. Methodik (eigene Darstellung).	51
Abbildung 13: Beispiel der Verknüpfung von Suchterms mit Booleschen Operatoren (eigene Darstellung).	60
Abbildung 14: Suchstring in PubMed zu UF1 (eigene Darstellung).	60
Abbildung 15: PRISMA Flussdiagramm der SLR zu UF1 (eigene Darstellung, angelehnt an Schnepf & Groeben, 2019).	61
Abbildung 16: Suchstring in PubMed zu UF2 (eigene Darstellung).	63
Abbildung 17: PRISMA Flussdiagramm der SLR zu UF2 (eigene Darstellung, angelehnt an Schnepf & Groeben, 2019).	64
Abbildung 18: Suchstring in PubMed zu UF3 (eigene Darstellung).	66
Abbildung 19: PRISMA Flussdiagramm der SLR zu UF3 (eigene Darstellung, angelehnt an Schnepf & Groeben, 2019).	67
Abbildung 20: Phasen des Scoping Reviews (eigene Darstellung, angelehnt an Mahani & Leslie, 2018).	68
Abbildung 21: Methodik Expert*innenworkshop (eigene Darstellung, angelehnt an Bauer, 2008).	77
Abbildung 22: Schematische Darstellung der Partizipationsstufen im PEP (eigene Darstellung).	81
Abbildung 23: Verändertes Rollenverständnis im partizipativen Prozess (eigene Darstellung, angelehnt an Schönhuth & Jerrentrup, 2019).	94

Abbildung 24: G-Power Analyse zur Ermittlung der Stichprobengröße.	98
Abbildung 25: Implementierung des PDCA-Zyklus in den PEP inkl. Darstellung der Methodik und Ergebnisse (eigene Darstellung).	116
Abbildung 26: Die Analyse im ersten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	117
Abbildung 27: Der Lösungsentwurf im ersten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	129
Abbildung 28: Die Überprüfung im ersten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	132
Abbildung 29: Die Optimierung im ersten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	134
Abbildung 30: Die Analyse im zweiten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	136
Abbildung 31: Der Lösungsentwurf im zweiten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	143
Abbildung 32: Die Überprüfung im zweiten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	146
Abbildung 33: Die Optimierung im zweiten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	149
Abbildung 34: Die Analyse im dritten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	157
Abbildung 35: Der Lösungsentwurf im dritten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	167
Abbildung 36: Die Überprüfung im dritten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	172
Abbildung 37: Die Optimierung im dritten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	173
Abbildung 38: Die Analyse im vierten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	179
Abbildung 39: Darstellung der Gewichtung der Parameter in Wegfest (eigene Darstellung).	184
Abbildung 40: Der Lösungsentwurf im vierten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	189
Abbildung 41: Die Überprüfung im vierten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	195
Abbildung 42: Die Optimierung im vierten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).	199
Abbildung 43: Screenshot Google Maps, Querungssituation Verkehrsinsel in Düsseldorf (Google, 2009).	205
Abbildung 44: Screenshot Google Street View Maps, Querungssituation Verkehrsinsel in Düsseldorf auf Person View (Google, 2009).	205
Abbildung 45: Screenshot Szene Wegfest, Querungssituation Verkehrsinsel angelehnt an Google Street View Maps (eigene Darstellung).	206
Abbildung 46: Screenshot Tutorial mit Auswahlbuttons per Handtracking (eigene Darstellung).	208
Abbildung 47: Screenshot Zielmarkierung Tutorial von Wegfest (eigene Darstellung).	209
Abbildung 48: Screenshot Zielmarkierung Szene von Wegfest (eigene Darstellung).	210
Abbildung 49: Ausdehnung der ROW und der ROI (Fürstenberg, 2009).	211
Abbildung 50: Screenshot Datenbank, Erstellung einer Iteration (eigene Darstellung).	213
Abbildung 51: Screenshot Frageboard in Wegfest (eigene Darstellung).	214

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Unterteilung Altersgruppen älterer Menschen (eigene Darstellung, angelehnt an Spirduso et al., 2005).....	19
Tabelle 2:	Unterschiede zwischen einer traditionellen und systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung, angelehnt an Pontow, 2017).	54
Tabelle 3:	Ein- und Ausschlusskriterien der systematischen Literaturrecherche (SLR).....	56
Tabelle 4:	Wortlisten-Tabelle für Suchterms in deutscher Sprache zu UF1.....	59
Tabelle 5:	Wortlisten-Tabelle für Suchterms in deutscher Sprache zu UF2.....	62
Tabelle 6:	Wortlisten-Tabelle für Suchterms in deutscher Sprache zu UF3.....	65
Tabelle 7:	Methodenvergleich sozialwissenschaftlicher Textanalysemethoden bzw. qualitativer Inhaltsanalysen.....	72
Tabelle 8:	Teilnehmer*innen des ersten Expert*innenworkshops und ihre Kompetenzprofile.	82
Tabelle 9:	Teilnehmer*innen des zweiten Expert*innenworkshops und ihre Kompetenzprofile.	86
Tabelle 10:	Sprachliche Anpassungen der Begrifflichkeiten zum ersten Part des Gütekriterienkernsets.	90
Tabelle 11:	Sprachliche Anpassungen der Begrifflichkeiten zum zweiten Part des Gütekriterienkernsets.	91
Tabelle 12:	Straßenverkehrsunfallgeschehen von Senior*innen (eigene Darstellung, angelehnt an Statistisches Bundesamt, 2021).....	96
Tabelle 13:	Ein- und Ausschlusskriterien der Senior*innen für die Interventionsstudie.....	98
Tabelle 14:	Abwägung Risiken und Nutzen des Forschungsvorhabens.	102
Tabelle 15:	Ergebnisse der SLR zu UF1.	119
Tabelle 16:	Ergebnisse der SLR zu "Spezifischen Kriterien" des Gütekriterienkernsets.	126
Tabelle 17:	Ergebnisdarstellung des Systematisierungsprozesses, Auszug aus dem ersten Part.....	133
Tabelle 18:	Ergebnisdarstellung des Systematisierungsprozesses, Auszug aus dem zweiten Part.....	133
Tabelle 19:	Kategorien des Gütekriterienkernsets (V1 _{draft})	133
Tabelle 20:	Auszug Gütekriterienkernset (V1 _{final}) zur Kategorie "Medizinische Qualität".	135
Tabelle 21:	Auszug Gütekriterienkernset (V1 _{final}) zur Kategorie "Grafik/ Qualität".	135
Tabelle 22:	Ergebnisse der SLR zu UF2.	136
Tabelle 23:	Auszug Gütekriterienkernset (V2 _{draft}) zur Kategorie "Medizinische Qualität".	144

Tabelle 24:	Auszug Gütekriterienkernset (V2 _{draft}) zur Kategorie "Grafik/ Qualität".	145
Tabelle 25:	Input der Workshopteilnehmer*innen des ersten Expert*innenworkshops zur Kategorie "Medizinische Qualität".	147
Tabelle 26:	Input der Workshopteilnehmer*innen des ersten Expert*innenworkshops zur Kategorie "Grafik/ Qualität".	148
Tabelle 27:	Auszug Gütekriterienkernset (V2 _{final}) zur Kategorie "Medizinische Qualität".	153
Tabelle 28:	Auszug Gütekriterienkernset (V2 _{final}) zur Kategorie "Grafik/ Qualität".	155
Tabelle 29:	Ergebnisse der SLR zu UF3.	158
Tabelle 30:	Auszug Gütekriterienkernset (V3 _{draft}) zur Kategorie "Medizinische Qualität".	168
Tabelle 31:	Auszug Gütekriterienkernset (V3 _{draft}) zur Kategorie "Grafik/ Qualität".	170
Tabelle 32:	Gütekriterienkernset (V3 _{final}) zur Subkategorie "1.1 Evidenz" der Kategorie "Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte".	175
Tabelle 33:	Gütekriterienkernset (V3 _{final}) zur Subkategorie "1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen" der Kategorie "Grafik/ Qualität".	177
Tabelle 34:	Ergebnisse der traditionellen Literaturrecherche zu UF4.	180
Tabelle 35:	Übersicht der Referenzen zur Erläuterung der Parameter in Wegfest.	183
Tabelle 36:	Gütekriterienkernset (V4 _{draft}) zur Subkategorie "1.1 Evidenz" der Kategorie "Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte".	191
Tabelle 37:	Gütekriterienkernset (V4 _{draft}) zur Subkategorie "1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen" der Kategorie "Grafik/ Qualität".	193
Tabelle 38:	Zeitlicher Ablauf der Entwicklung von Wegfest.	215
Tabelle 39:	Rechercheergebnisse zum Thema Straßenüberquerung und VR.	216
Tabelle 40:	Durchführung von Pre-Tests zur VR-Anwendung Wegfest mit Senior*innen.	217
Tabelle 41:	Wertesystem der Parameter in Wegfest.	219
Tabelle 42:	Darstellung zweier Beispielszenen mit gleicher Summe.	220
Tabelle 43:	Szenenkonfiguration der leichtesten Szene in Wegfest.	220
Tabelle 44:	Darstellung der Szenenkonfigurationen der einzelnen Iterationen von TE1.	221
Tabelle 45:	Summen der Iterationen Trainingseinheit 1-8.	221
Tabelle 46:	Deskriptive Statistik der Proband*innen (Geschlecht).	222
Tabelle 47:	Deskriptive Statistik der Proband*innen (Alter).	222
Tabelle 48:	Deskriptive Statistik der Assessments.	223
Tabelle 49:	Test auf Normalverteilung der Assessments.	224

Tabelle 50:	Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen des TUGs.	224
Tabelle 51:	Ergebnis des T-Tests bei gepaarten Stichproben des TUGs.	224
Tabelle 52:	Darstellung Cohen´s d zur Bestimmung der Effektstärke.....	224
Tabelle 53:	Ergebnis Wilcoxon-Test für das MoCA.	225
Tabelle 54:	Darstellung des Z-Wertes des Wilcoxon-Tests für das MoCA.....	225
Tabelle 55:	Ergebnis des Wilcoxon-Tests für die FES-I.	225
Tabelle 56:	Darstellung des Z-Wertes des Wilcoxon-Tests für die FES-I.	226
Tabelle 57:	Deskriptive Statistik zur subjektiven Einschätzung in Wegfest.	226
Tabelle 58:	Ergebnis des Wilcoxon-Tests für die subjektive Einschätzung in Wegfest.....	227
Tabelle 59:	Darstellung des Z-Wertes des Wilcoxon-Tests für die subjektive Einschätzung.	227
Tabelle 60:	Deskriptive Statistik zum Parameter „Kollision“.....	227
Tabelle 61:	Test auf Normalverteilung des Parameters „Kollision“.	228
Tabelle 62:	Ergebnis des Wilcoxon-Tests für die Kollisionen in Wegfest.....	228
Tabelle 63:	Darstellung des Z-Wertes des Wilcoxon-Tests für die Kollisionen. .	228

Zusammenfassung

Einleitung Für die Zielgruppe Senior*innen können Virtual Reality (VR)-Anwendungen unterstützend wirken, indem kognitive sowie motorische Fähigkeiten gefördert werden und sich positiv auf die Aktivitäten des täglichen Lebens (ADLs) auswirken. VR kann bei einer zielgruppenorientierten Anwendungsentwicklung zur Steigerung der Lebensqualität beisteuern und als Beitrag für ein gesundes Altern gesehen werden. Relevant hierfür ist eine nutzer*innenorientierte VR-Entwicklung, die die Bedarfe der Senior*innen einbindet und in einem partizipativen Prozess berücksichtigt. Das Forschungsvorhaben zielt auf die Entwicklung eines Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen ab.

Methodik In einem mehrschrittigen, qualitativen Studiendesign werden anhand der Durchführung von Literaturrecherchen, einer Framework Analyse und Workshops mit Expert*innen sowie Anwender*innen Gütekriterien für senior*innengerechte VR-Anwendungen sukzessive erarbeitet. Anhand eines stetigen Systematisierungsprozesses werden Kategorien bzw. Kriterien generiert und überprüft. Die aus den qualitativen Forschungsmethoden abgeleiteten Ergebnisse werden in einem Praxistransfer durch die VR-Anwendung *Wegfest* auf ihre Gültigkeit überprüft.

Ergebnisse Die in einem vierstufigen Prozess gewonnenen Erkenntnisse bilden verschiedene Versionen des Gütekriterienkernsets ab. Nach erfolgtem Praxistransfer mittels *Wegfest* stellt das finalisierte Gütekriterienkernset das Endresultat dieser Forschungsarbeit dar. Das erste Kapitel bildet Kriterien u.a. aus den Kategorien *1. Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte*, *2. Datenschutzbestimmungen*, *3. Qualitätsanforderungen*, *4. Verbraucherschutz* und *5. Interoperabilität* ab. Das zweite Kapitel beinhaltet folgende Kategorien: *1. Grafik/ Qualität*, *2. 3D Charakter/ Avatar*, *3. Bereitstellen anwendungsintegrierter Anweisungen und Aufforderungen*, *4. Interaktion*, *5. Navigation* und *6. Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue*.

Diskussion Das finalisierte Gütekriterienkernset wird als Grundlage für senior*innengerechte VR-Anwendungsentwicklungen bewertet. Aufgrund der kontinuierlichen Weiterentwicklung von VR sowie der heterogenen Anforderungen der Zielgruppe Senior*innen muss eine Spezifizierung der Gütekriterien hinsichtlich Nutzungskontext und Anwender*innen(gruppen) erfolgen.

Schlagwörter: Virtual Reality – Senior*innen - Gütekriterien – nutzer*innenzentriert – gesundes Altern

Abstract

Introduction For the target group of seniors, virtual reality (VR) applications can be supportive by promoting cognitive and motor skills and can have positive effects on activities of daily living (ADLs). VR can contribute to an increase in quality of life and be seen as a contribution to healthy aging in a target group-oriented application development. Crucial for this is a user-oriented VR development that integrates the needs of seniors and considers them in a participatory process.

The aim of the research project is to develop a set of quality criteria for senior-friendly VR applications that includes criteria for senior-friendly VR application development.

Methodology In a multi-stage, qualitative study design, quality criteria for VR applications suitable for seniors are successively developed through literature research, framework analysis and workshops with experts and users. Based on a continuous systematization process, categories and criteria are generated and reviewed. The results derived from the qualitative research methods are tested for validity in a practical transfer by developing the VR application *Wegfest*.

Results The findings obtained in a four-stage process represent different versions of the quality criteria core set. After the transfer into practice by *Wegfest*, the finalized core set of quality criteria represents the result of this research work. The first chapter includes criteria from the categories 1. quality assurance of medical/health content, 2. data protection provisions, 3. quality requirements, 4. consumer protection and 5. interoperability. The second chapter includes the following categories: 1. graphic/ quality, 2. 3D character/ avatar, 3. providing application-integrated instructions and prompts, 4. interaction, 5. navigation, and 6. promotion of user motivation and loyalty to use.

Discussion The finalized core set of quality criteria is evaluated as the basis for senior-friendly VR application development. Due to the continuous development of VR and the heterogeneous requirements of the target group of seniors, the quality criteria need to be specified with regard to the context of use and the user (groups).

Keywords: Virtual reality - seniors - quality criteria - user-centred - healthy ageing

1 Einleitung

Die Digitalisierung durchdringt zunehmend sämtliche Bereiche des gesellschaftlichen Lebens. Die soziale Kommunikation, die Lebensführung und die Tätigkeiten im Berufsalltag werden von Technologien bestimmt (Deiters, Höcker, Napetschnig & Preissner, 2022). Auch im Kontext von Pflege und Gesundheit erleben digitale Technologien eine zunehmende Bedeutung. Die Digitalisierung des Gesundheitswesens (engl.: digital health) hat das Ziel der Prozessoptimierung und Sicherung bzw. Steigerung der Qualität der Leistungserbringung (Brönneke & Debatin, 2022). Stachwitz und Debatin (2023) beschreiben drei zentrale Treiber, die zur Digitalisierung im Gesundheitswesen beitragen. Die Autor*innen führen dabei die rasante Entwicklung der Datenverarbeitung, das zunehmend bessere Verständnis der biologischen Grundlagen des Lebens eines Menschen sowie die zunehmende Souveränität und Transparenz der Patient*innen auf. Wenngleich sich die Sichtweise bzw. Haltung gegenüber digitaler Prozesse im Gesundheitswesen in der Gesellschaft zunehmend ändert und in Offenheit und Akzeptanz resultiert, fällt Deutschland die digitale Transformation im Bereich der Gesundheitsversorgung schwer (Stachwitz & Debatin, 2023). Dennoch zeigt sich, dass der politische Wille zur Verbesserung der Gesundheitsversorgung durch Nutzung digitaler Technologien seit 2018 mit Hilfe der Umsetzung gesetzlicher Initiativen spürbar ist. Auch eine zunehmende Akzeptanz zur digitalen Transformation im Gesundheitswesen bei Bürger*innen sowie Leistungserbringern ist zu verzeichnen, die insbesondere infolge der Corona-Pandemie die Einsicht zur Notwendigkeit einer stärker digitalen Versorgung zeigen (Stachwitz & Debatin, 2023).

Die Digitalisierung führt zu Veränderungen in der Gesundheitsbranche. Durch den Einsatz von Technologien werden Prozesse beschleunigt und verbessert, sodass von einer neuen industriellen digitalen Revolution gesprochen werden kann (Jorzig & Sarangi, 2020). Dabei ist der Begriff *Digitalisierung* im Deutschen nicht fest umschrieben und meint das „Umwandeln von analogen Werten in digitale Formate“ (Hilbert & López, 2011). Darüber hinaus bedeutet der Begriff *Digitalisierung* aber auch die Automatisierung und Optimierung (Jorzig & Sarangi, 2020). Im Englischen wird der Begriff differenziert: Während *digitization* das Umwandeln von analog in digital beschreibt, meint *digitalization* das Umstellen bestimmter Prozesse auf digitale Technologien (Vrana & Singh, 2021). Die Autor*innen beschreiben, dass *digitization* die Grundlage für *digitalization* bildet.

Für die Optimierung von Prozessen werden zunehmend digitale Technologien herangezogen, die eine Präzision von Handlungsschritten erleichtern sollen. Der Einsatz von Technologien, wie Informations- und Kommunikationstechnologien, Robotik, sowie Hilfs- und Monitoringsystemen, kann eine Lösungskomponente im demographischen Wandel darstellen (Richter, 2020). Gesundheitsbezogene Technologien, wie die elektronische Patientenakte (ePA), digitale Gesundheits- bzw. Pflegeanwendungen (DiGA/ DiPA) oder Ambient Assisted Living

(AAL)-Technologien können als wichtiger Beitrag für aktuelle Herausforderungen in der (gesundheitlichen) Versorgung dienen. Der Einsatz von Technologien im Gesundheitskontext trägt angesichts des Mangels an Fachkräften unterstützend zur Erhaltung und Verbesserung der Versorgungsqualität älterer Menschen bei. Die Politik erhofft sich durch die zunehmende Digitalisierung bzw. Technisierung im Gesundheitswesen eine Effektivierung sowie Reduzierung der Kosten im Gesundheitssystem (Daum, 2017).

Die positive Bewertung von Technologien als sinnvoller Beitrag für demographische Veränderungsprozesse bzw. für ein gesundes Altern ist jedoch nur dann erfüllt, sofern deren Einsatz als sinnvoll und nützlich empfunden und von der nutzenden Person in ihrer Funktion und Bedienung akzeptiert wird (Kip et al., 2022). Die Entwicklung bzw. die Gestaltung von Technologien sollte somit unter Einbezug späterer Nutzer*innen erfolgen. Ein häufig ansprechendes Merkmal ist die Einbindung einer spielerischen Komponente (engl. gamification). Technologien, die spaßbasierte, gamifizierende Aspekte beinhalten, obliegen einer emotionalen Aktivierung (Boll-Westermann, Maaß & Malaka, 2013). Auch bereits für Senior*innen zunehmend etablierte Technologien, die auch im Kontext der Gesundheitsförderung genutzt werden, wie bspw. die Memore-Box (www.memore.de), die Nintendo Wii (<https://www.nintendo.de/Wii/Wii-94559.html>) und verschiedene Smartphone-Apps zeigen, dass Senior*innen ein Interesse an digitalen Spielen haben (Waschbusch, 2018; Hermann, Wingels, Bloch, Brixius & Brinkmann, 2014). Eine weitere Technologie, die mittels gamifizierender Ansätze zur Optimierung von Prozessen beitragen kann, ist die Virtual Reality (VR)-Technologie. Die nutzende Person erfährt eine mittels Computertechnologie virtuell geschaffene Umgebung, mit der sie interagieren kann. Je nach Anwendungskontext ergeben sich unterschiedliche Handlungsspielräume, die körperliche, kognitive oder soziale Aktivitäten in der virtuellen Welt erfordern (Bolton, 2023).

Die Kombination von körperlichen Aktivitäten (engl. exercise) mit spielerischen Ansätzen (engl. gaming) mittels Technologien werden auch als *Exergames* bezeichnet und tragen zur Förderung von Bewegung und Mobilität bei. Neben der Förderung psychomotorischer Fähigkeiten kann auf einzelne koordinative Fähigkeiten, wie die Reaktions- oder Gleichgewichtsfähigkeit, positiv eingewirkt werden (Campelo, Hashim & Katz, 2019). Die Autor*innen beschreiben, dass eine gezielte Förderung physischer oder psychischer Belange mittels Gamification das gesunde Altern unterstützen kann.

Der Alterungsprozess kann durch eine zielgerichtete, dem Bedarf angepasste und zielgruppengerechte Technologieentwicklung positiv beeinflusst werden. Die Entwicklung sollte dabei im Sinne der partizipativen Anwendungsentwicklung die zukünftig nutzende Person einbeziehen und auf deren Bedürfnisse, Bedarfe bzw. Einschränkungen eingehen (Deiters et al., 2022).

Grundsätzlich erweist sich die Digitalisierung als einen für das gesunde Altern relevanten Faktor. Technologien werden je nach (gesundheitlichem) Anwendungskontext (z.B. Arbeitsprozesse in der Pflege, therapeutische präventive/ rehabilitative Maßnahmen, selbstständige Lebensführung/ Mobilität) als unterstützende Maßnahme für die demographische Alterung gesehen.

In den folgenden Kapiteln werden die Themen Gesundheit im Alter (Kapitel 1.1) sowie Gesundheitsförderung durch Technologien (Kapitel 1.2) näher erläutert.

1.1 Gesundheit im Alter

Den Wunsch, ein langes, gesundes Leben zu führen und im Alter noch fit zu sein, hegen viele Menschen (Menzel & Weber, 2022). Um dieses Ziel zu erreichen, können einige körperliche sowie kognitive Maßnahmen befolgt werden, die zur sogenannten *Longevity* beitragen. Der aus dem englisch stammende Begriff meint ins Deutsche übertragen die „Langlebigkeit“ bzw. eine damit verbundene lange Lebenserwartung (Ehni, 2022). Ein gesunder Lebensstil, der u.a. regelmäßige Bewegung und eine nährstoffreiche Ernährung beinhaltet, wirkt sich positiv auf die Longevity aus. Ein regelmäßiges körperliches Training dient zum Aufbau bzw. zur Erhaltung der Mobilität. Bertram, Brixius und Brinkmann (2016) führen in ihrer Übersichtsarbeit auf, dass eine regelmäßige körperliche Betätigung die antioxidative Kapazität stärkt, den oxidativen Stress verringert sowie entzündungshemmende Wirkungen aufweist. Auch ein Training im Alter weist Vorzüge auf, wie eine steigende Lebenserwartung, die Verhinderung bzw. Verzögerung von Krankheiten sowie den Aufbau von Kraft und Ausdauer (Menzel & Weber, 2022). Die WHO (2016) sieht als besonders relevant an, Konzepte zur Gesundheitsförderung im Alter auf den altersbedingten Rückgang und Verlust von Fähigkeiten zu prüfen und die Widerstandskraft sowie die Entwicklung psychosozialer Faktoren zu berücksichtigen. Dabei besteht die Notwendigkeit im öffentlichen Gesundheitswesen im Hinblick auf die alternde Bevölkerung umfassend zu handeln. Hierfür sind Interventionen nötig, die das gesunde Altern fördern und das Ziel verfolgen, die funktionale Fähigkeit zu erhöhen. Möglichkeiten, dieses Ziel zu erreichen, beschreibt die WHO (2016) wie folgt: „Dies lässt sich einerseits durch den Aufbau und die Erhaltung der intrinsischen Kapazität und andererseits dadurch erreichen, dass Menschen mit eingeschränkter funktionaler Fähigkeit in die Lage versetzt werden, das zu tun, was ihnen wichtig ist“ (WHO, 2016, S. 15).

Die Betrachtung der Anforderungen des Alter(n)s auf mehreren Dimensionen und somit in seiner Gesamtheit führt zu einer wirksameren Gesundheitsversorgung, als die Betrachtung in nur einer Dimension, z.B. die Erkrankung. Die Gesundheitssysteme sollten allumfassend sein, indem ein kostengünstiger Zugang zu integrierten Diensten gewährleistet wird und auf die Bedürfnisse älterer Menschen ausgerichtet ist. Hierfür ist eine Stärkung der interprofessionellen

und interdisziplinären Zusammenarbeit nötig, mit dem Ziel, die funktionale Fähigkeit Älterer aufrecht zu erhalten sowie insbesondere die intrinsische Kapazität zu maximieren.

Spirduso et al. (2005) äußern, dass der zunehmende Anteil der „ergrauenden“ Bevölkerung die Gesellschaft zu einem umfassenderen Verständnis drängt, in der die Gewährleistung von Gesundheit und Lebensqualität älterer Menschen im Mittelpunkt steht. Laut den Autor*innen wächst das Bewusstsein, dass körperliche Aktivität einer der wichtigsten lebensstilbezogenen Gesundheitsfaktoren ist und dessen Nutzen auch im fortgeschrittenen Alter über die körperliche Gesundheit hinausgehen. Ergänzend identifizieren Bertram, Brixius und Brinkmann (2016) im Rahmen ihrer Übersichtsarbeit, dass regelmäßige körperliche Aktivität die Neurogenese anregen kann.

1.2 Gesundheitsförderung durch Technologien

Ab dem 60. Lebensjahr liegen die Hauptursachen für Behinderungen und Todesfälle in den „altersbedingten Verlust des Gehörs, des Sehvermögens und der Mobilität“ sowie in Krankheiten wie „Herzerkrankungen, Schlaganfälle, chronische Atemwegserkrankungen, Krebserkrankungen und Demenz“ (WHO, 2016, S. 14). Die Erkrankung spiegelt jedoch nicht die Lebensqualität der betroffenen Person wieder. Verschiedene Maßnahmen sollen zur Gesundheitsförderung beitragen und das Wohlbefinden von Senior*innen stärken. Wiemeyer (2016) merkt an, dass zwar zahlreiche Aktivitäten und Kampagnen zu dem Thema „gesundheitsförderliche Lebensweise“ durchgeführt werden, diese aber nur bedingt Anklang finden. Bisher ist es nicht durchgängig gelungen, „Menschen in allen Altersstufen und sozialen Schichten zu einer nachhaltigen Veränderung ihres Lebensstils [...] zu motivieren“ (Wiemeyer, 2016, S. 2) und somit die Gesundheit zu fördern. Insbesondere das Verordnen von präventiven Maßnahmen, wie eine ausreichende körperliche Aktivität oder eine gesunde bzw. angemessene Ernährung, sind per Kampagne nicht verordnungsfähig.

Durch die Nutzung von Technologien hingegen können Alltagsfunktionen aufrechterhalten werden und zu mehr Lebensqualität beitragen. Auch ältere Menschen profitieren von den technologischen Entwicklungen, die in verschiedenen Lebensbereichen unterstützend wirken können. Der Gebrauch von Hilfsmitteln, wie bspw. die Nutzung von Technologien in Form eines Hörgerätes bei einem eingeschränkten Hörvermögen, bietet Senior*innen gezielt Unterstützung.

Neben den in der Gesellschaft bereits etablierten Hilfsmitteln, erweisen sich zunehmend digitale Technologien, die auf die Förderung des Gesundheitsverhaltens abzielen. Diese tragen u.a. im präventiven bzw. rehabilitativen Kontext dazu bei, dass der Ausgangszustand der (älteren) Person erhalten oder verbessert werden soll. Um das Gesundheitsverhalten positiv zu beeinflussen und die intrinsische Motivation zu fördern, zeigen digitale Spiele gewinnbrin-

gende Erkenntnisse (Wiemeyer, 2016). Der Ansatz dahinter umfasst Elemente aus dem Bereich der Gamification, da davon ausgegangen wird, dass das Spielen den Menschen Spaß macht. Gamifizierende Ansätze sollen mit präventiven Maßnahmen gekoppelt werden, um eine höhere Motivation, ein größeres Engagement sowie ein verbessertes Gesundheitsverhalten zu erzielen. In den Gesundheitswissenschaften gibt es diverse Anwendungsfelder, wie in der Psychotherapie, in der Rehabilitation oder in der Medizin, in denen mit Gamificationansätzen Nutzer*innen die Anwendungsinhalte besser verarbeiten und verinnerlichen können.

Anwendungen im Kontext von VR können sich positiv auf das Gesundheitsverhalten auswirken und die nutzende Person empoweren (Bevilacqua et al., 2019). In der virtuellen Umgebung können Interaktionen durchgeführt werden, die motorische bzw. kognitive Funktionen gezielt fördern sollen. Die Erweiterung der physischen Realität mit virtuellen Komponenten bildet einen digitalen Raum bzw. ein fiktives Universum – das Metaversum (Bolton, 2023). Die zunehmende digitale Transformation schafft durch das Metaversum eine Möglichkeit auf den Abbau altersbedingter kognitiver sowie motorischer Faktoren einzuwirken. Meister (2021) beschreibt, dass für Nutzung des Metaversums durch Senior*innen Voraussetzungen geschaffen werden müssen, die eine Akzeptanz der Technologien und eine zielgruppengerechte Erläuterung dieser umfassen. Unter anderem werden eine intuitive Benutzeroberfläche sowie Aspekte der Unterstützung und Beratung erwähnt. Die Autorin erläutert, dass technische Innovationen zunehmend an Attraktivität und Bedeutung für die Zielgruppe Senior*innen erfahren. Die Erkenntnis, dass Technologien zur Unterstützung des alltäglichen Lebens beitragen können, nimmt bei Senior*innen zu (Meister, 2021).

Technologien können durch eine auf Senior*innen fokussierte Entwicklung zur Förderung der Gesundheit beitragen. Dabei stellt die Berücksichtigung von Gestaltungsleitlinien einen wesentlichen Faktor dar, um Technologien zu schaffen, die von der Zielgruppe akzeptiert und genutzt werden. Derartige Entwicklungs- bzw. Gestaltungsprozesse sollten auf einem partizipativen Vorgehen basieren, indem die Zielgruppe einbezogen wird (Compagna, 2018).

1.3 Herleitung und Begründung der Forschungsarbeit

Die Technisierung in unserer Gesellschaft führt dazu, dass die Nutzung sowie Entwicklung von innovativen Technologien zunimmt (Meister et al., 2018). Hinzu kommt, dass technische Systeme, die ursprünglich in Bereichen der Unterhaltungselektronik angesiedelt waren, einen Einzug in andere Bereiche des Lebens erhalten (Deiters et al., 2022). Technologien werden zweckentfremdet und für andere Bedarfe als die der ursprünglichen Planung entsprechend genutzt (Becker, 2013). Im Gesundheitssektor findet sich eine Vielzahl dieser transformierten Technologien. Als Beispiel können mobile Endgeräte, wie Smartphones oder Tablets angeführt werden, die durch die Nutzung von Gesundheitsapplikationen (auch: Gesundheitsapps) sowie DiGAs bzw. DiPAS das Anwendungsspektrum erweitern (Gemein, 2021). Durch die

Nutzung solcher Anwendungen wird neben einer zunehmenden Selbstbefähigung der nutzenden Person in ihrem Gesundheitsverhalten ein Transfer von Gesundheitsdaten zum medizinischen Personal ermöglicht. Auch robotische Systeme werden in einem gesundheitlichen Setting verwendet und können zur Verbesserung des Gesundheitsstatus beitragen. Beispielsweise werden in einem gesundheitlichen Umfeld Robotergreifarme eingesetzt, die ursprünglich dem Industriesektor entstammen und durch die Funktion des Anreicherns von Gegenständen Personen mit Beeinträchtigungen bei Alltagsaktivitäten unterstützen (Becker, 2013). Auch Systeme der Mixed Reality (deutsch: Gemische Realität, MR), in der die physische Welt mit einer künstlichen Wahrnehmung vermischt wird, sind beispielhaft aufzuführen. Hierzu zählen Technologien der erweiterten Realität (engl. Augmented Reality, AR) sowie die der virtuellen Realität (engl. Virtual Reality, VR), die dem Metaversum zugeordnet werden.

Die Entwicklung von technischen Systemen geschieht häufig ohne Einbezug zukünftiger Nutzer*innen (Compagna, 2018). Durch ein partizipatives Vorgehen und somit der Teilnahme der Zielgruppe am Entwicklungsprozess, können Technologien zielgerichtet und bedarfsorientiert entwickelt werden (Hochmuth, Exner & Dockweiler, 2020). Auch im Kontext der Entwicklung von VR-Anwendungen erfolgt häufig kein partizipatives Vorgehen (Górski et al., 2016). Angesichts dieser Erkenntnis scheint die Relevanz einer zielgerichteten Technologieentwicklung für die Zielgruppe Senior*innen als besonders groß. Ältere Personen nutzen im Zuge der digitalen Transformation zunehmend häufiger digitale Technologien. Teilweise erfolgt dies durch intrinsisch getriebene Faktoren, da sie Technologien mit Spaß und Neugierde gegenüberstehen, teilweise aber auch durch extrinsisch getriebene Faktoren, da sie Alltagstätigkeiten, wie den Erwerb einer Fahrkarte, oft nicht ohne die Nutzung von Technologien durchführen können (Grates & Krön, 2016). Bei der Entwicklung innovativer Technologien sollte deshalb vermehrt auf die Bedarfe der älteren Personen eingegangen werden. Gleichzeitig zeigt sich, dass sich durch technische Innovationen neue Handlungsfelder für diese Zielgruppe ergeben: Virtual Reality kann in verschiedenen Lebensbereichen unterstützend wirken und den Alltag der Senior*innen erleichtern. Zu den Lebensbereichen zählt bspw. die Mobilität einer Person. Die VR-Technologie kann u.a. zur Bewegungsförderung genutzt werden, indem durch bewusste Übungsausführungen präventiv bzw. rehabilitativ auf den Gesundheitsstatus der Person eingewirkt werden kann.

Um Virtual Reality-Anwendungen gezielt entwickeln zu können, bedarf es der Berücksichtigung verschiedener Faktoren (Górski et al., 2016). Im Rahmen der partizipativen VR-Anwendungsentwicklungen sollten für die Zielgruppe Senior*innen entsprechende Bedarfe ermittelt werden, um zielgerichtet zur Förderung eines gesunden Alterns beitragen zu können.

Im Folgenden wird auf die Begründung des Forschungsvorhabens dieser Arbeit näher eingegangen:

Technologien sollten mit Hilfe eines partizipativen Prozesses zielgerichtet entwickelt und gestaltet werden, damit ein Nutzen für zukünftige Nutzer*innen ersichtlich wird (Claßen, 2012). Laut der Autorin ist bei Senior*innen die Akzeptanz gegenüber Technologien nur dann gegeben, wenn sie als nützlich erachtet werden und einen Mehrwert für die ältere Person aufweisen. Für die nutzende Person müssen Technologien einen sinnvollen Beitrag leisten, damit diese tatsächliche und regelmäßige Nutzung erfahren (Claßen, 2012). Für eine zielgerichtete Technologieentwicklung werden Leitfäden oder Vergleichbares benötigt, die auf die Bedarfe einer Zielgruppe, z.B. Senior*innen, eingehen (Wagner, 2019). Leitfäden werden als sinnvoll beurteilt, wenn diese (1) von einem interdisziplinären Team und v.a. in einem partizipativen Prozess entwickelt werden und (2) eine praktische Erprobung, Beurteilung sowie kritische Reflexion der in der Theorie definierten Inhalte erfolgt. Dabei sollten im Entwicklungsprozess Inhalte z.B. in Form von Kriterien unter Einbezug und Bewertung konträrer Angaben von Personen spezifiziert werden (Wagner, 2019). Eine Bewertung von Inhalten bzw. Umsetzungsmaßnahmen wird je nach Anwender*innengruppe (Informatiker*innen, Gesundheitswissenschaftler*innen, etc.) häufig als different angesehen, da ein großer Interpretationsspielraum gegeben ist. Aus diesem Grund sollte eine detaillierte Ausführung von möglichen Inhalten z.B. in Form von Gütekriterien erfolgen, die je nach Anwendungsziel bzw. zukünftigen Nutzer*innengruppen spezifiziert werden können. Unter Gütekriterien wird eine Vielzahl an Merkmalen verstanden, die zur Einschätzung der Qualität von Messinstrumenten und Erhebungsverfahren sowie ihrer Konzeption und Anwendung dienen. Die im Rahmen der statistischen Testtheorie entwickelten Hauptgütekriterien sind die Objektivität, die Reliabilität sowie die Validität (Przyborski & Wohlrab-Sahr, 2014). Die Objektivität umfasst die Personenunabhängigkeit, d.h. eine wissenschaftliche Messung muss möglichst sachlich und neutral ausfallen. Die Reliabilität beschreibt die Zuverlässigkeit und meint die Verlässlichkeit einer Messung, sodass unter gleichen Bedingungen das gleiche Ergebnis erzielt werden kann. Die Validität steht für die Gültigkeit, d.h. eine Messung sollte das messen, was sie messen soll.

Neben einem einheitlichen Abstraktionsgrad der Inhalte sollte eine klare Anwendungsdefinition zur Gültigkeit der Inhalte, sowie die Angabe von variablen Ergebnissen angesichts der rasanten Technologieentwicklung und den damit einhergehenden sich stetig ändernden Technologie-/ Nutzungsansprüchen der Nutzer*innen berücksichtigt werden (Claßen, 2012). Somit sollte der Einbezug von Akzeptanzkriterien bzw. Nutzungsbarrieren der jeweiligen Zielgruppe erfolgen. Akzeptanzkriterien beschreiben die Anforderungen bzw. Bedingungen, die ein Produkt erfüllen muss (Hartenstein, Nadobny, Schmidt & Schmietendorf, 2020). Die Anforderungen lassen sich laut den Autor*innen in Bereiche wie Gesetze, Technik, Sicherheit, Funktionen sowie Ästhetik einordnen. Die Anforderungen sollten dabei eindeutig, vollständig, korrekt, verständlich, widerspruchs- und redundanzfrei formuliert sein. Unter Nutzungsbarrieren werden im Rahmen der Forschungsarbeit Gründe verstanden, die ältere Personen von der Nutzung

einer Technologie (insb. der VR-Technologie) abhalten. Jakobs, Lehen und Ziefle (2008) erwarten Barrieren insbesondere dort, wo durch Technologien eine für ältere Nutzer*innen gänzlich neue Erfahrungswelt impliziert wird. Grundsätzlich gilt, dass kein Werk zu einheitlichen Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren für Senior*innen existiert. Diese gelten als individuelle sowie produkt- und typabhängige Bewertung (Jakobs, Lehen & Ziefle, 2008).

Zudem sollte beachtet werden, dass Inhalte insb. bei Einbezug älterer Personen aufgrund einer großen Heterogenität unterschiedlich bewertet werden können. Eine mittels eines Leitfadens gesteuerte Technologieentwicklung unter Einbezug zuvor in einem iterativen und partizipativen Verfahren erarbeiteten Kriterien aus Theorie und Praxis wird als sinnvoller Lösungsansatz angesehen (Wagner, 2019).

Recherchen nach Gestaltungskriterien für digitale (Gesundheits-)Anwendungen haben gezeigt, dass zwar Anforderungsdefinitionen existieren, diese aber sehr allgemeingültig, unspezifisch sowie fachimmanent formuliert sind. Zudem zeigt sich, dass die Technologieentwicklung häufig ohne direkte Einbindung der Zielgruppe erfolgt, wenngleich der Aspekt der Partizipation in der Literatur bzw. Theorie zunehmend an Bedeutung gewinnt (Schweinschwaller, 2015). Das Erschließen der Zielgruppe und Einbinden der Erkenntnisse derer wird als relevant für die Konzeptionierung eines Leitfadens für Technologieentwicklungen und folglich auch für den tatsächlichen Nutzen der Technologie bewertet. Gleichzeitig wird eine Spezifizierung der Technologiegruppe bzw. deren Anwendungsgebiete bezugnehmend auf die zukünftige Zielgruppe als sinnvoll erachtet (Schweinschwaller, 2015). Die Literatur zeigt noch wenige und v.a. auch zu unspezifische Definitionen von Technologieentwicklungen. Zwar existieren vereinzelt fachspezifische Dokumente zur Technologieentwicklung (vgl. z.B. APPKRI-Kriterienkatalog des Fraunhofer-Instituts für Offene Kommunikationssysteme, 2018; AppQ-Kriterienkatalog der Bertelsmann Stiftung, 2019), jedoch basieren diese lediglich auf Expert*innenwissen. Eine Multidisziplinarität und insbesondere der Einbezug von zukünftigen Anwender*innen finden dabei keine Berücksichtigung.

Das Vorhaben der Forschungsarbeit bezieht sich auf die Entwicklung eines Gütekriterienkerns für senior*innengerechte VR-Anwendungen und wird im folgenden Kapitel 1.4 anhand der Zielsetzungen und Instrumente bzw. Produkte näher erläutert.

1.4 Zielsetzungen und Operationalisierungsprozess

In diesem Kapitel werden die Ziele des Forschungsvorhabens sowie die aus der Arbeit resultierenden Produkte aufgeführt.

Für die Bewertung von digitalen Gesundheitsanwendungen weist die Literatur diverse Kriterien auf, die Anforderungen für die Eignung einer Anwendung als Medizinprodukt oder bezüglich der Gebrauchstauglichkeit (engl. Usability) definieren. Die Kriterien sind umfassend und für

alle digitalen Anwendungen gleich gültig (vgl. Caserman et al., 2020; Knöppler, Oschmann, Neisecke & Nölke, 2016; Albrecht, 2016). Diese und weitere Ergebnisse werden bei dem Vorhaben dieser Arbeit und bei dem Prozess zur Gestaltung und Bewertung von VR-Anwendungen berücksichtigt. Ein wesentlicher Aspekt ist, dass die allgemeingültigen Kriterien zu Gestaltungsempfehlungen von (Gesundheits-)Technologien nicht die inter- und intraindividuelle Heterogenität der unterschiedlichen Zielgruppen beachten und folglich nicht spezifisch auf die Gestaltungsanforderungen eingehen. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit werden Kriterien erarbeitet, die als wesentlich für die Entwicklung von VR-Anwendungen für Senior*innen in einem gesundheitlichen Kontext deklariert werden. Die Fokussierung auf das Thema *Gesundheit* umfasst ein breites Spektrum differenzierter Inhalte, die sich auch auf die Bereiche der Mobilität(sförderung) beziehen können.

Die Ziele des Vorhabens lauten wie folgt:

1. Überprüfung bestehender Kriterien und Anforderungsdefinitionen für digitale Anwendungen mit einem Gesundheitsbezug.
2. Bewertung der Übertragbarkeit bisheriger definierter Qualitätskriterien für digitale Anwendungen auf Virtual Reality-Anwendungen.
3. Erstellen eines Gütekriterienkernsets: Definition von nutzer*innenorientierten Anforderungskriterien für VR-Anwendungen für den Einsatz in der Gerontologie unter Berücksichtigung einer Personalisierung der Kriterien auf Nutzer*innen(-gruppen).
4. Partizipative Gestaltung des Gütekriterienkernsets anhand einer VR-Anwendung für Senior*innen, die das gesunde Altern unterstützt.

Die im Zuge dieser Arbeit entwickelten Gütekriterien werden als Qualitätskriterien verstanden, denen konkrete Qualitätsindikatoren zur Operationalisierung zugeordnet werden. Diese Definition ist an die des im AppQ-Kriterienkatalog beschriebenen Entwicklungsprozesses angelehnt (vgl. Bertelsmann Stiftung, 2019). Qualitätskriterien umfassen Merkmale als Bedingung für einen Sachverhalt, ein Urteil oder eine Entscheidung im Hinblick auf die Qualität (Duden, 2023). Die Qualitätsindikatoren können sich dabei auf bestehende Normen beziehen, aber auch Expert*innenmeinungen, Hinweise zu möglichen Risiken und vieles mehr beinhalten (Grätzel, 2019). Beschreibende und klassifizierende Angaben zu VR werden untergliedert, so dass einzelne Qualitätsdaten abgegrenzt und losgelöst bewertet werden können.

Im Rahmen dieser Arbeit fließen Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren während der Entwicklung des Gütekriterienkernsets ein. Anhand wissenschaftlicher Modelle (z.B. Technikakzeptanzmodell, TAM) sowie der im Forschungsprozess genutzten qualitativen Forschungsme-

thoden werden auf weitere individuelle Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren eingegangen. Die in den Ergebnissen identifizierten Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren werden diskutiert und in Form von Qualitätsindikatoren des jeweiligen Kriteriums verfasst.

Im Folgenden wird die Validierung zur Gütebeurteilung anhand einzelner Produkte, die im Rahmen der Forschungsarbeit entstehen, beschrieben:

Der Validitätsbegriff (vom Lat. „validus“: stark, wirksam, gesund) umfasst die Gültigkeit einer Messung (Przyborski & Wohlrab-Sahr, 2014). Dabei werden drei verschiedene Formen der Validität unterschieden: Die externe Validität, die interne Validität sowie die Konstrukt-Validität (Universität Augsburg, 2023). Die externe Validität umfasst die Übereinstimmung zwischen dem untersuchten Gegenstand und jenem, über den Aussagen getroffen werden. Dies ist für die Generalisierbarkeit der Ergebnisse entscheidend und für die qualitative Forschung relevant, um eine Übertragbarkeit von Testergebnissen zu gewährleisten. Die interne Validität beinhaltet die Kontrolle von Störvariablen. Sie ist laut den Autor*innen für die qualitative Forschung irrelevant. Die Konstrukt-Validität meint die Gültigkeit des verwendeten Instruments. Dabei ist eine messtheoretische Auslegung des Validitätsbegriffs für die qualitative Forschung irrelevant (Universität Augsburg, 2023). Für die Bewertung der Gültigkeit qualitativer Erhebungsverfahren, die für den untersuchten Gegenstand genutzt werden, ist die Konstrukt-Validität auch im Rahmen der qualitativen Forschung bedeutsam. In der qualitativen Forschung geht es hauptsächlich um die Gültigkeit von Interpretationen sowie von verwendeten Methoden und weniger um die Gültigkeit von Messungen bzw. Messinstrumenten. Während in der quantitativen Forschung die ökologische Validität bedeutsam ist, die die Übereinstimmung der Untersuchungsbedingungen mit den natürlichen Umweltbedingungen meint, werden in der qualitativen Forschung drei wesentliche Verfahren zur Feststellung von Validität genutzt: 1. die konsensuelle Validität, die die Konsensherstellung zwischen unterschiedlichen Forscher*innen beim Auswertungsprozess meint, 2. die kommunikative Validierung, die die Konsensherstellung zwischen Forscher*innen und den Beforschten im Feld umfasst sowie 3. die argumentierte Validierung, die eine Konsensherstellung zwischen den Forscher*innen und außenstehenden Personen beinhaltet (Universität Augsburg, 2023).

Im Rahmen des Forschungsprozesses werden anhand unterschiedlicher Forschungsmethoden verschiedene Resultate in Form einzelner Produkte erzeugt. Die Produkte dienen zur Beantwortung der Fragestellungen des Forschungsvorhabens und stellen demnach die Grundlage für die Validierung dar. Die im Forschungsprozess aufgestellten Hypothesen werden anhand der einzelnen Produkte überprüft. Nach der Umsetzung der Methodik bzw. nach der Herstellung des jeweiligen Produktes wird die Güte des Erreichten bewertet. Die Validierung der Produkte dient der Überprüfung und umfasst die Beurteilung, ob die Ziele erreicht wurden und ist somit für die Beurteilung der Eignung relevant. Dies erfolgt, indem bewertet wird, ob die geforderten Funktionalitäten erfüllt werden konnten und diese ausreichend zuverlässig und

effizient sind. Im Zuge der Validierung wird eine Gütebeurteilung der jeweiligen Methodik bzw. des Modells herangezogen.

Folgende Instrumente werden im Forschungsvorhaben verwendet, um die nachstehenden Produkte zu generieren und die Hauptforschungsfrage (vgl. Kapitel 2.5) zu beantworten:

Instrumente:

- „Plan, Do, Check, Act“-Kreis (PDCA)
- Produktentstehungsprozess (PEP)

Produkte:

- Verschiedene Versionen des Gütekriterienkernsets ($V_{x_{draft}}$ und $V_{x_{final}}$)
- VR-Anwendung *Wegfest*

Die einzelnen Instrumente bzw. Produkte werden in ihren Hintergründen, Entwicklungsprozessen sowie in ihrer Anwendung im Laufe der Forschungsarbeit näher ausgeführt. Sie können dabei nicht isoliert voneinander betrachtet werden, sondern erleben im Forschungsprozess eine Verknüpfung einzelner Teilprozesse. Die Instrumente bzw. Produkte sind wesentliche Bestandteile der Forschungsarbeit und tragen zur Beantwortung der Hauptforschungsfrage (vgl. Kapitel 2.5) bei.

1.5 Struktur der Forschungsarbeit

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Inhalte, die die einleitenden Themen, die Herleitung bzw. Begründung der Forschungsarbeit sowie die Darstellung der Zielsetzungen und Produkte umfassen (Kapitel 1 ff.), werden wie folgt ergänzt: Im zweiten Kapitel wird auf einzelne theoretische Hintergründe näher eingegangen. Diese umfassen die Themen Gesundes Altern (Kapitel 2.1), damit verbundene Aspekte des Alter(n)s (Kapitel 2.1.1) sowie die anhand der ICF-definierten Inhalte zur Partizipation und Mobilität (2.1.2). In Kapitel 2.2 wird das gesunde Altern durch die Nutzung von Technologien thematisiert, das die Entwicklung der VR-Technologie beinhaltet (Kapitel 2.2.1) sowie VR-Anwendungen für Senior*innen als Alltagsunterstützung aufzeigt (Kapitel 2.2.2). In Kapitel 2.3 werden Ansätze zur nutzer*innenorientierten VR-Entwicklung beschrieben. Das darauffolgende Kapitel umfasst die Recherche verwandter Arbeiten (engl. related work) zu Gestaltungs- und Entwicklungsempfehlungen digitaler Gesundheitstechnologien (Kapitel 2.4). Das zweite Kapitel schließt mit der Darbietung der Forschungsfragen, die in eine Hauptforschungsfrage (HF) sowie in Unterfragen (UF) gegliedert sind, ab (2.5).

Im dritten Kapitel wird die Methodik der Forschungsarbeit erläutert. Das Kapitel zum Studiendesign und Vorgehensmodell (Kapitel 3.1) stellt dar, welche Forschungsmethoden für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets genutzt werden und begründet diese. In Kapitel 3.2 und

dem zugehörigen Unterkapitel wird auf das Modell eingegangen, das die Methodik des Plan-Do-Check-Act (PDCA)-Zyklus (Kapitel 3.2.1) sowie des Produktentstehungsprozesses (PEP; Kapitel 3.2.2) darstellt und einen wesentlichen Bestandteil der Arbeit abbildet. Die Arbeit umfasst verschiedene qualitative Forschungsmethoden, die in Kapitel 3.3 vorgestellt werden. Das Kapitel 3.3 beinhaltet die Ausführungen zur Literaturrecherche, die anhand der Unterfragen durchgeführt wird. In Kapitel 3.3.1 ff. wird die systematische Literaturrecherche erläutert. Daran anschließend stellt das Scoping Review den thematischen Schwerpunkt dar (Kapitel 3.3.2). In Kapitel 3.4 wird die Methodik der Framework Analyse erläutert und in Kapitel 3.5 ff. die Durchführung von verschiedenen Workshops erklärt. Das Kapitel 3.6 umfasst die Ausführung des Praxistransfers bestehend aus der Vorstellung des VR-Anwendungsfeldes (Kapitel 3.6.1), der Beschreibung des Studiendesigns (Kapitel 3.6.2) sowie der Ausführung zum Ablauf der Interventionsstudie (Kapitel 3.6.3).

In dem vierten Kapitel werden die Ergebnisse aufgeführt. In Kapitel 4.1 werden die einzelnen Versionen des Gütekriterienkernsets in Form von Zwischenergebnissen abgebildet. Die jeweiligen Unterkapitel stellen die Ergebnisse der angewendeten qualitativen Forschungsmethoden und den Entwicklungsprozess zwischen den einzelnen Versionen dar. Beispielsweise werden im Unterkapitel 4.1.3.4 die Ergebnisse zur praktischen Umsetzung in Form der Konzeptualisierung für die Entwicklung der VR-Anwendung ausgeführt. Das Kapitel endet mit der Darstellung der Finalisierung der vierten Version des Gütekriterienkernsets ($V4_{\text{final}}$), die als Endresultat der Forschungsarbeit das finalisierte Gütekriterienkernset abbildet. In Kapitel 0 wird als Ergebnis die Entwicklung der VR-Anwendung mit den einzelnen Entwicklungsschritten beschrieben. Diese beinhalten die VR-Softwareentwicklung (Kapitel 4.2.1.1), die Ausführungen zu den Parametern der VR-Anwendung (4.2.1.2) sowie zur Trainingskonfiguration der VR-Anwendung (4.2.1.3). Das Kapitel endet mit der Darstellung der Ergebnisse der VR-Interventionsstudie (Kapitel 4.2.2).

Die Diskussion in Kapitel 5 greift die Ergebnisse in ihrer Systematik auf. Dabei werden die Ergebnisse anhand der Entwicklungsphasen des Gütekriterienkernsets (5.1) beschrieben. Beginnend mit der Diskussion zu den Zwischenversionen des Gütekriterienkernsets (Kapitel 5.1.1) werden in den Unterkapiteln die qualitativen Forschungsmethoden (Kapitel 5.1.1.1) sowie die verwendeten Modelle als Methodengrundlage (Kapitel 5.1.1.2) thematisiert. In Kapitel 5.1.2 wird das finalisierte Gütekriterienkernset sowie deren Verwertbarkeit (Kapitel 5.1.2.1) diskutiert und eine Reflexion des finalisierten Gütekriterienkernsets im Hinblick auf Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren herangezogen (Kapitel 5.1.2.2).

Des Weiteren wird die methodische Umsetzung anhand der VR-Anwendung näher betrachtet (Kapitel 5.1.2), indem auf die VR-Anwendungsentwicklung (Kapitel 5.2.1) sowie VR-Intervention (Kapitel 5.2.2) eingegangen wird.

Die Forschungsarbeit wird mit der Beschreibung von Limitationen (Kapitel 5.3), einem Fazit sowie Ausblick (Kapitel 6) abgerundet.

Ergänzend sind in dem beigefügten Dokument mit dem Titel „Anhang zur Monographie“ weitere Inhalte einsehbar. Anhand der Strukturierung (Anhang A *Abbildungen*, Anhang B *Tabellen*, Anhang C *Dokumente*, Anhang D *Versionen des Gütekriterienkernsets*) erfolgt eine Zuordnung ergänzender Inhalte. Die Verweise sind in dieser Forschungsarbeit entsprechend gekennzeichnet.

Die Forschungsarbeit umfasst einen interdisziplinären Ansatz und lässt sich übergeordnet in zwei Lesehandlungen unterteilen, die sich auf unterschiedliche Entwicklungsprozesse bzw. Themenbereiche fokussieren:

1. Die erste Lesehandlung „Gütekriterienkernsetentwicklung“ adressiert die theoriebezogenen Handlungen, die sich insb. den wissenschaftlichen Erkenntnissen verschiedener altersbezogener Themen sowie der Entwicklung und Gestaltung der Gütekriterien widmen. Einleitend werden in Kapitel 2.1 bzw. den jeweiligen Unterkapiteln Hintergründe zur Systematisierung des Alter(n)s bzw. zur ICF-Klassifikation beschrieben. Vordergründig richtet sich an diese Lesehandlung die Beschreibung des Operationalisierungsprozesses, der die jeweiligen methodischen Schritte zur Entwicklung des Gütekriterienkernsets beinhaltet. Dabei wird ausgehend von einem hohen Abstraktionsgrad eine zunehmende Präzisierung der Kriterien gewonnen, indem anhand der Durchführung unterschiedlicher qualitativer Forschungsmethoden eine Bewertung einzelner Inhalte erfolgen kann. Nachdem in Kapitel 2.4 auf thematisch verwandte Arbeiten eingegangen wird, können einzelne Handlungsschritte für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets insbesondere in den methodischen Kapiteln 3.3, 3.3.1 ff., 3.4 sowie 3.5 ff. eingesehen werden. In den Ergebnissen erfolgt die Fokussierung zu diesem thematischen Fokus in den Kapiteln 4.1 inkl. der jeweiligen Unterkapitel. In der Diskussion werden die Ergebnisse dieser Thematik in dem Kapitel 5.1 ff. aufgegriffen.

2. Die zweite Lesehandlung „VR-Anwendungsentwicklung“ umfasst die praxisbezogenen Inhalte, die u.a. Interessen im Kontext der Sportwissenschaften adressieren und sich vorrangig mit dem Content der im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten VR-Anwendung *Wegfest* auseinandersetzt. Basierend auf dem theoretischen Hintergrund werden Grundlagen zu der (VR-)Technologie im jeweiligen Nutzungskontext beschrieben (Kapitel 2.2 ff.). In Kapitel 2.3 werden Ansätze für eine nutzer*innenorientierte VR-Entwicklung vorgestellt. Der Fokus der zweiten Lesehandlung liegt zudem in der Beschreibung des Praxistransfers, in dem die aus der Theorie abgeleiteten Inhalte Anwendung finden und überprüft werden, sowie in der Beschreibung der VR-Interventionsstudie und daran anknüpfende Themenbereiche. Inhalte zum methodischen Vorgehen dieser Lesehandlung können in den Kapiteln 3.3.2 und 3.6 ff.

eingesehen werden. In den Ergebnissen geht das Kapitel 4.2 ff. umfassend auf die VR-Interventionsstudie mit *Wegfest* und deren Ergebnisse ein. Diskussionsaspekte zu dieser Thematik werden in dem Kapitel 5.1.2 ff. behandelt.

2 Theoretischer Hintergrund

Altern in der Gesellschaft stellt einige Herausforderungen für die ältere Person sowie für deren Umfeld dar. Durch den demographischen Wandel und seiner mehrdimensionalen Wirkungskraft ergeben sich Veränderungen der Leistungs- sowie Versorgungsangebote in den gesellschaftlichen Strukturen (Haefker & Tielking, 2017). Das Leben von Generationen wird durch eine steigende Lebenserwartung als Resultat einer guten medizinischen Versorgung und veränderten Lebensgewohnheiten geprägt. Einerseits kann dies als Errungenschaft für die Menschen interpretiert werden, andererseits als eine Zunahme an Herausforderungen für ältere Menschen und des Versorgungssystems. Das Altern in der Gesellschaft unterzieht sich dem Diskurs aus dem Mangel an Nachwuchskräften aufgrund geburtenschwächerer Generationen sowie gleichzeitigem Überschuss der pflege- bzw. hilfsbedürftigen älteren Generation (Haefker & Tielking, 2017). Eine verlängerte Lebensphase geht oft mit einer Pflege- bzw. Hilfsbedürftigkeit im Prozess des Alterns einher. Diese Veränderungen erfordern ein hohes Maß an flexiblen Versorgungsstrukturen.

Angebote zur Gesundheitsförderung bzw. Prävention tragen dazu bei, Krankheiten zu verhindern, sodass ein gesundes Altern ermöglicht werden soll. Auch auf Landesebene machen sich die gesellschaftlichen Veränderungen bemerkbar, sodass bspw. durch die Entwicklung des Präventionsgesetzes (PrävG) zur Stärkung der Gesundheitsförderung und der Prävention gezielt beigetragen werden soll (Hübner, 2016). Angebote zur Prävention bzw. Gesundheitsförderung können dabei unterschiedlich gestaltet sein: So existieren für ältere Personen neben herkömmlichen Angeboten zu Verbesserung der Mobilität gezielte Präventionskurse (z.B. Sturzprophylaxe, Rückenschule, Beckenbodentraining). Vereinzelt existieren Präventionsangebote, die sich spezifisch auf die Alltagstätigkeiten der Senior*innen fokussieren (z.B. Alltags-TrainingsProgramm[®], Fit für 100, Lübecker Modell Bewegungswelten; vgl. <https://www.aelter-werden-in-balance.de>). Die Angebote orientieren sich dabei häufig eher an sportmedizinischen und trainingswissenschaftlichen Aspekten, als an den funktionellen Fähigkeiten, die für die Bewältigung des Alltags einer älteren Person relevant sind (Hübner, 2016). Die Ergebnisse zeigen zwar, dass es aufgrund von isoliertem Krafttraining sowie Ausdauertraining zu motorischen Veränderungen kommt, die Auswirkungen auf Alltagstätigkeiten bleiben jedoch unklar. Um die Gesundheit im Alter und damit einhergehend auch die Bewältigung von Alltagssituationen gezielt trainieren zu können, bedarf es einem zweckgerichteten Training.

Durch die Nutzung von Technologien können Angebote zur Gesundheitsförderung erweitert werden. Die VR-Technologie setzen hier an und kann durch einen gezielten Einsatz als Beitrag des gesunden Alterns gesehen werden (Hughes, Warren-Norton, Spadafora & Tsotsos, 2017). Die damit verbundenen Faktoren werden nachfolgend in Kapitel 2.1 sowie in Kapitel 2.2 erläu-

tert. Das Kapitel 2.15.1 ff. adressiert vordergründig die Lesehandlung „Gütekriterienkernsetentwicklung“. Das Kapitel 2.2 ff. richtet sich primär an die Lesehandlung „VR-Anwendungsentwicklung“.

2.1 Gesundes Altern

In diesem Kapitel wird auf verschiedene Inhalte zum *Gesunden Altern* näher eingegangen. Demnach adressiert das Kapitel mitsamt den Unterkapiteln vordergründig die Lesehandlung „Gütekriterienkernsetentwicklung“. Um dieses Kapitel näher beschreiben zu können, wird zunächst der Begriff *Gesundheit* erläutert. Laut der Weltgesundheitsorganisation (engl.: World health organization, WHO) ist Gesundheit der Zustand vollständigen physischen, geistigen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur die Abwesenheit von Krankheit und Schwäche (WHO, 1948). Wiemeyer (2016) beschreibt diese Definition als idealistisch und ergänzt den Begriff durch weitere Dimensionen, indem er auf Schmidt (1998) verweist. Folgende fünf Dimensionen sollen Gesundheit differenzierter beschreiben:

1) *Gesundheit als körperlicher Zustand*

Gemeint ist, dass man mit dem eigenen Körper zufrieden, beschwerde- und schmerzfrei ist und sich entspannt bzw. frisch fühlt.

2) *Gesundheit als psychischer Zustand*

Hierunter fallen Merkmale, wie sich wohl und vital fühlen, lebensfroh, agil und zufrieden sein.

3) *Gesundheit als Funktionalität*

Die Handlungs- und Leistungsfähigkeit sowie die Erfüllung einer Rolle (familiär, beruflich) stehen hierbei im Vordergrund.

4) *Gesundheit als Energiereservoir*

Das Verfügen von Fitness, Leistungsfähigkeit und Kraft fallen unter diese Dimension.

5) *Gesundheit als Befriedigung von Motiven und Bedürfnissen*

Gemeint ist hier, das tun zu können, was man möchte.

Die Dimensionen sind nicht trennscharf, schaffen jedoch ein ausführlicheres Verständnis des Begriffes *Gesundheit*. Die Gesundheit ist höchst erstrebenswert, doch ihre beständige Erhaltung oder Wiederherstellung scheint schwierig. Der Autor beschreibt, dass Gesundheit ein labiler Zustand ist, „der sich nur durch ein beständiges Engagement erhalten oder wiederherstellen lässt“ (Wiemeyer, 2016, S. 2). Das beständige Engagement liegt laut dem Autor in dem richtigen Maß an Ernährung und Bewegung. Haeger, Bock und Zijlstra (2021) stimmen Wiemeyer zu und beschreiben, dass altersbedingte gesundheitliche Probleme häufig mit dem Zusammenwirken physiologischer, sozialer sowie psychologischer Faktoren verbunden sind.

Die WHO hat im Kontext der Bewegung die Mindestanforderungen an körperlicher Aktivität definiert, die für Erwachsene (18-64 Jahre) 150 bis 300 Minuten Bewegung aerober Aktivitäten mit moderater bis hoher Intensität in der Woche umfasst. Ab einem Alter von 65 Jahren empfiehlt die WHO, dass zunehmend Aktivitäten in Bewegungsprogrammen eingebaut werden sollen, die den Fokus auf das Gleichgewicht, die Stärkung der Muskelkraft sowie der Koordination beinhalten und an mindestens drei Tagen pro Woche ausgeführt werden sollen (WHO, 2020). Für ein Training der körperlichen Aktivitäten kann ein multimodales Bewegungstraining, das alltagsnahe Bewegungsabläufe enthält, für die Bewältigung von Aktivitäten des täglichen Lebens bedeutsam sein (Morat, Morat, Zijlstra & Donath, 2021). Das reale Abbild zeigt jedoch bei allen Altersgruppen Widersprüche zu den Empfehlungen. Lediglich 40% der Erwachsenen und 15% der Senior*innen erfüllen das empfohlene Maß.

Zu dem Abbild der Gesundheitsstrukturen zählt auch die demographische Veränderung. Laut dem Robert Koch-Institut (RKI) wird Deutschland immer älter und träger, die mittlere Lebenserwartung in Deutschland beträgt bei Frauen 83 Jahre und bei Männern bei 78 Jahre (RKI, 2015). Im Jahr 2050 werden 11% der Deutschen 80 Jahre und älter sein (RKI, 2015). Diese Entwicklungen zeigen Veränderungen in den Gesundheitsstrukturen: Insbesondere Erkrankungen haben bedingt durch die Altersinaktivität sowie falsche Ernährung in den letzten Jahren enorm zugenommen. Krankheiten wie Bluthochdruck, Diabetes Mellitus Typ 2, metabolisches Syndrom und Übergewicht treten in allen Altersgruppen vermehrt auf (Richter, 2020). Das Verhindern bzw. das Verzögern des Auftretens dieser und weiterer Krankheiten ist ein bedeutendes Ziel, das im Präventionsgesetz (PrävG) verankert ist. Das Gesetz zur Stärkung der Gesundheitsförderung und der Prävention dient der verbesserten Zusammenarbeit zwischen Sozialversicherungsträgern, Ländern und Kommunen in der Prävention und Gesundheitsförderung. Das Bundesministerium für Gesundheit (BMG, 2020) beschreibt, dass hierbei alle Altersgruppen und viele Lebensbereiche eingeschlossen sind.

Das PrävG ist im Jahr 2015 in Kraft getreten. Die Inhalte zielen auf eine gestärkte Zusammenarbeit der Akteure ab, die im Wesentlichen aus der gesetzlichen Krankenkasse, gesetzlichen Rentenversicherung, gesetzlichen Unfallversicherung, sozialen Pflegeversicherung und die Unternehmen der privaten Krankenversicherung bestehen. Das PrävG beinhaltet z.B. Regelungen zu Gesundheits- und Früherkennungsuntersuchungen, zu gesundheitsfördernden Maßnahmen in verschiedenen Lebenswelten (Kita, Schule, Kommune, Betrieb, Pflegeeinrichtung) und zu Maßnahmen zur Verhütung von Krankheiten. Unter §20 des PrävG wird bei der Aufgabenwahrnehmung nach Absatz 2 Satz 1 das Ziel „gesund älter werden“ durch den Spitzenverband Bund der Krankenkassen berücksichtigt (Sozialgesetzbuch [SGB], 2022). Dabei soll positiv auf diverse Faktoren eingewirkt werden, um den Alterungsprozess zu verlangsamen. Diese Faktoren umfassen bspw. die Stärkung gesundheitlicher Ressourcen und der Widerstandskraft, die Förderung der körperlichen Aktivität, Mobilität sowie der gesellschaftlichen

Teilhabe älterer Menschen (Gesellschaft für Versicherungswissenschaft und -gestaltung e.V. [GVG], o.D.).

Derartige Entwicklungen verdeutlichen die zunehmende Relevanz des gesunden Alterns und unterstreichen, dass präventive Maßnahmen zukünftig vermehrt Einzug in das Leben der Senior*innen halten sollen. Das Forschungsvorhaben knüpft an diesen Aspekt an und zielt u.a. darauf ab, zum präventiven Verhalten der Senior*innen beizutragen, indem VR-Technologien zielgruppengerecht entwickelt werden können und einen positiven Einfluss auf die ADLs ausüben.

2.1.1 Aspekte des Alter(n)s

Die Definition des „Alters“ bzw. der „Älteren“ ist multiperspektivisch zu betrachten. Spirduso, Francis und MacRae (2005) unterteilen die Altersgruppen der Elderly (dt. ältere Menschen) wie folgt (vgl. Tabelle 1):

Tabelle 1: Unterteilung Altersgruppen älterer Menschen (eigene Darstellung, angelehnt an Spirduso et al., 2005).

Elderly	Chronologic Age (Years)
Young-old	65-74
Older	75-84
Very-old	85-99
Oldest-old	100+

Bei spezifischer Betrachtung der älteren Bevölkerungsgruppe wird deutlich, dass Differenzen der Zielgruppendefinition hinsichtlich der Altersgrenze existieren. Die klassische Definition schließt mit der *Generation 50 plus* oder den *Best Agern* alle Personen ab 50 Jahren ein und bezieht sich dabei sowohl auf die arbeitende als auch die in Rente befindliche Bevölkerungsgruppe (Axt-Gadermann & Heise, 2018). Senior*innen werden im Sinne der klassischen Definition als Personen ab 60 Jahren klassifiziert. Axt-Gadermann und Heise (2018) ergänzen, dass wie bei Spirduso et al. (2005) eine Separierung der über 65-Jährigen vorgenommen werden kann, die eine isolierte Analyse der jeweiligen Altersgruppen der Senior*innen zulässt. Neben der Analyse der Altersgruppen kann das Alter anhand unterschiedlicher Merkmale definiert werden:

Das chronologische Alter ist das Alter in Zeitangaben (z.B. Lebensjahren). Im Unterschied zum biologischen Alter, das den körperlichen bzw. geistigen Entwicklungszustand angibt, ist es unabhängig von dem Zustand und der Leistungsfähigkeit des Individuums (Psyhyrembel Redaktion, 2022). Aus diesem Grund können Abweichungen beim chronologischen und biologischen Alter vorhanden sein. Kohli (2001) unterscheidet neben dem biologischen und chronologischen Alter noch das psychische Alter. Das psychische Alter richtet sich nach dem Handeln

und dem Gefühl einer Person. Das Alter wird einerseits für einzelne Altersphasen und –gruppen verwendet, andererseits für eine daraus resultierende Teilmenge. Diese charakteristische Unschärfe unterstreicht das vielfältige Verständnis von Alter (Kohli, 2001). In der Altersforschung, der sogenannten *Gerontologie*, werden verschiedene Faktoren des Alterungsprozesses berücksichtigt. Davon abzugrenzen ist die *Geriatric*, die die Altersheilkunde meint und sich u.a. mit den Krankheiten des alternden Menschen auseinandersetzt (Ries, 2022).

Im Alterungsprozess kommt es zu Veränderungen auf zellulärer und molekularer Ebene, die zu einer Verringerung der physiologischen Reserve führen können und folglich die Inzidenz für Krankheiten erhöhen können (WHO, 2015). Die intrinsische Kapazität lässt nach, sodass kognitive und motorische Funktionen nicht mehr in ihrer vorherigen Form genutzt werden können. Die intrinsische Kapazität gibt an, über welche geistige und körperliche Kapazität eine Person zu einem bestimmten Zeitpunkt verfügt. Sie ist somit ein Maß für die Funktionsfähigkeit einer (älteren) Person. Brixius (2010) fügt hinzu, dass zudem die physiologische aerobe sowie anaerobe Funktionskapazität im Altersgang abnimmt. Dabei ist auffällig, dass die altersabhängige Abnahme der anaeroben Funktionskapazität bei Frauen wesentlich stärker ausgeprägt ist im Vergleich zu Männern (Brixius, 2010). Neben geschlechtsspezifischen Differenzen ist das Kapazitätsniveau abhängig von dem Lebensumfeld einer Person, das die Ressourcen bzw. Hindernisse einschließt und bestimmt, ob mit dem gegebenen Kapazitätsniveau die Ziele erreicht werden können. Das Lebensumfeld und die Wechselbeziehungen beeinflussen die funktionale Fähigkeit einer Person. Die funktionale Fähigkeit definiert die WHO als „die gesundheitsbezogenen Attribute [...], die es Menschen ermöglichen, ihr Leben und ihre Aktivitäten danach auszurichten, was ihnen wichtig ist“ (WHO, 2015, S. 14). Demnach definiert die WHO ein gesundes Altern als einen „Prozess der Entwicklung und Aufrechterhaltung der funktionalen Fähigkeit, die Wohlbefinden im Alter ermöglicht“ (WHO, 2015, S.14).

Dabei ist davon auszugehen, dass sowohl die intrinsische Kapazität als auch die funktionale Fähigkeit variabel sind. Bei beiden Faktoren ist eine Abnahme mit zunehmendem Alter zu verzeichnen, jedoch ist der Verlauf durch persönliche Entwicklungen an unterschiedlichen Zeitpunkten geprägt. Mit der Bezeichnung *gesundes Altern* ist ein Prozess gemeint, der nicht konstant, sondern zu jedem Zeitpunkt variabel ist und sich somit positiv oder negativ verändern kann (WHO, 2016).

Der Verlauf altersbedingter Veränderungen ist schwankend, der Abbau der Kapazitäten geschieht phasenweise und ist in ihrer Ausprägung individuell. Mit dem chronologischen Alter einer Person werden ihre Funktionen assoziiert, die jedoch sehr heterogen sein können (WHO, 2016). Die Lebensweise einer Person ist maßgeblich entscheidend für die Funktionalität und hängt von vielen Faktoren ab. Die WHO (2016) definiert unter dem Aspekt *gesundes Altern* verschiedene Einflussfaktoren, die sich auf den Altersprozess positiv auswirken können. Hierzu zählen Maßnahmen, die über die Beseitigung von Krankheiten hinausgehen. Vielmehr

zählt eine aktive Gesundheitsförderung im Lebensverlauf sowie gezielte Unterstützungsmaßnahmen, die die Funktionsfähigkeit im Alter erhalten. Der Begriff *Gesundheit* meint im Zusammenhang mit gesunden Altern die Fähigkeit einer Person, die Dinge auszuüben bzw. ihnen nachzugehen, die sie priorisieren. Die WHO beschreibt *Altern in Gesundheit* als einen „Prozess der Entwicklung und Erhaltung der Funktionsfähigkeit, die ein Wohlbefinden im Alter ermöglicht. Die Funktionsfähigkeit einer Person, insbesondere nach dem Beginn einer Erkrankung, ist von stützenden Umfeldern und einem wirksamen Management nicht-übertragbarer Krankheiten abhängig“ (WHO, 2016, S. 14).

Neben den biologischen Veränderungen existieren weitere Einflussfaktoren, die sich auf das Altern auswirken. Die gesellschaftliche Rolle verändert sich und ältere Personen müssen den Verlust von vertrauten Beziehungen überwinden. Daraus resultiert eine Veränderung in der Verhaltensweise, indem ältere Personen Ziele und Aktivitäten bevorzugen, die ihnen wichtig scheinen (WHO, 2016). Zudem wollen ältere Personen ihre bestehenden Fähig- und Fertigkeiten durch das Ausführen von Fitnessübungen aber auch durch die Nutzung von Technologien optimieren (Ellebrecht, Eschenbruch & Zoche, 2020; Ziefle, 2013).

Im Rahmen der Forschungsarbeit soll durch die Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen Einfluss auf den Alterungsprozess genommen werden, indem anhand nutzer*innenorientierter VR-Anwendungsentwicklungen auf den Abbau altersbedingter Funktionsfähigkeiten positiv eingewirkt werden kann. Folgender Abschnitt nimmt ergänzend hierzu u.a. Bezug zu dem Aspekt der Mobilität (vgl. Kapitel 2.1.2).

2.1.2 ICF-Klassifikation der Partizipation und Mobilität

Die „International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps (ICIDH)“ von 1980 wurde nach einem mehrjährigen Prozess zur „International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)“ weiterentwickelt, die dann im Mai 2001 verabschiedet wurde (Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte [BfArM], 2020). Die deutsche Version wurde im Jahr 2005 verabschiedet. Die Grundlage ist das bio-psycho-soziale Modell, deren Ansätze mit der ICF erweitert und bezüglich der Lebenswirklichkeit der Betroffenen angepasst wurde, indem die gesamte Lebenslage der betroffenen Person Berücksichtigung findet. Die deutschsprachige Version der ICF trägt den Titel „Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit“ und wurde von Experten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz angepasst. Bei der Übersetzung vom Englischen ins Deutsche muss angemerkt werden, dass es für die englische Bezeichnung „functioning“ keinen entsprechenden deutschen Begriff gibt, hier wird mit „Funktionsfähigkeit“ übersetzt. Der englische Begriff „participation“ wird mit „Partizipation [Teilhabe]“ im Deutschen übersetzt. Aus dem Englischen wird „health condition“ mit „Gesundheitsproblem“ in die deutsche ICF-Version übernommen.

Die WHO beschreibt, dass der Begriff der Funktionsfähigkeit eines Menschen alle wesentlichen Kriterien der funktionalen Gesundheit beinhaltet (BfArM, 2020). Weiter wird ausgeführt, dass eine Person funktional gesund ist, wenn folgende drei Bedingungen (mit Rücksichtnahme der Kontextfaktoren) erfüllt werden:

1. Die körperlichen Funktionen sowie Körperstrukturen entsprechen denen eines gesunden Menschen (vgl. Körperfunktionen und –strukturen).
2. All das, was von einer Person ohne Gesundheitsprobleme erwartet wird, kann getan werden oder wird getan (vgl. Aktivitäten).
3. Die Entfaltung der eigenen Person in allen Lebensbereichen, die dieser wichtig sind, und in der Weise und in dem Umfang, wie es von Personen ohne gesundheitliche Einschränkungen in den Körperfunktionen bzw. –strukturen sowie in den Aktivitäten erwartet wird (vgl. Partizipation [Teilhabe] an Lebensbereichen).

Abgrenzend zu dem Behinderungsbegriff des SGB IX, ist der Behinderungsbegriff der ICF umfassend und ein Oberbegriff, der sich auf jede Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit bezieht (BfArM, 2020).

Die ICF hat die verschiedenen Komponenten von Gesundheit klassifiziert, die Komponenten lauten wie folgt: Körperfunktionen, Körperstrukturen, Aktivitäten und Partizipation (Teilhabe) und Umweltfaktoren. Sie stehen dabei in Wechselwirkungen zueinander. Für das Forschungsvorhaben dieser Arbeit ist die Komponente „Aktivitäten und Partizipation“ relevant. Die ICF definiert eine Aktivität als eine „Durchführung einer Aufgabe oder einer Handlung (Aktion) durch einen Menschen“ (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information [DIMDI], 2012, o.S.). Die Partizipation umfasst „das Einbezogenensein in eine Lebenssituation“ (DIMDI, 2012, o.S.). Weiter definiert die ICF: „Eine Beeinträchtigung der Aktivität ist eine Schwierigkeit oder die Unmöglichkeit, die ein Mensch haben kann, die Aktivität durchzuführen. Eine Beeinträchtigung der Partizipation [Teilhabe] ist ein Problem, das ein Mensch in Hinblick auf sein Einbezogenensein in Lebenssituationen erleben kann“ (DIMDI, 2012, o.S.).

Die Komponenten „Aktivitäten“ und „Partizipation“ unterliegen zwei Beurteilungsmerkmalen, diese sind „Leistung“ sowie „Leistungsfähigkeit“. Die „Leistung“ meint, das Tun/ Handeln eines Menschen in seiner gegenwärtigen, tatsächlichen Umwelt. Darunter kann auch das „Einbezogenensein in eine Lebenssituation“ oder die „gelebte Erfahrung“ im aktuellen Lebenskontext eines Menschen verstanden werden. Hierzu sind die Umweltfaktoren von Bedeutung, die alle Inhalte der „materiellen, sozialen und einstellungsbezogenen Welt“ umfassen.

Die „Leistungsfähigkeit“ wird beschrieben als „die Fähigkeit eines Menschen, eine Aufgabe oder eine Handlung durchzuführen“ (DIMDI, 2012, o.S.). Dieses Kriterium meint das höchstmögliche Niveau der Funktionsfähigkeit, „das ein Mensch in einer bestimmten Domäne zu ei-

nem bestimmten Zeitpunkt erreichen kann“ (DIMDI, 2012, o.S.). Als Maß dient hier eine einheitliche Umwelt oder Standardumwelt, deshalb spiegelt sie die „umweltadjustierte Fähigkeit des Menschen wider“.

Die ICF verwendet für die Beurteilung der Leistung und der Leistungsfähigkeit folgende Skala (vgl. Abbildung 1):

xxx.0	Problem nicht vorhanden (ohne, kein, unerheblich ...)	0-4 %
xxx.1	Problem leicht ausgeprägt (schwach, gering ...)	5-24 %
xxx.2	Problem mäßig ausgeprägt (mittel, ziemlich ...)	25-49 %
xxx.3	Problem erheblich ausgeprägt (hoch, äußerst ...)	50-95 %
xxx.4	Problem voll ausgeprägt (komplett, total ...)	96-100 %
xxx.8	nicht spezifiziert	
xxx.9	nicht anwendbar	

Abbildung 1: Skala für die Beurteilung der Leistung und der Leistungsfähigkeit der ICF (BfArM, 2021).

Die Prozentbereiche werden breit angegeben, wenn Standards zur Quantifizierung der Probleme der Leistung bzw. der Leistungsfähigkeit genutzt werden. Bei einer nicht vorhandenen Problematik oder voll ausgeprägten Problematik hat die Skalierung eine Fehlertoleranz von bis zu 5%. Die ICF beschreibt, dass die Prozentwerte für die diversen Domänen als Perzentile mit Bezug auf Bevölkerungsstandards kalibriert werden müssen. Auch führt sie auf, dass Assessmentverfahren durch Forschung entwickelt werden müssen, um die Quantifizierung einheitlich nutzen zu können.

Die Komponenten der ICF umfassen diverse Domänen, unter d4 ist die Mobilität definiert, die sich in folgende Subkategorien einteilt (vgl. Abbildung 2):

d410-d429	Die Körperposition ändern und aufrecht erhalten
d430-d449	Gegenstände tragen, bewegen und handhaben
d450-d469	Gehen und sich fortbewegen
d470-d489	Sich mit Transportmitteln fortbewegen
d498	Mobilität, anders bezeichnet
d499	Mobilität, nicht näher bezeichnet

Abbildung 2: Definition der Mobilität unter d4 der ICF (BfArM, 2021).

Das Kapitel d4 der ICF umfasst verschiedene Arten der eigenen Bewegung durch Veränderungen der Körperposition oder –lage. Auch die Verlagerung von einem Platz ist hier aufgeführt. Für das Forschungsvorhaben ist insbesondere die Subkategorie „Gehen und sich fortbewegen“ (d450-d469) relevant. Unter d450 wird das Gehen allgemein definiert und meint das

Schritt für Schritt-weise Fortbewegen zu Fuß auf einer Oberfläche, bei dem mindestens ein Fuß den Boden berührt. Als Beispiele werden hier das Spazieren, das Schlendern, das Vorwärts- sowie Seitwärtsgehen ausgeführt. „Gehen“ inkludiert kurze oder weite Entfernungen, unterschiedliche Oberflächen und Hindernisse umgehen. Exkludiert wird das „sich verlagern“ (vgl. d420) sowie „sich auf andere Weise fortbewegen“ (vgl. d455) und somit eindeutig abgegrenzt.

Die ICF ordnet an mehreren Unterkapiteln das Gehen im Straßenverkehr an. Unter d4503 ist das „Hindernisse umgehen“ aufgeführt, das wie folgt definiert wird: „In der Weise zu gehen, dass sich bewegenden oder festen Gegenstände, Menschen, Tieren und Fahrzeugen ausgewichen wird, wie auf einem Markt oder in einem Laden gehen, im Straßenverkehr gehen oder diesen umgehen oder in belebten Gegenden gehen“ (DIMDI, 2012, o.S.).

In dem Unterkapitel d460 wird der Aspekt „sich in verschiedenen Umgebungen fortbewegen“ aufgeführt. Dabei wird Bezug auf das Gehen in verschiedenen Orten und Situationen genommen. Als Beispiel nennt die ICF das Gehen auf einer Straße in einer Stadt. Unter d4602 wird die Kategorie nochmals spezifiziert, hierunter ist das Gehen auf bzw. entlang von Straßen innerhalb einer Nachbarschaft, des Dorfes, der Stadt bzw. Großstadt gefasst (BfArM, 2020).

Die traditionellen Klassifikationssysteme für Krankheiten, wie bspw. die ICF, erfassen sämtliche Erkrankungen in ihren Einzelheiten. Im Alter treten jedoch Gesundheitsprobleme auf, die die herkömmlichen Klassifikationsverzeichnisse nicht beinhalten. Sowohl chronische Erkrankungen als auch akute Probleme, wie Bewusstseinsstörungen, werden nicht berücksichtigt. Die Auswirkung von Krankheiten kann nicht isoliert betrachtet werden. Altersbedingt erhöht sich das Risiko der Multimorbidität, also dem Risiko mehreren chronischen Erkrankungen gleichzeitig ausgesetzt zu sein (WHO, 2016). Die Multimorbidität führt zu Veränderungen in den Alltagsfunktionen und in der Inanspruchnahme von Dienstleistungen im Gesundheitswesen, eine einzelne Erkrankung ist oft nicht mit den Auswirkungen der Multimorbidität vergleichbar. Die WHO (2016) merkt an: „Diese Komplexität im gesundheitlichen und funktionalen Zustand älterer Menschen wirft grundlegende Fragen im Hinblick darauf auf, was unter Gesundheit im Alter zu verstehen ist, wie sie gemessen werden kann und wie wir sie fördern können. Neue Konzepte sind erforderlich, die nicht allein über das Vorliegen oder Nichtvorliegen von Erkrankungen definiert werden, sondern über die Auswirkungen dieser Krankheiten auf die Alltagsfunktion und das Wohlbefinden älterer Menschen“ (WHO, 2016, S. 13). Das Vorhandensein von einzelnen Erkrankungen oder die Folgen von Komorbiditäten geben einen zu geringen Aufschluss über den generellen Gesundheitszustand und deren Auswirkungen. Hierzu müssen umfassende Evaluierungen vorgenommen werden, die verlässliche Auskünfte über den Gesundheitszustand und die künftige Situation und Veränderungen geben. Im Rahmen

der Forschungsarbeit soll anhand der Entwicklung des Gütekriterienkernsets zielgruppengerecht auf die Entwicklung von VR-Anwendungen eingewirkt werden, sodass zum gesunden Altern beigetragen werden kann.

2.2 Gesundes Altern durch die Nutzung von Technologien

Dieses Kapitel geht auf die Technologienutzung als Beitrag zum Gesunden Altern näher ein und beschreibt in den Unterkapiteln die Entwicklungshintergründe sowie Einsatzgebiete von VR. Somit adressiert dieses Kapitel vordergründig die Lesehandlung „VR-Anwendungsentwicklung“.

Durch die digitalen Versorgungsstrukturen und die gesellschaftlichen Veränderungen ergeben sich neue Möglichkeiten der Gesundheitsförderung. Herausforderungen können mit Hilfe digitaler Technologien besser angegangen werden (Freymuth & Kunert, 2022). Im Folgenden wird auf die Definition von *Technologie* genauer eingegangen sowie technologische Anwendungsbereiche erläutert.

Der Begriff *Technologie* entstammt aus dem Altgriechischen und steht für eine kunstgemäße Abhandlung über eine Kunst oder Wissenschaft (Morgenstern & Kraft, 2014). Im Sinne der Soziologie wird der Begriff als eine systematische Zusammenfassung sowie Integration einzelner Techniken, die auf einer Verfahrensweise beruhen und sich an spezifische Zielen und Zwecken orientiert (Möhrle, Specht & Haric, o.D.). Der Einsatz von Technologien ermöglicht eine erleichterte Lebensführung. Senior*innen können durch die Nutzung von Technologien altersbedingte Beeinträchtigungen kompensieren (Bevilacqua et al., 2019). Technologien sollen die Bewältigung von Erkrankungen unterstützen und zu mehr Autonomie und Teilhabe am Leben führen (Richter, 2020). Freymuth und Kunert (2022) ergänzen, dass Technologien in unterschiedlichen Lebensbereichen unterstützen können. Zu denen ursprünglich im Achten Altersbericht (2020) des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ) definierten Bereichen zählen *Wohnen*, *Mobilität*, *Soziale Integration*, *Gesundheit/Pflege* sowie *Sozialraum*. Im Folgenden werden die Möglichkeiten für den Einsatz von Technologien in den jeweiligen Bereichen näher erläutert (BMFSFJ, 2020):

Der Bereich *Wohnen* umfasst das Leben in der eigenen Häuslichkeit. Ältere Personen können durch digitale Technologien bzw. Assistenzsysteme (z.B. Ambient Assisted Living, AAL) ihr Wohnumfeld absichern. Smart-Home-Technologien, wie eine smarte Türklingel, Bewegungsmelder sowie Sprachassistenten können zu mehr Selbstständigkeit und Selbstbestimmung in Form von Alltagsunterstützung beitragen.

Der Bereich *Mobilität* ist wesentlich für das Leben der Senior*innen. Digitale Technologien können bspw. in Form von Navigations- bzw. Orientierungshilfen unterstützend wirken. Weitere Anwendungen sind Apps (dt. Applikationen), die bei der Suche von Örtlichkeiten oder

Verbindungen des öffentlichen Nahverkehrs helfen, sowie Technologien in Form eines digitalen Gehstocks, smarte Rollstühle oder spezielle Gangroboter. Ergänzend können nutzer*innenfreundliche Smartphone-Apps die Motivation zur körperlichen Aktivität erhöhen (Haeger, Bock & Zijlstra, 2021).

Im Kontext der *sozialen Integration* setzen Technologien an, um bei Senior*innen mittels digitaler Kommunikationstools der Isolation entgegenzuwirken. Die Nutzung von Technologien in Form von Videotelefonie oder sozialen Netzwerken ermöglichen Senior*innen Kontakte aufrechtzuerhalten und zu pflegen. Freymuth und Kunert (2022) beschreiben, dass digitale Technologien ein „Fenster nach draußen“ darstellen können und somit die gesellschaftliche Teilhabe ermöglichen. Neben Plattformen oder Videokonferenz-Systemen können auch digitale Anwendungen genutzt werden, um gezielt Defiziten für eine Teilhabe am Leben entgegenzuwirken.

Der Bereich *Gesundheit und Pflege* wird durch eine Vielzahl verschiedenster Anwendungsgebiete bzw. Technologien abgedeckt. Als Beispiele können telemedizinische Dienste angeführt werden, die virtuelle Arztbesuche ermöglichen, Mobile-Health Anwendungen, die zur Förderung und zum Erhalt der Selbstständigkeit anhand einer Überwachung der Vitalparameter beitragen sowie der Einsatz diverser Robotik im pflegerischen Kontext für Alltagstätigkeiten (Transportdienste, Notrufsystem, Unterhaltung etc.). Neben den praktischen Tätigkeiten ergänzen Technologien den organisatorischen sowie administrativen Bereich im Gesundheitswesen (z.B. elektronische Patientenakte (ePA), digitale Informationssysteme), sodass die Telematikinfrastruktur (TI) ausgebaut wird.

Im Bereich *Sozialraum* finden Technologien Anwendung, indem Angebote digitalisiert zur Verfügung stehen. Senior*innen können per Online-Plattformen über Neuigkeiten, Dienstleistungen und weitere Angebote im Quartier informiert werden. Digitale Technologien ermöglichen eine Vernetzung im Sozialraum, sodass die Alltagsgestaltung, die gesellschaftliche Teilhabe und die medizinische bzw. pflegerische Versorgung erleichtert wird.

Die Beispiele verdeutlichen das Potential von Technologien und deren Beitrag zum gesunden Altern in diversen Anwendungskontexten.

Im Rahmen digitaler Technologien im Gesundheitswesen zeigen VR bzw. AR- Anwendungen ihr Potential, die in den zuvor aufgeführten Anwendungsbereichen ansetzen und somit positiv zur Gesundheit beitragen können. VR- bzw. AR-Technologien ermöglichen das Erleben von schwer konstruierbaren Situationen (Meister, Deiters, Hellwig & Pantförder, 2018). Durch das Metaversum, das als neue digitale Revolution beschrieben wird, sollen verschiedene Handlungsräume in einer digitalen, interaktiven und virtuellen Umgebung geschaffen werden, die unsere Realität erweitert (Bolton, 2023). Die physische Wirklichkeit soll durch eine Interaktivität mit bzw. in der virtuellen Realität ergänzt werden. Daraus können sich neue Handlungsspiel-

räume ergeben, die einen Einfluss auf die Gesellschaft haben. Die Handlungsspielräume umfassen Bereiche in gesellschaftlichen Strukturen, die neben gesundheitlichen Themen auch die demographischen Gegebenheiten berücksichtigen.

Anwendungen in VR werden in der Gesundheitsbranche u.a. zur Unterstützung in der Diagnostik und Therapie sowie in der Ausbildung für unterschiedliche Zwecke eingesetzt. Die Ziele solcher Anwendungen können sich auf die motorische Förderung einzelner Extremitäten oder auch auf die gesamte Körperstatik beziehen, beinhalten teilweise Elemente für die Konzentrations- und Kognitionsförderung oder werden im Bereich der Psychotherapie angewendet (Dörner, Broll, Grimm & Jung, 2019). Auch im Rahmen von Simulationen wird VR genutzt, um bspw. den Ablauf bei Operationen zu trainieren oder Krankheitsbilder, wie Demenz oder Depression besser nachvollziehen zu können. Die Zielgruppen sind unterschiedlich, sowohl Anwendungen für Kinder als auch für Senior*innen existieren auf dem Markt.

Das systematische Review bzw. die Meta-Analyse von Kyaw et al. (2019) hat den Nutzen von VR-Anwendungen für Ärzt*innen untersucht. Die Ergebnisse implizieren, dass sich VR in den meisten Gebieten als sinnvolles Lehrtool bewiesen hat, indem spezifische Handlungsschemata trainiert und leichter auf Situationen im Alltag übertragen werden können. Die Nutzung von VR als Bildungsmedium ermöglicht eine Abbildung von Szenarien, die in der Realität nur gefährlich oder (ethisch) problematisch darzustellen sind. Anhand von Simulationen in der virtuellen Welt können Handlungsabläufe sicher trainiert werden, sodass sich das Handling der nutzenden Person in realen Situationen sicherer und routinierter anfühlt (Schuir et al., 2019). In dem Review von Rose, Chang und Chen (2018) werden verschiedene VR-Anwendungen im Bereich der Rehabilitation verglichen. Die Ergebnisse fallen sehr differenziert aus und die Autor*innen betonen, dass viele verschiedene Faktoren den Nutzen von VR beeinflussen, dazu zählen z.B. die Einbindung zusätzlicher Technologien.

Anwendungsmöglichkeiten dieser Technologien zur Förderung von Defiziten in den Bereichen der Kognition oder Motorik, zur Unterstützung in der Lehre komplexer medizinischer Inhalte oder bei der Durchführung operativer Verfahren haben sich in Gesundheitseinrichtungen bereits etabliert, wenngleich sie noch kein Bestandteil der klinischen Routine sind (Pffannstiel, Da-Cruz & Mehlich, 2019). Die Einsatzgebiete solcher Anwendungen erweitern sich stetig. Die Akzeptanz und der Nutzen von VR/ AR stellen zwei wesentliche Merkmale für die zukünftige Etablierung solcher Systeme im Gesundheitswesen dar. Insbesondere für den gerontologischen bzw. geriatrischen Bereich ist der Zugang hierzu wichtig, da aufgrund des demographischen Wandels und gleichzeitigem Pflegenotstand solche Systeme unterstützend wirken können. Die Nutzung der AR/ VR-Technologien durch Senior*innen können die Gesundheit und den Allgemeinzustand positiv beeinflussen.

2.2.1 Entwicklung der VR-Technologie

Virtual Reality (deutsch: virtuelle Realität) meint die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit – die reale Welt ist durch die in Echtzeit computergenerierte und interaktive Umgebung ausgeschaltet (Klein, 2009). Bei Anwendungen in Augmented Reality (deutsch: erweiterte Realität, AR) wird die reale Umgebung der Nutzenden durch die Einblendung von digitalen Inhalten erweitert. Digitale Objekte werden in Echtzeit in die direkte Umgebung der anwendenden Person projiziert (Kind, Ferdinand, Jetzke, Richter & Weide, 2019). Der Begriff der *virtuellen Realität* zeigt eine Vielzahl an verschiedenen Definitionen. Bowman, Kruijff, LaViola und Poupyrev (2004) setzen den Begriff der virtuellen Umgebung mit dem der virtuellen Realität gleich und beschreiben diese als eine synthetische bzw. räumliche Welt. Dabei betrachtet die nutzende Person diese Welt aus der Ich-Perspektive und kann den Blickwinkel in Echtzeit selbst bestimmen. Lee (2007) beschreibt die virtuelle Realität als elektronische Simulation von Umgebungen, in denen die nutzende Person durch eine am Kopf befestigte Brille, genauer ein Head-Mounted-Display (HMD), Interaktionen durchführen kann. Anders als bei AR fehlt der Bezug sowie die Wahrnehmung zur Realität.

Der Ursprung der Virtual Reality-Technologie liegt in der Entwicklung eines Simulators von Morton Heilig im Jahr 1962 (Rademacher, 2014). Die Entwicklungen des sogenannten *Sensaramas* sollten das Kino der Zukunft darstellen. Durch Forschungsprojekte wurde die VR-Installation stetig weiterentwickelt (Rademacher, 2014). Im Jahr 1965 entwickelte Ivan Sutherland das erste System eines HMDs, das heutzutage in einer weiterentwickelten Ausführung vielfältig Anwendung findet (Knoll & Stieglitz, 2022). Das von Sutherland entwickelte Display konnte aufgrund des hohen Gewichtes nicht von einem Menschen getragen werden, sondern musste mit einem Gestell an der Raumdecke befestigt werden (vgl. Abbildung 3). Mit dem HMD ist ein System gemeint, dass auf Deutsch übersetzt die am Kopf befestigte Anzeige beschreibt (Bleser, 2017). Durch das Aufsetzen eines visuellen Ausgabegerätes, das auf dem Kopf getragen wird, werden die auf einem Bildschirm präsentierten Inhalte augennah präsentiert (vgl. Abbildung 4). Mittels eines HMDs wird eine Teleportation in eine als real empfundene Simulationsumgebungen ermöglicht (Salwasser, Dittrich, Müller & Melzer, 2019). Die Nutzung des HMDs schafft eine Darstellung virtueller Umgebungen und eine freie Bewegungsmöglichkeit für die nutzende Person.

Neben dem HMD werden weitere Systeme, wie bspw. eine Videobrille, eine Datenbrille oder eine am Helm fixierte Konstruktion genutzt und ermöglichen eine Interaktion über Sensorik (Kirisci, 2016).



Abbildung 3: Aufhängevorrichtung und Positionserfassung zur Bestimmung der Blickrichtung (Bleser, 2017, S. 6 aus Sutherland, 1968, S. 759).

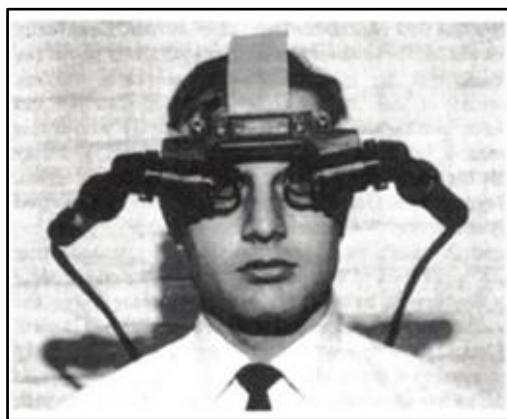


Abbildung 4: Head Mounted Display (Bleser, 2017, S. 6 aus Sutherland, 1968, S. 760).

Per Computerprogramm gelang es Sutherland ein Abbild dreidimensionaler Räume darzustellen. Die Konstruktion wurde ausschließlich für wissenschaftliche Experimente genutzt, die zur virtuellen Realität forschten (Bleser, 2017). Die technischen Hintergründe beschreibt Sutherland in seinem Artikel „A head-mounted three dimensional display“, den er im Jahr 1968 veröffentlichte. Die Basis für die Entwicklung von Technologien, die die virtuelle Realität darbieten, ist die Stereoskopie (Bleser, 2017). Die Stereoskopie meint die Darstellung einer räumlichen Tiefe, die im physikalischen Sinne nicht existiert. Die biologische Grundlage beruht auf der Erzeugung der Räumlichkeit durch das Gehirn, das beim natürlichen Sehen die zwei leicht verschobenen Bilder der Augen zusammenbringt und eine räumliche Tiefe simuliert (Kirisci, 2016). Der Autor beschreibt, dass durch das Erfassen der Kopfbewegungen von dem HMD

die Veränderungen zu den virtuellen Objekten erfasst werden, wodurch sich eine kontinuierliche räumliche Darstellung ergibt. Aktuelle HMD-Systeme verfügen über kleine Flüssigkristallanzeigen (engl. liquid crystal displays, LCD), die eine für das rechte und linke Auge getrennte Signalgebung durch die Grafikausgabe des Computers erhalten.



Abbildung 5: Aktuell genutzte VR-HMD-Systeme inkl. zwei Controller (eigene Darstellung).

Abbildung 5 stellt beispielhaft ein HMD-System (Meta Quest 2) dar, das die fortschrittliche Entwicklung seit dem Jahr 1965 visualisiert und gegenwärtig in verschiedenen Kontexten Anwendung findet. Aktuell befinden sich in der Entwicklung VR-Systeme, die Videosignale direkt auf die Netzhaut projizieren (Kirisci, 2016).

Multimediale und interaktive Unterhaltungs- und Lernangebote werden zunehmend unabhängig vom Alter und der sozialen Herkunft genutzt (Theis, 2011). Strategie- und Simulationsanwendungen, aber auch Denkspiele oder Anwendungen zur Unterhaltung zählen dazu. Sogenannte *Serious Games* (dt. seriöse Spiele) sind computerbasierte Anwendungen, die intendiert Wissen und Fähigkeiten vermitteln sollen (Theis, 2011). Ernsthafte Inhalte und Themen werden auf eine unterhaltsame Art und Weise und teilweise durch Einsatz von Gamification gelehrt. *Serious Games* werden zu den Trends der Zukunft gezählt und als innovatives zeit- und zielgruppenspezifisches Tool bezeichnet (Doujak, 2015).

2.2.2 VR-Anwendungen für Senior*innen als Alltagsunterstützung

Der Einsatz von VR erweist sich auch zunehmend in der Gerontologie. VR wird in diversen Bereichen genutzt, um Senior*innen bei unterschiedlichen Anliegen Unterstützung zu bieten. *Abbildung 6* stellt die Bereiche der Erinnerungsarbeit, Bewegungstherapie, Förderung von Activities of daily living (ADLs), Schmerztherapie sowie Entspannung mit einzelnen Beispielen dar. Die Beispiele entstammen sowohl von kommerziellen Anbietern, die bereits einen Markt für VR für Senior*innen etabliert haben (z.B. Magic Horizons, vgl. <https://magic-horizons.com>,

Granny Vision, vgl. <https://www.granny-vision.com/>, Remmy VR, vgl. <https://www.remmy-vr.com/> etc.), als auch von nicht-kommerziellen Organisationen (z.B. prototypische Umsetzungen in Projekten). Die verschiedenen VR-Anwendungen für Senior*innen adressieren sowohl physische als auch psychische/ kognitive Faktoren.

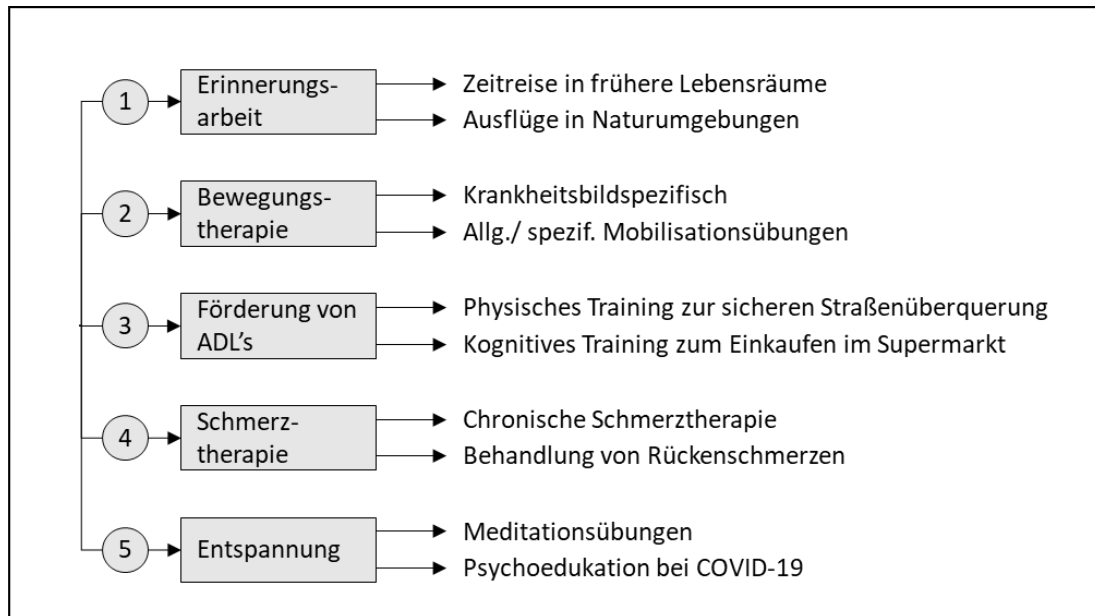


Abbildung 6: Anwendungsbereiche von VR für Senior*innen (eigene Darstellung, angelehnt an Napetschnig, Brixius & Deiters, 2023).

Das systematische Review von Bevilacqua et al. (2019) beschreibt den Einfluss nicht-immersiver VR-Anwendungen auf die Rehabilitation bei Senior*innen. Die Anwendung von nicht-immersiver VR ist laut den Autor*innen am meisten bei Senior*innen akzeptiert, da hierbei die geringste Gefahr von Cybersickness, einer Unterart der Reisekrankheit, auftritt im Vergleich zu einem hohen Immersionsgrad. Die Ergebnisse zeigen, dass sich VR-Anwendungen positiv auf die Rehabilitation der geriatrischen Syndrome auswirkt. VR wird von den Autor*innen als eine vielversprechende Technologie angesehen, jedoch müssen weitere Studien erfolgen, um die klinische Wirkung zu bestimmen.

Studien, bei denen VR-Anwendungen mit Senior*innen durchgeführt wurden, fokussieren sich hauptsächlich vereinzelte körperlichen Funktionen, insbesondere auf den Gang, das Gleichgewicht, die Sturzprävention, die Schmerztherapie und die Kognition (Dermody, Whitehead, Wilson & Glass, 2020). Die Autor*innen beschreiben, dass der Großteil der Studien sich auf die Rehabilitation oder auf andere institutionelle Rahmenbedingungen bezieht. Die Wirksamkeitsanalyse der Autor*innen stellt dar, dass Verbesserungen durch die Nutzung von VR bei über 60-Jährigen insbesondere bei der Schmerzbehandlung, Körperhaltung, Kognition (speziell Alzheimer-Krankheit) und bei dem Sturzrisiko zu verzeichnen sind.

In dem systematischen Review von Tuena et al. (2020) wurden verschiedene Bewertungsinstrumente zur Usability (dt. Benutzerfreundlichkeit) für die Anwendung von VR bei älteren Personen untersucht. Der Fokus der untersuchten Studien lag auf VR-Anwendungen zur motorischen bzw. physischen Rehabilitation. Zur Bewertung der Usability von VR wurden am häufigsten Technologie-Akzeptanzmodelle hinzugezogen, die Autor*innen empfehlen jedoch angepasste Modelle für die Evaluierung von VR-Anwendungen dieser Zielgruppe. Chiang, Tsai und Chen (2012) zeigen, dass durch die Nutzung spielerische Anwendungen die Konzentration, die Achtsamkeit, das Erinnerungsvermögen, die visuospatiale Funktionen, die Hand-Augen-Koordination, die Entscheidungsfähigkeit und die Reaktionsschnelligkeit bei den Senior*innen verbessert wurden.

Die Nutzung von VR/ AR-Anwendungen durch Senior*innen kann Unterstützung bieten, indem Anwendungen gezielt auf die Funktionseinschränkungen und die Abnahme der funktionellen Kapazität im Alter einwirken. In Form von motivierenden und adaptiven Trainings können die Kognition, die Motorik oder alltägliche Aufgaben verbessert werden und tragen so zu einem Erhalt bzw. zu einer Steigerung der Lebensqualität bei (Dermody et al., 2020).

Aufgrund der Heterogenität der nutzenden Zielgruppen hängt die Wirksamkeit der VR/ AR-Anwendungen von verschiedenen Faktoren ab. Ob und wann eine Anwendung sinnvoll ist, lässt sich anhand einiger Bewertungskriterien einschätzen. Ein positiver Effekt der Nutzung von AR/ VR kann anhand von Faktoren gemessen werden, die maßgeblich für die Lebensqualität sind. Hierzu zählt bspw. der Gesundheitszustand, die Mobilität, sowie die Selbstständigkeit einer Person (Dermody et al., 2020). Die Studienergebnisse verdeutlichen, welches Potential VR in der Gesundheitsbranche hat. Eine Reihe an Interventionen zeigen Verbesserungen des Gesundheitszustands von Senior*innen durch die Nutzung von VR, dennoch besteht Forschungsbedarf für die Bestimmung von Faktoren zur Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz (Dermody et al., 2020).

2.3 Ansätze zur nutzer*innenorientierten VR-Entwicklung

In diesem Kapitel werden Grundlagen zur VR-Entwicklung vorgestellt sowie auf Akzeptanz- und Partizipationsmodelle näher eingegangen. Dieses Kapitel adressiert in erster Linie die Le-sehandlung „VR-Anwendungsentwicklung“.

Das Empfinden, wie intensiv das Erleben in VR ist, wird von mehreren Faktoren geprägt und durch die Immersion und die Präsenz beeinflusst (Bleser, 2017). Unter Immersion (lateinisch *Immersio*, „Eintauchen“) wird das Maß für die Erfahrung des Eintauchens in die künstlich geschaffene Umgebung verstanden. Die Immersion umschreibt den durch das Eintauchen in die virtuelle Welt entstehenden Eindruck (Lee, 2007). Durch das Ausschalten von Einflüssen der echten Umgebung und eine Übertragung dieser in die virtuelle Umgebung ergibt sich ein Immersionsgrad. Der Immersionsgrad ist eine Angabe für das Empfinden der virtuellen Welt als

Realität – je höher der Immersionsgrad ist, desto authentischer wirkt das Erleben. Die nutzende Person ist dabei primär visuellen und auditiven, aber auch haptischen Sinneseindrücken ausgesetzt, die das Gefühl der „Echtheit“ simulieren (Kind et al., 2019). Witmer und Singer (1998) unterscheiden zwischen der Begriffsverwendung von Immersion, der die technische Eigenschaft von VR-Displays beinhaltet sowie die davon abzugrenzende mentale Qualität beim Erleben von VR. Das virtuelle Erlebnis ist dabei von der Anzahl der stimulierten Sinne abhängig. Zudem beeinflussen die Interaktionsmöglichkeiten den Immersionsgrad. Dörner et al. (2019) beschreiben, dass Interaktionstechniken in VR denen aus der realen Welt möglichst gleichen sollen. Die Autor*innen fügen hinzu, dass jedoch auch eine magische Interaktion, die bspw. das Teleportieren oder die Modifikation von Objekten umfasst, immersiv wirken kann. In diesem Zusammenhang wird auch von einer direkten Manipulation gesprochen, die die Modifikation der graphischen Repräsentation eines Objektes beinhaltet. Selbst wenn die Interaktion der nutzenden Person mit virtuellen Objekten ein hohes Maß an Natürlichkeit beinhaltet, wird die Interaktion niemals derer eines realen Objektes gleichgestellt (Dörner et al., 2019). Buchner und Mulders (2020) teilen Immersion in die physische und mentale Immersion ein. Dabei stellt die physische Immersion die Änderung visueller, auditiver oder haptischer Parameter während der Bewegungen der nutzenden Person dar. Die Mentale Immersion umfasst das Gefühl des Eintauchens in die virtuelle Welt und setzen den Begriff mit dem der Präsenz gleich.

Das subjektive Gefühl des Befindens in der virtuellen Umgebung wird als Präsenz bezeichnet (Dörner et al., 2019). Die Autor*innen beschreiben, dass die Präsenz dann eintritt, wenn ein hoher Immersionsgrad erfüllt wird. Die Präsenz wird erreicht, wenn sich die nutzende Person bewusst in der virtuellen Welt befindet und entsprechende Verhaltensweisen aufzeigt. Rademacher (2014) ergänzt, dass der Körper der zentrale Punkt und die fundamentale Wahrnehmung ist. Buchner und Mulders (2020) führen aus, dass Präsenz ein multidimensionales psychologisches Konstrukt ist. Hierbei wird zwischen der Ortsillusion und Plausibilitätsillusion unterschieden. Die Ortsillusion umfasst die Erzeugung des Gefühls in VR tatsächlich an dem Ort zu sein. Die Plausibilitätsillusion meint das Gefühl, dass das in VR auftretende Ereignis tatsächlich stattfindet. Plausibilität bedeutet im ursprünglichen Sinne die Stimmigkeit bzw. Richtigkeit (Kuhn-Rahloff, 2012). Böhnert und Reszke (2014) definiert Plausibilität im Sinne des Einleuchtens für einen selbst sowie auch für andere Personen ohne weitere Begründung. Im Kontext von VR wird Plausibilität dadurch gekennzeichnet, dass die nutzende Person das Empfinden hat, dass Handlungen in der fremden, virtuellen Umgebung den erwarteten Effekt erzielen (AKAD Bildungsgesellschaft mbH, 2022). Dabei werden gleichzeitig die Auswirkungen der Umgebung auf die nutzende Person wahrgenommen. Die Interaktion mit der Umgebung wird als schlüssig empfunden. Das Empfinden, ob die virtuelle Welt als plausibel gilt, hängt stark von der Interaktion bzw. von den Interaktionsformen ab. Davon abzugrenzen ist

der Begriff des Realismus. Die Akademikergemeinschaft für Erwachsenenbildung (AKAD) Bildungsgesellschaft mbH (2022) nutzt für den Begriff des Realismus die Wiedergabetreue. Ist die virtuelle Umgebung durch bspw. eine gute Grafik natürlich dargestellt, wirkt sich dies positiv auf die Immersion aus.

Burdea und Coiffet (2003) entwickelten das I3-Modell (vgl. Abbildung 7), dass die drei technischen Komponenten *Immersion*, *Imagination* und *Interaktion* umfasst. Die *Imagination* bezieht sich auf die Fähigkeit des menschlichen Geistes, Dinge wahrzunehmen, die nicht existieren. Sie umfasst somit die Vorstellungskraft der nutzenden Person (Burdea & Coiffet, 2003). Die *Interaktion* meint, dass das VR-System eine Eingabe (z.B. eine Gestik) der nutzenden Person über diverse sensorische Kanäle (haptisch, taktil, visuell) erkennen und in Echtzeit unmittelbar darauf reagieren kann. Gleichzeitig spiegelt das System die Reaktion für die nutzende Person wieder (Buchner & Mulders, 2020).

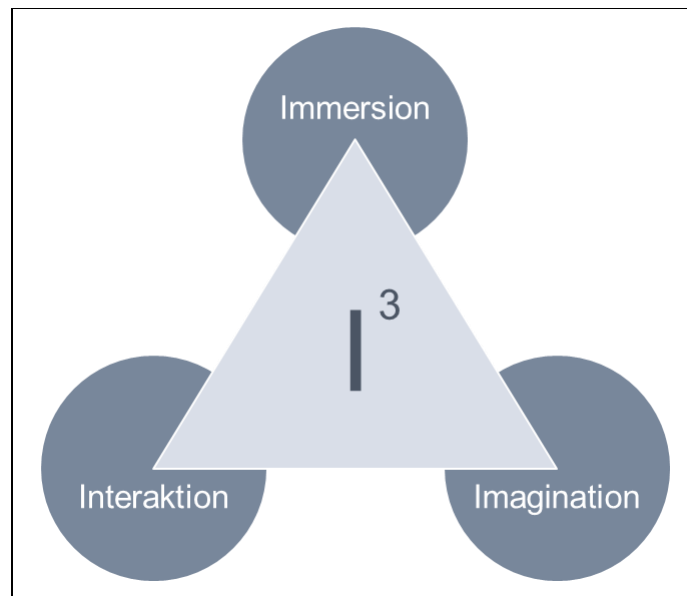


Abbildung 7: I3-Modell (eigene Darstellung, angelehnt an Burdea & Coiffet, 2003).

Das Technologieakzeptanzmodell (engl. Technology Acceptance Model, TAM) von Davis (1989) ist ein Modell zur Untersuchung der Technologienutzung und –akzeptanz im Kontext der Informationssysteme (Ellebrecht et al., 2020). Dabei ist das tatsächliche Nutzungsverhalten von der Verhaltensintention abhängig, die von den Variablen der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit sowie dem wahrgenommenen Nutzen determiniert wird (vgl. Abbildung 8).

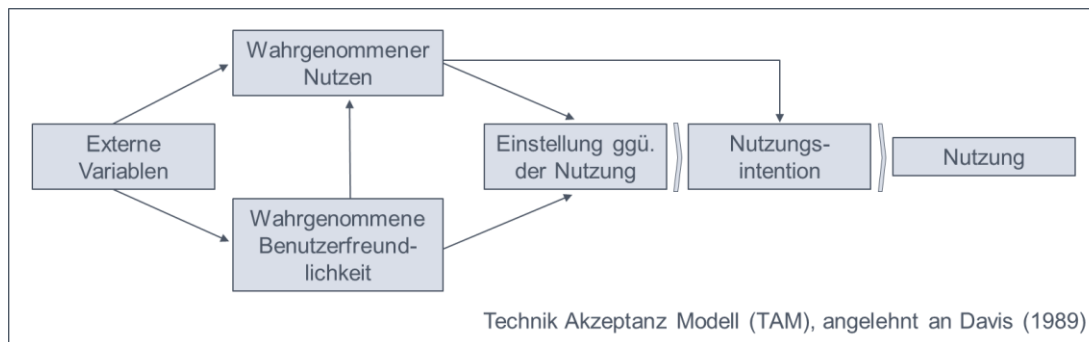


Abbildung 8: Technikakzeptanzmodell (eigene Darstellung, angelehnt an Deiters et al., 2022).

Die Benutzerfreundlichkeit umfasst den wahrgenommenen Aufwand, der bei dem Erlernen der neuen Technologie entsteht. Der wahrgenommene Nutzen umfasst die subjektive Empfindung der Arbeitsleistungsverbesserung durch die neue Technologie (Ellebrecht et al., 2020). Das TAM wurde stetig weiterentwickelt bzw. modifiziert. Venkatesh und Davis erweiterten das Modell im Jahr 2000 um weitere Eingangsvariablen und bezeichneten es als TAM 2. In 2008 überarbeiteten Venkatesh und Bala das Modell, indem sie Faktoren für eine einfache Nutzung ergänzten (Schäfer & Keppler, 2013). Das TAM von Davis (1989) ist in seiner grundlegenden Form eines der beliebtesten Modelle in der Akzeptanzforschung (Deiters et al., 2022). Neben dem TAM existieren weitere Modelle im Rahmen der Akzeptanzforschung, wie bspw. das Grundmodell der Akzeptanz neuer Technologie von Reichwald (1978), die Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) von Venkatesh, Morris und Davis (2003), das Technologieakzeptanzmodell von Huijts et al. (2012) sowie weitere Akzeptanzmodelle von Schönecker (1980), Degenhardt (1986) und Joseph (1990).

Barrett, Pack und Quaid (2021) haben das 3I-Modell mit Variablen des TAM verknüpft (vgl. Abbildung 9). Die Komponenten des 3I-Modells Interaktion, Immersion und Imagination wurden von den Autor*innen mit Komponenten des TAMs als externe Variablen gewählt und deren Einfluss auf den wahrgenommenen Nutzen sowie auf die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit und die daraus resultierende Nutzungsintention untersucht (Barrett et al., 2021).

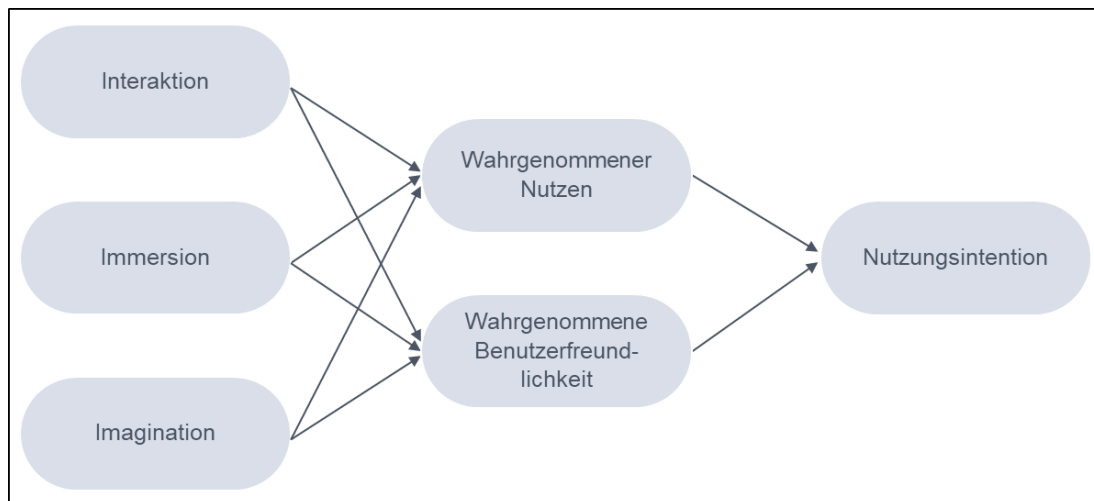


Abbildung 9: Verknüpfung der Variablen des 3I-Modells mit Komponenten des TAM (eigene Darstellung, angelehnt an Barrett, Pack & Quaid, 2021).

Das Modell verdeutlicht, dass einzelne Variablen (Interaktion, Immersion, Imagination) Einfluss auf die tatsächliche Nutzung der VR-Technologie haben. Die Autor*innen untersuchten den Einfluss der externen Variablen bei hoch immersiven VR-Anwendungen auf die Nutzungsintention. Die Ergebnisse zeigen, dass die Immersion die am besten als singuläre externe exogene Variable positioniert werden kann. Fussell und Truong (2022) untersuchten ebenfalls das TAM im Hinblick auf relevante Faktoren, die die Nutzung von VR beeinflussen. Sie beschreiben Einflussfaktoren, wie die Leistungserwartung, das wahrgenommene Vergnügen, das wahrgenommene Gesundheitsrisiko, die regulatorische Unsicherheit, die Selbstwirksamkeit sowie die wahrgenommene Verhaltenskontrolle. Bröning und Herpers (2021) ergänzen, dass verschiedene Akzeptanzfaktoren die Nutzung von VR bestimmen. Zu den Faktoren zählen bspw. die Leistungserwartung, die Anstrengungserwartung, der soziale Einfluss, die Kompatibilität, die wahrgenommenen Risiken und die wahrgenommene Substituierbarkeit.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass diverse Einflussgrößen Auswirkungen auf das Nutzungsverhalten von VR haben. Je nach VR-Anwendungskontext sowie Zielgruppe resultieren unterschiedliche Bedarfe (Schuir, Behne & Teuteberg, 2019). Hinsichtlich der im Alter auftretenden Veränderungen sollte eine Spezifikation von Faktoren erfolgen, die die Nutzung bzw. das Nutzungsverhalten einer Technologie umfassen. Die Definition der Variablen sollte einerseits die Bedürfnisse der Zielgruppe Senior*innen abbilden, andererseits sollte sie auf eine Technologie fokussiert sein (Seifert & Schlomann, 2021).

Eine Auseinandersetzung mit Leitfäden zur Entwicklung von Technologie(gruppen) unterstreicht den Aspekt der sogenannten partizipativen Anwendungsentwicklung, in der die Zielgruppe eingebunden wird, sowie eine Fokussierung auf eine Technologie beinhaltet. Recherchen zu bestehenden Leitfäden bzw. Gütekriterien zur Technologieentwicklung zeigen, dass überwiegend eine Beschreibung von Technologiegruppen erfolgt, die allgemeine Kriterien

ohne detaillierte Beschreibung abbilden. Zudem sind die Inhalte meist nicht allgemeinverständlich, sondern in einer Fachsprache (z.B. für Informatiker*innen) verfasst.

Daraus resultiert nicht nur für die Entwicklung von VR-Technologien, sondern auch für weitere Technologie(gruppen) ein Entwicklungsprozess, der in der Praxis häufig nicht nutzer*innen-zentriert erfolgt, sondern auf den Erkenntnissen Einzelner beruht (Deiters et al, 2022). Das Knowhow der Gesundheits- sowie Kreativwirtschaft wird häufig nicht zusammengetragen. Die Gesundheitswirtschaft strebt bspw. an, technische Anwendungen für den Einsatz im medizinischen Umfeld zu nutzen. Das Knowhow deckt sich jedoch nicht mit dem der Informatiker*innen bzw. Technologieentwickler*innen. Compagna (2018) fügt hinzu, dass eine am Nutzenden orientierte Technologieentwicklung häufig als missverstandene Herausforderung wahrgenommen wird. Die Art und Weise, wie sich Nutzende in den für sie teilweise fremden Bereich der Technologien einbringen können, erscheint teilweise unklar. Die partizipative Anwendungsentwicklung ist dabei in ihrer Vorgehensweise nicht festgeschrieben, vielmehr lässt sie den Diskurs und das Vorgehen offen (Compagna, 2018). Verschiedene Modelle beschreiben dabei unterschiedliche Prozesse bzw. Stufen der Partizipation, wie bspw. das Modell der Partizipationsstufen nach Wright, Block und von Unger (2010). *Abbildung 10* stellt die einzelnen Stufen der Partizipation nach Wright et al. (2010) schematisch dar. Sannemann (2014) beschreibt die einzelnen Stufen der Partizipation wie folgt: Die *Stufe 1* umfasst die Instrumentalisierung und *Stufe 2* das fehlende Einbeziehen der Sichtweise der Zielgruppe, sodass folglich keine Partizipation vorliegt. Bei der Instrumentalisierung spielen die Belange der Zielgruppe keine Rolle, die Entscheidungen werden außerhalb der Zielgruppe getroffen. Bei der Anweisung wird die Lage der Zielgruppe zwar wahrgenommen, deren Meinungsbilder werden jedoch nicht berücksichtigt. Die Stufen 3-5 werden als Vorstufen der Partizipation genannt, indem durch eine zunehmend starke Einbindung, jedoch aber ohne direkten Einfluss auf den Entscheidungsprozess, Ergebnisse berücksichtigt werden. *Stufe 3* umfasst die Information, in der die Zielgruppe über die benötigte Hilfestellung in Kenntnis gesetzt wird. Die Sichtweise der Zielgruppe findet Berücksichtigung und trägt zur Akzeptanz im Prozess bei. Die Informationsbereitstellung dient als Grundlage für die Gewährleistung eines Partizipationsprozesses. Dieser kann sich durch die Mitbestimmung der Nutzenden sowie durch die Übertragung von Entscheidungsmacht an diese entfalten. Die Anhörung (*Stufe 4*) beinhaltet, dass die Sichtweisen der Zielgruppe angehört werden. *Stufe 5* bildet die Einbeziehung ab und beschreibt die Beratung von (ausgewählten Personen) der Zielgruppe. Sannemann (2014) führt in *Stufe 6* (Mitbestimmung), *Stufe 7* (Teilweise Übertragung von Entscheidungskompetenz) sowie *Stufe 8* (Entscheidungsmacht) drei Phasen der Partizipation auf, in denen durch Einbezug der Zielgruppe eine formale, verbindliche Rolle in der Entscheidungsfindung geschaffen wird. Die Mitbestimmung umfasst das Rücksprache halten mit der Zielgruppe und, dass die Zielgruppenmitglieder Mitspracherecht haben. Deiters et al. (2022) ergänzen, dass die Mitbestimmung durch den Beteiligungskreis

nach Pluto (2007) ausgebaut werden kann, indem die Beteiligung in Form von Mitdenken, Mitreden, Mitplanen, Mitentscheiden, Mitgestalten sowie Mitverantwortung erfolgt. *Stufe 7*, die die partielle Übertragung von Entscheidungskompetenz abbildet, steht für ein Beteiligungsrecht im Entscheidungsprozess. Die Entscheidungsmacht (*Stufe 8*) beinhaltet die Selbstbestimmung wesentlicher Aspekte von der Zielgruppe. Zudem obliegt dieser Stufe eine partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten und die Begleitung bzw. Betreuung von anderen. *Stufe 9* steht für die Selbstorganisation und umfasst alle Formen der Eigeninitiative. Die gesamte Verantwortung einer Maßnahme liegt bei der Zielgruppe selbst, somit geht diese Stufe über die Partizipation hinaus.

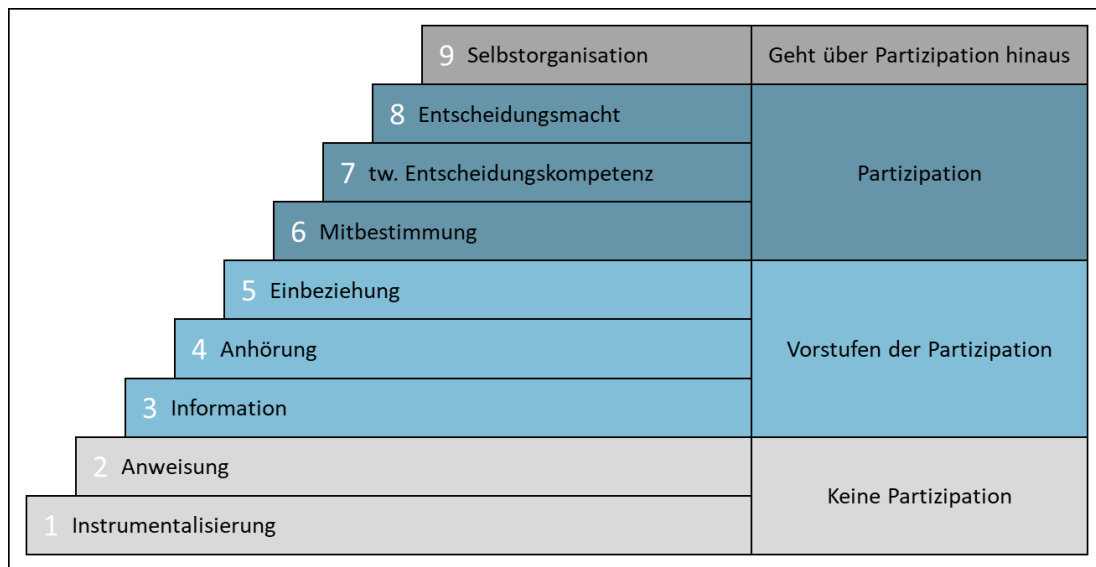


Abbildung 10: Darstellung des Stufenmodells zur Partizipation (eigene Darstellung, angelehnt an Wright et al., 2010).

Deiters et al. (2022) beschreiben, dass der Beteiligungskreis nach Pluto (2007) sowie das Stufenmodell nach Wright et al. (2010) essentielle Bedingungen für partizipative Prozesse abbilden. Dennoch werden keine Handlungsanweisungen (z.B. Methoden, Techniken und Werkzeuge) für die Ausgestaltung partizipativer Entwicklungsprozesse konkreter beschrieben. Hierfür werden sogenannte *Innovationsräume* gesehen, die einen Ansatz für die Ausgestaltung der Handlungsanweisungen umfasst. Deiters et al. (2022) definieren einen Innovationsraum für partizipative Entwicklungsprozesse für digitale Gesundheitsanwendungen (IPED) als die Bereitstellung von Räumlichkeiten und Ressourcen, sowie einen organisierten und moderierten Prozess.

Im Zuge der Forschungsarbeit werden einzelne Stufen des Partizipationsmodells nach Wright et al. (2010) erfüllt. Durch den zunehmenden Partizipationsprozess sollen schrittweise Erkenntnisse, die zu einer senior*innengerechten VR-Anwendungsentwicklung beitragen, eingebunden werden. Derartige partizipative Methoden eignen sich insbesondere für die Zielgruppe Senior*innen bei Technologieentwicklungen (Schönhuth & Jerrentrup, 2019). Grates und Krön

(2016) beschreiben, dass insbesondere ältere Nutzer*innen andere Vorstellungen von sowie Anforderungen an Technikentwicklungen als Jüngere haben. Compagna (2018) führt aus, dass der demographische Wandel als ein Katalysator Erforschung und Entwicklung neuer Produktideen fungieren kann. Die durch die alternde Bevölkerung entstandenen Probleme für das Gesundheits- sowie Sozialsystem können durch die Erforschung neuer, technikbasierter Entwicklungen gemindert werden, jedoch sollten zukünftige Nutzer*innen in den Entwicklungsprozess eingebunden werden. Kohlbacher, Gudorf und Herstatt (2011) ergänzen, dass der demographische Wandel wissensintensiven Wirtschaftszweigen neue Absatzmärkte eröffnet. Entscheidend ist jedoch, dass neue Systeme Älteren einen Nutzen bringen, sie diese akzeptieren und somit bestenfalls an der Entwicklung mitwirken. Compagna (2018) fügt hinzu, dass die Integration von nutzenden Personen sich in kaum einem anderen innovativen Marktsegment als notwendige Erfolgsbedingung erwiesen hat, wie in der Technikentwicklung. Grates und Krön (2016) resümieren, dass mittels partizipativer Ansätze Produkte bedarfs- und adressatengerecht gestaltet werden können. Auch sollen durch diese Ansätze die Heterogenität berücksichtigt und Stigmatisierungsprozesse widerlegt werden. Durch den Wandel des Akzeptanz- zum Partizipationsparadigma muss eine Balance der Technikentwickler*innen zwischen völliger Ergebnisoffenheit und der Darbietung potentieller Möglichkeiten vorhanden sein. Der Einbezug der Zielgruppe dient nicht nur der erhöhten Chance zur Nutzung(sbereitschaft), sondern ist auch als Wertschätzung der Zielgruppe gegenüber zu bewerten (Grates & Krön, 2016).

2.4 Related Work: Gestaltungs- und Entwicklungsempfehlungen digitaler Gesundheitstechnologien

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über verwandte Arbeiten zur Konzeption von digitalen Technologien im Gesundheitssektor und richtet sich demnach vordergründig an die Lesehandlung „Gütekritereinkernsetentwicklung“.

Die Entwicklung von Hardware- sowie Software geschieht häufig ohne einen partizipativen Ansatz (Compagna, 2018). Zwar wurde sich in den letzten Jahren zunehmend mit der Relevanz eines partizipativen Entwicklungsprozesses beschäftigt (Brach et al., 2023; Deiters et al., 2022; Compagna, 2018; Schweinschwaller, 2015; Wright et al., 2010), jedoch wird die tatsächliche Umsetzung solcher Prozesse in der Praxis nur selten angewendet. Die Ergebnisse eines partizipativen Entwicklungsprozesses zeigen, dass der Nutzen einer Technologie durch eine mit den Nutzer*innen gemeinsam gesteuerte Entwicklung besser beurteilt werden kann (Compagna, 2018). Neben dem Aspekt der Partizipation, spielt das Zusammenbringen des Knowhows aus den jeweiligen Sektoren eine zentrale Rolle. Entwicklungsprozesse von Technologien bedürfen eines intensiven Austauschs zwischen den technischen sowie inhaltlichen Anforderungen. Beispielsweise soll für die Entwicklung einer Anwendung im Kontext der Ge-

rontologie das Knowhow der Technologieentwickler*innen mit dem der Gerontolog*innen übereinkommen, sodass in einem gemeinsamen Entwicklungsprozess Anforderungen und Bedarfe eingeschätzt und für die Umsetzung bewertet werden können. Durch einen partizipativen Prozess würden zusätzliche Erkenntnisse zukünftiger Nutzer*innen ergänzend einfließen (Compagna, 2018; Schweinschwaller, 2015). Einige Arbeiten, die den partizipativen Entwicklungsprozess bei der Anwendungswicklung berücksichtigen, sind allgemein formuliert oder fokussieren sich lediglich auf einzelne Technologien bzw. Technologiegruppen, wie z.B. (Quartiers-)Plattformen (Grates & Krön, 2016) oder auf einzelne Apps für Smartphones bzw. Tablet-PCs (Lauer et al., 2021).

Neben Entwicklungsempfehlungen existieren Bewertungsinstrumente für digitale Technologien, die einen Rückschluss einzelner Kriterien für ihre Relevanz im Entwicklungsprozess zulassen. In der Literatur sind vereinzelt unterschiedliche Bewertungsinstrumente für digitale Anwendungen zu finden. Dazu zählt der Leitfaden für digitale Gesundheitsanwendungen des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM), der als Bewertungsgrundlage unter Einbezug essenzieller (Qualitäts-)Eigenschaften dienen soll. Die Zielgruppe umfasst primär Hersteller*innen, Leistungserbringer*innen und Anwender*innen (BfArM, 2020). Konzepte zur Bewertung menschenzentrierter Gestaltungsprozesse werden in der International Organization for Standardization [ISO] (2018) mit dem Inhalt „Usability: Definitions and concepts“ beschrieben. Hier steht insbesondere die Usability im Fokus und umfasst Aspekte wie Effektivität, Effizienz, Zufriedenstellung, Nutzungskontext, Benutzer, Ziele, Aufgaben, Umgebungen und Ressourcen (Tesch, 2019). Der Prozess, um ein System nutzbar, gesund und sicher zu gestalten, ist von der ISO (2003) definiert. In dieser Norm ist die Spezifikation für die Prozessbewertung einer Mensch-System-Interaktion festgehalten (ISO, 2003). Um eine nutzer*innen-zentrierte Gestaltung zu gewährleisten, definierten Gould und Lewis im Jahr 1985 drei wesentliche Prinzipien: Das iterative Vorgehen, die frühe Fokussierung auf Nutzer*innen- und Aufgabenanforderungen und die empirische Überprüfung der Entwürfe durch Nutzer*innen (Gould & Lewis, 1985).

Die Bewertungsinstrumente zur Gestaltung und Nutzung von Technologien sind in ihren Inhalten vielfältig und unterschiedlich strukturiert. Der Fokus liegt dabei häufig nicht auf einer technischen Produktgruppe, sondern ist allgemeingültig und somit identisch für die Entwicklung verschiedener Technologien.

Auch bei der Entwicklung von MR-Anwendungen, zu denen AR sowie VR zählen, ist diese Herausforderung des gemeinsamen Entwicklungsprozesses unter Berücksichtigung einer multidisziplinären Zusammenarbeit gegeben. Im Kontext von MR existieren vereinzelt Entwicklungsempfehlungen, jedoch erscheint die Auswahl übersichtlich. Studien führen in ihren Ergebnissen fragmentiert Handlungs- bzw. Entwicklungsempfehlungen für die jeweilige MR-Technologie bzw. deren Inhalte auf, jedoch unterliegen diese häufig spezifischen Inhalten (z.B.

Krankheitsbilder, Lernanwendung). Die Inhalte zu Entwicklungsempfehlungen können für die Entwicklungen von Technologien als einzelne Bausteine entnommen und je nach Anwendungszweck genutzt werden. Jedoch müssen sie für das jeweilige Anwendungsfeld, die Technologiegruppe sowie auf ihre inhaltliche Relevanz überprüft werden. Zudem werden die Empfehlungen häufig nicht in ihrem Detailgrad erläutert, sodass ein großer Interpretationsspielraum gegeben ist. Außerdem gilt zu beachten, dass die Bewertung der Empfehlungen meistens auf subjektiven Empfindungen des Entwicklungsteams beruht, eine Umfrage der Nutzer*innen sowie ein Vergleich zu einer alternativen Umsetzung wird dabei nur selten berücksichtigt.

Für eine gezielte Anwendungsentwicklung können neben dem partizipativen und multidisziplinären Vorgehen Leitfäden unterstützend wirken, die wesentliche Erkenntnisse aus bereits erfolgten Zusammenarbeiten beinhalten und eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf weitere Anwendungsgebiete zulassen (Bucksch, 2021). Die Leitfäden sollten dabei zentrale Motive in Form von einzeln aufgeführten Kriterien aufweisen, die in ihren Inhalten nachvollziehbar sind und eine Abgrenzung zu anderen Inhalten zulassen.

Somit kann festgehalten werden, dass vereinzelt Entwicklungsempfehlungen bzw. Bewertungsinstrumente zu digitalen (Gesundheits)Technologien existieren, jedoch eine Übertragbarkeit sowie Gültigkeit der Ergebnisse fraglich ist, da die Ergebnisse zumeist allgemeingültig formuliert sind. Ergänzend existieren Studienergebnisse, die häufig spezifische Entwicklungsempfehlungen implizieren, sich jedoch auf einen bestimmten Use Case (z.B. Krankheitsbilder) sowie auf eine charakteristische Technologie (z.B. ein Modell oder Hersteller) beschränken und folglich eine Repräsentativität aufgrund geringer Stichprobengrößen nicht eindeutig erscheint. Aus den Erkenntnissen wird ersichtlich, dass eine Forschungslücke zu Gütekriterien für VR-Anwendungen, insb. in einem zielgruppenspezifischen Kontext, vorliegt.

2.5 Forschungsfragen und Hypothesenbildung

In diesem Kapitel werden die Hauptforschungsfrage sowie weitere Unterfragen vorgestellt. Zudem werden die jeweiligen Hypothesen dargelegt und das Vorgehen zur Operationalisierung des theoretischen Konstruktes dieser Forschungsarbeit erläutert. Das Kapitel richtet sich an beide Lesehandlungen.

Für das Forschungsvorhaben wird als zentrale Forschungsfrage eine Hauptforschungsfrage (HF) formuliert, die das Forschungsziel, die Entwicklung eines Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen, adressiert. Weitere Unterfragen (UF) werden im Rahmen des Forschungsprozesses formuliert, die eine Spezifizierung der Methodik in einem iterativen Prozess erlauben und die Ergebnisse anhand einer systematisierten Vorgehensweise kontinuierlich klassifizieren.

Die Hauptforschungsfrage (HF) dieser Arbeit lautet:

HF: Welche Anforderungen muss eine Anwendung mit Gesundheitsbezug in VR für den Einsatz in der Gerontologie erfüllen?

Die zentrale Zielstellung umfasst die Entwicklung eines Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen. Für das Forschungsvorhaben werden Teilziele definiert, die anhand einzelner Schritte im Rahmen des Forschungsprozesses iterativ zum Ergebnis beitragen. Um einen Überblick über den aktuellen Stand dieser Thematik zu bekommen, werden bestehende Ergebnisse erfasst, in ihren Inhalten bewertet, verglichen sowie möglicherweise spezifiziert und ergänzt. Im Zuge eines partizipativen Vorgehens durch Einbezug von Expert*innen und Anwender*innen werden die im stetigen Prozess entwickelten Ergebnisse überprüft und finalisiert.

Zur Beantwortung der Hauptforschungsfrage (HF), die die Fragestellung nach den zu erfüllenden Anforderungen einer Anwendung mit Gesundheitsbezug in VR für den Einsatz in der Gerontologie umfasst, werden Unterfragen (UF) entwickelt, die der zentralen Fragestellung hierarchisch untergeordnet sind. Sie dienen dem Ziel, die HF schrittweise im Rahmen eines iterativen Prozesses zu beantworten. Die vier Unterfragen basieren auf den vier Zyklen des für das Forschungsvorhaben genutzten Plan-Do-Check-Act (PDCA)-Modells, die in den Produktentstehungsprozess (PEP) eingebettet sind. Die einzelnen UF sind den jeweiligen Phasen des PEPs bzw. den PDCA-Zyklen zugeordnet. So wird bspw. UF1 im ersten PDCA-Zyklus im Rahmen der Produktplanung und somit der ersten Phase des PEPs behandelt. Anhand der einzelnen Unterfragen werden schrittweise Inhalte in Form von Kategorien bzw. Kriterien für das Gütekriterienkernset erarbeitet, die in ihrer inhaltlichen und strukturellen Darstellung systematisiert und konkretisiert werden. Im Zuge des Prozesses der Operationalisierung werden die in den einzelnen Teilschritten generierten Ergebnisse iterativ bearbeitet.

Folgende Unterfragen (UF) lassen sich hieraus ableiten:

UF1 Welche allgemeingültigen Kriterien existieren zu Entwicklungsempfehlungen für VR-Anwendungen und was sind deren Inhalte?

UF2 Welche spezifischen Inhalte lassen sich aus den Entwicklungsempfehlungen für VR-Anwendungen für die Zielgruppe der Senior*innen ableiten?

UF3 Wie müssen senior*innengerechte VR-Technologien geschaffen sein, um die Lebensqualität zu verbessern und welche Kriterien lassen sich dazu zur Akzeptanz von VR-Anwendungen ableiten?

UF4 Interventionsfragestellung: Welche Einflussfaktoren sollten für die Entwicklung einer VR-Anwendung zum Training des Straßenüberquerens für Senior*innen berücksichtigt werden?

Die Hypothesen lauten wie folgt:

H1 Die existierenden Bewertungsinstrumente und Entwicklungsempfehlungen für Gesundheitsanwendungen bilden die konkreten Handlungsanweisungen für die Entwicklung von VR-Anwendungen nicht umfassend ab.

*H2 Bestehende Ansätze für die Entwicklung von VR-Anwendungen beziehen sich auf die Gaming-Branche und berücksichtigen nicht eine senior*innengerechte VR-Gestaltung.*

*H3 VR-Anwendungen für Senior*innen gibt es, jedoch existieren keine spezifischen ADL-tauglichen VR-Anwendungen, um Senior*innen in ihrer Selbstständigkeit zu unterstützen.*

*H4 Um die VR-Anwendung für Senior*innen zugänglich zu machen, sollte auf eine möglichst realistische Anwendungsentwicklung und dem Einbezug realitätsnaher Einflussfaktoren (Tageszeit, Verkehrsaufkommen, Elektromobilität etc.) geachtet werden.*

Anhand der Beantwortung der einzelnen UF werden Inhalte systematisch aufbereitet und für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets verwendet. In dem Operationalisierungsprozess erfolgt durch Einbindung praktischer Erkenntnisse eine zunehmende Konkretisierung theoretischer Inhalte. Das Gütekriterienkernset entwickelt sich im Laufe einzelner Entwicklungsphasen zunehmend an Inhalten, die in ihrer Detailtiefe und dem Granularitätsniveau angepasst werden.

3 Methodik

Das Forschungsvorhaben bedient sich an den zuvor beschriebenen Herausforderungen einer partizipativen sowie multidisziplinären Technologieentwicklung, indem ein Gütekriterienkernset, das als Leitfaden dient, entwickelt wird. Ziel ist es, dass das Gütekriterienkernset relevante Inhalte abbildet, die anhand eines multimethodischen qualitativen Forschungsdesigns und durch Einbezug verschiedener Sektoren sowie durch die Zielgruppe selbst erarbeitet werden. Dabei werden bestehende Entwicklungsempfehlungen in ihren Inhalten analysiert und für eine mögliche Übertragung einzelner Aspekte bewertet. Um möglichst spezifische Ergebnisse abbilden zu können, fokussiert sich das Gütekriterienkernset dieser Arbeit nicht auf eine gesamte Technologiegruppe, sondern auf die VR-Technologie. Außerdem wird für eine Spezifizierung der Inhalte die Zielgruppe Senior*innen gewählt. Dabei werden die Bedarfe bzw. Anforderungen der Zielgruppe berücksichtigt. Im Folgenden wird das methodische Vorgehen zur Entwicklung des Gütekriterienkernsets anhand einzelner Arbeitsschritte näher erläutert (vgl. Kapitel 3 ff.), indem Bezug zu bestehenden Ergebnissen aus der Literatur genommen und eine Zusammenfassung der jeweiligen Inhalte dargelegt wird.

Die Methodik umfasst die Beschreibung einzelner Arbeitsschritte für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen. Wie bereits in Kapitel 2.4 erläutert, existieren vereinzelt Ergebnisse zu Entwicklungsempfehlungen von Technologie(gruppen), die häufig allgemeinverständlich, unspezifisch und in ihrem Granularitätsniveau oberflächlich beschrieben werden. In dem methodischen Vorgehen dieser Forschungsarbeit wird eine kleinschrittige und iterative Entwicklung des Gütekriterienkernsets angestrebt, die eine stetig kritische Reflexion der Erkenntnisse beinhaltet. Durch ein sukzedanes Vorgehen einzelner Arbeitsprozesse soll eine möglichst hohe Gültigkeit des Endergebnisses gewährleistet werden. Im Folgenden wird das Studiendesign bzw. Vorgehensmodell näher erklärt. Folglich werden die verschiedenen verwendeten qualitativen Forschungsmethoden in ihren Einzelheiten beschrieben und der Praxistransfer in Form der VR-Anwendungsentwicklung erörtert. Die Methodik umfasst einen iterativen Prozess, in dem die einzelnen Forschungsmethoden aufeinander aufbauend Anwendung finden. Im Laufe der Iterationen erfolgt eine Zunahme des partizipativen Prozesses, indem die Zielgruppe Senior*innen zunehmend berücksichtigt wird und eine Spezifizierung der Inhalte erfolgt.

Das Kapitel 3.1 und 3.2 ff. richtet sich gleichermaßen an beide Lesehandlungen. Das Kapitel 3.3, 3.3.1 ff., 3.4 sowie 3.5 ff. 5.1 adressiert vordergründig die Lesehandlung „Gütekriterienkernsetentwicklung“. Das Kapitel 3.3.2 und 3.6 ff. richtet sich primär an die Lesehandlung „VR-Anwendungsentwicklung“.

3.1 Studiendesign und Vorgehensmodell

Dieses Kapitel beschreibt das Vorgehen der Forschungsarbeit anhand der Vorstellung des Studiendesigns und stellt Aspekte für den Auswertungsprozess vor.

Die Forschungsarbeit umfasst ein mehrschrittiges, multimethodisches, qualitatives Studiendesign. Zu den konzeptuellen Grundlagen qualitativer Methoden zählt die Zuordnung dieser in der Versorgungsforschung (Pfaff, Neugebauer, Glaeske & Schrappe, 2017). Anhand sehr differenzierter methodischer Forschungszugänge können (neue) Erkenntnisse gewonnen werden. Die Autor*innen beschreiben, dass folgende Merkmale im unterschiedlichen Ausmaß kennzeichnend für die qualitative Forschung sind: Die Offenheit, die Subjektorientierung, die Forschung als zirkulärer Prozess und die Analyse von Bedeutungen (Pfaff et al., 2017). Die Offenheit umfasst eine offen formulierte Forschungsfrage, die Flexibilität zur Durchführung von Anpassungsmaßnahmen im Forschungsprozess, ein offenes Datenformat und das Einbringen eigener Relevanzstrukturen (auch durch Externe). Die Subjektorientierung beinhaltet eine Rekonstruktion der Perspektive der Betroffenen bzw. der Personen, die eingebunden werden, indem sich an ihrer Alltagswelt orientiert wird. Ein zentrales Merkmal stellt zudem die Integration der Subjektivität des Forschers im qualitativen Forschungsprozess dar. Die Forschung als zirkulärer Prozess meint das Reflektieren anhand wiederholter Rückbezüge in den einzelnen Forschungsphasen. Dabei wird das erarbeitete Material wiederholt unter unterschiedlichen Annahmen und Perspektiven durchgearbeitet, angepasst und begründet. Frühe Analysephasen sind dabei eher induktiv, während spätere eine deduktive bzw. konfirmatorische Analyse kennzeichnen. Die qualitative Analyse ist dabei von einem Fallbezug gekennzeichnet, bei dem als Grundlage eine intensivere Analyse einzelner Fälle erfolgt bevor übergeordnete bzw. vergleichende Analysen durchgeführt werden. Die Analyse von Bedeutungen bildet die Interpretation ab, indem relevante Unterscheidungen, Zusammenhänge sowie Bedingungsgefüge erläutert werden. Auf der Grundlage von empirischem Material können Inhalte interpretativ erschlossen werden. Dabei gilt zu beachten, dass die Interpretation kontextabhängig ist und Ergebnisse in den Kontext eingebettet werden sollten, indem sie entstanden sind (Pfaff et al., 2017).

Für die Erarbeitung des Gütekriterienkernsets werden verschiedene qualitative Forschungsdesigns angewendet. Im qualitativen Auswertungsprozess werden individuelle bzw. kollektive Bedeutungen und Handlungsmotive erarbeitet, die ein ggf. noch unbekanntes Forschungsfeld ergründen (Kohlbrunn, 2020). Der Auswertungsprozess inkludiert folgende Aspekte (vgl. Kohlbrunn, 2020):

1. Die Subjektbezogenheit, die sich auf den Untersuchungsgegenstand bezieht und einen Einzelfall oder Gruppen bzw. Institutionen einschließt (vgl. Pfaff et al., 2017).

2. Die Alltagsorientierung, die sich mit dem Kontext des Subjekts auseinandersetzt. Verschiedene Parameter, die den Kontext des Subjekts bestimmen, werden erarbeitet (z.B. das Setting oder subjektbezogene Hintergründe).
3. Die Ganzheitlichkeit, die die Betrachtung des Subjekts in Gänze meint. Prägende oder beeinflussende Faktoren werden berücksichtigt (z.B. Fähigkeiten oder Interessen).
4. Die Kommunikation, die einen konstitutiven bzw. reflexionsbedürftigen Part einnimmt. Sie dient dem gegenseitigen Verstehen zwischen Beforschten und Forschenden.
5. Die Deskription meint eine möglichst große Offenheit dem zu beforschenden Feld gegenüber, um eine Beschreibung des (unbekannten) Phänomens durchführen zu können. Hierzu zählt auch die Methodenkontrolle, die z.B. ein festgelegtes Vorgehen des Forschungsdesigns umfasst.
6. Die Offenheit steht als zentrales Ziel in der qualitativen Forschungsmethodik (vgl. Pfaff et al., 2017). Die Fragestellung sollte möglichst offengehalten sein.
7. Das Verständnis ist als relevantes Ziel anzusehen. Subjektive Sinnzusammenhänge und Bedeutungen sollen in der Auswertung verstanden werden.

Die Zielsetzung qualitativer Auswertungsverfahren umfasst die Ergründung (unbekannter) Phänomene und deren Theorienbildung. Soziale Lebenswelten sollen verstanden und beschrieben werden können (Kohlbrunn, 2020). Der Autor beschreibt, dass auch deduktive Verfahren eingeschlossen werden können, indem Vorannahmen anhand von Daten untersucht, analysiert und theorieergänzend verwendet werden.

Die Wahl des geeigneten qualitativen Forschungsdesigns beruht auf einer Kombination der Fragestellung, der theoretischen Rahmung, der Erhebungs- sowie Auswertungsmethode. Die Literatur unterscheidet zwischen Methodologien, die bspw. einen inhaltsanalytischen, rekonstruktiven, hermeneutischen, explorativen oder diskursanalytischen Fokus haben. Die Methodologien können jedoch nicht trennscharf eingeordnet werden, unterschiedliche Methoden können Überschneidungen haben.

In diesem Forschungsvorhaben wird ein mehrschrittiges, multimethodisches qualitatives Studiendesign gewählt, das die oben aufgeführten Aspekte von Pfaff et al. (2017) sowie von Kohlbrunn (2020) berücksichtigt. Die angewandten Methoden bestehen aus der Durchführung von Literaturrecherchen, der Framework Analyse, zwei Expert*innenworkshop und einem Scoping Review. Daran anschließend werden die Ergebnisse durch einen Praxistransfer in Form einer Interventionsstudie weiterbearbeitet und durch einen Workshop mit den VR-Anwendungsnutzer*innen finalisiert. Das Vorgehen ist iterativ und obliegt einem zunehmenden partizipativen Prozess, indem die Stufen nach Wright et al. (2010) Anwendung finden (vgl. Abbildung 10).

3.2 Entwicklung des Gütekriterienkernsets anhand eines iterativen Vorgehens

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Instrumente, die im Rahmen der Forschungsarbeit verwendet werden, näher erläutert.

Die Entwicklung des Gütekriterienkernsets beinhaltet Kriterien zur Gestaltung von VR-Anwendung für Senior*innen. Die Definitionen und Inhalte der jeweiligen Anforderungen der Kriterien werden in einem iterativen Prozess entwickelt. Ziel ist es, im Rahmen eines Optimierungsvorganges durch ständige Wiederholung Prozesse bzw. Produkte zu verbessern. Die Prozesse lassen sich in Form der qualitativen Forschungsschritte darstellen, die Produkte werden anhand der Ergebnisse der qualitativen Forschungsschritte abgebildet. Durch das erarbeitete methodische Vorgehen, welches den Plan-Do-Check-Act (PDCA)-Zyklus mit den verschiedenen qualitativen Forschungsmethoden sowie den qualitätsgebundenen Phasen des Produktentstehungsprozesses (PEP) vereint, wird ein umfangreiches Prozedere beschrieben, das zugleich einen zunehmenden partizipativen Charakter aufweist. Im Rahmen der einzelnen Phasen werden Senior*innen kumulativ in die Entwicklung des Gütekriterienkernsets einbezogen. Im Folgenden wird der PDCA-Zyklus und der Produktentstehungsprozess (PEP) in den jeweiligen Teilschritten näher erläutert.

3.2.1 PDCA-Zyklus

Das Vorgehensmodell lässt sich wie folgt beschreiben: Der Vorgang orientiert sich an dem Plan-Do-Check-Act (PDCA)-Zyklus der auch als Deming-Kreis bezeichnet wird und beschreibt vier Aufgaben, die sich zyklisch im Sinne der laufenden Verbesserung wiederholen (Schönsleben, 2016). William Edwards Deming kreierte in den 50er Jahren den Deming-Kreis, um Geschäfts-, Herstellungs- sowie Arbeitsprozesse ständig zu analysieren und zu bewerten und so negative Einflussfaktoren herauszufinden. Um zu analysieren, ob und wo Änderungen notwendig bzw. Optimierungspotentiale vorhanden sind, sollen Prozesse ständig rückgekoppelt werden (Merdian, 2011). Das Feedback durch die Rückkopplung hilft beim Angleichen von Teilprozessen.

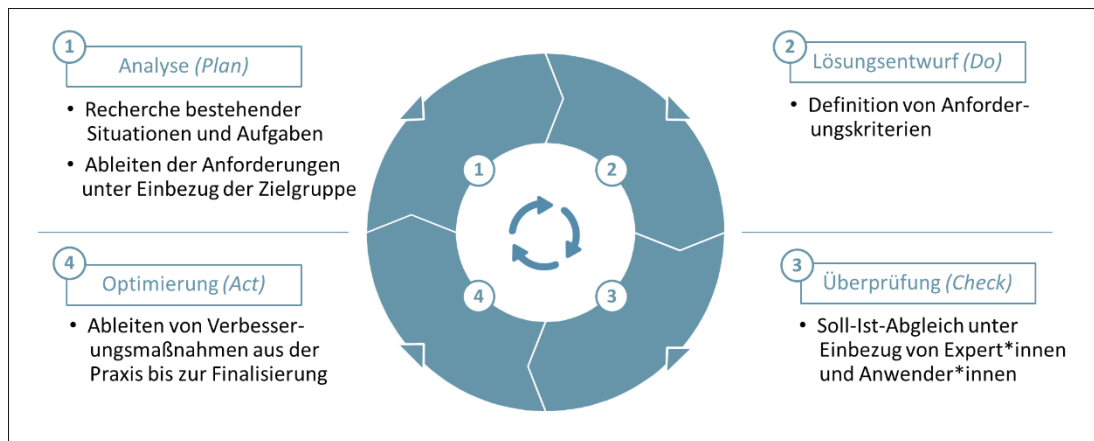


Abbildung 11: Der PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Abbildung 11 veranschaulicht den PDCA-Zyklus mit seinen einzelnen Schritten. Die vier Schritte bauen aufeinander auf, nach dem vierten Schritt ist ein Zyklus vollendet. Im Rahmen des Forschungsvorhabens findet der PDCA-Zyklus viermalige Anwendung. Nach Erfüllung des vierten Schrittes, der Optimierung, schließt sich der jeweils folgende PDCA-Zyklus mit der ersten Phase (Analyse) an.

Im ersten Schritt des PDCA-Zyklus, der *Analyse* (engl. *Plan*), wird der Zustand analysiert, die Potenziale erkannt, die Ursachen identifiziert, Qualitätsziele definiert und die Umsetzung geplant (Gorecki & Pautsch, 2018). In der Forschungsarbeit werden Recherchen zu den jeweiligen Unterfragen (UF 1-4) durchgeführt und der aktuelle Zustand zu Kriterien für Anwendungen mit einem Gesundheitsbezug in VR analysiert. Neben einer umfassenden Literaturrecherche zu bestehenden Kriterien digitaler (Gesundheits-)Anwendungen, fließen Ergebnisse der aktuellen Studienlage zu dem Nutzen und der Nützlichkeit von VR sowie zu Technikakzeptanzmodellen ein. Ebenso werden Ergebnisse zum Thema „Technik und Alter“ berücksichtigt, um die Gestaltungsanforderungen von Technologien für die Zielgruppe einzubinden. Durch die Analyse der bestehenden Situation sollen die Anforderungskriterien für das Gütekriterienkernset abgeleitet werden. Um das Problem abgrenzen und analysieren zu können, werden unter Berücksichtigung der Sensibilität sowie einer Risikobeurteilung Daten gesammelt (Schwarz, 2007). Ein Beispiel hierfür ist die Aktualität der Daten. Der Aspekt meint, dass bei der Recherche auch auf marktrelevante Technologien eingegangen werden muss, die repräsentative Ergebnisse zur aktuellen Zeit widerspiegeln. Die Risikobeurteilung besteht somit einerseits aus der Bewertung des Einbezugs einzelner Literaturergebnisse, andererseits bei der Erstellung der vorläufig gültigen Kriterien in den nächsten Schritten. Auf eine entsprechende Definition der Kriterien zur Gültigkeit angesichts der rasanten Technologieentwicklung wird während der Entwicklungsphasen des Gütekriterienkernsets geachtet.

Neben der Betrachtung der Technologiegestaltung wird in diesem Schritt auch eine Analyse der potentiellen Nutzer*innen vorgenommen. Hierbei wird geprüft bzw. bewertet, welche An-

forderungen sie an das System haben. Die Rahmenbedingungen werden in einem frühen Stadium für die Gestaltung festgelegt, indem die Benutzer*innen und der Nutzungskontext verstanden werden.

Der zweite Schritt, der *Lösungsentwurf* (engl. Do), beinhaltet die Auswertung, in der die Erkenntnisse aus der Analysephase, in der die Recherchestrategien zu UF1-4 (vgl. Kapitel 2.5) umgesetzt werden, als Grundlage dienen. Auf der Basis der jeweiligen Literaturergebnisse werden Anforderungen identifiziert und ein Lösungsentwurf generiert. Dabei werden die Kriterien der Analysephase betrachtet, diskutiert und eingebunden oder verworfen (Schwarz, 2007). Die Ergebnisse werden in Form eines Gütekriterienkernsets dokumentiert. Die Rechercheergebnisse zu den Anforderungen potentieller Nutzer*innen fließen ebenfalls mit ein.

Im dritten Schritt, der *Überprüfung* (engl. Check), werden die Zielvorgaben kontrolliert, indem das Verfahren auf Richtigkeit und Funktionstüchtigkeit überprüft wird. Dies erfolgt anhand eines Systematisierungsprozesses durch Eigen- sowie Fremdrelexion. Dieser Aspekt wird im nachfolgenden Kapitel näher erläutert.

Der Lösungsentwurf in Form des Gütekriterienkernsets wird in seinen Inhalten und seiner Reihenfolge reflektiert. Ziel ist es, Abweichungen zu der geplanten bzw. bestehenden Eignung zu ermitteln und einen Soll-Ist-Abgleich durchzuführen. Dazu werden die Ergebnisse des Gütekriterienkernsets mit verschiedenen Expert*innengruppen diskutiert.

Im vierten Schritt, der *Optimierung* (engl. Act), erfolgt die Überarbeitung der Ergebnisse anhand eines Reflexionsprozesses, indem z.B. Workshopinhalte bzw. der Input der Expert*innen einbezogen und verarbeitet werden. Das Ergebnis stellt die jeweilige Version $V_{x_{final}}$ dar.

3.2.2 PEP

Im Zuge des iterativen Prozesses wird der PDCA-Zyklus in der Forschungsarbeit viermal durchlaufen. Die einzelnen PDCA-Zyklen sind in den Produktentstehungsprozess (PEP) eingebunden und orientieren sich an seinen drei Phasen bestehend aus der Produktplanung, Produktentwicklung und Produktion. Die Produktion lässt sich im Rahmen der Forschungsarbeit zweiteilen. Somit ergibt sich eine Vierteilung des PEPs für das Forschungsvorhaben.

In jedem PDCA-Zyklus wird die jeweilige Unterfrage (UF) beantwortet (vgl. Kapitel 2.5). Dabei lässt sich der PDCA-Zyklus jeweils einer Phase des PEPs zuordnen. Beispielsweise wird im ersten PDCA-Zyklus, der der ersten Phase des PEPs, der Produktplanung, zugeordnet wird, UF1 bearbeitet bzw. beantwortet und folglich die erste Version des Gütekriterienkernsets ($V1_{final}$) generiert. Den einzelnen Versionen (V) werden im Zuge des iterativen Prozesses verschiedene Ziffern zugeordnet. Die Bezeichnung „draft“ steht dabei für die Version, die den Entwurf in der jeweiligen Phase abbildet. Beispielsweise meint $V1_{draft}$ den ersten Entwurf der ersten Version in der ersten Phase des PEPs, der Produktplanung. Mit der Bezeichnung „final“ ist die finalisierte Version des Gütekriterienkernsets im jeweiligen Entwicklungsprozess dar. Mit $V1_{final}$

ist beispielsweise die Endversion des ersten Gütekriterienkernsets in der Produktplanung gemeint.

Die Phasen des PEPs beinhalten somit die Ergebnisse der Zyklen des PDCAs. Die einzelnen PDCA-Zyklen umfassen dabei Überarbeitungen der jeweiligen Vorversion. Die Überprüfung der generierten Ergebnisse erfolgt anhand von Eigenreflexion (in der *1. Produktplanung* des PEPs) bzw. anhand von Workshops durch Fremdreflexion (in *2. Produktentwicklung* und *3. Produktion* des PEPs; vgl. Abbildung 12).

Nachdem der PDCA-Zyklus dreimal durchlaufen wurde, wird anschließend eine Intervention eingebunden, um die Ergebnisse des vorläufigen Gütekriterienkernsets durch Anwender*innen zu überprüfen. Das zuvor als vorläufig gültig deklariertes Gütekriterienkernset wird durch die Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen angepasst bzw. weiterentwickelt, indem die Ergebnisse des vierten PDCA-Zyklus ausgewertet werden. Ziel ist die Entscheidung über notwendige Veränderungen, um den Prozess zu optimieren (Merdian, 2011). Ist dieser Schritt erfolgt, wird das entwickelte Gütekriterienkernset ($V4_{\text{final}}$) als abgeschlossen im Rahmen der Forschungsarbeit erklärt.

Dieses iterative Vorgehen wird als ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess angesehen, indem die Optimierung und Verbesserung der Qualität des Endergebnisses unterstützt wird (Gronau, 2013). Der PEP umfasst notwendige Schritte mit dem Ziel der Entwicklung eines fertigen Produktes (Schmidt, 2016). Er wird häufig zur Darstellung von Geschäftsprozessen genutzt, indem die Arbeitsabläufe (von der Idee eines Produktes bzw. einer Dienstleistung bis hin zum Ergebnis, der Produktion), dargestellt werden.

Die ursprünglichen drei Phasen des PEPs umfassen als erstes die Produktplanung, als zweites die Produktentwicklung und als letztes die Produktion und dienen als Orientierung für den Entwicklungsprozess des finalisierten Gütekriterienkernsets. Feldhusen und Grote (2013) beschreiben, dass die Entwicklung eines Produktes nicht in einem einzigen großen Schritt erfolgen sollte, sondern „vielmehr in vielen kleinen Schritten, deren Inhalte genau festgelegt und deren Schnittstellen untereinander genau beschrieben sein müssen“ (Feldhusen & Grote, 2013, S. 11). Die Autoren bezeichnen das Phänomen der systematischen Umgestaltung durch Arbeitsschritte der Spezialisierung und Verdichtung als *Taylorismus*. Die Abfolge einzelner Arbeitsschritte ist der Prozess. Die Autoren fügen hinzu, dass der PEP die Gesamtheit aller einzelnen Schritte des Prozesses ist und mehrere Arbeitsschritte zum Erreichen eines Teilergebnisses zusammenfasst. Angefangen von der Produktidee bis hin zum fertigen Produkt werden Prozesse gedanklich vorausgeplant und umgesetzt (Feldhusen & Grote, 2013).

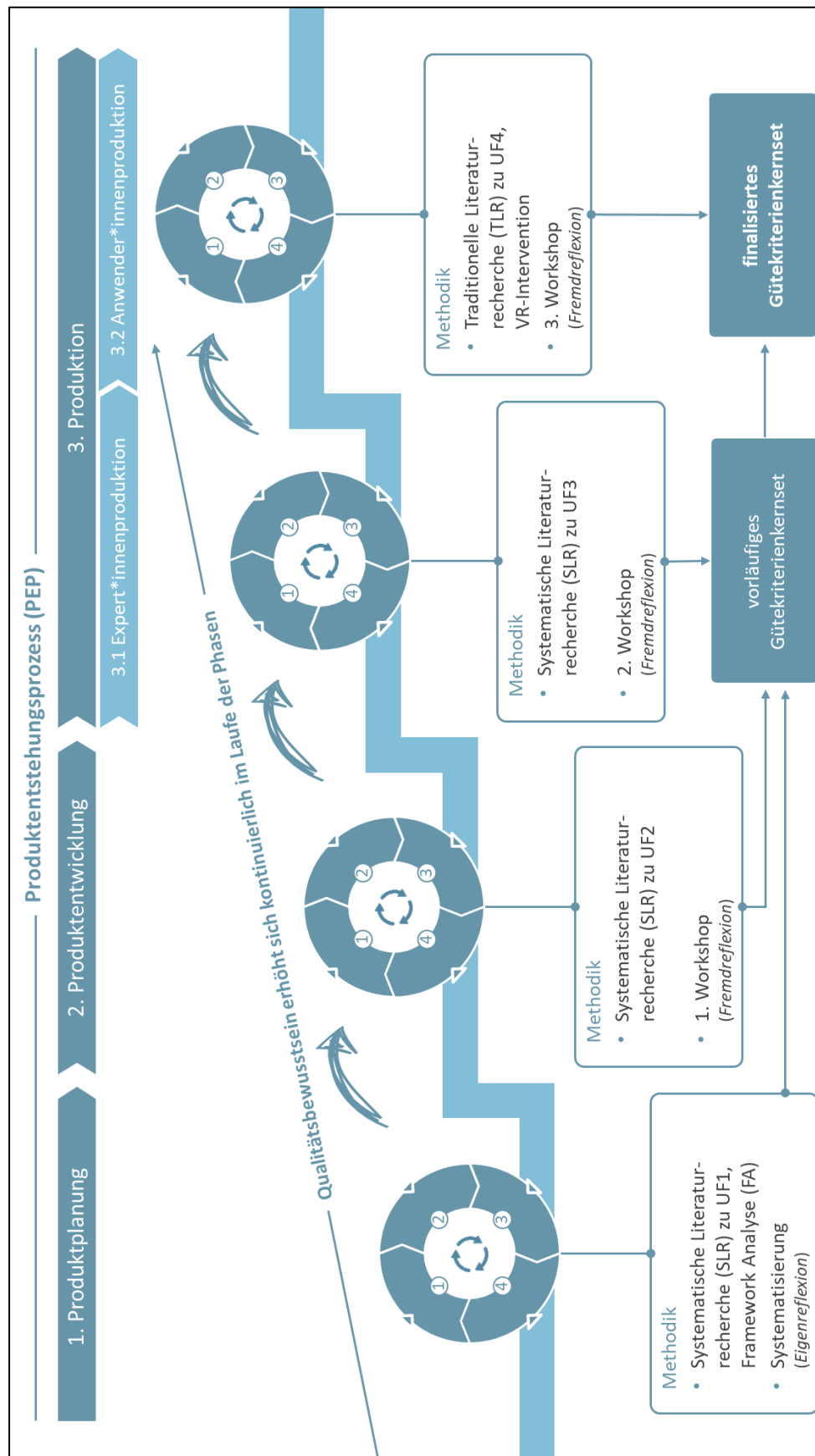


Abbildung 12: Implementierung des PDCA-Zyklus in den PEP inkl. Methodik (eigene Darstellung).

Abbildung 12 verdeutlicht die Implementierung der einzelnen PDCA-Zyklen in den PEP, die vier Phasen im Forschungsvorhaben abbilden. Die Produktplanung erfolgt anfänglich in der frühen Phase, nachdem die Idee für das Vorhaben entwickelt wurde. Dabei werden die Definitionen der Aufgabenstellung sowie die Bestimmung der Produktfunktion, des Fertigungsverfahrens sowie der konstruktiven Grundprinzipien präzisiert (Ehrenmann, 2013). In dem Forschungsvorhaben besteht die Produktplanung aus den Schritten des ersten PDCA-Zyklus, in denen erste Ansätze für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets befolgt werden. Nach ersten Recherchen und Definitionen der Kriterien für VR-Anwendungen im Rahmen zu UF1 werden im ersten PDCA-Zyklus die Ergebnisse aus der Literatur überprüft. Die methodische Umsetzung erfolgt anhand einer systematischen Literaturrecherche (SLR) zu UF1 sowie einer Framework Analyse.

Der zweite Schritt umfasst die Produktentwicklung, die den Aufbau bzw. die Struktur, die Gestaltung sowie Herstellung des Endproduktes beeinflusst. Laut Ehrenmann (2013) und Gebhardt (2000) beinhaltet dieser Schritt die Entwicklung, das Design sowie in diesem Zusammenhang auch die Bildung von interdisziplinären Arbeitsgruppen. In dem Forschungsvorhaben gleicht dieser Schritt dem zweiten PDCA-Zyklus, indem anhand der systematischen Literaturrecherche (SLR) zu UF2 Ergebnisse spezifiziert und anhand von Fremdrelexion im Rahmen des ersten Workshops mit VR-Entwicklungsexpert*innen durch interdisziplinäre Arbeitsgruppen eingebunden werden. Dabei werden die erarbeiteten Kriterien des ersten PDCA-Zyklus berücksichtigt.

Der dritte und im PEP letzte Schritt der Produktion beinhaltet die Herstellung des Produktes (Ehrenmann, 2013). Nach möglicherweise letzten, kleineren Anpassungen zur Optimierung des Produktes erfolgt der Fertigungsprozess. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird diese Phase zweigeteilt und umfasst den dritten sowie vierten PDCA-Zyklus. Die Phase der Produktion gliedert sich in 3.1 *Expert*innenproduktion* sowie 3.2 *Anwender*innenproduktion*. Die Expert*innenproduktion stellt die dritte Phase dar und beinhaltet die Entwicklung des vorläufig gültigen Gütekriterienkernsets durch Einbezug von UF3 sowie von VR-Anwendungsexpert*innen, die Erfahrungswerte mit VR und Senior*innen gesammelt haben und im Rahmen des zweiten Workshops teilen. Die methodische Umsetzung besteht aus der Durchführung einer SLR zu UF3 sowie einem Workshop mit VR-Anwendungsexpert*innen. Die Ergebnisse stellen das vorläufige Gütekriterienkernsets (V3_{draft}) dar. Die Version V3_{final} wird in 3.2, die die vierte Phase im Forschungsvorhaben darstellt, anhand von UF4 sowie durch Einbezug der Zielgruppe Senior*innen auf ihre Gültigkeit sowie den Nutzen überprüft. Nach dem dritten PDCA-Zyklus und somit der vorläufig finalen Normierung der Kriterien und der Annahme, dass die Kriterien gültig sind, erfolgt die Untersuchung anhand einer Interventionsstudie. Die Intervention findet im vierten PDCA-Zyklus statt und dient als praktische Überprüfung der in der Theorie definierten Anforderungskriterien für VR-Anwendungen für Senior*innen. Ziel ist es, dass

der Praxistransfer der in der Theorie aufgestellten Kriterien weitere Ergebnisse zur Gültigkeit des Gütekriterienkernsets bzw. einzelner Kriterien liefert. Hierbei sollen mögliche Mängel und Fehler identifiziert werden, indem die Begutachtung des vorläufigen Gütekriterienkernsets kritisch erfolgt. Die Anwender*innenproduktion beinhaltet als methodische Umsetzung zum einen die im Rahmen des Scoping Reviews durchgeführte traditionelle Literaturrecherche (TLR) zu UF4, die zur VR-Anwendungsentwicklung beiträgt. Außerdem umfasst sie die VR-Anwendungsnutzung im Rahmen einer Intervention und einen anschließenden Workshop mit den Senior*innen als Anwender*innen. Anhand der Modifikation der Ergebnisse des vorläufig gültigen Gütekriterienkernsets (V3_{final}) werden die Inhalte durch das Einbringen der Erkenntnisse der Anwender*innen zielgruppengerecht aufbereitet. Die Überprüfung der Anwendbarkeit und inhaltlichen Korrektheit durch die Zielgruppe Senior*innen wird als relevanter Schritt im Sinne der partizipativen Forschung erachtet. Eine Überprüfung durch Umsetzung der Ergebnisse in eine praktische Anwendungsdurchführung, indem das vorläufige Gütekriterienkernset in Form des Ergebnisses V4_{draft} angewendet, erprobt und bewertet wird, lässt Rückschlüsse über die Gültigkeit, Vollständigkeit und Nutzbarkeit zu. Die Erkenntnisse der Senior*innen im Rahmen des dritten Workshops finden Berücksichtigung und werden anschließend durch Überarbeitung der vorläufig gültigen Version modifiziert. Die Produktion endet mit der in 3.2 durchgeführten Anwender*innenproduktion. Nach Überprüfung der vorläufigen Version des Gütekriterienkernsets mit Senior*innen stellt das finalisierte Gütekriterienkernset (V4_{final}) das endgültige Produkt dieser Arbeit dar. Die Ergebnisse der jeweiligen methodischen Vorgehen werden in Kapitel 4 vorgestellt.

3.3 Literaturrecherchen zu UF 1-4

Dieses Kapitel bezieht sich auf das methodische Vorgehen zur Literaturrecherche und adressiert in Kapitel 3.3.1 ff. die Lesehandlung „Gütekriterienkernsetentwicklung“. Die Beschreibung des methodischen Vorgehens als Teil der VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* wird in Kapitel 3.3.2 aufgegriffen und richtet sich somit auch an Interessierte der Lesehandlung „VR-Anwendungsentwicklung“.

Die Literaturrecherche ist wesentlicher Bestandteil für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen. Im Rahmen der qualitativen Forschung wird diese Methode verwendet, um Inhalte aufzubereiten, zu vergleichen und auf ihre Gültigkeit sowie Vollständigkeit zu überprüfen. Sie wird als im Forschungsprozess unterstützende Maßnahme angesehen, die zur Beurteilung der Gültigkeit der Ergebnisse beiträgt. Beginnend mit einer traditionellen Literaturrecherche zur Vorabrecherche und der Identifizierung von ersten Ergebnissen zum Forschungsthema, werden weitere Literaturrecherchen durchgeführt. Die Literaturrecherche zu den einzelnen Unterfragen umfasst zwei unterschiedliche Vorgehenswei-

sen. Die Unterfragen (UF) 1-3 werden mittels der systematischen Literaturrecherche durchgeführt. Die Literaturrecherche zu Unterfrage (UF) 4 erfolgt im Rahmen eines Scoping Reviews mit der traditionellen Literaturrecherche. Die jeweiligen Literaturrecherchen werden nachfolgend in ihren Inhalten sowie in ihrem Rechercheablauf näher erläutert.

3.3.1 Systematische Literaturrecherche

Die systematische Literaturrecherche (SLR) dient der detaillierten und zielgerichteten Identifikation sowie kritischer Bewertung von relevanten Literaturergebnissen. Die systematische Literaturrecherche grenzt sich von der traditionellen Literaturrecherche, die auch als konventionelle, nicht-systematische oder narrative Literaturrecherche bezeichnet wird, ab (Coleman, 2019). Die Autorin beschreibt, dass „traditionell“ in diesem Zusammenhang die Erschließung eines Überblicks über einen breiten Forschungsbereich mit relativ allgemeinen Forschungsfragen meint. Im Vergleich zu einer systematischen Literaturrecherche erfolgt dabei kein konkreter Suchprozess bzw. kein Festlegen von Qualitätskriterien für eine anschließende Bewertung der Qualität (Coleman, 2019). *Tabelle 2* verdeutlicht die Unterschiede der traditionellen und systematischen Recherchestrategie:

Tabelle 2: Unterschiede zwischen einer traditionellen und systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung, angelehnt an Pontow, 2017).

	Traditionelle Literaturrecherche	Systematische Literaturrecherche
Zielsetzung	Überblick über ein Thema, Präzisierung und/oder Beantwortung von Forschungsfragen	Ausgehend von einer engen Abgrenzung des zu untersuchenden Themas, Beantwortung von Forschungsfragen
Forschungsfrage	Allgemein	Spezifisch
Datenbasis	Auswahl der zugrunde gelegten Forschungsarbeiten ohne, oder nur mit subjektiver, Qualitätsbeurteilung	Auswahl der zugrunde gelegten Forschungsarbeiten auf Basis einer Qualitätsbeurteilung anhand definierter Kriterien
Methode	Flexible, nicht fest definierte Vorgehensweise	Fest definierte Vorgehensweise; bei explorativer Forschung sind allerdings begründete und protokollierte Abweichungen zulässig
Transparenz der Vorgehensweise	In der Regel nicht vorhanden	In der Regel vorhanden
Reproduzierbarkeit der Ergebnisse	Nicht möglich	Möglich

Anhand festgelegter Arbeitsschritte erfolgt im Rahmen der Forschungsarbeit die Durchführung der SLR. Zunächst wird die Forschungsfrage und das Rechercheziel definiert. Daran anschließend werden Ein- sowie Ausschlusskriterien festgesetzt. Folglich werden die Datenbanken für die Suche festgelegt und entsprechende Suchbegriffe, mit denen recherchiert werden soll, bestimmt. Abschließend erfolgt die Entwicklung von Suchstrings mit Suchkomponenten, Suchbegriffen, Synonymen und den Booleschen Operatoren (Moher et al., 2015).

Die Vorgehensweise der SLR obliegt dem weltweit verbreitetsten und anerkanntesten Vorgehensmodell des PRISMA-Diagrammes (Moher et al., 2015). PRISMA ist ein Akronym für *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*. Die Darstellungsform ist ein Flussdiagramm, das die einzelnen Arbeitsschritte bzw. Ergebnisse abbildet (Moher et al., 2015).

Für die Entwicklung des Gütekriterienkernset werden die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche in ihrer Wissenschaftlichkeit und Relevanz anhand der strukturierten Vorgehensweise zu UF1-3 geprüft. Das Vorgehen der SLR zur jeweiligen UF wird in den folgenden Unterkapiteln näher erläutert, indem die Fragestellungen und Suchbegriffe sowie ein beispielhafter Suchstring dargestellt werden. Anhand des jeweiligen PRISMA-Diagrammes lässt sich der Rechercheprozess abbilden. Für alle drei SLR werden folgende Datenbanken als geeignet anerkannt und genutzt: PubMed, Cochrane library, Embase, CINAHL, Medline, Scopus, ZB MED, IEEE Computer Society Digital Library, ACM Digital Library sowie die Datenbanken der Zentralbibliothek der Deutschen Sporthochschule Köln und die Datenbanken der Bibliothek der HS Gesundheit. Des Weiteren werden Ergebnisse aus anderen Quellen, wie händische Referenzlisten, berücksichtigt.

Tabelle 3 bildet die Ein- sowie Ausschlusskriterien der SLR ab.

Tabelle 3: Ein- und Ausschlusskriterien der systematischen Literaturrecherche (SLR).

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Englisch- und deutschsprachige Ergebnisse	Fremdsprachige Ergebnisse (ausgenommen Englisch und Deutsch)
Ergebnisse ab 2012	Ergebnisse vor 2012
Studiendesigns in Form von Beobachtungsstudien (Kohortenstudien, Fall-Kontroll-Studien), Feldstudien, randomisierte kontrollierte Studien (RCT) und systematische Übersichtsarbeiten	Studiendesigns in Form von Laborstudien
Publikationstypen in Form von Artikel in wissenschaftlichen Journalen, Bücher, Buchkapitel, Studienberichte, Leitfäden, Bewertungsinstrumente/ Assessments, Gesetzesregelungen und Reporte	Publikationstypen in Form von Buchbesprechungen, Einleitungen, Vorworte, Kommentare, Stellungnahmen und Briefe

Zu den Einschlusskriterien zählen Ergebnisse ab dem Jahr 2012. Laut Hülsbömer (2015) erlebt Virtual Reality ab dem Jahr 2012 einen Hype, sodass der Fokus vermehrt auf der Entwicklung dieser Technologie liegt und Entwicklungsprozesse zunehmend diskutiert und optimiert werden. Zudem ist aufgrund der rasanten Technologieentwicklung und den damit veränderten und größeren Ansprüchen an Technologien im Zeitalter der Digitalisierung der Einbezug geeigneter Literatur für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets entscheidend, um die Aktualität und somit die Gültigkeit der Kriterien darstellen zu können. Um die Qualität und Validität der Inhalte zu garantieren, ist es notwendig, das Studiendesign und den Publikationstyp zu beurteilen. Studiendesigns in Form von Beobachtungsstudien (Kohortenstudien, Fall-Kontroll-Studien), Feldstudien, randomisierte kontrollierte Studien (RCT) und systematische Übersichtsarbeiten werden eingeschlossen. Zu den eingeschlossenen Publikationstypen zählen Artikel in wissenschaftlichen Journalen, Bücher, Buchkapitel, Studienberichte, Leitfäden, Bewertungsinstrumente/ Assessments, Gesetzesregelungen und Reporte.

Zudem wird für die Beurteilung die Aktualität der in der Literatur beschriebenen Technologiemodelle (z.B. der Mixed Reality-Technologien und der mobilen Endgeräte wie Tablet, Smartphone, PC) sowie die Gültigkeit von Richtlinien bzw. Gesetzesregelungen und Vergleichbarem hinsichtlich ihrer Inhalte bewertet, sodass diese gesetzeskonform und gültig sind. Auch wird inhaltlich das Anwendungsspektrum bzw. die Vielschichtigkeit der Literaturergebnisse beurteilt, sodass eine umfassende und ausgeschöpfte Nutzung der Technologien gewährleistet ist. Dies meint, dass insbesondere Ergebnisse im Kontext anwendungsbasierter Inhalte in ihrer Komplexität beurteilt werden. Die Ergebnisse sollen umfassend sein und in ihren Inhalten Anwendungen darstellen, die viele verschiedene Funktionalitäten aufweisen (z.B. 360°-Anwendungen, aber auch diverse VR-Interaktionsmechanismen). Dadurch lassen sich verschiedene Anforderungen für die Erstellung des Gütekriterienkernsets ableiten und es

ergibt sich ein breites Spektrum, das diverse Inhalte berücksichtigt und einschließt. Ein weiterer Aspekt für die Bewertung der Literaturergebnisse ist das Granularitätsniveau, das die Ausführungstiefe der einzelnen Kriterien umfasst. Dies trifft insbesondere auf Inhalte zu, die bspw. Entwicklungsempfehlungen umfassen. Die Inhalte sollten möglichst detailliert und facettenreich ausgeführt und erläutert sein, sodass sie in ihrer Ausführung verständlich und klar kommuniziert werden.

Bei Entwicklungsempfehlungen oder vergleichbaren Ergebnissen wird die Zielgruppe beurteilt. Ergebnisse, die sich spezifisch an Entwickler*innen bzw. Informatiker*innen richten und entsprechend fachspezifisch formuliert sind, finden keine Berücksichtigung für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets dieser Forschungsarbeit. Zudem sollten eine Passung bzw. Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Thematik Gesundheitswissenschaften vorliegen.

Ausschlusskriterien sind Literaturergebnisse, die nicht in deutscher oder englischer Sprache vorhanden sind und vor dem Jahr 2012 verfasst wurden. Studiendesigns in Form von Laborstudien finden keine Berücksichtigung. Publikationstypen, wie Buchbesprechungen, Einleitungen, Vorworte, Kommentare, Stellungnahmen und Briefe werden ausgeschlossen.

Die Ein- und Ausschlusskriterien bilden die Grundlage für die Durchführung der Titel bzw. Abstract-Sichtung sowie für die anschließende Sichtung der Volltexte.

Bei der systematischen Literaturrecherche zu UF1-3 werden Suchterms in deutscher und englischer Sprache in unterschiedlichen Kombinationen genutzt. Anhand einer Wortlisten-Tabelle werden Synonyme sowie Ober-, Unter- und verwandte Begriffe verwendet, um das Thema zu präzisieren bzw. zu erweitern. Bei der Recherche zu UF1-3 werden die Booleschen Operatoren „UND“ (bzw. „AND“), „ODER“ (bzw. „OR“) sowie NICHT (bzw. NOT“) angewendet. Der Vorgang der systematischen Literaturrecherche orientiert sich an dem Skript der Universitäts- und Landesbibliothek Münster (2017). Die Recherche umfasst Inhalte zu allgemeinen Entwicklungsempfehlungen für VR-Anwendungen (vgl. UF1, Kapitel 2.5), zu Entwicklungs- und Gestaltungsempfehlungen von (senior*innengerechter) VR-Technologie (vgl. UF2, Kapitel 2.5) sowie zu senior*innengerechte VR-Technologien unter der Berücksichtigung von Akzeptanzfaktoren und Nutzungsbarrieren und deren Einfluss auf die Lebensqualität (vgl. UF3, Kapitel 2.5).

3.3.1.1 Systematische Literaturrecherche zu UF1

Für die Beantwortung der UF1 in der ersten Phase des PEPs werden zwei aufeinander aufbauende qualitative Forschungsmethoden in Form der systematischen Literaturrecherche sowie der Framework Analyse als geeignet empfunden. Die methodische Planung zur Beantwor-

tung von UF1 erfolgt folgendermaßen: Die Fragestellung von UF1 umfasst die Existenz allgemeingültiger Kriterien zu Entwicklungsempfehlungen für VR-Anwendungen sowie deren Inhalte.

Für die Durchführung der systematischen Literaturrecherche zu UF1 werden Suchterms in deutscher sowie in englischer Sprache genutzt. *Tabelle 4* stellt die Wortlisten-Tabelle mit Suchterms in deutscher Sprache dar.

Tabelle 4: Wortlisten-Tabelle für Suchterms in deutscher Sprache zu UF1.

Thema	UF1 Welche allgemeingültigen Kriterien existieren zu Entwicklungsempfehlungen für VR-Anwendungen und was sind deren Inhalte?		
Kernbegriffe des Themas	(Allgemeingültige) Kriterien	Entwicklungsempfehlungen	Virtual Reality (-Anwendungen)
Synonyme	Charakteristika, Eigenschaften, Kennzeichen, Merkmal	Entwicklungstipps, -hinweise, -rat, -vorschläge	Virtuelle Wirklichkeit
Oberbegriffe	Anforderungen, Kriterien	Entwicklung, Empfehlungen	Virtuelle Realität (VR)
Unterbegriffe	Gütekriterien	Gestaltung, Rahmenbedingungen, Bewertung	VR-Brille, VR-Technologie, VR-Head Mounted Display (HMD), VR-Headset
Verwandte Begriffe	Bedarfe, Funktion, Zustand, Beschaffenheit	Qualität, Handlungsanweisungen, Transparenz, Richtlinien	Gemischte Realität, Erweiterte Realität, Digitale Gesundheitsanwendung/-App, Technologie, Digitalisierung

Folgende Suchterms werden bei der Recherche zu UF1 in englischer Sprache verwendet: *characteristic(s), properties, hallmark(s), development (tips), advice, suggestions, requirement(s), criteria development, recommendation(s), Virtual reality (VR), quality criteria, design, framework condition(s), evaluation, valuation, VR glass(es), VR technology, needs assessment, function, state, condition, quality, instructions, transparency, guidelines, mixed reality, augmented reality, digital health application/-app, technology* und *digitalization*.

Abbildung 13 stellt beispielhaft die Anwendung der Booleschen Operatoren „UND“ und „ODER“ zu UF1 dar, die sich auf die Strategie von UF2 sowie UF3 übertragen lässt. In den festgelegten Datenbanken wird mit verschiedenen Suchstrings und festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien recherchiert.

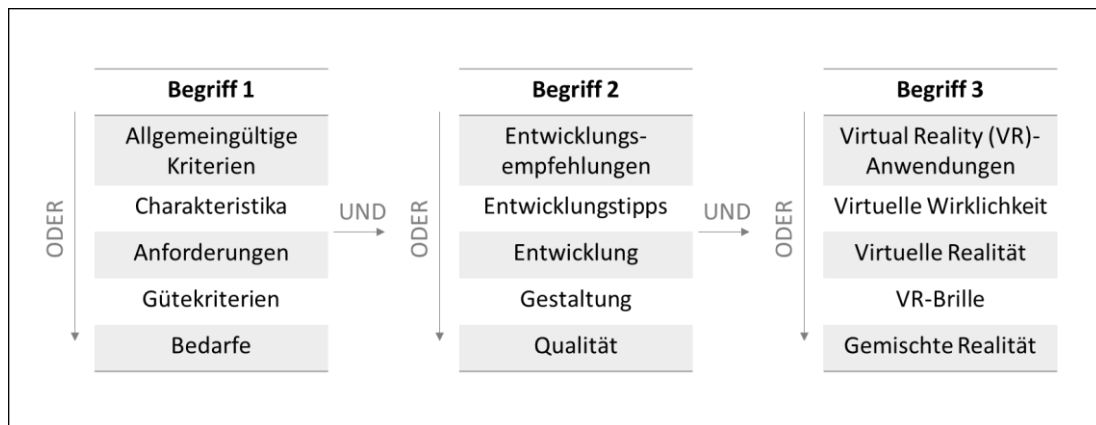


Abbildung 13: Beispiel der Verknüpfung von Suchterms mit Booleschen Operatoren (eigene Darstellung).

Für jede Datenbank wird eine Suchstrategie entwickelt. Die detaillierte und als Beispiel aufgeführte Strategie eines Suchstrings in PubMed zu UF1 ist anhand in *Abbildung 14* dargestellt.

```
("characteristic"[All Fields] OR "characteristics"[All Fields]) AND ("develop"[All Fields] OR "develope"[All Fields] OR "developed"[All Fields] OR "developer"[All Fields] OR "developers"[All Fields] OR "developing"[All Fields] OR "developments"[All Fields] OR "develops"[All Fields] OR "growth and development"[MeSH Subheading] OR ("growth"[All Fields] AND "development"[All Fields]) OR "growth and development"[All Fields] OR "development"[All Fields]) AND ("virtual reality"[MeSH Terms] OR ("virtual"[All Fields] AND "reality"[All Fields]) OR "virtual reality"[All Fields])
```

Abbildung 14: Suchstring in PubMed zu UF1 (eigene Darstellung).

In diesem Abschnitt werden die Studiauswahl und die Merkmale der ausgewählten Studien beschrieben. Die in den verschiedenen Datenbanken identifizierten Ergebnisse, die die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllen, werden teilweise als Duplikate erkannt. Alle durch die Datenbankrecherchen ermittelten relevanten Ergebnisse werden heruntergeladen und in der Literaturverwaltungssoftware EndNote gespeichert, die die Duplikate automatisch eliminiert. Auf der Grundlage der Suchstrategie werden n=876 Ergebnisse aus der Datenbanksuche und n=103 Ergebnisse aus anderen Quellen identifiziert. Der Auswahlprozess wird anhand eines PRISMA-Flussdiagrammes dargestellt (vgl. *Abbildung 15*). Die Darstellung des PRISMA-Flussdiagrammes ist dabei angelehnt an Schnepf und Groeben (2019), die dem Vorgehen bzw. der Ausführung von Moher et al. (2015) gleicht, jedoch auf einer deutschsprachigen Darstellung basiert. Nach dem Screening der Titel bzw. Abstracts bleiben n=313 Publikationen übrig, von denen n=198 Studien ausgeschlossen werden. Hierzu zählen hauptsächlich Studien, die sich mit informatikbasierter Entwicklungsberatung, App-Entwicklung, z. B. Gesundheits-Apps oder digitalen Gesundheits-Apps für Smartphones, befassen. Anschließend werden die verbleibenden n=115 Publikationen näher betrachtet. Vorworte oder einleitende Texte, Stellungnahmen, allgemeine Positionspapiere werden dabei ausgeschlossen. Somit liegen

n=48 Ergebnisse für die Volltextanalyse vor. Zudem werden weitere n=15 Ergebnisse ausgeschlossen, da sie thematisch ungeeignet empfunden werden, sich nur auf ein Thema fokussieren (z. B. Datenschutz) und daher für das Forschungsvorhaben als nicht umfassend genug bewertet werden. Nach der Durchführung der einzelnen Schritte der SLR, bestehend aus Identifikation, Screening, Volltextanalyse und Integration, werden n=33 Ergebnisse in die Entwicklung der ersten Version des Gütekriterienkerns einbezogen. In Kapitel 4.1.1.1 werden alle Publikationen, die in die Forschungsarbeit aufgenommen werden, um ein erstes Konstrukt des Kernsatzes der Qualitätskriterien zu erstellen, näher erläutert.

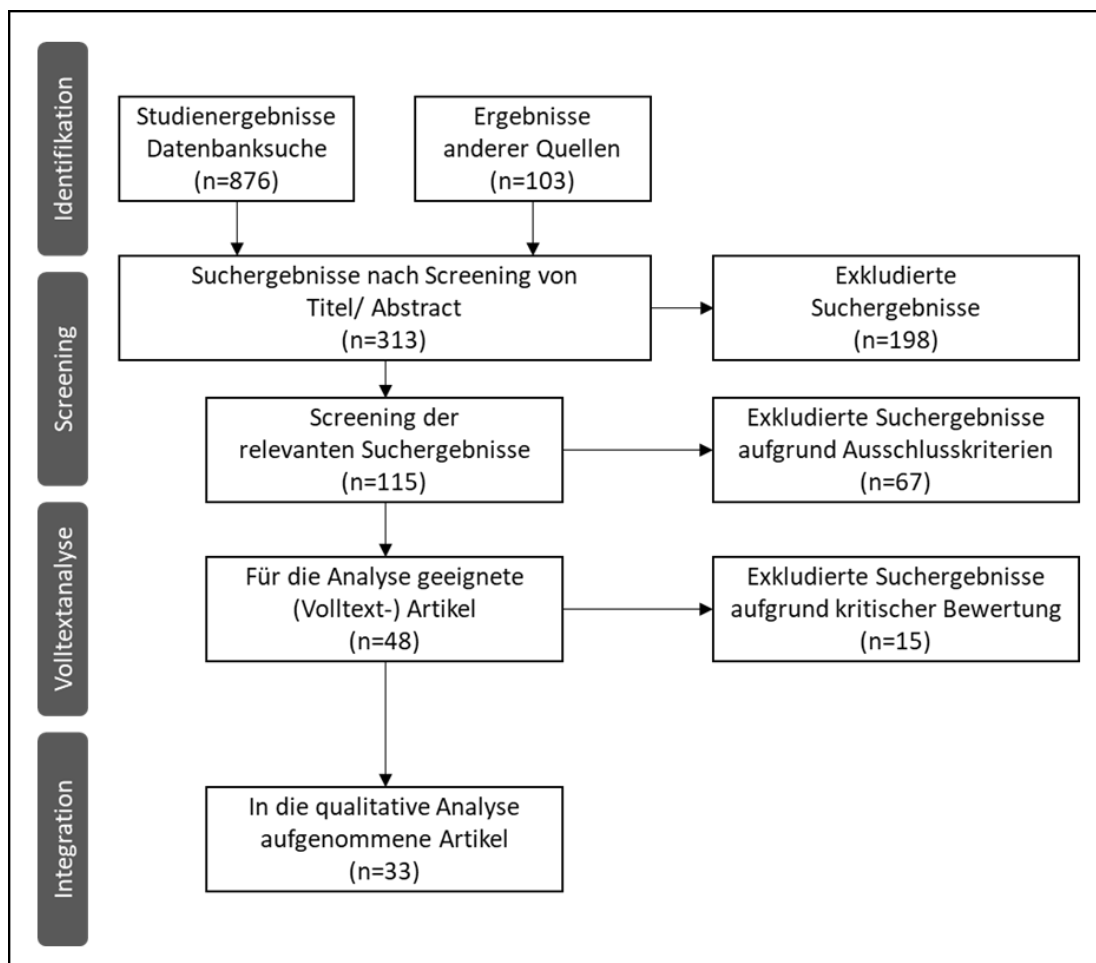


Abbildung 15: PRISMA Flussdiagramm der SLR zu UF1 (eigene Darstellung, angelehnt an Schnepf & Groeben, 2019).

3.3.1.2 Systematische Literaturrecherche zu UF2

Die methodische Planung zur Beantwortung von UF2 in der zweiten Phase des PEPs lässt sich folgendermaßen darstellen: Das weitere Vorgehen im Rahmen des zweiten PDCA-Zyklus umfasst die Beantwortung der UF2, um die bisherigen Erkenntnisse weiter auszubauen. Als qualitative Methoden werden die systematische Literaturrecherche zu UF2 sowie ein anschließender Workshop als geeignet empfunden. Die systematische Literaturrecherche stellt eine Ergänzung und Spezifizierung der bisherigen Rechercheergebnisse dar. Für die Entwicklung

eines zielgruppenspezifischen Gütekriterienkernsets, das Kriterien für senior*innengerechte VR-Anwendungen beinhaltet, wird durch die Fragestellung von UF2 eine Analyse von Entwicklungsempfehlungen für VR-Anwendungen für Senior*innen vorgenommen.

Die Vorgehensweise bzw. die Erstellung der Wortlisten-Tabellen zu UF2 basiert auf dem gleichen Vorgehen wie zur UF1. Hierfür werden folgende Suchbegriffe verwendet (vgl. Tabelle 5):

Tabelle 5: Wortlisten-Tabelle für Suchterms in deutscher Sprache zu UF2.

Thema			
UF2 Welche spezifischen Inhalte lassen sich aus den Entwicklungsempfehlungen für VR-Anwendungen für die Zielgruppe der Senior*innen ableiten?			
Kernbegriffe des Themas	Entwicklungsempfehlungen	Virtual Reality (-Anwendungen)	Senior*innen
Synonyme	Entwicklungstipps, -hinweise, -rat, -vorschläge, -hinweise	Virtuelle Wirklichkeit	Senior Seniorin, Ältere, Alte, alter Mann, alte Frau
Oberbegriffe	Entwicklung, Empfehlungen	Virtuelle Realität (VR)	Alte Menschen/ Personen, Ältere Menschen/ Personen
Unterbegriffe	Gestaltung, Rahmenbedingungen, Bewertung	VR-Brille, VR-Technologie	Alter, Altern, Gerontologie, Geriatrie
Verwandte Begriffe	Qualität, Handlungsanweisungen, Transparenz, Richtlinien	Gemischte Realität, Erweiterte Realität, Digitale (Gesundheits-)Anwendung/-App, Technologie, Digitalisierung, Digitale Spiele, Digitale Anwendungen, Exergames, Reallabor	Best Ager, Silver Ager Generation 70 plus

Folgende Suchterms werden bei der Recherche in englischer Sprache zu UF2 verwendet: *Senior, elderly, old woman/ women, old man/ men, old(er) people/ person(s), old age, ageing, gerontology, geriatric(s), best ager, silver ager, generation 70 plus, development, recommendation(s), development tip(s), -hint(s), -advice, suggestion(s), design, framework condition(s), evaluation, quality, instructions for action, transparency, guidelines, virtual reality (-applications), VR, VR glass(es), VR technology, mixed reality, augmented reality, digital health app, digitalization, digital game(s), digital application(s), exergame(s) und real lab.*

Um Bias (dt. Verzerrungen) der Ergebnisse für das senior*innenspezifische Gütekriterienkernset auszuschließen, werden ausschließlich Rechercheergebnisse einbezogen, die die MR-Technologie, insbesondere VR, berücksichtigen. Eine Übertragung der Ergebnisse zur Gestaltung von anderen Technologien für Senior*innen wird nicht vorgenommen, um die Entwicklung des Gütekriterienkernsets spezifisch ausrichten zu können. Bei einer Übertragung bisheriger Gestaltungs-/ Entwicklungsempfehlungen anderer Technologien für Senior*innen auf das Gütekriterienkernset könnten die Ergebnisse verzerrt werden. Die Übertragung der Ergebnisse birgt das Risiko, dass das Gütekriterienkernset in seinen Inhalten nicht zielgerichtet entwickelt wird.

Für jede Datenbank wird eine Suchstrategie entwickelt. *Abbildung 16* stellt die detaillierte und als Beispiel aufgeführte Strategie des Suchstrings in PubMed zu UF2 dar.

```
((("senior"[All Fields] OR "seniorities"[All Fields] OR "seniority"[All Fields] OR "seniors"[All Fields] OR ("older"[All Fields] OR "olders"[All Fields])) AND ("recommend"[All Fields] OR "recommendable"[All Fields] OR "recommendation"[All Fields] OR "recommendations"[All Fields] OR "recommended"[All Fields] OR "recommending"[All Fields] OR "recommends"[All Fields])) OR ("theory pract"[Journal] OR "tip"[All Fields])) AND ("virtual reality"[MeSH Terms] OR ("virtual"[All Fields] AND "reality"[All Fields]) OR "virtual reality"[All Fields])
```

Abbildung 16: Suchstring in PubMed zu UF2 (eigene Darstellung).

Die in den verschiedenen Datenbanken identifizierten Ergebnisse, die die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllen, sind teilweise in Form von Duplikaten vorhanden. Die Duplikate werden mit der Literaturverwaltungssoftware EndNote eliminiert. Auf der Grundlage der Suchstrategie werden n=275 Ergebnisse aus der Datenbanksuche und n=117 Ergebnisse aus anderen Quellen identifiziert. Der Auswahlprozess wird anhand eines PRISMA-Flussdiagrammes dargestellt (vgl. *Abbildung 17*), deren Darstellung an Schnepf und Groeben (2019) angelehnt ist. Nach dem Screening der Titel bzw. Abstracts bleiben n=92 Ergebnisse übrig, von denen n=40 Ergebnisse ausgeschlossen werden. Der Ausschluss erfolgt aufgrund von zu fachspezifischen Ergebnissen. Folglich werden die verbleibenden n=52 Publikationen näher betrachtet. Aufgrund von Vorworten, einleitenden Texten, Stellungnahmen sowie allgemeinen Positionspapieren werden n=18 Ergebnisse exkludiert. Somit werden n=34 Ergebnisse für die Volltextanalyse inkludiert. Zudem werden weitere n=15 Ergebnisse exkludiert, da sie thematisch ungeeignet empfunden werden und sich auf z.B. einzelne Krankheitsbilder fokussierten. Insgesamt werden n=22 Ergebnisse auf der Grundlage der Ein- und Ausschlusskriterien berücksichtigt. In Kapitel 4.1.2.1 werden alle Publikationen zu UF2, die in der Forschungsarbeit berücksichtigt werden, näher ausgeführt.

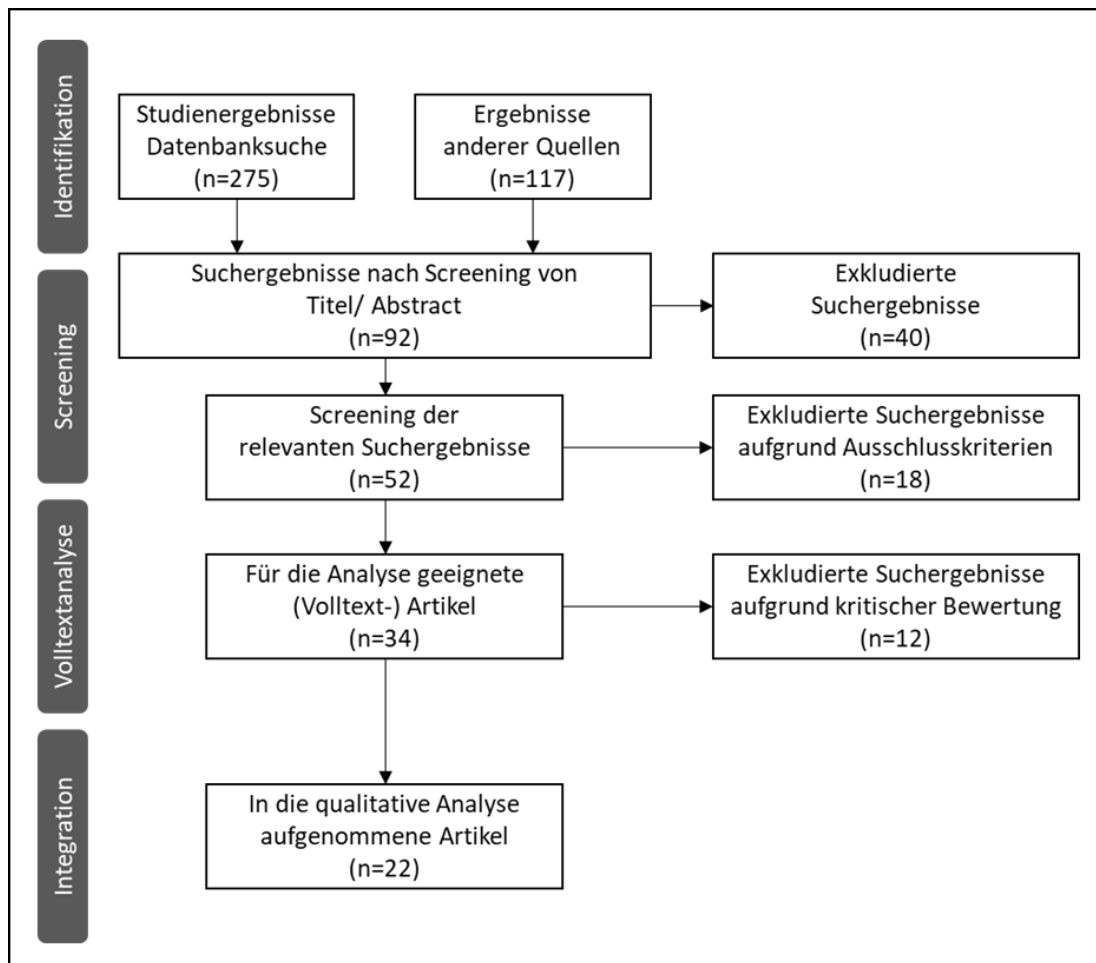


Abbildung 17: PRISMA Flussdiagramm der SLR zu UF2 (eigene Darstellung, angelehnt an Schnepf & Groeben, 2019).

3.3.1.3 Systematische Literaturrecherche zu UF3

Die methodische Planung zur Beantwortung von UF3 in der dritten Phase des PEPs wird wie folgt beschrieben: Für den Ausbau bisheriger Erkenntnisse sowie für den Abgleich der Ergebnisse des ersten Workshops mit VR-Entwicklungsexpert*innen erfolgt eine systematische Literaturrecherche. Die systematische Literaturrecherche zu UF3 widmet sich der Fragestellung: *Wie müssen senior*innengerechte VR-Technologien geschaffen sein, um die Lebensqualität zu verbessern und welche Kriterien lassen sich dazu zur Akzeptanz von VR-Anwendungen ableiten?*

Die Recherche im Rahmen des dritten PDCA-Zyklus dient der Überarbeitung der dritten Version des Gütekriterienkernsets, sodass das Ergebnis in Form der Version V3_{draft} die Grundlage für den zweiten Workshop, der mit VR-Anwendungsexpert*innen durchgeführt wird, bildet. Die qualitativen Methoden dienen der Spezifizierung bisheriger Ergebnisse und decken einen Teil der Produktion im Rahmen des PEPs nach erfolgter Aufbereitung der Workshopergebnisse ab. Die Vorgehensweise bzw. die Erstellung der Wortlisten-Tabellen zu UF3 basiert auf dem gleichen Vorgehen wie zur UF1 und UF2. *Tabelle 6* stellt die verwendeten Suchbegriffe dar.

Tabelle 6: Wortlisten-Tabelle für Suchterms in deutscher Sprache zu UF3.

Thema	UF3 Wie müssen senior*innengerechte VR-Technologien geschaffen sein, um die Lebensqualität zu verbessern und welche Kriterien lassen sich dazu zur Akzeptanz von VR-Anwendungen ableiten?			
Kernbegriffe des Themas	Senior*innen	Virtual Reality(-Anwendungen)	Lebensqualität	Technikakzeptanz
Synonyme	Senior Seniorin, Ältere, Alte, alter Mann, alte Frau	Virtuelle Wirklichkeit	Wohlstand, (subjektives) Wohlbefinden, Zufriedenheit, Wohlergehen,	Technologie-akzeptanz, Technologieannahme
Oberbegriffe	Alte Menschen/ Personen, Ältere Menschen/ Personen	Virtuelle Realität (VR)	Lebensstandard, Lebensbedingungen	Akzeptanz, Akzeptierung, Annahme, Annehmbarkeit, Einwilligung, Einverständnis, Zustimmung, Bejahung, Wohll wollen, Bereitschaft von/ zur Technik/ Technologie
Unterbegriffe	Alter, Altern, Gerontologie, Geriatric	VR-Brille, VR-Technologie	Sicherheit, Selbstständigkeit, Gesundheit	Bewertung, Mehrwert
Verwandte Begriffe	Best Ager, Silver Ager Generation 70 plus	Gemischte Realität, Erweiterte Realität, Digitale (Gesundheits)Anwendung/ -App, Technologie, Digitalisierung	Wohlfühl	Haltung, Einstellung, Technologie-/ Technikgebrauch, Nutzen, Nützlichkeit

Folgende Suchterms werden bei der Recherche in englischer Sprache zu UF3 verwendet:
Technology acceptance, acceptance, acceptability, consent, affirmation, benevolence, willingness, of/ ti technique/ technology, evaluation, added value, attitude, use of technology, usefulness, quality of life, (subjective) well-being, satisfaction, standard of living, living conditions, security, independence, health, Virtual Reality (-applications), VR, VR glass(es), VR technology, Mixed Reality, Augmented Reality, digital health app, digitalization, senior(s), elderly, old

man/men, old woman/ women, old(er) people/ persons, old age, ageing, gerontology, geriatrics, best ager, silver ager und generation 70 plus.

Um eine hohe Ergebnisqualität erzielen zu können, werden Rechercheergebnisse einbezogen, die den Bereich der MR umfassen. Dabei wird vornehmlich darauf geachtet, dass die Ergebnisse Inhalte zu VR darstellen. Für eine zielgerichtete Weiterentwicklung des Gütekriterienkernsets werden Ergebnisse eingeschlossen, die das Thema der Technik-/ Technologieakzeptanz (insb. von VR) bei Senior*innen im Hinblick auf die Lebensqualität darstellen. Allgemeine Ergebnisse zur Lebensqualität von Senior*innen werden als zu unspezifisch bewertet und ausgeschlossen.

Wie auch bereits zu UF1 und UF2, wird für jede Datenbank eine Suchstrategie entwickelt.

Abbildung 18 bildet beispielhaft die detaillierte und als Beispiel aufgeführte Strategie eines Suchstrings in PubMed zu UF3 ab.

```
((("technology"[MeSH Terms] OR "technology"[All Fields] OR "technologies"[All Fields] OR "technology s"[All Fields] OR ("accept"[All Fields] OR "acceptabilities"[All Fields] OR "acceptability"[All Fields] OR "acceptable"[All Fields] OR "acceptably"[All Fields] OR "acceptance"[All Fields] OR "acceptances"[All Fields] OR "acceptation"[All Fields] OR "accepted"[All Fields] OR "accepter"[All Fields] OR "accepters"[All Fields] OR "accepting"[All Fields] OR "accepts"[All Fields])) AND ("quality of life"[MeSH Terms] OR ("quality"[All Fields] AND "life"[All Fields]) OR "quality of life"[All Fields])) OR ("health"[MeSH Terms] OR "health"[All Fields] OR "well"[All Fields] OR "well being"[All Fields])) AND ("virtual reality"[MeSH Terms] OR ("virtual"[All Fields] AND "reality"[All Fields]) OR "virtual reality"[All Fields]) AND ("senior"[All Fields] OR "seniorities"[All Fields] OR "seniority"[All Fields] OR "seniors"[All Fields]))
```

Abbildung 18: Suchstring in PubMed zu UF3 (eigene Darstellung).

Die in den Datenbanken identifizierten Ergebnisse, die die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllen, sind teilweise in Form von Duplikaten vorhanden. Die Duplikate werden mit der Literaturverwaltungssoftware EndNote eliminiert. Auf der Grundlage der Suchstrategie werden 663 Ergebnisse aus der Datenbanksuche und n=57 Ergebnisse aus anderen Quellen identifiziert. Der Auswahlprozess wird anhand des PRISMA-Flussdiagrammes abgebildet (vgl. Abbildung 19), deren Darstellung an Schnepf und Groeben (2019) angelehnt ist. Nach dem Screening der Titel bzw. Abstracts werden n=217 Ergebnisse inkludiert, von denen wiederum n=96 Ergebnisse exkludiert werden. Der Ausschluss erfolgt aufgrund von zu spezifischen Ergebnissen. Die verbleibenden n=121 Publikationen werden näher betrachtet. Aufgrund von Vorworten, einleitenden Texten, Stellungnahmen sowie allgemeinen Positionspapieren werden n=68 Ergebnisse exkludiert. Für die Volltextanalyse werden somit n=53 Ergebnisse inkludiert. Zudem werden weitere n=23 Ergebnisse ausgeschlossen, da sie thematisch ungeeignet empfunden werden und sich auf z.B. einzelne Lebensbereiche fokussieren. Insgesamt finden n=30 Ergebnisse auf der Grundlage der Ein- und Ausschlusskriterien Berücksichtigung. In Kapitel 4.1.3.1 werden alle inkludierten Publikationen zu UF3 beschrieben, die in der Forschungsarbeit berücksichtigt werden.

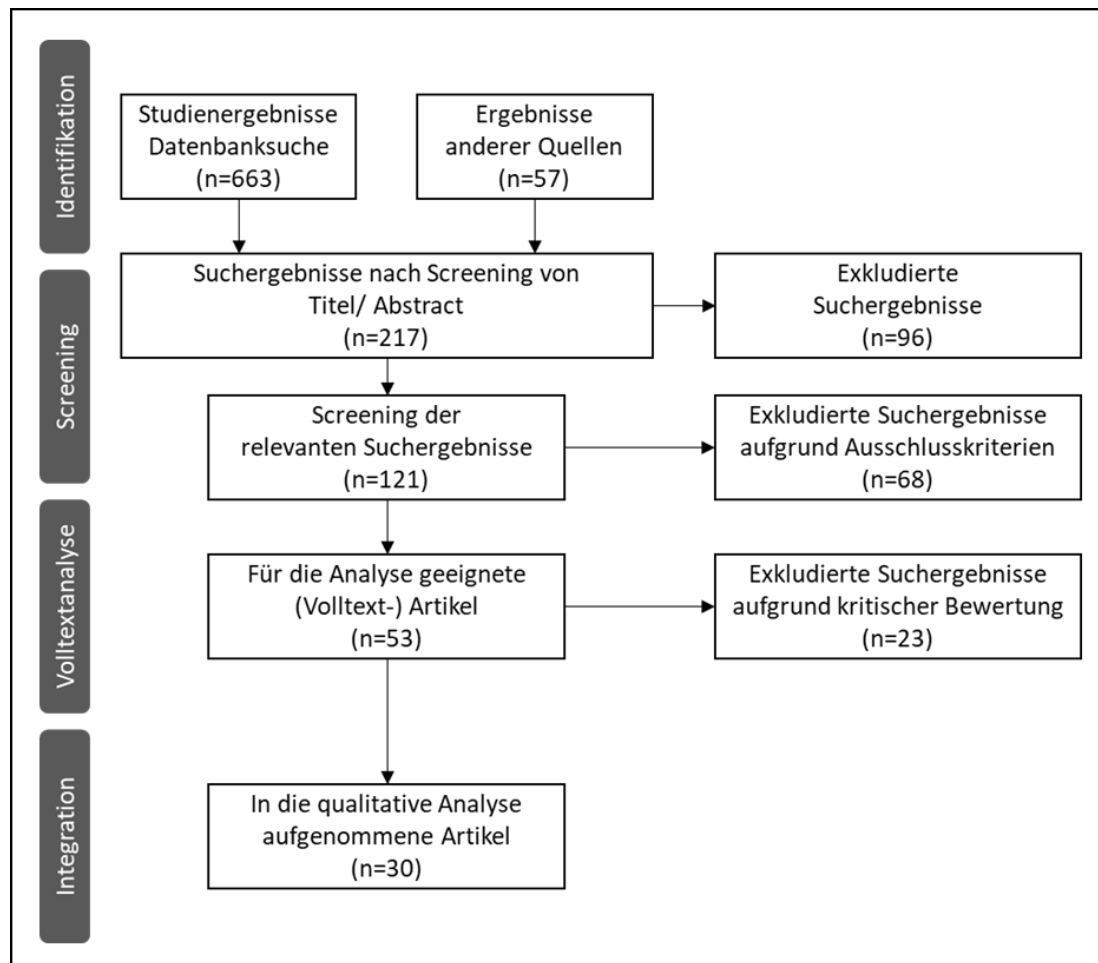


Abbildung 19: PRISMA Flussdiagramm der SLR zu UF3 (eigene Darstellung, angelehnt an Schnepf & Groeben, 2019).

3.3.2 Scoping Review zu UF4

Ein Scoping Review zielt darauf ab, Hinweise auf den potentiellen Umfang und zu inhaltlichen Bereichen existierender Forschungsliteratur zu geben (Schrems, Panfil, Mayer & Brandenburg, 2023). Dabei sollen konzeptuelle und logische Grenzen zu einem Thema entdeckt und definiert werden. Die Methode dient dazu einen schnellen Überblick über die Literatur zu gewinnen. Jede Art von Literatur findet Berücksichtigung und ist für Fragestellungen geeignet, die nicht umfangreich mit wissenschaftlicher Literatur beantwortet werden können (Schrems et al., 2023). Die Autor*innen ergänzen, dass das Scoping Review dazu dient, um das Ausmaß von Forschungsaktivitäten aufzuzeigen oder zur Einschätzung des Nutzens eines möglichen systematischen Reviews zu bestimmen oder um Forschungslücken zu identifizieren.

Das Scoping Review ist eine Methode, die eine Orientierung über den Stand der Forschungsliteratur gibt. Sie dient bspw. der Festlegung von Arbeitsdefinitionen sowie der Abgrenzung von Themenfeldern. Angesichts des umfangreichen und multidisziplinären Charakters der Li-

teratur zu der Thematik *Verkehrssicherheit* sowie des Mangels an bestehenden Wissenssynthesen zur Festsetzung der Gewichtung einzelner Einflussfaktoren in Form von Parametern, die mit der Verkehrssicherheit in Verbindung stehen, wird die Scoping-Review Methode angewendet.

Für das Vorhaben dieser Forschungsarbeit dient die methodische Anleitung (auch Framework genannt) von Arksey und O'Malley (2005) als Basis und umfasst sechs Schritte (vgl. Abbildung 20). Das Framework von Arksey und O'Malley (2005) wird angesichts der Teilschritte für das Forschungsvorhaben als sinnvoll bewertet. Die Phasen werden iterativ und flexibel durchgeführt, sodass mögliche Anpassungen bei gleichzeitiger Sicherstellung der umfassenden Literaturrecherche vorgenommen werden. Das Framework von Levac, Colquhoun und O'Brien (2010) sowie von Peters et al. (2017) ist in der Literatur nur eingeschränkt verfügbar, sodass das Framework von Arksey und O'Malley (2005) für dieses Forschungsvorhaben als vergleichsweise etabliertes Instrument bewertet wird.

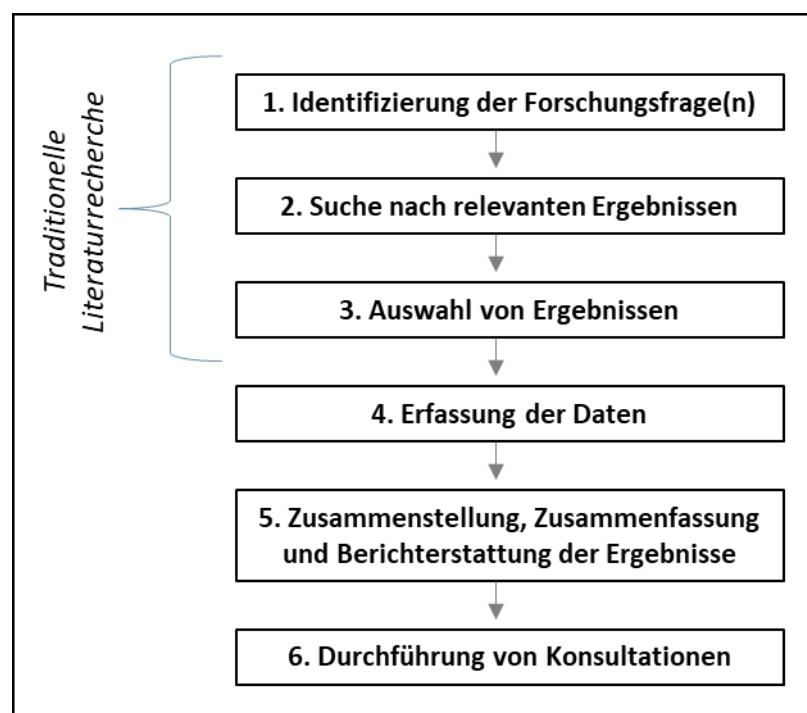


Abbildung 20: Phasen des Scoping Reviews (eigene Darstellung, angelehnt an Mahani & Leslie, 2018).

Mit Hilfe der sechs Phasen des Frameworks von Arksey und O'Malley (2005) können Evidenzlücken, die für die Praxis relevant sind, aufgezeigt werden. Durch die Darstellung der Art von Evidenz (quantitativ oder qualitativ) der verfügbaren Ergebnisse sowie durch die Kartierung dieser, können Schlüsselkonzepte eines Forschungsbereichs abgebildet werden. Die Ausführung der einzelnen Phasen wird nachfolgend in diesem Kapitel sowie in Kapitel 4.1.4.1 ausgeführt.

Zur Beantwortung von UF4 in der vierten Phase des PEPs wird eine traditionelle Literaturrecherche im Rahmen des Scoping Reviews durchgeführt. Da im Rahmen der Beantwortung von UF4 ein Überblick über ein Themengebiet gegeben werden soll, wird die Methode der traditionellen Literaturrecherche im Rahmen des Scoping Reviews als geeignet bewertet. Arksey und O'Malley (2005) heben hervor, dass die Vorgehensweisen eines Scoping Reviews und die damit verbundene traditionelle Literaturrecherche eine nachvollziehbare Methodik sei. Für die Bewertung der Gewichtung einzelner Parameter im Rahmen der Verkehrssicherheit (vgl. UF4, Kapitel 2.5) wird diese Methode als geeignet empfunden. Die Durchführung der traditionellen Literaturrecherche dient der Präzisierung bzw. Beantwortung von Forschungsfragen, indem ein allgemeiner Überblick über das Forschungsthema gewonnen wird.

Das Vorgehen der traditionellen Literaturrecherche bezieht sich auf die ersten drei Schritte des oben beschriebenen Prozesses zum Scoping Review. Hierzu gehört

(1) die Identifizierung der Forschungsfrage(n), (2) die Suche nach relevanten Ergebnissen sowie (3) die Auswahl von Ergebnissen (vgl. Abbildung 20). Diese Schritte werden im Folgenden näher erläutert. Die Schritte 4-6 werden im Zuge der Ergebnisauswertung näher beschrieben (vgl. Kapitel 4.1.4.1).

1. Identifizierung der Forschungsfrage(n)

Scoping-Reviews versuchen die Breite der Evidenz zusammenzufassen. Die Auswahl einzelner Untersuchungsbereiche erleichtert dabei die Ausrichtung und Fokussierung (Levac et al., 2010). Die übergreifende Forschungsfrage für die Bestimmung der Gewichtung der Parameter für die Entwicklung der VR-Anwendung lautet:

*UF4: Welche Einflussfaktoren sollten für die Entwicklung einer VR-Anwendung zum Training des Straßenüberquerens für Senior*innen berücksichtigt werden?*

Dabei ist davon auszugehen, dass einzelne Parameter eine größere Einflussgröße haben als andere.

2. Suche nach relevanten Studien

Laut Arksey und O'Malley (2005) entspricht eine breit angelegte Suchstrategie der Vollständigkeit im Sinne des Scoping Reviews. Für die Recherche werden Suchterms in deutscher und englischer Sprache in unterschiedlichen Kombinationen genutzt (s. Anhang B, Tab. 64, S. 11). Zur Präzisierung des Themas werden anhand einer Wortlisten-Tabelle Synonyme sowie Ober-, Unter- und verwandte Begriffe verwendet.

Folgende Suchterms wurden bei der Recherche in englischer Sprache zu UF 4 verwendet:

Road traffic, car traffic, through traffic, traffic, transportation, mobility, vehicles, transport, pedestrians, passenger car(s), crossing aid, road crossing, crossing facility, (pedestrian) traffic light (s), zebra crossing, pedestrian crossing, traffic island, traffic light male, traffic light female, traffic lanes, Lane(s), lane width, road, single lane, two lane, three lane, taxi/bus lane, cycle

lane, federal roads, country road, play road, motorway, time of day, time interval, duration, early morning, morning, morning hour(s), brightness, day, twilight, afternoon, darkness, night, evening, evening hour(s), lighting, lighting conditions, traffic volume, vehicle throughput per time period, traffic density/ volume/ quantity, number of cars/ traffic elements, road used, safety traffic flow, speed, cycle, rapidity, maximum speed, hurry, hasty, hectic, electromobility, E-mobility, electric drive, electric propulsion, mobility, E-car, renewable energies, traffic change(s), vehicle(s), cyclist(s), bicycle, bike, biker, pedal, E-scooter, difficulty level/ degree/ scale, difficult(y), challenge, difficult task, assignment of difficulties/ different requirements, level, problem, senior(s), elderly, old, old man/ men, old woman/ women, old(er) people/ person(s), old age, ageing, gerontology, geriatrics, best ager, silver ager und generation 70 plus.

Der Vorgang unterscheidet sich von dem des Rechercheprozesses der vorangegangenen systematischen Literaturrecherche zu den Unterfragen 1-3 für die Entwicklung des (vorläufigen) Gütekriterienkernsets und orientiert sich an dem Skript der Universitäts- und Landesbibliothek Münster (2017). Folgende Datenbanken werden bei der Recherche genutzt: Pubmed, ZB MED, Transportation Research Information Database, Forschungsinformationssystem für Mobilität und Verkehr des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Zeitschrift für Verkehrssicherheit (ZVS) sowie die Datenbanken der Zentralbibliothek der Deutschen Sporthochschule Köln und die Datenbanken der Bibliothek der HS Gesundheit.

3. Auswahl von Ergebnissen

In diesem Schritt werden inhaltliche und formale Ein- sowie Ausschlusskriterien definiert. Die Ein- und Ausschlusskriterien basieren auf der Fragestellung. Zu den Einschlusskriterien zählen Paper bzw. Dokumente, die einzelne der Kernbegriffe näher beschreiben. Zudem wurden veröffentlichte oder unveröffentlichte Primärstudien (quantitative, qualitative oder methodengemischte Studien), Dissertationen, Konferenzbeiträge sowie theoretische Diskussionen berücksichtigt. Zudem wird Literatur ab dem Jahr 2000 eingeschlossen.

Zu den Ausschlusskriterien zählen Literaturergebnisse, die nicht in deutscher oder englischer Sprache vorhanden sind und vor dem Jahr 2000 verfasst wurden. Zudem werden Publikationstypen wie Buchbesprechungen, Einleitungen, Vorworte, Kommentare, Stellungnahmen und Briefe ausgeschlossen.

Die Ein- und Ausschlusskriterien bilden die Grundlage für die Sichtung der Titel bzw. Abstracts und die anschließende Sichtung der Volltexte.

3.4 Framework Analyse

Dieses Kapitel behandelt die qualitative Forschungsmethode der Framework Analyse in Anbetracht weiterer qualitativer Auswertungsmethoden. Die Inhalte adressieren vordergründig die Lesehandlung „Gütekriterienkernsetentwicklung“.

Die Möglichkeiten qualitativer Auswertungsmethoden sind vielfältig. Die Entscheidung der geeigneten qualitativen Auswertungsmethode für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets basiert auf einem Methodenvergleich sozialwissenschaftlicher Textanalysemethoden bzw. qualitativer Inhaltsanalysen. Für die Entwicklung eines ersten Konstruktes des Gütekriterienkernsets, das auf der SLR zu UF1 beruht, wird eine geeignete qualitative Methode benötigt.

Tabelle 7: Methodenvergleich sozialwissenschaftlicher Textanalysemethoden bzw. qualitativer Inhaltsanalysen.

Qualitativer Forschungsansatz	Quelle	Durchführungsprinzipien	Auswahlbedingung
Framework Analyse (NatCen, 1980)	Dunger & Schnell, 2018	- Strukturierte Organisation der Daten - Analyse der Daten im Framework - Systematisches Vorgehen in sechs aufeinanderfolgenden Schritten	- Erreichen einer großen Transparenz der Auswertung sowie eine hohe Validität der Ergebnisse qualitativer Studien - Bedeutungsvoll für angewandte bzw. gesundheitspolitische Studien - Starke Verankerung in Originaldaten - Thematisch orientierte Fragestellungen - Fragestellungen mit bewertenden bzw. klassifizierenden Schwerpunkt - Kontrastierende, typisierende Fragestellungen - Erstellung eines Kategoriensystems
Qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2016)	Kohlbrunn & Scheytt, 2020	- Auswertungsverfahren zur systematischen und regelgeleiteten Analyse - Kriterienbasiertes oder theoretisches Sampling - Deduktiver oder induktiver Codierprozess	
Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2000)	Kötter & Kohlbrunn, 2020	- Systematisches Erschließen von Textmaterial - Qualitative Interpretation der Daten; ggf. quantifizierende Auswertungsverfahren - Deduktives oder induktives Vorgehen - Drei zentrale Grundformen zur Analyse des Textmaterials: Zusammenfassung, Explikation, Strukturierung	- Regelgeleitete Analyse kommunikativer Inhalte bzw. Dokumente - Grenze der Beantwortbarkeit bei Fragestellungen mit quantitativen Fokus oder bei der Erarbeitung einer Fallstruktur in der Tiefe - Theoriebezug
Rahmenanalyse nach Erving Goffman (1974)	Block, A. (2011); Dunger, C. (2019)	- Rahmenanalyse als Grundlage zur Errichtung weiterer, passender Methodenteile - Bildung von Frames, die als Interpretationsschema dienen - Kategorisierung von Alltagserfahrungen (soz. Ereignisse)	- Rekonstruktive Sozialforschung: Rekonstruktion von Sinn - Verstehen von Gesellschaftsereignissen und Analyse einzelner Aspekte zur Alltagsgeschnehnissen - Entwicklung einzelner Deutungss bzw. Haltungsschemata (Rahmen)
Dokumentarische Methode nach Garfinkel (1967)	Asbrand, B. (2011)	- Methode zur Interpretation von Handlungen und Beobachtungen im Alltag - Schaffung einer gemeinsamen Ordnung im Alltag - Formulierende und reflektierende Interpretation	- Rekonstruktive respektive Sozialforschung - Rekonstruktion kollektiver bzw. Milieuspezifischer Ausrichtungen - Intersubjektivität als Basis für die Bildung von Sozialität und Indexikalität in der Alltagskommunikation
Qualitative Inhaltsanalyse nach Gläser & Laudel (2004)	Pehl, T. (2021)	- Bildung von Kausalketten durch Extraktionen - Deduktive bzw. a-priori Kategorien - Generierung von Tabellen für eine fallsbasierte Auswertung	- Verknüpfung von Expert*inneninterviews und qual. Inhaltsanalysen - Falbeschreibungen z.B. einzelne Personengruppen - Auswertungsmöglichkeit: Große Offenheit, „Vielzahl von Tabellen“

In *Tabelle 7* werden ausgewählte Ansätze sozialwissenschaftlicher Textanalysemethoden bzw. qualitativer Inhaltsanalysen kurz erläutert. Anschließend wird die qualitative Auswertungsmethode, auf der die Entwicklung des Gütekriterienkernsets beruht, begründet und ausgeführt.

Der Methodenvergleich zeigt eine große Variabilität der sozialwissenschaftlichen Textanalysemethoden bzw. qualitativen Inhaltsanalysen. Für das Vorhaben wird die Framework Analyse als geeignetste qualitative Auswertungsmethode empfunden. Die Durchführungsprinzipien sowie Auswahlbedingungen der Framework Analyse entsprechen, im Vergleich zu den anderen aufgeführten qualitativen Forschungsansätzen, den für das Vorgehen angemessenen Voraussetzungen am besten. Die Framework Analyse ist eine Datenauswertungsmethode, die eine stark systematisierte Herangehensweise umfasst und epistemologisch pragmatisch geprägt ist (Dunger & Schnell, 2018). In den 1980er Jahren entwickelte das britische National Center für Social Research (NatCen) diese Methode mit dem Ziel, größtmögliche Transparenz in Auswertungsprozessen qualitativer Forschung zu erreichen sowie eine hohe Validität qualitativer Ergebnisse zu gewährleisten. Pope, Ziebland und Mays (2000) beschreiben, dass insbesondere bei angewandten bzw. gesundheitspolitischen qualitativen Studien bzw. deren Nutzer*innen diese Aspekte bedeutsam sind. Lamnek fügt hinzu: „Die strukturierte Organisation der Daten sowie deren Analyse im Framework setzen an der angestrebten Nachvollziehbarkeit an und begegnen damit einer oft formulierten Kritik an qualitativer Forschung“ (Lamnek, 2005, S. 27). Die Framework Analyse wird zunehmend in qualitativen Studien sowie in triangulierten bzw. Mixed Methods Studiendesign aufgrund ihrer guten Anwendbarkeit verwendet. Ihre Systematik ist teilweise vergleichbar mit der Methodologie der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz bzw. nach Mayring. Jedoch bleibt die Framework Analyse stärker in den Originaldaten verankert. Dieser Aspekt wird als relevant für das Forschungsvorhaben bewertet. Dunger und Schnell (2018) beschreiben, dass die Framework Analyse begrifflich der Rahmenanalyse nach Goffmann ähnelt. Die Datenorganisation und -analyse ist bei beiden Vorgehensweisen gut strukturiert, Goffmann bezieht sich jedoch zunehmend auf die Analyse von Alltagsgeschehnissen (Dunger, 2019). Die Framework Analyse findet auf verschriftlichen Daten Anwendung. Dunger und Schell (2018) beschreiben, dass dieses Vorgehen bspw. in Form von Transkripten von Interviews, Beobachtungen oder Gruppendiskussionen genutzt wird. Laut Dunger und Schell (2018) verweisen verschiedene Autor*innen darauf, dass die Methodik der Framework Analyse irreführend aufgefasst werden kann, da sie nicht nur auf einzelne bestimmte Vorgehen angewendet, sondern als allgemeines Instrument für die Datenanalyse angesehen werden kann. Für das Vorhaben wird die Framework Analyse somit als geeignet empfunden. Die Entscheidungen zur Kategorienfindung und deren (vorübergehenden) Unterkategorienfindung sind entscheidende und zentrale Schritte im qualitativen Forschungsprozess, die aus den Originaldaten sowie dem Forschungskontext begründet werden müssen. Dies gilt ebenso

für die Verknüpfung der Kategorien untereinander. Die Framework Analyse stellt zwei Schritte zur Findung der Kategorien heraus, die im ersten Schritt die Themenmatrix (a) und im zweiten Schritt das Framework (b) beinhalten (vgl. Dunger & Schell, 2018).

a) Die Themenmatrix

Die Kategorienfindung sollte offen, aber zugleich dicht an den Originaldaten erfolgen. Zu Auswertungsbeginn ist diese richtungsweisend, eine hohe Transparenz und Nachvollziehbarkeit sollte gewährleistet sein. In diesem Schritt ist es zulässig, dass mehr Kategorien entstehen, als in der endgültigen Version, in der die thematischen Charts gebildet werden. Im Entwicklungsprozess werden die übergeordneten Kategorien angepasst, zugeordnet bzw. reduziert.

b) Das Framework

Für die Erstellung einer ersten thematischen Charts stellen die Vertrautheit mit den Daten und die Klarheit über eine grundlegende Zuordnung der Kategorien eine Voraussetzung für den weiteren Prozess dar. Die Kategorien sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht endgültig festgelegt, ihre Struktur sollte jedoch nur noch wenigen Änderungen unterzogen werden. Die Rückkopplung an eine Peergroup sowie die Reflexion hierzu stellen eine große Relevanz in diesem Prozessschritt dar. Bis zur Erstellung des finalen Frameworks ist es grundsätzlich zulässig, dass festgelegte Themen bzw. Kategorien geändert, hinzugefügt, zusammengelegt oder reduziert bzw. gelöscht werden, sofern eine Begründung hierfür erfolgt, die aus den Daten hervorgeht.

Folglich wird die Vorgehensweise der Framework Analyse näher ausgeführt:

Ritchie und Lewis (2005) beschreiben, dass die Framework Analyse auf verschriftliche Daten anwendbar ist. Beispiele können hierfür Transkripte von Interviews, Workshops, Gruppendiskussionen oder Beobachtungen sein. Bei der Framework Analyse werden sechs Teilschritte durchlaufen, die wie folgt aussehen (vgl. Ritchie & Lewis, 2005):

1. Vertraut machen (engl.: familiarisation)

In diesem Teilschritt geht es darum, die Daten umfassend kennenzulernen. Das Vertraut machen ist ein Merkmal von fast allen qualitativen Ansätzen und wird oft als ein Prozess des „Eintauchens“ beschrieben (Parkinson, Eatough, Holmes, Stapley & Midgley, 2016). Ziel ist es, ein ganzheitliches Gefühl für die Thematik zu bekommen. Hierzu ist es nicht notwendig das gesamte Material durchzusehen, da dies in den späteren Phasen des Datenanalyseprozesses geschieht. Dies erweist sich als Vorteil, wenn der Datensatz umfassend ist. Schlüsselideen und wiederkehrende Themen werden in diesem Schritt aufgelistet (Pope, Ziebland & Mays, 2000).

2. Identifizieren wiederkehrender und wichtiger Themen (engl.: identify recurring and important themes)

Das Ziel dieser Phase ist es, die Daten sinnvoll zu organisieren, um diese in der abschließenden Kategorisierungs- und Interpretationsphase untersuchen zu können (Parkinson et al., 2016). Hierbei können erste Rahmenkategorien gebildet werden, die sich an der Forschungsfrage orientieren. Daten, die für die Beantwortung der Forschungsfrage relevant sein könnten, werden berücksichtigt und aufgenommen. Aus der thematischen Analyse bildet sich ein theoretischer Rahmen (vgl. Ward, Furber, Tierney, & Swallow, 2013), der als erste Struktur für die nächsten Schritte der Framework Analyse dient. Das Endprodukt dieser Phase ist ein detaillierter Index der Daten, der die Daten in überschaubare Abschnitte für die spätere Suche und Erforschung einteilt (Pope et al., 2000).

3. Indexieren (engl.: indexing)

Das Indexieren zielt darauf ab, den Datensatz überschaubarer darzustellen. Die zuvor identifizierten Inhalte, die in Form von Codes deklariert wurden, werden systematisch strukturiert (Parkinson et al., 2016). Das Indexieren umfasst somit die systematische Anwendung von Codes auf den gesamten Datensatz. Die Indexierung ist die systematische Anwendung des thematischen Rahmens auf alle Daten in Textform. Einzelne Textpassagen können oft eine große Anzahl von verschiedenen Themen umfassen (Pope, Ziebland & Mays, 2000).

4. Strukturierte Darstellung/ Entwicklung der Charts (engl.: charting)

Das Ziel dieses Teilschrittes ist es, die Daten in ein „handlicheres Format“ zu bringen, um Erleichterung der Datenanalyse in der nächsten Phase zu schaffen (Parkinson et al., 2016). Hierzu zählt die Zusammenfassung der indexierten Daten für jede Kategorie und die Organisation in Form von Tabellen. Dieser Schritt zeigt eine transparente Gestaltung der Zusammenführung von einzelnen Inhalten auf, die Codes werden geclustert und bieten die Grundlage für die Analyse. Dieser Schritt beinhaltet ein beträchtliches Maß an Abstraktion und Synthese (Pope et al., 2000).

5. Analyse (engl.: analysing)

Neben der Datenverwaltung ist das Verstehen der Daten ein wesentliches Ziel der Framework Analyse. Laut Parkinson et al. (2016) ist die Analyse ein Prozess, indem die wichtigsten Charakteristika der Daten zusammengeführt werden, um sie als Ganzes abbilden zu können. Sie dient als Grundlage für die Interpretation. Die Analyse umfasst die einheitliche Beschreibung und Darstellung von Daten, die Erstellung von Typologien, die Herstellung von Beziehungen und die Entwicklung von „bottom-up“-Erklärungen.

6. Interpretation (engl.: interpretation)

Die Interpretation ist der finale Teilschritt der Framework Analyse. Sie beinhaltet das Identifizieren von Mustern sowie die Sinngebung der Daten im Hinblick auf die Forschungsfrage. Die

Interpretation kann eine unterschiedliche Form annehmen, indem die Ergebnisse bspw. in einer visuellen oder narrativen Präsentation geteilt werden (Parkinson et al., 2016). Laut den Autor*innen wird dieser Schritt in der Regel als größte Herausforderung angesehen. Forscher*innen werden dabei dazu angehalten, die Daten nicht mechanistisch zu untersuchen, sondern bei der Interpretation eine intuitive und phantasievolle Haltung einzunehmen. Die Ergebnisse einer intersubjektiven Bedeutungsbildung durch Imagination, Interpretation und konzeptionellen Input bilden die Resultate dieses Interpretationsschrittes.

Der Prozess der Interpretation wird von den ursprünglichen Forschungszielen sowie von den Themen, die sich aus den Daten ergeben haben, bestimmt (Pope et al., 2000).

Die Framework Analyse dient der Entwicklung einer ersten Basisstruktur des Gütekriterienkernsets ($V1_{\text{draft}}$), das aus den Ergebnissen der SLR zu UF1 resultiert. Die Durchführung der Framework Analyse umfasst die zuvor beschriebenen Arbeitsschritte, die in Kapitel 4.1.1.2 näher ausgeführt werden.

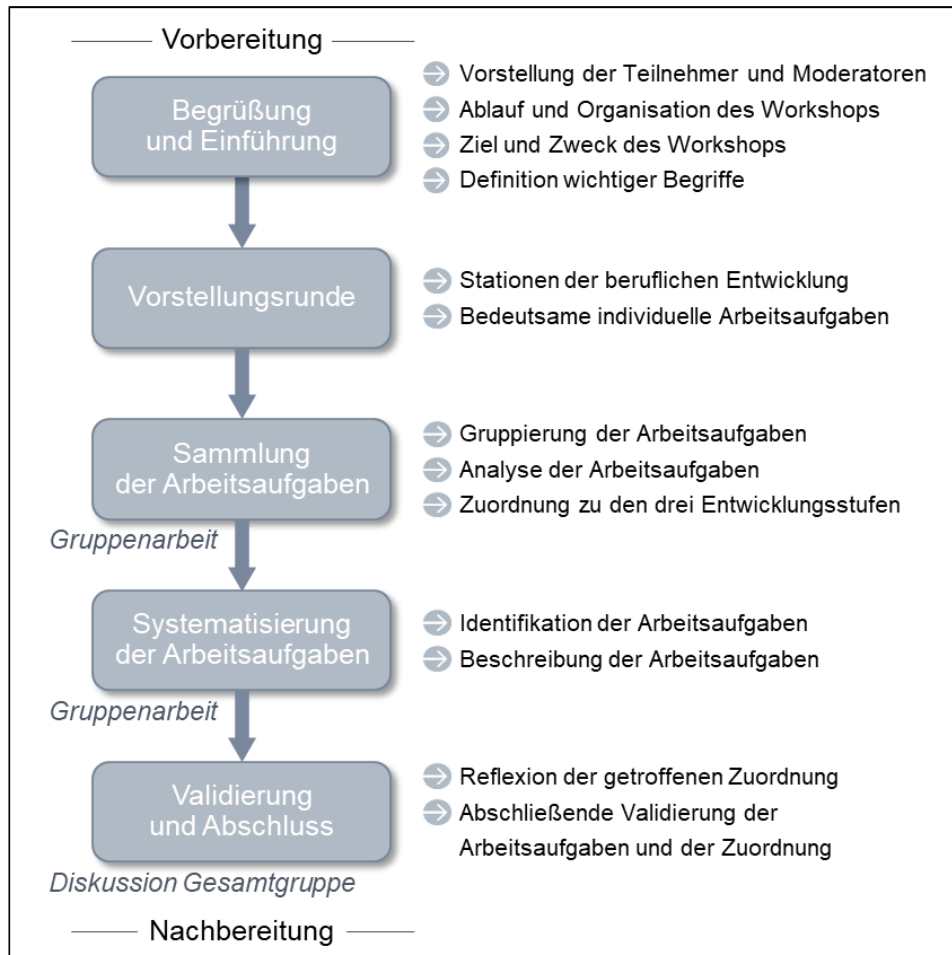
3.5 Methodische Grundlagen zur Workshopdurchführung

In diesem Kapitel wird auf das methodische Vorgehen durch Einbinden verschiedener Expert*innengruppen anhand von Workshops näher eingegangen, das im Rahmen des partizipativen Forschungsansatzes als relevant empfunden wird. Die Beschreibung der Methodik adressiert in erster Instanz die Lesehandlung „Gütekriterienkernsetentwicklung“.

Die Durchführung von Workshops ermöglicht die Bearbeitung eines Themenfeldes aus unterschiedlichen Perspektiven. Durch die Fokussierung auf ein Thema können Erkenntnisse aus diversen Blickwinkeln der verschiedenen Personen eingebunden werden (Bauer, 2008). Durch die kooperative und moderierte Arbeitsweise kann das gemeinsame Ziel systematisch erarbeitet werden. Für das Forschungsvorhaben wird diese Methode als geeignet empfunden. Die zuvor im Rechercheprozess erarbeiteten Ergebnisse können anhand einer Fremdrelexion durch Expert*innen sowie Anwender*innen bewertet, bearbeitet bzw. ergänzt werden. Im Folgenden wird auf die methodischen Grundlagen zur Workshopdurchführung näher eingegangen, gefolgt von den Ausführungen der einzelnen Workshops.

Die im vorherigen Kapitel beschriebenen qualitativen Forschungsmethoden (vgl. Kapitel 3.3 und 3.4), die eine Analyse der systemtheoretischen Literatur umfassen, werden mit der Durchführung von Expert*innenworkshops in unterschiedlichen PDCA-Zyklen ergänzt. Die Expert*innenworkshops werden im Rahmen der qualitativen Forschungsmethodik angewendet und beinhalten die schrittweise, gezielte Bearbeitung zur Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen. Dabei bauen die Ergebnisse der Workshops auf den zuvor in der Literatur identifizierten Erkenntnissen auf, sodass die Inhalte des Gütekri-

terienkernset bewertet und zunehmend konkretisiert werden. Die Methodik zur Workshopdurchführung orientiert sich dabei an dem Leitfaden von Bauer (2008), der den Ablauf und die Methodik detailliert beschreibt. Hierfür teilt der Autor verschiedene Phasen für den Ablauf eines Expert*innenworkshop ein, die in *Abbildung 21* ersichtlich werden.



*Abbildung 21: Methodik Expert*innenworkshop (eigene Darstellung, angelehnt an Bauer, 2008).*

Im Folgenden wird auf die Phase der Vorbereitung sowie Nachbereitung näher eingegangen: Für die Vorbereitungsphase sollten diverse Aspekte berücksichtigt werden. Bauer (2008) beschreibt, dass die Durchführung von Expert*innenworkshops sorgfältig geplant werden muss. In der Vorbereitungsphase muss das zu untersuchende Handlungsfeld eindeutig definiert werden. Zudem sollten klare Zielstellungen für den Workshop formuliert sowie ein*e Moderator*in bestimmt werden. Bauer (2008) empfiehlt, dass der bzw. die Moderator*in den gesamten Prozess des Workshops einschließlich der Einladungen und Auswahl der Teilnehmer*innen, der räumlichen Organisation sowie Anpassungen des Ablaufs begleitet. Die Einladung und Auswahl der Teilnehmer*innen sollten Auswahlkriterien erfüllen, damit eine zielgerichtete Bearbeitung des Handlungsfeldes erfolgen kann (Bauer, 2008). Der Autor beschreibt eine optimale Teilnehmer*innenanzahl von 8-16 Expert*innen. Der Autor ergänzt, dass bei sehr komplexen Handlungsfeldern die Durchführung mehrerer Workshops erfolgen sollte.

In dem Forschungsvorhaben wird die Vorbereitungsphase mit einem zeitlichen Abstand von jeweils sieben bis acht Wochen zum jeweiligen Workshopbeginn angegangen. Das zu untersuchende Handlungsfeld wird eindeutig definiert und vorbereitet. Zielstellungen sowie Leitfragen werden ebenfalls festgesetzt. Die Moderation erfolgt aufgrund der Gesamtabdeckung des Forschungsvorhabens durch eine Person. Die Auswahlkriterien der Expert*innen orientieren sich je nach Stand des Forschungsvorhabens und dem damit verbundenen inhaltlichen Schwerpunkt des Workshops. Im Rahmen der Vorstufen der Partizipation werden Expert*innen inkludiert, die den Prozess mit unterschiedlichen Erkenntnissen mitgestalten, sodass von einer multidisziplinären bzw. multiperspektivischen Vorgehensweise ausgegangen werden kann. Dabei erfolgt eine zunehmende Partizipation der einzelnen Workshops. Die Auswahl der einzelnen Expert*innen erfüllen Auswahlkriterien, wie die Einschätzung, dass die Personen aufgrund von Erfahrungswerten das Konstrukt des Gütekriterienkernset mitgestalten können. Zudem wird die Inter- bzw. Transdisziplinarität berücksichtigt, sodass unterschiedliche Erkenntnisse Anwendung finden und diskutiert werden können. Defila und Di Giulio (2014) sehen einen großen Mehrwert in der Durchführung inter- bzw. transdisziplinärer Workshops, da sie zur Vertiefung einzelner Inhalte beitragen können. In dem Forschungsvorhaben bzw. jeweiligen Phasen der Workshops wird die von Bauer (2008) optimale Anzahl an Workshopteilnehmer*innen mit mindestens $n=8$ und maximal $n=16$ berücksichtigt. Da das Handlungsfeld der Entwicklung eines Gütekriterienkernset für senior*innengerechte VR-Anwendungen als komplex eingestuft wird, wird Bauers Empfehlung nachgegangen und die Durchführung mehrerer Workshops geplant.

Die Auswertungsphase nach Ende des Workshops umfasst die Hauptaufgabe der Auswertung der Ergebnisse. Ziel ist die Entwicklung einer nachvollziehbaren und inhaltlich gehaltvollen Ergebnisdarstellung. Bauer (2008) schlägt vor die Ergebnisse in tabellarischer Form zu sortieren, um charakteristische Ergebnisse und übrige Teilergebnisse identifizieren zu können. Die in der Diskussion ergänzenden Kommentare sollten protokolliert werden, sodass diese bei der Ergebnisauswertung Berücksichtigung finden können. Der Vergleich der Ergebnisse unterliegt einem Abstraktionsprozess der einzelnen Beiträge. Bei der anschließenden Interpretation der Ergebnisse werden entsprechende Erkenntnisse miteinbezogen. Bauer (2008) ergänzt, dass bei der Durchführung mehrerer Workshops die einzelnen Inhalte miteinander verglichen, zugeordnet und bewertet werden müssen. Im Anschluss an die Auswertung erfolgt die Präsentation und Validierung der Ergebnisse.

Der Auswertungsprozess erfolgt unmittelbar nach dem jeweiligen Workshop, um durch die Präsenz der Inhalte eine hohe Ergebnisqualität erzielen zu können. Die Ergebnisse werden in den einzelnen übergeordneten Kategorien in eine tabellarische Form überführt. Für den Prozess der Auswertung führt Bauer (2008) fünf Auswertungsschritte auf, die für das Forschungsvorhaben modifiziert wurden:

1. *Das Screenen und Verstehen einzelner Beispiele aus dem Workshop.*
2. *Das Identifizieren von relevanten Ergebnissen.*
3. *Das Clustern der Expert*innenergebnisse zu charakteristischen Inhalten.*
4. *Das Formulieren der Ergebnisse anhand einer ausführlichen Beschreibung.*
5. *Die Finalisierung und der Abschluss der Bearbeitung des Handlungsfeldes.*

Die in der Diskussion ergänzenden Kommentare werden anhand der Protokollierung in der Auswertung berücksichtigt. Die Finalisierung gilt als Grundlage für den anstehenden Optimierungsprozess im Rahmen des PDCA-Zyklus.

Die empirische Forschung umfasst grundsätzlich die systematische Erfassung und Interpretation von Sachverhalten, die es zu prüfen gilt (Heinzmann, 2008). Dabei bedeutet „empirisch“ die Überprüfung theoretischer Annahmen in der Wirklichkeit. „Systematisch“ meint, dass dies bestimmten Regeln obliegt. Die Unterscheidung von Primär- und Sekundärforschung umfasst die Systematisierung (Heinzmann, 2008). Primärforschung beinhaltet die Generierung originaler Daten, während Sekundärforschung die Aufbereitung, Analyse sowie Auswertung bereits vorhandener Daten beschreibt. In der vorliegenden Arbeit finden beide Methoden Anwendung. Die Sammlung von Sekundärmaterial erfolgt für die Entwicklung einer ersten Struktur des Gütekriterienkernsets sowie für die Spezifikation einzelner Themenbereiche im Entwicklungsprozess. Die in der sekundären Datenerhebung gewonnenen Ergebnisse werden durch primäre Datenquellen ergänzt und vervollständigt. Durch die Methode der Expert*innenworkshops werden Primärdaten entwickelt sowie die aus den Übersichtsarbeiten ermittelten Sekundärdaten bearbeitet.

Der kumulative Einbezug von beteiligten Personen, die Erkenntnisse zu Gestaltungs- bzw. Entwicklungsempfehlungen für senior*innengerechte VR-Anwendungen beitragen, obliegt einem zunehmenden partizipativen Prozess. Im Laufe der einzelnen PDCA-Zyklen bzw. des iterativen Vorgehens werden die Ergebnisse durch eine stetige Zunahme spezifischer Impulse angepasst.

Wie bereits in Kapitel 2.3 erläutert, beinhaltet der Partizipationsprozess eine Mitbestimmung durch Mitdenken, Mitreden, Mitentscheiden, Mitgestalten und Mitverantworten der Teilnehmer*innen. All die zuvor erläuterten partizipativen Techniken finden in den angewandten Workshops Berücksichtigung. Zudem erfolgt eine Zunahme der Einbindung der Senior*innen selbst: Während im ersten PDCA-Zyklus anhand allgemeiner Literaturergebnisse eine geringfügige Berücksichtigung der Zielgruppe Senior*innen erfolgt, wird im zweiten PDCA-Zyklus durch Einbezug der VR-Entwicklungsexpert*innen sowie durch die Beantwortung von UF2 auf die Bedarfe und Ergebnisse der Zielgruppe eingegangen.

Im dritten PDCA-Zyklus werden die Erfahrungswerte von Anwendungsexpert*innen eingebunden. Diese teilen ihre Erfahrungswerte mit VR im Zusammenhang mit Senior*innen. Anhand von Fremdreflexion werden die Kriterien weiterbearbeitet. Zudem wird die in diesem Zyklus

verwendete UF3 beantwortet, die auf die Beschaffenheit von VR-Technologien im Hinblick auf die Lebensqualität sowie Akzeptanz eingeht.

Im vierten PDCA-Zyklus ist im Rahmen der Anwender*innenproduktion anhand der Durchführung der VR-Anwendung mit den Senior*innen bzw. den anschließenden Workshop mit diesen das höchste Maß an Partizipation im Forschungsvorhaben erreicht. Die Senior*innen werden direkt in den Partizipationsprozess eingebunden, indem neben der Mitbestimmung im Prozess die Übertragung der Entscheidungsmacht erfolgt. Die Senior*innen wirken als wesentlicher Treiber bei der Ergebniserzeugung des finalisierten Gütekriterienkernsets mit. *Abbildung 22* verdeutlicht die jeweiligen Phasen des Partizipationsprozesses durch die Integration in den PEP.

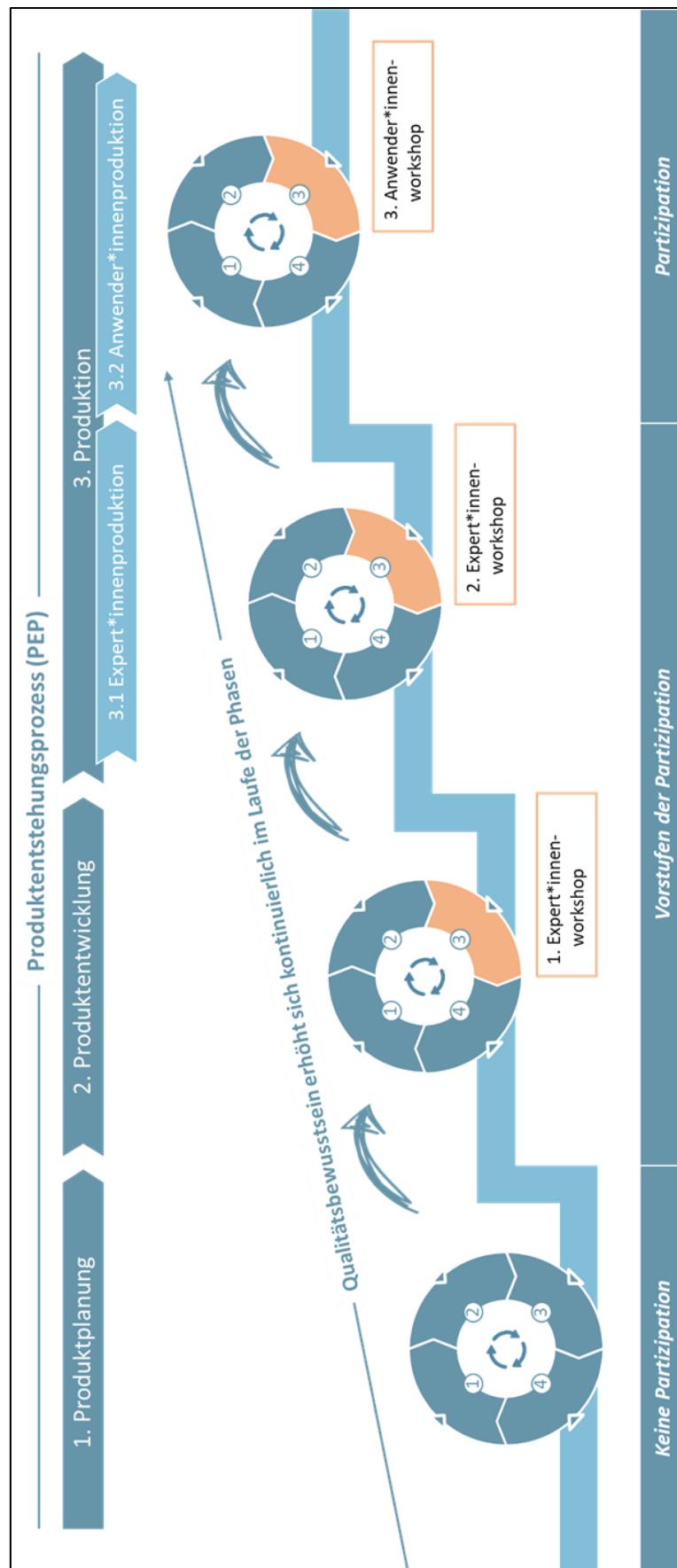


Abbildung 22: Schematische Darstellung der Partizipationsstufen im PEP (eigene Darstellung).

3.5.1 Durchführung des ersten Expert*innenworkshops

Für die Bewertung der bisher aus der Literatur abgeleiteten Ergebnisse wird ein Expert*innenworkshop durchgeführt, um das theoretische Konstrukt in seiner Gültigkeit zu überprüfen und mit Erkenntnissen aus der Praxis zu bereichern bzw. anzupassen. Der Experten*innenworkshop mit Personen aus dem Bereich VR-Entwicklung hat am 09. Juni 2021 in einem zweistündigen Zeitfenster online per Videokonferenz stattgefunden. Insgesamt haben elf Expert*innen an dem Workshop teilgenommen (vgl. Tabelle 8) sowie eine weitere Person, die die Inhalte des Workshops protokolliert hat. Die Rekrutierung der Expert*innen erfolgte per E-Mail, die an verschiedene Kontakte bzw. Einrichtungen aus dem Bereich Forschung und Entwicklung von VR-Anwendungen mit Gesundheitsbezug adressiert wurden. Zu den Adressaten zählt das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik (ISST) mit dem Geschäftsfeld Gesundheitswesen, das Multimedia Communications Lab der Technischen Universität Darmstadt, die Entertainment Computing Group der Universität Duisburg-Essen sowie die VR-Anwendungsentwicklungsfirma vobe GbR sowie das „Mixed Reality and Visualization“ (MIREVI), das Part des Fachbereichs Medien der Hochschule Düsseldorf ist. Folgende Personen haben an dem Expert*innenworkshop teilgenommen:

Tabelle 8: Teilnehmer*innen des ersten Expert*innenworkshops und ihre Kompetenzprofile.

Expert*in	Einrichtung und Kompetenzen/ Profilbeschreibung
1	Fraunhofer ISST, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Digitalisierung im Gesundheitswesen, Projektstätigkeiten, Unity Entwickler
2	Fraunhofer ISST, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Digitalisierung im Gesundheitswesen, Projektstätigkeiten, Unity Entwickler
3	Fraunhofer ISST, Angewandte Kognitions- und Medienwissenschaften
4	Fraunhofer IML, Informationslogistik & Assistenzsysteme
5	TU Darmstadt, WTT Serious games, Gründungsmitglied RAL-Gütezeichen
6	TU Darmstadt, Multimedia Communications Lab
7	Gluon Studios, Projektmanagement/ Design Principles, Erfahrungen Medizintechnik
8	vobe GbR, VR/ AR-Anwendungsentwickler, ‚Mixed Reality and Visualization‘ (MIREVI) der Hochschule Düsseldorf
9	vobe GbR, VR/ AR-Anwendungsentwickler, MIREVI
10	Fraunhofer ISST, Unity Developer, Angewandte Kognitions- und Medienwissenschaften
11	Department of Media and Computer Science and Entertainment Computing, Universität Duisburg-Essen, Erfahrungen mit VR in untersch. Kontexten

Der Workshop zielte darauf ab, die Ergebnisse aus der Literatur zu den VR-Gütekriterien zu bewerten, weiterentwickeln oder anzupassen. Das erstellte Gütekriterienkernset mit den definierten Gütekriterien zu den allgemeinen Anforderungen sowie zu den spezifischen Kriterien

von Virtual Reality-Anwendungen mit einem Gesundheitsbezug, die aus der Literatur abgeleitet wurden, sollte hinsichtlich a) der Vollständigkeit und b) des Granularitätsniveaus durch die Expert*innen bewertet werden. Den Teilnehmer*innen wurde freigestellt, Änderungen, Anpassungen bzw. Ergänzungen der vorgestellten Ergebnisse vorzunehmen. Dies wurde in schriftlicher, als auch mündlicher Form kommuniziert.

Die Inhalte des erstellten Gütekriterienkernsets basieren auf Ergebnissen der vorangegangenen qualitativen Forschungsmethoden. Um diese Literaturergebnisse mit den Praxiserfahrungen der Expert*innen zu vergleichen, sollen die Erfahrungswerte der Teilnehmer*innen Berücksichtigung finden. Mittels des Workshops soll eine Bewertung bisheriger Ergebnisse erfolgen sowie die Erfahrungen aus der Praxis von VR-Entwicklungsexpert*innen eingebunden werden. Der Aufbau bzw. die Gestaltung des Produktes „Gütekriterienkernset“ kann durch diese Methode erfolgen und deckt die Phase der Produktentwicklung im Rahmen des PEPs ab. Der Workshop dient dem Austausch bzw. der Beratung, indem in einer interdisziplinären Arbeitsgruppe bestehend aus VR-Entwicklungsexpert*innen inhaltlich zu den erzielten Ergebnissen diskutiert werden kann.

Zu Beginn des Workshops fand eine kurze Vorstellungsrunde der Teilnehmer*innen statt und der Hintergrund und die Ziele des Workshops wurden erörtert. Folglich wurde mit dem ersten Brainstorming begonnen. Alle Expert*innen loggten sich mit einem Account auf der Online Kollaborationsplattform Miro (www.miro.com) ein.

Der Workshop umfasste zwei Brainstorming-Sessions, in denen die Teilnehmer*innen interaktiv auf der Online Kollaborationsplattform Miro Inhalte bearbeiten konnten. Die Plattform Miro ist eine Whiteboard-Kollaborationsplattform, die ein asynchrones Arbeiten ermöglicht. Arbeitsabläufe können agil dargestellt und visualisiert werden. Für den Workshop wurde ein Mindmap-Tool genutzt.

Die Expert*innen haben sich mit vorab erstellten Accounts eingeloggt, sodass eine Anonymisierung gegeben war. Die Bearbeitung der Workshopinhalte konnte somit nicht auf die jeweilige Person zurückgeführt werden.

Auf der Plattform wurden zwei digitale Boards angelegt (s. Anhang A, Abb. 52 & Abb. 53, S. 5 & 6), die eine gleichzeitige Interaktion mehrerer Teilnehmer*innen ermöglicht. Die beiden Boards dienten der Bearbeitung der Inhalte und wurden vorab erstellt. Das erste Board beinhaltete die allgemeinen Anforderungen des Gütekriterienkernsets zu VR-Anwendungen mit einem Gesundheitsbezug. Die aus der Literatur abgeleiteten Ergebnisse wurden in eine Mindmap-Struktur übertragen. Hierfür wurden aufgrund des angemessenen Informationsumfangs die übergeordneten Kategorien und einzelne Beispielkriterien dargestellt. Auf die schriftliche Darstellung der Ausführungen zu den Kriterien wurde aufgrund des inhaltlichen Rahmens und einer zu komplexen Darstellungsweise verzichtet, in der Diskussion wurden diese jedoch auf-

gegriffen und erläutert. Die Kriterien, die in den digitalen Boards vorab eingefügt wurden, waren für die Expert*innen unkenntlich, sodass nur die Kategorien mit ein bis zwei Beispielen zu den Kriterien einsehbar waren.

Die Teilnehmer*innen erhielten zunächst einen Einblick in die bereits erarbeiteten Kategorien, die der Framework Analyse entstammen. Jede Kategorie wurde erläutert. Die aufgeführten Beispiele sollten als grobe Orientierung dienen. Um die Erfahrungswerte der VR-Entwicklungsexpert*innen umfassend einbinden zu können, wurde in schriftlicher sowie mündlicher Form darauf hingewiesen, dass die Kategorien nicht festgesetzt sind. Die Teilnehmer*innen wurden darum gebeten, dass sie durch ihren Input die Kategorien ergänzen, abändern oder diesen auch widersprechen können, sofern sie entsprechende Erfahrungswerte einbringen. Auch kann von den jeweiligen Beispielkriterien abgewichen und Ergänzungen vorgenommen werden, die thematisch eine andere Richtung einschlagen. Die Aufgabenstellung für die erste Brainstorming-Session bezog sich auf die „Allgemeinen Kriterien“, umfasste somit den ersten Part des Gütekriterienkernsets und lautete wie folgt:

Ordne den einzelnen Kategorien jeweils mind. 2 Kriterien zu, die für die Entwicklung eines VR-Gütekriterienkernsets elementar sind.

Um ausreichend Input der Teilnehmer*innen zu erlangen, wurde eine Mindestangabe von zwei Kriterien pro Kategorie gefordert. Folgende Leitfragen dienten den Expert*innen für die Bearbeitung und wurden für die anschließende Diskussion noch einmal aufgegriffen:

1. Sind die Kategorien (1.-7.) vollständig?
2. Welche Kategorien fehlen/ sind für VR nicht treffend?
3. Sind die Kriterien in den einzelnen Kategorien umfangreich genug? Fehlen Kriterien/ können Kriterien ausgetauscht werden?

Die Kategorien zu „Allgemeine Kriterien“ umfassten sieben Themen und lauteten wie folgt:

1. Medizinische Qualität, 2. Datenschutz, 3. Informationssicherheit, 4. Technische Qualität, 5. Verbraucherschutz und Fairness, 6. Interoperabilität und 7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation.

Das zweite digitale Board bildete die „spezifischen Kriterien“ für die Entwicklung eines Gütekriterienkernsets ab. Die Inhalte zu dem zweiten Part des Gütekriterienkernsets wurden tabellarisch dargestellt. Die detaillierten Literaturangaben waren für die Teilnehmer*innen zunächst unkenntlich, wurden jedoch für die Diskussion offengelegt. Die Aufgabenstellung der zweiten Brainstorming-Session zielte auf eine Bearbeitung der „Spezifischen Kriterien“ des Gütekriterienkernsets (Part 2) ab und lautete:

Ordne den einzelnen übergeordneten Kriterien jeweils Unteraspekte zu (Umsetzung/ Element & Beschreibung), die für die Entwicklung eines VR-Gütekriterienkernsets elementar sind. Definiere, falls notwendig, weitere Kriterien.

Folgende Einteilung obliegt den relevanten Inhalten des Gütekriterienkernsets zu den spezifischen Kriterien:

1. Grafik/ Qualität, 2. 3D-Charakter, 3. Szenario: Spiel- und Kontrollmechanismen, Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen 4. Szenario: Spiel- und Kontrollmechanismen, Interaktion und 5. Spiel- und Kontrollmechanismen, Navigation.

Auch in dem zweiten Board wurden jeweils ein bis zwei Beispielkriterien pro Kategorie ersichtlich, um richtungsweisend für den Input der Expert*innen zu dienen. Dennoch wurde deutlich gemacht, dass auch ergänzende Erfahrungen als Input aufgenommen werden. Die Protokollierung des Workshops erfolgte in einer Verschriftlichung des Inputs der Expert*innen, der überwiegend aus den Diskussionen resultierte. Somit war es möglich ergänzende Ausführungen zu einzelnen Kriterien vorzunehmen und um diese genauer zu erläutern.

Nach der Durchführung der Brainstorming-Einheiten zu Part 1 und Part 2 des Gütekriterienkernsets mit den Expert*innen erfolgte eine Diskussion mit allen Teilnehmer*innen. Ergebnisse, die zu Unklarheit führten, wurden in ihrem Inhalt kritisch hinterfragt. Die jeweilige Person, die den entsprechenden Inhalt beigesteuert hat, erläuterte und begründete diesen. Die Diskussionsaspekte wurden aufgezeichnet und das Protokoll für die Überarbeitung verwendet.

3.5.2 Durchführung des zweiten Expert*innenworkshops

Der Lösungsentwurf, der aus der systematischen Literaturrecherche zu UF3 resultierte (vgl. V3_{draft}, Anhang D, S. 83 ff.), wurde im Rahmen eines zweiten Workshops überprüft. Der Workshop hat am 22. November 2021 in einem zweistündigen Online-Format per Videokonferenz mit neun VR-Anwendungsexpert*innen stattgefunden. Eine weitere Person hat an dem Workshop für Protokollierungszwecke teilgenommen. Die Rekrutierung der Teilnehmer*innen erfolgte per E-Mail, die an diverse Kontakte bzw. Einrichtungen adressiert wurden. Als Voraussetzungen für die Workshopteilnahme galt, dass die Personen bereits Erfahrungen im Hinblick auf VR und Senior*innen gesammelt hat. Zu den Adressaten zählten VR-Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, die speziell VR für Senior*innen bedienen, (Gesundheits)einrichtungen, in denen VR an Senior*innen erprobt wurde sowie diverse Projekte, in denen VR an bzw. mit Senior*innen wissenschaftlich evaluiert wurde. Die Expert*innen hatten zum Zeitpunkt des Workshops bereits umfassende Erfahrungen im Kontext VR und Senior*innen sammeln können. Folgende Personen haben an dem zweiten Expert*innenworkshop teilgenommen (Tabelle 9):

Tabelle 9: Teilnehmer*innen des zweiten Expert*innenworkshops und ihre Kompetenzprofile.

Expert*in	Einrichtung und Kompetenzen/ Profilbeschreibung
1	Wissenschaftliche*r Mitarbeiter*in, Institut für Arbeit und Technik (IAT), Forschungsschwerpunkt: Gesundheitswirtschaft und Lebensqualität, insb. Technologienutzung und Technikakzeptanzforschung (u.A. auch VR) im Alter
2	VR-Anwendungen für Senior*innen: Magic Horizons GmbH, CEO, Platform, Sales, Head of Content, wissenschaftliche Evaluierungen Einsatz VR (u.A. bei Senior*innen)
3	VR-Anwendungen für Senior*innen: Granny Vision GmbH, Co-Founder & CEO, Inhaltsgestaltung und Kundenbetreuung
4	Institut "Digital" Joanneum Research, Head of Research Team, Forschungsschwerpunkt u.A. VR für ältere Menschen in der Langzeitpflege
5	Wissenschaftliche*r Mitarbeiter*in, Doktorandin, Learning Lab der Universität Duisburg-Essen, Erfahrungen im Kontext VR & Senior*innen zu: Didaktische Gestaltung von Lernumgebungen mit Virtual Reality Technologien, Designprinzipien für VR-Lernanwendungen, Gestaltungsorientierte Mediendidaktik
6	Nachwuchsprofessor*in zu „Digitalisierung im Alter“, Forschungsschwerpunkt: VR in der Altenhilfe; Einsatz von VR bei älteren Menschen, die im Seniorenheim leben
7	Stiftung Digitale Chancen, Digital Mobil im Alter, Digitale Teilhabe für Senior*innen, Erfahrungen im Kontext Technikkompetenzen (u.A. VR) bei Senior*innen
8	Projektmanager*in St. Augustinus Memory-Zentrum, Projekterfahrungen im Umgang von VR bei Senior*innen, Teilhabe an Projektevaluierungen
9	Digitalisierungsbeauftragte*r DRK Herford, Teilhabe und Inklusion durch Technologie: Optimierung des Alltags bei Menschen mit Einschränkungen (u.A. Senior*innen) durch VR

Insgesamt haben n=9 Anwendungsexpert*innen an dem zweiten Workshop teilgenommen, die unterschiedliche Erfahrungswerte im Kontext VR und Senior*innen gesammelt haben. Das Ziel des Workshops war es, die aktuellen Ergebnisse des Gütekriterienkernsets zu bewerten, weiterzuentwickeln bzw. anzupassen. Die VR-Anwendungsexpert*innen wurden in diesem Schritt herangezogen, um im Rahmen eines partizipativen Prozesses die Passung zwischen den bisherigen Ergebnissen mit den Erfahrungswerten durch die Arbeit mit Senior*innen erlangen zu können. Die aktuelle Version sollte in ihrer Fassung spezifiziert werden, damit an das Ziel der Entwicklung eines senior*innengerechten VR-Gütekriterienkernsets angenähert wird.

Der Ablauf des zweiten Workshops ist vergleichbar mit dem des ersten Workshops. Die Methodik ähnelt einander, um eine Vergleichbarkeit in den methodischen Ansätzen bestmöglich gewährleisten zu können. Die positiven Erfahrungswerte des ersten Workshops bestärkten dieses methodische Vorgehen. Das Ziel des zweiten Workshops war demnach, die bisherigen Ergebnisse hinsichtlich der a) Vollständigkeit sowie b) des Granularitätsniveaus durch die VR-Anwendungsexpert*innen als Teilnehmer*innen zu bewerten. Die Basis der Ergebnisse dieses Workshops sind subjektive sowie objektive Erfahrungswerte, die die Teilnehmer*innen mit VR im Kontext der Senior*innen gesammelt haben.

Die Grundlage für den Workshop ist der vorangegangene Lösungsentwurf des Gütekriterienkernsets (s. Anhang D, Gütekriterienkernset V2_{draft}, S. 69), der die Ergebnisse vorheriger Schritte und demnach auch die Ergebnisse des ersten Workshops berücksichtigt.

Der Workshop hat mit einer kurzen Vorstellungsrunde aller Teilnehmer*innen begonnen. Im Anschluss daran erfolgte eine kurze Präsentation über den Hintergrund sowie über die Ziele des Workshops. Das methodische Vorgehen glich dem des ersten Workshops, d.h. der Ablauf bestand aus zwei Brainstorming-Sessions, die sich auf die zwei Parts des Gütekriterienkernsets bezogen. Der erste Part umfasste die Allgemeinen Kriterien, der zweite Part beinhaltete die spezifischen VR-Kriterien. Die Online Kollaborationsplattform Miro diente als Erarbeitungstool, indem sich jede*r Workshopteilnehmer*in einloggen und im Laufe des Workshops Inhalte anonym ergänzen konnte.

Für den Workshop dienten zwei Boards, die auf der interaktiven Online Kollaborations-Plattform Miro vorab erstellt wurden und Grundlage für die Bearbeitung waren. Für die erste Brainstorming-Session wurde das Board zu Part 1, den Allgemeinen Kriterien, sowie die Funktionen von Miro erörtert.

Das erste Board hatte eine vergleichbare Struktur zu dem des ersten Boards aus dem vorangegangenen Workshop. Die Kategorien waren in einer Mindmap-Struktur angeordnet, zu denen jeweils Beispielkriterien angeführt wurde. Hierfür wurden, wie auch schon im ersten Workshop, aufgrund des angemessenen Informationsumfangs die übergeordneten Kategorien und die jeweiligen Kriterien dargestellt. Auf die schriftliche Darstellung der Ausführungen zu den Kriterien wurde aufgrund des inhaltlichen Rahmens und einer zu komplexen Darstellungsweise verzichtet, in der Diskussion fand dies jedoch Berücksichtigung. Die Kriterien, die als Beispiele bzw. Inhalte in den digitalen Boards vorab eingefügt wurden, waren für die Expert*innen unkenntlich, sodass lediglich die Kategorien einsehbar waren.

Die Kategorien zu „Allgemeine Kriterien“ umfassten sieben Themen und lauteten wie folgt:

1. Medizinische Qualität, 2. Datenschutz, 3. Informationssicherheit, 4. Technische Qualität, 5. Verbraucherschutz und Fairness, 6. Interoperabilität und 7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation.

Die Aufgabenstellung für die erste Brainstorming-Session bezog sich auf die „Allgemeinen Kriterien“, umfasste somit den ersten Part des Gütekriterienkernsets und lautete: *Ordne den einzelnen Kategorien jeweils mind. 2 Kriterien zu, die für die Entwicklung eines senior*innengerechten VR-Gütekriterienkernsets elementar sind.* Den Teilnehmer*innen wurden freigestellt, bisherige Inhalte (Kategorien sowie Kriterien) anzupassen, zu ergänzen oder zu verwerfen.

Folgende Leitfragen diente den Expert*innen für die Bearbeitung und wurden für die anschließende Diskussion noch einmal aufgegriffen:

1. Sind die Kategorien (1.-7.) vollständig?

2. Welche Kategorien fehlen/ sind für VR nicht treffend?

3. Sind die Kriterien in den einzelnen Kategorien umfangreich genug? Fehlen Kriterien/ können Kriterien ausgetauscht werden?

Die Aufgabenstellung der zweiten Brainstorming-Session zielte auf eine Bearbeitung der „Spezifischen Kriterien“ des Gütekriterienkernsets (Part 2) ab und lautete: *Ordne den einzelnen übergeordneten Kriterien jeweils Unteraspekte zu (Umsetzung/ Element & Beschreibung), die für die Entwicklung eines senior*innengerechten VR-Gütekriterienkernsets elementar sind. Definiere, falls notwendig, weitere Kriterien.*

Das zweite digitale Board stellte die spezifischen Kriterien für die Entwicklung eines Gütekriterienkernsets dar. Die Inhalte zu dem zweiten Part des Gütekriterienkernsets wurden in einer tabellarischen Form abgebildet. Folgende Einteilung obliegt den relevanten Inhalten des Gütekriterienkernsets zu den spezifischen Kriterien:

1. Grafik/ Qualität, 2. 3D-Charakter, 3. Szenario: Spiel- und Kontrollmechanismen, Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen 4. Szenario: Spiel- und Kontrollmechanismen, Interaktion und 5. Spiel- und Kontrollmechanismen, Navigation.

In den Brainstorming-Sessions haben die neun Anwendungsexpert*innen Input zu den jeweiligen Kategorien gegeben. Einige Beispielkriterien dienten den Teilnehmer*innen als Orientierung. Dabei war ein Input zu anderen thematischen Aspekten nicht ausgeschlossen.

Im Anschluss an die beiden Brainstorming-Sessions erfolgte eine Diskussion zu den Workshop-Ergebnissen, indem auf die jeweiligen Kategorien bzw. Kriterien einzeln eingegangen wurde. Alle Beteiligten hatten die Möglichkeit Rückfragen, Ergänzungen bzw. Erläuterungen zu den erarbeiteten Kriterien zu geben. Ergebnisse, die unklar waren, wurden kritisch hinterfragt bzw. diskutiert. Die Protokollierung des Workshops erfolgte in einer Verschriftlichung des Inputs der Expert*innen.

3.5.3 Durchführung des dritten Expert*innenworkshops

Um die bisher erarbeiteten Ergebnisse auf ihre Gültigkeit und Vollständigkeit zu überprüfen, wurde ein dritter Workshop mit der Zielgruppe Senior*innen durchgeführt. Die zu diesem Zeitpunkt aktuelle Version des Gütekriterienkernset (V3_{draft}, Anhang D, S. 83 ff.) wurde im Rahmen des Workshops überprüft. Der Workshop hat am 10. März 2023 in einem zweistündigen Zeitfenster in Düsseldorf stattgefunden. Als Örtlichkeit diente der Pfarrsaal der evangelischen Friedenskirche in Düsseldorf. An dem Workshop beteiligten sich n=10 Senior*innen, von denen n=7 weiblich und n=3 männlich waren. An dem Workshop hat eine weitere Person für Proto-

kollierungszwecke teilgenommen. Die Senior*innen waren die Proband*innen der Interventionsstudie (vgl. Kapitel 3.6.2). Somit konnten die Senior*innen in einem dreimonatigen Zeitraum im Rahmen von acht Trainingseinheiten (TE) der Intervention, die zweimal pro Woche stattgefunden hat, Erfahrungen zu VR sammeln. Die Voraussetzung zur Workshopteilnahme bestand aus der Teilnahme an der Intervention von mindestens 6/8 Trainingseinheiten und entspricht 75 Prozent. Hintergrund ist, dass die Senior*innen sich intensiv mit einer VR-Anwendung sowie mit dem VR-HMD Meta Quest 2 des Herstellers Meta Quest auseinandergesetzt haben sollten. Durch Sammeln der VR-Erfahrungen konnten die Senior*innen Bewertungen zu der VR-Technologie und deren Nutzen abgeben. Eine Bewertung der für das Gütekriterienkernset relevanten Kriterien wurde in diesem Workshop vorgenommen. Ziel des Workshops war im Rahmen des zunehmenden partizipativen Prozesses die Eignung der bisherigen Ergebnisse zu beurteilen, indem Feedback zu einzelnen Kategorien gegeben wurde. Das Feedback sollte die Erfahrungswerte aus dem Interventionszeitraum widerspiegeln. Um die Erfahrungswerte weiter auszubauen, erhielten die Senior*innen weitere Einblicke in die Möglichkeiten von VR, indem sie ihre Fähigkeiten und Erkenntnisse zu VR mittels Beispielanwendungen unterschiedlicher Themen auf dem VR-HMD des Herstellers Pico ausbauten. Alle bis zu diesem Zeitpunkt gewonnenen Erkenntnisse und Meinungsbilder jedes Einzelnen wurden berücksichtigt und aufgenommen, sodass der Entwicklung eines senior*innengerechten VR-Gütekriterienkernsets im Wesentlichen beigetragen werden konnte.

Der Ablauf des dritten Workshops unterscheidet sich von denen der anderen beiden. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Methodik einander ähnelt, um eine Vergleichbarkeit der methodischen Ansätze zu schaffen. Die positiven Erfahrungswerte der zuvor durchgeführten Workshops haben die methodische Vorgehensweise bestärkt. Wie bereits in den Workshops zuvor verfolgte auch der dritte Workshop das Ziel, die bisherigen Ergebnisse hinsichtlich der a) Vollständigkeit sowie b) des Granularitätsniveaus durch die Senior*innen zu bewerten. Die Basis der Workshopergebnisse sind demnach als überwiegend subjektive Erfahrungswerte der Senior*innen zu verstehen. Die Erfahrungswerte obliegen denen der dreimonatigen Intervention, indem die Senior*innen die VR-Anwendung *Wegfest* mittels des VR-HMDs Meta Quest 2 erprobten sowie denen des Workshops, in dem die Senior*innen weitere VR-Anwendungen mittels des VR-HMDs des Herstellers Pico kennenlernten. Als Grundlage des Workshops diente der bis zu diesem Zeitpunkt entwickelte Lösungsentwurf des Gütekriterienkernsets, der als vorläufig gültiges Gütekriterienkernset bezeichnet wurde (V3_{draft}). Dabei wurden die überarbeiteten Ergebnisse der vorangegangenen Workshops berücksichtigt.

Die Vorbereitungen des Workshops umfassten die Anfertigung von Brown Papern bestehend aus braunen Papierrollen im A0-Format (Petry & Jäger, 2018), die die beiden aufgeführten inhaltlichen Parts des Gütekriterienkernsets in vereinfachter Form abbildeten. Dabei wurde sich an der Methodik bedient, die bereits im ersten und zweiten Workshop genutzt worden ist,

in dem eine Darstellung der übergeordneten Kategorien der jeweiligen Kapitel erfolgte. Die Methodik einer analogen und bewusst nicht digitalen Workshopdurchführung wurde gewählt, da entsprechende technische Instrumente nicht zur Verfügung standen. Auch wurde die Nutzung einer möglicherweise für die Senior*innen fremden Technologie bzw. eines fremden Tools als hinderlich für die Ergebniserzeugung gesehen. Die Teilnehmer*innen des dritten Workshops werden im Vergleich zu denen der anderen beiden Workshops als weniger digital-affin eingestuft, sodass ein vergleichbarer niederschwelliger Ansatz in analoger Form mittels Brown Papern für die Generierung der Kriterien bewusst gewählt wurde, um Senior*innen besser einbinden zu können. Die Wahl des analogen Formates meint gleichzeitig den Verzicht einer Einstiegshürde in Form eines vermutlich fremden Tools und der damit verbundenen digitalen Bedienung, die zur Überforderung und einem generellen Ablehnungsverhalten führen könnte. Das erste Brown Paper bildete eine vergleichbare Struktur zu dem ersten Miro-Board der beiden vorangegangenen Workshops ab. Die Kategorien wurden im Rahmen des fortgeschrittenen Entwicklungsprozesses in modifizierter Form übertragen, die Grundstruktur als Mindmap wurde beibehalten. Die übergeordneten fünf Kategorien zum ersten Part des Gütekriterienkernsets wurden angeführt und mit zwei Beispielen zu jeweiligen Kriterien auf farblich unterschiedlichen Moderationskarten ergänzt. Das zweite Brown Paper obliegt einer vergleichbaren Vorgehensweise, indem die Kategorien mit den jeweiligen Beispielkriterien aufgeführt wurden. Weitere Vorarbeiten bestanden aus der sprachlichen Anpassung der bis zu dem Zeitpunkt vorgenommenen Formulierungen des Gütekriterienkernsets. Dabei erfolgte eine Bewertung von möglicherweise unverständlichen Kategorien bzw. einzelnen Kriterien. Die als für die Senior*innen schwer verständlich bewerteten Begrifflichkeiten wurden anhand literaturbasierter Ausführungen umformuliert. *Tabelle 10* und *Tabelle 11* stellen die sprachlichen Anpassungen der Begrifflichkeiten mit den jeweiligen Quellennachweisen dar.

Tabelle 10: Sprachliche Anpassungen der Begrifflichkeiten zum ersten Part des Gütekriterienkernsets.

Nr. Kategorie/ Subkategorien	Begriff	Senior*innengerechte Formulierung	Quelle
1.1	Evidenz	„Nachweis“, „Beweis“	Gemeinsamer Bundesausschuss (o.D.)
2.1	Datengenerierung und Datenspeicherung	Erzeugung von Daten im Forschungsprozess und Datenspeicherung	Hussy, Schreier & Echterhoff (2010)
4.2	Transparenz	„Durchsichtigkeit“, „Nachvollziehbarkeit“	Duden (2023)
5.	Interoperabilität	Möglichst nahtlose Zusammenarbeit unterschiedlicher Systeme	Duden (2023)
5.1	Datenportabilität	„Datenübertragbarkeit“	Duden (2023)
5.2	Technologiekompatibilität	Möglichkeit aufeinander abgestimmter Nutzung untersch. Technologien	Gabler Wirtschaftslexikon (o.D.)

Tabelle 11: Sprachliche Anpassungen der Begrifflichkeiten zum zweiten Part des Gütekriterienkernsets.

Nr. Kategorie/ Subkategorien	Begriff	Senior*innengerechte Formulierung	Quelle
2.	3D-Charakter/ Avatar	virtuelle Kunstfigur	Duden (2023)
2.2	Behavioris- mus	Verhalten	Duden (2023)
3.1	Didaktik	Theorie der Lehre und des Ler- nens, praktische Vermittlung von Wissen	Cornelsen Verlag GmbH (o.D.)
4.	Interaktion	„Handlung“, „Wechselwirkung“	Spektrum Akademi- scher Verlag (1999)
5.2	Taxis	„durch äußere Reize ausgelöste Bewegungsreaktion von Organis- men“	Duden (2023)

Nach Begrüßung der Workshopteilnehmer*innen und einer anschließenden kurzen Vorstellungsrunde, wurde der Hintergrund sowie die Ziele des Workshops erläutert. Für den methodischen Ablauf waren zwei Brainstorming-Sessions geplant, die sich jeweils mit den Inhalten zu den beiden Kapiteln des Gütekriterienkernsets beschäftigten sollten. Vor der Bearbeitung der Inhalte wurde zur Erweiterung des Erfahrungshorizontes des Senior*innen eine Einheit durchgeführt, in der die Senior*innen weitere Möglichkeiten von VR kennenlernten. Jede*r Senior*in bekam ein VR-HMD des Herstellers Pico (Pico G2 4K) und konnte eigenständig nach erfolgter Einführung die Technologie sowie deren Inhalte erproben. Dabei gab es eine vorinstallierte Auswahl verschiedener VR-Anwendungen, die die Senior*innen eigenständig und nach ihren thematischen Vorlieben auswählten. Im Anschluss an die praktische VR-Einheit sollten die Erfahrungswerte aus dem Interventionszeitraum sowie die neu gewonnenen diskutiert werden. Hierfür wurde das Brown Paper zu Kapitel 1 (Allgemeine Kriterien) an eine mobile Stellwand gepinnt.

Die Kategorien zu den „Allgemeinen Kriterien“ umfassten fünf Themen und lauteten wie folgt: 1. Qualitätssicherung med./ ges. Inhalte, 2. Datenschutz, 3. Qualitätsanforderungen, 4. Verbraucherschutz und 5. Interoperabilität.

Die Aufgabenstellung für die erste Brainstorming-Session, die sich auf die „Allgemeinen Kriterien“ bezog lautete: *Ordne den einzelnen Kategorien jeweils mind. 2 Kriterien zu, die für die Entwicklung eines senior*innengerechten VR-Gütekriterienkernsets elementar sind.* Wie bereits in den vorangegangenen Workshops wurde den Teilnehmer*innen freigestellt, bisherige Inhalte (Kategorien sowie Kriterien) anzupassen, zu ergänzen oder zu verwerfen. Die Leitfragen für die Bearbeitung orientierte sich ebenfalls an denen der vorherigen Workshops und lauteten:

1. Sind die Kategorien (1.-5.) vollständig?

2. Welche Kategorien fehlen/ sind für VR nicht treffend?

3. Sind die Kriterien in den einzelnen Kategorien umfangreich genug? Fehlen Kriterien/ können Kriterien ausgetauscht werden?

Jeder Kategorie wurden unterschiedlich farbige Moderationskarten zugeteilt, sodass die Senior*innen Input generieren konnten, indem sie ihre Gedanken und Meinungen notierten. Die Kategorien 1-5 wurden jeweils aufeinanderfolgend bearbeitet, für jede Kategorie gab es eine Bearbeitungszeit. Zur Verdeutlichung der Methodik wurden Beispielkriterien aufgeführt, die anhand einer farblichen Markierung gekennzeichnet wurden. Diese sollten lediglich als erster Input für die Senior*innen gelten und wurden in ihrer Ausführung mündlich erläutert. Die Ausführung erfolgte durch Vorlesen der Ergebnisse der aktuellen Version des Gütekriterienkernsets. Betont wurde, dass die Erkenntnisse der Senior*innen vielfältig und individuell ausfallen dürfen.

Die Bearbeitung des zweiten Brown Papers umfasste die Auseinandersetzung mit Inhalten zu den „Spezifischen VR.Kriterien“. Die Aufgabenstellung lautete:

*Ordne den einzelnen übergeordneten Kriterien jeweils Unteraspekte zu (Umsetzung/ Element & Beschreibung), die für die Entwicklung eines senior*innengerechten VR-Gütekriterienkernsets elementar sind. Definiere, falls notwendig, weitere Kriterien.*

Das Vorgehen ist mit dem vorherigen vergleichbar. Die Bearbeitung der Inhalte erfolgte durch Ergänzungen/ Kommentierungen der einzelnen Kategorien, die auf den jeweilig farbigen Moderationskarten geschrieben wurden. Die auf dem Brown Paper vordefinierten Kategorien zum zweiten Kapitel wurden in einer tabellarischen Struktur abgebildet und umfassten folgende Kriterien:

*1. Grafik/ Qualität, 2. 3D-Charakter/ Avatar = virtuelle Kunstfigur, 3. Anwendungsinterne Anweisungen/ Aufforderungen, 4. Interaktion=Handlung, Wechselwirkung, 5. Navigation und 6. Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue.*

In beiden Brainstorming-Sessions haben die Senior*innen Input zu den jeweiligen Kategorien gegeben. Abschließend erfolgte eine Diskussion zu den Workshopergebnissen, indem auf die einzelnen Kategorien bzw. Kriterien näher eingegangen wurde. Alle Teilnehmer*innen hatten die Möglichkeit sich durch Rückfragen bzw. Erläuterungen an der Diskussion zu beteiligen. Ergebnisse, die unklar erschienen, wurden kritisch hinterfragt und von der Person, die den Input beigetragen hat, erläutert. Die Protokollierung des Workshops erfolgte in einer Verschriftlichung des Inputs der Expert*innen.

3.6 Praxistransfer: Entwicklung einer VR-Anwendung als partizipatives Instrument

In diesem Kapitel wird auf den Hintergrund der Entwicklung einer VR-Anwendung und den Nutzen als partizipatives Instrument näher eingegangen. Demnach adressiert dieses Kapitel mitsamt den Unterkapiteln vordergründig die Lesehandlung „VR-Anwendungsentwicklung“.

Das Ziel des Forschungsvorhabens, die Entwicklung eines Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen, umfasst ein multimethodisches Vorgehen. Anhand der Durchführung von Literaturrecherchen sowie von Workshops sollen Kriterien spezifiziert und aufbereitet werden, sodass in der finalen Version von einer Vollständigkeit sowie Gültigkeit ausgegangen werden kann. Die Entwicklungsschritte basieren dabei auf einem zunehmenden partizipativen Vorgehen, indem Expert*innen zur Bearbeitung der Ergebnisse hinzugezogen werden. Der dritte Workshop wird mit der Zielgruppe Senior*innen durchgeführt, sodass seitens der Zielgruppe selbst, für die das Gütekriterienkernset Gültigkeit bewahren soll, aktiv mitgestaltet werden kann. Schönhuth und Jerrentrup (2019) sprechen in diesem Zusammenhang davon, dass ein verändertes Rollenverständnis im partizipativen Prozess notwendig ist. Die Autor*innen beschreiben, dass der Einsatz partizipativer Methoden allein den Forschungsprozess noch nicht partizipativ und den Transformationsprozess partizipatorisch machen. Die Instrumente für die Umsetzung partizipatorischer Forschung beruhen auf einem veränderten Rollenverständnis, das auf folgenden drei Ebenen wirksam wird: 1. *Das eigene professionelle Selbstverständnis*, 2. *der Inwertsetzung des lokal schon vorhandenen Wissens* und 3. *das Teilen und Verhandelbarmachen gewonnener Erkenntnisse*. Um diese Wirksamkeitsfaktoren erreichen zu können, müssen bestimmte Faktoren erfüllt werden (Schönhuth & Jerrentrup, 2019). *Abbildung 23* stellt das veränderte Rollenverständnis im partizipativen Prozess schematisch dar.

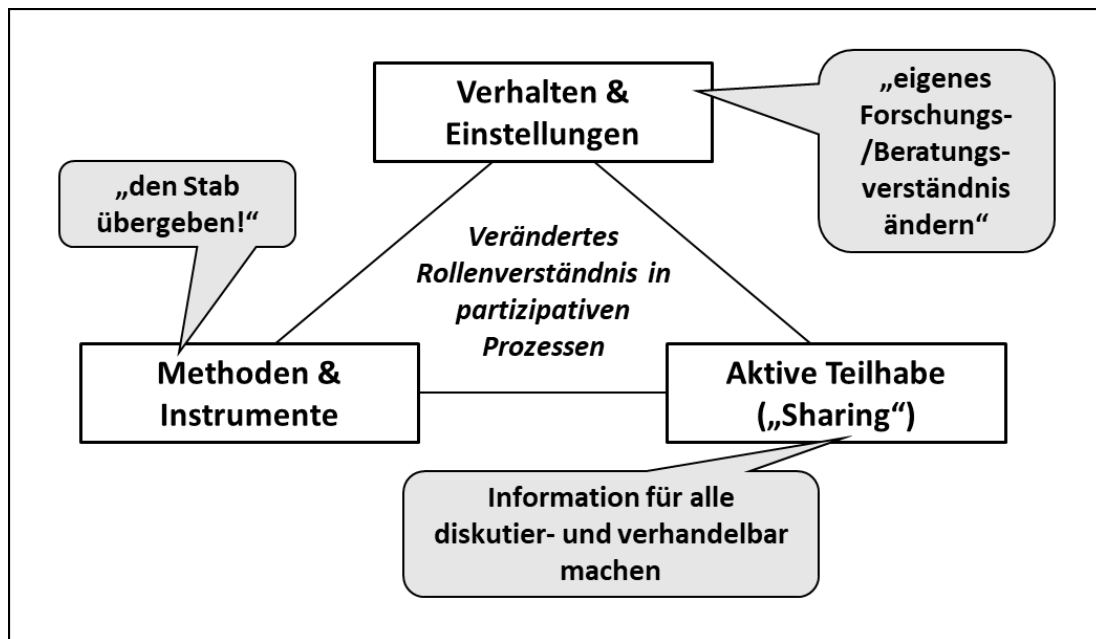


Abbildung 23: Verändertes Rollenverständnis im partizipativen Prozess (eigene Darstellung, angelehnt an Schönhuth & Jerrentrup, 2019).

Das Verhalten und die Einstellungen einer Person gegenüber des Untersuchungsgegenstands bzw. –themas sollte sicher vermittelt werden können. Der Experte bzw. die Expertin wird zur anleitenden Person, dem „Facilitator“. Die Teilnehmer*innen sollten sich im partizipativen Prozess wohlfühlen, sodass sie durch ihr natürliches Verhaltensmuster ein Meinungsbild zur Thematik entwickeln und die Erkenntnisse im späteren Prozess teilen können. Hierfür kann es durchaus relevant sein, dass das Forschungs- bzw. Beratungsverständnis des Facilitators angepasst werden muss, damit die Teilnehmer*innen durch eine neutrale Anleitung ein eigenes Verhalten zeigen bzw. eigene Einstellungen entwickeln können. Des Weiteren beschreiben Schönhuth und Jerrentrup (2019), dass geeignete Methoden bzw. Instrumente gewählt werden sollten, um aktiv an dem partizipativen Prozess mitwirken zu können. Hierfür sollte sich der Facilitator zurücknehmen und die am partizipativen Prozess beteiligten Personen durch Nutzung geeigneter Methoden bzw. Instrumente Erfahrungen sammeln lassen. Zudem sollte eine aktive Teilhabe der Personen erfolgen. Die Informationsgabe sowie Ergebnisse sollten für alle Beteiligten diskutier- und verhandelbar durch den Facilitator vermittelt werden.

Die Umsetzung des veränderten Rollenverständnisses im partizipativen Prozess dient im Rahmen der Forschungsarbeit dazu, Senior*innen gezielt einzubinden. Für eine intensive Auseinandersetzung und anschließende Diskussion zu VR-Kriterien wird ein Instrument in Form einer VR-Anwendung geschaffen, sodass die Senior*innen sich über einen Zeitraum von zwei Monaten mit der Thematik intensiv auseinandersetzen können. Die Interventionsstudie dient als Praxistransfer, indem die bis zu diesem Zeitpunkt erarbeiteten Kriterien aus der Literatur sowie derer aus zwei Workshops in der Praxis erprobt werden. Dies erfolgt durch die Entwicklung einer VR-Anwendung, bei der die Kriterien der zu diesem Zeitpunkt gültigen Version des

Gütekriterienkernsets (V3_{final}) umgesetzt werden. Dabei werden konkrete Umsetzungsmaßnahmen sowie Handlungsschritte für die VR-Anwendungsentwicklung aus den zuvor in der Theorie identifizierten Inhalte der Version V3_{final} des Gütekriterienkernsets abgeleitet. In der Version V4_{draft} werden die zuvor definierten Inhalte anhand konkreter Ausführungen im Rahmen der Konzeptphase der VR-Anwendungsentwicklung abgebildet, die als Grundlage für die einzelnen Entwicklungsschritte bzw. Vorgehensweisen dient. Daran anschließend erfolgt die VR-Interventionsstudie mit den Senior*innen, die die theoretischen Inhalte anhand der VR-Anwendung erleben. Die Senior*innen erfahren somit über die VR-Technologie bzw. deren Einsatzgebiet am Beispiel der konzipierten Anwendung und können praktische Erkenntnisse zum Thema VR-Kriterien sammeln. Das Modell zum veränderten Rollenverständnis im partizipativen Prozess kann somit erfüllt werden, indem die Senior*innen durch mehrfache Nutzung der VR-Anwendung im Interventionszeitraum ihr Verhalten in VR und ihre Einstellung zu VR erproben können, durch die VR-Anwendungsnutzung als Instrument Interaktionen in VR erlebt werden können und Senior*innen aktiv in die Thematik eingebunden werden. Im anschließenden dritten Workshop werden die Erkenntnisse geteilt und diskutiert.

Die VR-Anwendungsentwicklung dient somit als partizipatives Instrument, indem Senior*innen sich aktiv und eigenständig in ihrem Trainingszeitraum mit der Thematik VR befassen können. Die Erfahrungswerte dienen der Modifikation der bisherigen Ergebnisse des Gütekriterienkernsets. Die Erkenntnisse der Senior*innen tragen maßgeblich zur Entwicklung des finalisierten Gütekriterienkernsets (V4_{final}) bei, indem die Interventionsstudie als eine in der Praxis angewandte Überprüfung der vorläufig gültigen Version (V4_{draft}) angesehen wird.

Im Folgenden wird die VR-Anwendung sowie die Intervention näher beschrieben. Dabei wird auf die methodische Planung eingegangen. Die konzeptionelle Umsetzung ist Teil der Ergebnisse und wird in Kapitel 4.2 ff. erläutert.

3.6.1 Vorstellung des VR-Anwendungsfeldes

Der Kontext der Anwendungsentwicklung beruht auf der Intention eine Alltagstätigkeit abzubilden, die für jede*n Senior*in relevant ist. Hierfür wird die Alltagstätigkeit der Straßenüberquerung gewählt. Hintergrund ist, dass die Anzahl an Straßenverkehrsunfallgeschehen von Senior*innen mit zunehmendem Alter steigen. Laut dem Statistischen Bundesamt zeigen sich folgende Entwicklungen zum Straßenverkehrsunfallgeschehen von Senior*innen in den letzten Jahren:

*Tabelle 12: Straßenverkehrsunfallgeschehen von Senior*innen (eigene Darstellung, angelehnt an Statistisches Bundesamt, 2021).*

Jahr		2010	2015	2017	2018	2019	2020
	<i>Verunglückte gesamt</i>	40.502	48.690	49.586	53.268	52.444	46.205
davon:	<i>Getötete</i>	910	1.024	994	1045	1037	894
	<i>Schwerverletzte</i>	10.229	12.399	12.876	13.566	13.189	11.948
	<i>Leichtverletzte</i>	29.363	35.267	35.716	38.657	38.218	33.363

Tabelle 12 stellt die Anzahl der Verunglückten in den Jahren 2010 bis 2020 dar. Als Verunglückte zählen Personen, die bei einem Unfall verletzt oder getötet wurden und als Getötete, Schwerverletzte und Leichtverletzte erfasst werden. Als Getötete werden Personen registriert, die innerhalb von 30 Tagen an den Unfallfolgen gestorben sind. Schwerverletzte sind Personen, die unmittelbar nach dem Unfallgeschehen zur stationären Behandlung für mindestens 24 Stunden in einem Krankenhaus aufgenommen wurden. Zu den Leichtverletzten zählen alle Personen mit übrigen Verletzungen (Statistisches Bundesamt, 2021). *Tabelle 12* zeigt eine steigende Tendenz bis zum Jahr 2018. Ab dem Jahr 2019 sind die Zahlen leicht rückläufig. Der Rückgang im Jahr 2020 kann u.a. aufgrund der COVID-19-Pandemiesituation und einer damit einhergehenden geringfügigeren Verkehrsbewegung von Fahrzeugen und Fußgängern zurückgeführt werden (Glas, 2021).

In Deutschland gehörten durchschnittlich 12% der Verletzten und 29 % der Getöteten der Altersgruppe 65 Jahre und älter an. Im Vergleich zu jüngeren Personen erleiden Ältere im Durchschnitt schwerere Unfallfolgen (Rudinger & Kocherscheid, 2011). Dies ist unter anderem auf eine geringere Widerstandskraft der älteren Menschen zurückzuführen. Das sichere Überqueren einer Straße stellt mit zunehmendem Alter eine Gefahr dar (Dommes et al., 2014). Insbesondere bei Senior*innen ab einem Alter von 75 Jahren und älter ist ein Anstieg von Unfällen zu verzeichnen, die während der Überquerung einer Straße geschehen (Statistisches Bundesamt, 2021). Die häufigste Ursache wird dabei bei einem falschen Verhalten während des Überquerens der Fahrbahn gesehen (Rudinger & Kocherscheid, 2011). Aufgrund altersbezogener Veränderungen in der Motorik, der Kognition sowie des Visus wird das Überqueren einer Straße von Senior*innen als zunehmend herausfordernd empfunden. Motorische Veränderungen basieren auf einer herabgesetzten Ganggeschwindigkeit (Holland & Hill, 2010; Dommes 2015) sowie den Schwierigkeiten bei der Anpassung dieser (Lobjois & Cavallo, 2007,2009). Eine geringere Schrittabfolge, eine reduzierte Schrittlänge und kompensatorische Schrittabfolgen durch Gleichgewichtsstörungen bilden weitere altersbezogene motorische Veränderungen ab (Lobjois & Cavallo, 2007,2009; de Bruin et al., 2010). Hinzu kommt, dass die posturale Kontrolle mit zunehmendem Alter störanfälliger wird sowie die Feed-Forward-Planung von Gang und Körperhaltung reduziert ist (Lobjois & Cavallo, 2007,2009; de Bruin et al., 2010).

Holland und Hill (2010) sowie Dommes (2015) fügen hinzu, dass dies vor allem bei zweispurigen Straßen als auffällig erscheint. Lobjois und Cavallo (2007, 2009) ergänzen, dass sich diese altersbedingten motorischen Veränderungen bei hohen Geschwindigkeiten der Fahrzeuge zeigen.

Die Entwicklung der VR-Anwendung (vgl. Kapitel 4.2 ff.) basiert auf den zuvor beschriebenen Erkenntnissen zum Thema sichere Straßenüberquerung. Ältere Menschen haben mit steigendem Alter zunehmende Schwierigkeiten bei der Bewältigung von ADLs, so wie auch bei der Überquerung einer Straße. Diese Thematik greift die in der ICF definierten Domäne der Mobilität auf (vgl. Kapitel 2.1.2) und lässt sich der Subkategorie „d450-d469 Gehen und sich fortbewegen“ zuordnen. Anlässlich der Erkenntnisse aus der Literatur und aufgrund der Bewertung der Relevanz zur Thematik, der sicheren Überquerung einer Straße, kamen Beweggründe auf sich dieser zu widmen. Hinzu kam, dass ein für alle Senior*innen geltender Use Case abgebildet wird und gleichzeitig das Zusammenspiel der körperlichen Funktionen (physisch, kognitiv, visuell, akustisch) für ein möglichst großes Interaktionsspektrum in VR berücksichtigt werden kann. Das Ziel ist es demnach, eine VR-Trainingsanwendung zu entwickeln, die zum gesunden Altern durch präventives Einwirken beiträgt. Dabei sollte die Thematik der sicheren Straßenüberquerung aufgegriffen werden. Die Umsetzung hierzu erfolgt in der Anwendungsentwicklung der VR-Trainingsanwendung mit dem Namen „Wegfest“. Die Bezeichnung „Wegfest“ wird von dem Begriff „Standfest“ abgeleitet und soll gewissermaßen Sicherheit suggerieren. *Wegfest* steht dabei für das sichere Bewältigen von Wegen bzw. Strecken, bei denen Straßen überquert werden. Bewusst wird eine deutsche Begrifflichkeit gewählt, um im Rahmen der Intervention die Senior*innen besser erreichen zu können, als möglicherweise mit einem Begriff in bspw. englischer Sprache. Auch soll der Name der Anwendung möglichst kurz und außer Konkurrenz sein. Laut Recherchen existiert keine Anwendung o.Ä. mit dem Namen *Wegfest*.

3.6.2 Studiendesign und vorbereitende Maßnahmen

Die Durchführung der VR-Anwendung *Wegfest* basiert auf einer Intervention, die im Rahmen einer Pilotstudie angewendet wird. Eine Pilotstudie ist eine explorative (Vor-)Untersuchung und zielt u.a. darauf ab, die Machbarkeit der inhaltlichen Umsetzung eines Produktes zu überprüfen und zu beurteilen (Lancaster, Dodd & Williamson, 2004). Pilotstudien bzw. Machbarkeitsstudien werden zur Überprüfung von Prozessen angewendet, indem eine Bewertung der Durchführbarkeit des Studiendesigns vorgenommen wird (Rogan & Karstens, 2018). Die Autor*innen beschreiben zudem, dass mittels dieses Studiendesigns Ressourcen bewertet bzw. das Management beurteilt werden können. Außerdem dienen sie der Bewertung der Wissenschaftlichkeit, indem die Sicherheit der Intervention, die Abschätzung der Interventionsdosis und des –effektes analysiert und interpretiert werden.

Im Folgenden werden die für die Interventionsstudie vorbereitenden Maßnahmen beschrieben: Die Größe der zu erhebenden Stichproben wurde mittels einer G-Power-Analyse ermittelt (vgl. Abbildung 24). Die große Effektstärke von $d_z=0.8$ wird für das Vorhaben als ausreichend angesehen, da es sich um ein Experiment handelt und erste Daten gesammelt werden sollen. Die Fragestellung ist ungerichtet (vgl. two tails). Das Signifikanzniveau liegt bei $\alpha=0.05$. Der β -Fehler soll nicht größer als 0.05 sein, die Teststärke resultiert somit in $1-\beta=0.95$. Bei Berücksichtigung von einer Interventionsgruppe wird eine Probandenanzahl von $n=19$ angestrebt. Um Drop-Out-Effekten entgegenzuwirken, sollen $n=25$ Teilnehmer*innen akquiriert werden.

t tests - Means: Difference between two dependent means (matched pairs)		
Analysis:	A priori: Compute required sample size	
Input:	Tail(s)	= One
Effect size d_z	=	0.8
α err prob	=	0.05
Power ($1-\beta$ err prob)	=	0.95
Output:	Noncentrality parameter δ	= 3.4871192
Critical t	=	1.7340636
Df	=	18
Total sample size	=	19
Actual power	=	0.9560779

Abbildung 24: G-Power Analyse zur Ermittlung der Stichprobengröße.

Des Weiteren werden Ein- bzw. Ausschlusskriterien für die Intervention mit der VR-Anwendung *Wegfest* definiert (vgl. Tabelle 13). Bei diesem Vorhaben wird auf einen guten Gesundheitszustand der Proband*innen geachtet, um mögliche Risiken zu minimieren.

Tabelle 13: Ein- und Ausschlusskriterien der Senior*innen für die Interventionsstudie.

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Alter > 70 Jahre	Kontraindikationen für VR, z.B. Epilepsie, Schwindel
Kein Sturzrisiko	Stark eingeschränkte Gehfähigkeit
Selbstständige Lebensführung	Starke Gleichgewichtsprobleme
Körperlich fit	Kognitive Einschränkungen
	Bettlägerigkeit
	Starke Herz-Kreislauf-Erkrankungen
	Nutzung von Hilfsmitteln (Rollator, Gehstock o.Ä.)
	Stark eingeschränkte Sehfähigkeit
	Erkrankung der Augen mit starken Sehbeeinträchtigungen
	Stark eingeschränkte Hörfähigkeit

Das Tragen des HMDs und gleichzeitige physische Gehen im Raum wird als neue Interaktionsform für VR bewertet und ist in keinen der inkludierten Literaturergebnisse angewendet worden. Dieser Aspekt unterstreicht den Einschluss von fitten Senior*innen. Laut Statistischen Bundesamt (2020) sind Senior*innen im Alter über 75 Jahren am häufigsten bei Verkehrsunfällen aufgrund des falschen Überquerens betroffen (Statistisches Bundesamt, 2020). Um *Wegfest* effektiv nutzen zu können und gleichzeitig Senior*innen im Kontext des partizipativen Vorgehens einzubeziehen, werden entsprechende Altersgruppen eingeschlossen. Um präventiv anzusetzen, werden Senior*innen im Alter ab 70 Jahren berücksichtigt.

Weitere, in der Tabelle nicht aufgeführte Ausschlusskriterien betreffen das Screening Verfahren und nicht erreichte Cut off-Werte der Assessments sowie eine durch die Studienleitung individuelle Beurteilung aufgrund anamnestischer Auffälligkeiten. Die beschriebenen Kriterien sowie die persönliche Einschätzung der Studienleitung hinsichtlich der Zuverlässigkeit, der Vertrauenswürdigkeit und des Durchhaltevermögens sind für die Proband*innenauswahl relevant. Die Aufklärung über den Ablauf und Zeitraum der Studie sowie die Ziele werden in einem persönlichen Gespräch erläutert und den Proband*innen in schriftlicher Form ausgehändigt (s. Anhang C, Proband*inneninformation, S. 55). Der Nutzen und mögliche Risiken an der Studienteilnahme sowie Informationen zum Datenschutz werden dargelegt. Für die Zustimmung an der Studienteilnahme muss eine schriftliche Einwilligungserklärung unterschrieben werden, die ebenfalls die Datenschutzbestimmungen beinhaltet (s. Anhang C, Einwilligungserklärung und Datenschutzbestimmungen, S. 56).

Zur Überprüfung der physischen und psychischen Eignung der Proband*innen werden vor dem Beginn der VR-Intervention verschiedene Fragebögen sowie Assessments genutzt. Die Durchführung der Screeningverfahren erfolgt durch die Studienleitung, um eine hohe Reliabilität zu gewährleisten. Alle Verfahren werden einzeln mit den Proband*innen durchgeführt, um eventuelle Rückfragen direkt beantworten zu können.

Der Anamnesebogen (s. Anhang C, Anamnesebogen, S. 58) dient zur Beurteilung der gesundheitlichen Verfassung der Proband*innen. Anhand eines eigenhändig erstellten Anamnesebogens werden relevante Kriterien zum Gesundheitszustand sowie die anthropometrischen Daten der Senior*innen erfasst und beurteilt. Dabei werden Angaben zur Schmerzsymptomatik, zum Gesundheitszustand, zum aktuellen Leiden bzw. zu aktuellen Umständen wie Kopfschmerzen und Magenbeschwerden von der Studienleitung abgefragt. Der Anamnesebogen orientiert sich von der inhaltlichen Gestaltung an den im Physiotherapiesektor gängigen Vorgaben. Die Abfragen zu aktuellen Leiden werden als geschlossene Ja/ Nein-Fragen abgedeckt, um eine eindeutige Antwort der Proband*innen zu erhalten. Die Fragen zu spezifischen Beschwerdebildern werden anhand einer Einteilung zur Häufigkeit klassifiziert, sodass eine

individuelle Bewertung durch die Studienleitung für die Eignung der Interventionsteilnahme eindeutiger erfolgen kann.

Für die möglichst spezifische Beurteilung zur Nutzung von VR wird ein Fragebogen verwendet, der die Vorhersagbarkeit für Cyber- bzw. Motion Sickness überprüfen soll. Hierfür werden Fragen aus dem Cybersickness Susceptibility Questionnaire (CSSQ) (vgl. Freiwald, Göbel, Mostajeran & Steinicke, 2020) sowie der Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) (vgl. Bimberg, Weissker & Kilik, 2020) eingebunden. Eine abschließende Frage nach der Nutzungshäufigkeit von VR ergänzt den Fragebogen.

Im Rahmen unterschiedlicher Assessments wird der gesundheitliche Zustand der Proband*innen überprüft. Für die Eignung der physischen Verfassung werden folgende Assessments vor Beginn der Intervention von der Studienleitung bei jeder Person, die an der Interventionsstudie teilnehmen möchte, durchgeführt:

a) Time up and Go (TUG)

Der TUG dient der Überprüfung der funktionellen Performance Älterer. Er dient einer schnellen und aussagekräftigen Beurteilung der Mobilität, insbesondere der Beweglichkeit und des Gleichgewichts (Podsiadlo & Richardson, 1991). Die Ergebnisse lassen einen Rückschluss auf die Sturzgefahr zu. Der Cut off-Wert liegt bei <20 Sekunden, um eine uneingeschränkte Alltagsmobilität ableiten zu können. Folgende Werte wurden hinsichtlich der Gütekriterien ermittelt (vgl. Schleuter & Röhrig, 2008):

Reliabilität:

Interrater Reliabilität: ICC = .99 (3 Untersucher, n = 22)

Intrarater Reliabilität: ICC = .99 (3 Tage - 5 Wochen, n = 20)

Validität:

Timed "Up and Go" vs. Berg Balance Scale $r = -.81$

Timed "Up and Go" vs. Barthel Index of ADL $r = -.78$

Timed "Up and Go" vs. Ganggeschwindigkeit $r = -.61$

b) Fall Efficacy Scale (FES)

Für eine Beurteilung der sturzassoziierten Selbstwirksamkeit wurde die deutsche Version der Falls Efficacy Scale-International Version (FES-I) genutzt (s. Anhang C, S. 61). Hierbei werden anhand von 16 Items komplexe funktionelle Aktivitäten sowie soziale Aspekte der Selbstwirksamkeit erfasst (Dias et al., 2006). Die geschlossenen Fragen erlauben die Auswahl zwischen vier Antwortmöglichkeiten, die als positiv bewertet wird, da eine nicht eindeutige Antwort durch eine nicht gebotene Tendenz zur Mitte ausgeschlossen werden kann. Laut Dias et al. (2006) zeigt die FES-I eine hohe interne Konsistenz (Cronbachs $\alpha = 0,96$), eine hohe Retest-Reliabilität ($r = 0,96$) und eine Item-Interkorrelation mit im Mittel $r = 0,55$ (Range $r = 0,29-0,79$).

Zum Ausschluss kognitiver Defizite wird folgendes Assessment vor Beginn der Intervention bei den Proband*innen durchgeführt:

c) Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

Das MoCA ist ein Verfahren zum Screening von kognitiven Defiziten (s. Anhang C, MoCA, S. 65). Verschiedene kognitive Fähigkeiten werden abgedeckt, wie bspw. Gedächtnis, Abstraktion, exekutive Funktionen, Aufmerksamkeit und räumlich-konstruktive Fähigkeiten. Aufgrund der vielfältigen Testbatterie wird das Assessment als relevant und angemessen für die Interventionsstudie angesehen. Das MoCA überprüft kognitive Funktionalitäten, die im Zusammenhang mit der VR-Anwendung *Wegfest* ebenfalls relevant sind. Beispielsweise werden die exekutiven Funktionen sowie die Aufmerksamkeit beim Überqueren einer Straße gefordert (Nicholls, Wiener, Meso & Mielle, 2022). Ein Screening der Proband*innen vor dem VR-Anwendungsgebrauch wird demnach als sinnvoll beurteilt. Der Cut off-Wert liegt bei >26 Punkten. Die Reliabilität des MoCA liegt bei 0,89 und der Intraclass-Korrelationskoeffizient bei 0,955. Die Sensitivität liegt bei 80 % und die Spezifität bei 75 %, mit einem Cut-off-Punkt von 26 Punkten für eine leichte kognitive Beeinträchtigung (Aguilar-Navarro et al., 2018).

Die Bestimmung der Cut off-Werte liegt darin begründet, dass möglichst physisch sowie psychisch gesunde Proband*innen bei der Durchführung der VR-Anwendung eingeschlossen werden sollen. Auf weitere, individuelle Faktoren wird in einem Anamneseverfahren eingegangen.

Zusammenfassend lässt sich die Methodik in einen konzeptionellen Teil gliedern, der die Entwicklung verschiedener aufeinander aufbauender Versionen des Gütekriterienkernsets umfasst, sowie in einen praktischen Teil, der das zuvor erarbeitete Konzept in die Praxis transferiert. Zunächst werden anhand von verschiedenen qualitativen Forschungsmethoden Ergebnisse aufbereitet, die folglich durch die praktische Anwendung in Form einer VR-Anwendungsentwicklung überprüft werden. Diese wird in ihrer inhaltlichen und konzeptionellen Gestaltung dargestellt, indem auf die Entwicklung der methodisch-didaktischen Inhalte eingegangen wird. Daran anschließend erfolgt die Finalisierung durch die Generierung des Feedbacks der VR-Anwendungsnutzer*innen. Der Theorie-Praxistransfer zielt darauf ab, die direkte Anwendbarkeit des theoretischen Konstruktes zu überprüfen und Rückschlüsse auf die Gültigkeit der in der Theorie erschlossenen Ergebnisse zuzulassen.

Vor der Durchführung der VR-Intervention werden einige Maßnahmen getroffen, um das Vorhaben bestmöglich abzusichern. Hierzu wird eine Risiken-Nutzen-Abwägung durchgeführt, ein Ethikantrag gestellt (s. Anhang C, bewilligter Ethikantrag, S. 66) und diverse Assessments bzw. Fragebögen mit den Proband*innen durchgeführt.

Die Risiken-Nutzen-Abwägung umfasst folgende Aspekte, die nachstehend erläutert werden (vgl. Tabelle 14). Die Beurteilungen bzw. Lösungsansätze der einzelnen Aspekte werden in Kapitel 3.6.3 näher beschrieben.

Tabelle 14: Abwägung Risiken und Nutzen des Forschungsvorhabens.

Physische und psychische Risiken	Nutzen
1) Motion-/ Cybersickness	5) Rehabilitation/ Prävention
2) Sturzgefahr	6) Individuelles Training
3) Übertragbarkeit VR auf die Realität	7) Empowerment/ Steigerung Selbstsicherheit
4) Realitätsflucht	8) Spaß/ Motivation
	9) Ermöglicht ADL-Training, das sonst so nicht ausführbar wäre
	10) Einschätzen eigener Fähigkeiten zur Reduktion des Unfallrisikos
	11) Stärkung Compliance/ Digital Health Literacy

1) Motion-/ Cybersickness

Motion- bzw. Cybersickness umfassen Symptome, wie Schwindelgefühle, Übelkeit oder allgemeines Unwohlsein nach der Nutzung von VR-Anwendungen. Derartige Symptome bzw. Effekte werden auch „VR induced symptoms and effects“ (VRISE) genannt und können in seltenen Fällen die nutzende Person kurzzeitig in eine unangenehme Situation versetzen (Kourtesis et al., 2020). Die in der virtuellen Welt abgebildeten Inhalte führen zu somatischen widersprüchlichen Signalen, die von den Augen und von dem Innenohr ausgelöst werden (Koch et al., 2018). Das Gehirn kann eine Zusammenführung der Signale nicht einordnen: Die Augen registrieren eine Bewegung des Körpers im Raum, während der Gleichgewichtssinn einen Stillstand registriert. Der entstehende Konflikt kann die o.g. Symptome auslösen (Koch et al., 2018).

Die Folge dieser sensorischen Fehlanpassung resultiert in einem Konflikt der Sinneskanäle, die für die Orientierung und Position des Körpers im Raum verantwortlich sind. Mazloumi Gavgani, Walker, Hodgson und Nalivaiko (2018) beschreiben Cybersickness als eine Unterform der Motion Sickness, da sie das Gleichgewichtssystem nicht miteinbezieht und lediglich anhand visueller Reize ausgelöst wird. Die beiden Begriffe werden häufig synonym verwendet. Motion- bzw. Cybersickness tritt jedoch insbesondere dann zunehmend auf, wenn die Anwendung Inhalte abbildet, in der viel Bewegung (mit hohen Geschwindigkeiten) stattfindet. Ein Beispiel hierfür ist das Fahren einer Achterbahn in VR: Während die Augen das Vorbeiziehen der Umgebung registrieren, verarbeitet das Innenohr keine großen Veränderungen der Situation.

2) Sturzgefahr

Die Sturzgefahr in VR stellt ein Risiko dar, da durch den Verlust der Präsenz in VR ein Sturzereignis geschehen kann. Dabei ist u.a. die Orts- sowie Plausibilitätsillusion ein relevanter Bestandteil (Buchner & Mulders, 2020). Die AKAD Bildungsgesellschaft (2022) ergänzt, dass bei Unstimmigkeiten während der Interaktionsdurchführung Unsicherheiten auftreten können, dessen Folge ein Sturzgeschehen sein kann. Auch ist die Immersion bzw. der VR-Inhalt entscheidend für das Gefühl der Sicherheit, das mit einem Sturzrisiko in Verbindung gebracht werden kann (Böhnert & Reszke, 2014). Insbesondere auch nach VR-Anwendungsnutzung lässt sich eine Sturzgefahr nicht ausschließen.

3) Übertragbarkeit VR auf die Realität

Berücksichtigt sollte auch das Risiko, dass Senior*innen durch die Nutzung von VR zunehmend verunsichert werden könnten. Aufgaben, die in der virtuellen Welt nicht wie gefordert erfüllt werden können, bergen das Risiko, dass folglich Verunsicherungen bei den Proband*innen auftreten, die sich auf das eigene Selbstwertgefühl bzw. auf die Selbstsicherheit auswirken können.

4) Realitätsflucht

VR-Anwendungen können das Risiko der Realitätsflucht bergen. Der Zugang mittels VR zu neuen Welten kann eine Flucht aus der realen Welt hervorrufen. Dies wird auch Eskapismus genannt (Backa, 2015). Eine derartige Alltagsflucht birgt das Risiko, dass Nutzer*innen sich in einem für sie realistischen Abenteuer verlieren. Die nutzende Person weiß, dass ihr in der virtuellen Welt nichts passieren kann und handelt ohne für die Konsequenzen zu haften und ohne die Verantwortung für sein Handeln tragen zu müssen. Die Realitätsflucht stellt überwiegend für Personen im Jugendalter eine mögliche Gefahr dar.

5) Rehabilitation/ Prävention

Virtual Reality-Anwendungen werden zunehmend von Senior*innen genutzt. Das Angebot der VR-Nutzung erstreckt sich von Pflegeeinrichtungen, Krankenhäusern, Rehaeinrichtungen über die eigene Häuslichkeit. Im Gesundheitswesen unterstützt VR bei der Erhaltung des Allgemeinzustandes und unterstützt bei der Rehabilitation bzw. Prävention von physischen oder psychischen Einschränkungen (Napetschnig & Deiters, 2021). Beispielsweise wird VR zu Unterhaltungszwecke verwendet, indem Senior*innen eine Zeitreise durch die Nutzung des HMDs erleben. Zudem findet VR im Rahmen der Aufklärung Anwendung und bietet beispielsweise die Möglichkeit, Operationsprozesse veranschaulicht darzustellen und besser aufbereiten zu können. Weitere Anwendungen umfassen gezielte therapeutische Ziele, wie beispielsweise die additive Therapie bei Schlaganfallpatient*innen (z.B. Anwendung RehaGo, vgl. <https://www.rehamed-plus.de/rehamed-neuro/rehago/>) oder bei chronischen Schmerzpatient*innen (z.B. Anwendung Reducept, vgl. <https://www.reducept.com/de>). Auch im Kontext der

kognitiven Therapie unterstützt VR: In der Demenztherapie kann VR helfen, Senior*innen durch die Darstellung von 360°-Naturumgebungen kognitiv zu aktivieren. VR bietet Senior*innen die Möglichkeit dem Alltag einen Moment entfliehen zu können und auf unterschiedliche Art und Weise Situationen zweckbestimmt in der virtuellen Welt zu erleben. Gamification-Ansätze ermöglichen ein motivierendes und freudiges Erlebnis für die Senior*innen (Grävemeyer, 2021). Einige kommerzielle Anbieter haben sich auf die Entwicklung von VR-Anwendungen für Senior*innen fokussiert (z.B. AndersVR, vgl. <https://www.anders.life/>; Granny Vision, vgl. <https://www.granny-vision.com/>; Magic Horizons, vgl. <https://magic-horizons.com/de/>). Dies unterstreicht die zunehmende Bedeutsamkeit der VR-Nutzung bei Älteren.

6) Individuelles Training

Der Nutzen von VR ist vielfältig und orientiert sich an spezifischen Bedarfen der Senior*innen. Physische sowie psychische Zustände können durch den Einsatz von VR bei Senior*innen unterstützt werden, indem sie den Zustand erhalten oder bestenfalls verbessern (Grävemeyer, 2021). Auf physischer Ebene können Senior*innen einen Erhalt bzw. eine Verbesserung der Mobilität, Kraft bzw. Koordination durch gezielte Übungen in der virtuellen Welt erfahren. Durch Gamification-Elemente bzw. die Immersion gelingt es der nutzenden Person Bewegungen auszuführen, die unter anderen Umständen schwieriger bzw. nicht möglich sind (Napetschnig & Deiters, 2021).

Auf psychischer Ebene kann VR unterstützend wirken, indem gezielt auf Zustände eingegangen wird. Schmerzen können durch spielerisches Erleben in der virtuellen Welt reduziert bzw. nicht weiter verstärkt werden, Erinnerungen können wieder bzw. neu erlebt werden und kognitive Fähigkeiten trainiert werden. VR bietet viel Freude und Spaß bei der Nutzung und wirkt motivierend bei der Durchführung von Maßnahmen (Grävemeyer, 2021).

7) Empowerment/ Steigerung Selbstsicherheit

VR-Anwendungen ermöglichen die Darstellung von Situationen, die nicht oder nur unter aufwendigen Bedingungen trainiert werden können. Ein Beispiel ist die Abbildung potentiell gefährlicher oder herausfordernder Situationen. Im Gesundheitswesen können Operationstechniken im Rahmen der medizinischen Ausbildung mittels VR erprobt werden, dass den jeweiligen Nutzer*innen mehr Selbstsicherheit für die Umsetzung in der Realität verleiht (Hui & Wagner, 2021). Gaggioli, Keshner, Weiss und Riva (2009) beschreiben, dass ein optimales Erlebnis in der virtuellen Welt sich auf das Verhalten der Realität auswirken kann.

8) Spaß/ Motivation

VR-Anwendungen ermöglichen ein freudiges Erleben von Inhalten durch den Einsatz von gamifizierenden Elementen (Backa, 2015). Der Autor beschreibt, dass durch die Einbettung von spielerischen Inhalten und eine Interaktion mit Objekten ein neues Erlebnis geschaffen

wird. Inhalte können besser verstanden werden sowie (neu) erlernt werden. VR eröffnet als innovatives Medium neue Welten, insbesondere auch für Senior*innen (Feldmann, 2020).

9) Ermöglicht ADL-Training, das sonst in der Form nicht ausführbar wäre

VR-Anwendungen bieten Nutzer*innen ein Erleben von nahezu realen Situationen in der computergenerierten Umgebung. Diese technische Möglichkeit bietet das Abbilden und gezeitigt Trainieren von Situationen, die in die Realität übertragen werden können. Alltagstätigkeiten (engl: Activities of daily living, ADL) können gezielt trainiert werden, indem kognitive oder motorische Fähigkeiten durch das Abbilden alltäglicher Handlungen in VR gefordert werden (Kapten et al., 2020).

10) Einschätzen eigener Fähigkeiten zur Reduktion des Unfallrisikos

Anhand von Anwendungen in VR können Verhaltensweisen in der Realität angepasst werden, indem durch in VR-generiertes Feedback die Stärken bzw. Schwächen der nutzenden Person aufgezeigt werden (Kyaw et al., 2019). Eigene Fähigkeiten werden der nutzenden Person durch das Handeln in VR bewusstgemacht, sodass reflektorisch Adaptionsprozesse stattfinden können und das eigene Verhalten angepasst werden kann. Dies gilt insbesondere dann als großer Mehrwert zu beurteilen, wenn Fähigkeiten trainiert werden, die z.B. das Risiko eines Unfalls minimieren, indem das eigene Handeln bewusstgemacht und verändert wird.

11) Stärkung Compliance/ Digital Health Literacy

Compliance meint die Bereitschaft einer Person zur aktiven Mitwirkung an (therapeutischen) Maßnahmen (Ott, 2012). VR-Anwendungen mit einem Gesundheitsbezug können den sogenannten *Serious Health Games* zugeordnet werden und zielen darauf ab, intendiert Fähigkeiten und Wissen zu vermitteln. Sie sind zweckbestimmt und vermitteln „seriöse“ Inhalte. Durch die Nutzung des VR-Mediums wird die Digital Health Literacy (dt.: digitale Gesundheitskompetenz) der Senior*innen gefördert. Die Nutzung dieser innovativen Technologie stellt für Senior*innen eine Bereicherung dar. Auch wenn kein technisches Knowhow Voraussetzung für die Intervention ist, erfahren die Senior*innen etwas über die Nutzung und Wirkungsweise von VR.

Folgender Abschnitt beschreibt die für im Rahmen der VR-Interventionsstudie verwendeten Technologien.

Vor Durchführung der Intervention werden die verwendeten Technologien bestimmt.

Für die VR-Intervention wird das VR-Head Mounted Display (HMD) Meta Quest 2 genutzt (vgl. Abbildung 5). Das Medium HMD ermöglicht realitätsbezogene Interaktionen im Raum (Plotzky et al., 2021). Die Autor*innen beschreiben, dass physische Bewegungen über das HMD getrackt werden, sodass ein natürliches Bewegungsverhalten auf die virtuell geschaffene Umgebung übertragen und bewertet werden kann. Im Vergleich zu Bildschirm-gestützten Systemen, die das Einblenden von Inhalten in einem Raum bzw. auf einem räumlich begrenzten Umfang,

(wie bspw. auf ein Laufband) erlauben, kann ein HMD ortsungebunden eingesetzt werden und bedarf keiner weiteren Vorkehrungen. Das HMD ermöglicht eine größere Immersion im Vergleich zu anderen VR-Technologien, da aufgrund der stereoskopische Illusion Inhalte nahezu realistisch dargestellt werden können. Zudem ist die Immersion aufgrund der 360°-Sicht und des damit einhergehenden weiten Sichtfeldes größer (Plotzky et al., 2021). Neben der örtlichen und zeitlichen Ungebundenheit bei der Nutzung eines HMDs werden die Vorteile in einer kostengünstigeren Anschaffung im Vergleich zu anderen VR-Systemen gesehen.

Um die Kriterien des vorläufig gültigen Gütekriterienkernsets bestmöglich anwenden zu können, wird die im Vergleich zu anderen VR-Headsets leistungsstarke Meta Quest 2 des Herstellers Meta gewählt. Die Funktionalitäten des VR-Headsets Meta Quest 2 sind folgende:

Durch ein „Inside-Out“-Tracking mittels vier integrierter Kameras wird die Orientierung für die nutzende Person gewährleistet. Die in dem HMD integrierten Sensoren gewährleisten eine Positionserfassung sowie die Bewegungen der nutzenden Person. Die Kamera-Sensoren gewährleisten eine präzise und ohne in Echtzeit verzögerte Darstellung. Diese Faktoren tragen zu einer Risikominimierung von Motion-Sickness bei (Oh & Son, 2022).

Die Meta Quest 2 verfügt über zwei Touch-Controller für jeweils eine Hand. Diese sind mit Sensoren ausgestattet, sodass ein haptisches Feedback verfügbar ist. Ein 6DoF (Degrees of Freedom)-Tracking ermöglicht eine Bewegungsverfolgung nach vorne und zurück, auf und ab, links und rechts sowie den Roll-Nick-Gier-Winkel. Dies geschieht mit Hilfe von vier Weitwinkelsensoren an dem HMD, die sowohl die Lage im Raum als auch die Position der Controller erkennen. Des Weiteren verfügt die Meta Quest 2 über ein Handtracking, das anstelle der Controller genutzt werden kann. Mit Hilfe der in dem HMD innenliegenden Kameras wird die Position und die Ausrichtung der Hände erkannt. Computer-Vision-Algorithmen werden nach der Positionserkennung verwendet, um die Bewegungen und die Ausrichtung der Hände zu verfolgen (Meta, 2022).

Die Lautsprecher sind in der Meta Quest 2 integriert. Die nutzende Person ist dabei nicht von der Außenwelt abgeschirmt, sondern bekommt Umgebungsgeräusche mit, wodurch eine Anleitung durch Experten während der Nutzung gewährleistet ist. Das eingebaute OLED-Display bietet eine Auflösung von 1600x1440 Pixel pro Auge. Der Pupillenabstand lässt sich mechanisch einstellen. Der in dem HMD integrierte Akku ermöglicht ausgehend von einer 100%-igen Ladung bei dauerhafter Nutzung eine Haltbarkeit von etwa vier Stunden.

Die Meta Quest 2 ist ein Virtual Reality-Headset, das für immersives Erleben in verschiedenen Situationen genutzt werden kann. Der Hersteller ist Meta Platforms, eine Tochter von Meta. Die Meta Quest 2 ist ein Standalone-Gerät, das bedeutet, dass weder ein Kabel noch ein PC für die Nutzung notwendig ist.

Weitere Technologien, die für die Interventionsstudie verwendet werden, sind ein WLAN-Router, sodass eine sichere Internetverbindung zwischen der Datenbank und der Meta Quest 2

bzw. der VR-Anwendung *Wegfest* gewährleistet ist. Zudem wird ein Tablet (iPad Pro) bzw. Smartphone (iPhone 13 Mini) genutzt, um eine Übertragung des VR-Inhaltes per Streaming zu ermöglichen.

3.6.3 Ablauf VR-Interventionsstudie

Dieses Kapitel bildet zunächst die Ergebnisse der Risiken-Nutzen-Abwägung ab (vgl. Kapitel 3.6.2) und beschreibt folglich den Studienablauf der VR-Intervention.

Für ein ethisches Clearing wurde ein Antrag am Institut für Pädagogik und Philosophie der Deutschen Sporthochschule Köln gestellt. Der bewilligte Ethikantrag hat die Nr. 095/2022 (s. Anhang C, bewilligter Ethikantrag, S. 66). Die Bewertung der Risiken-Nutzen-Abwägung (vgl. Tabelle 14) wird im Rahmen der Ethikantragsstellung für die Durchführung der VR-Interventionsstudie mit *Wegfest* genutzt und beinhaltet folgende Maßnahmen:

1) Motion-/ Cybersickness

Die VR-Anwendung *Wegfest* reduziert das Motion-/ bzw. Cybersickness-Risiko, indem sich die nutzende Person tatsächlich im Raum bewegt. Das natürliche Gehen mit der individuellen Gehgeschwindigkeit wird während des Tragens des HMDs veranlasst. Abbrems- sowie Beschleunigungsvorgänge innerhalb der einzelnen Gangphasen werden realitätsgetreu durchgeführt und 1:1 in der virtuellen Realität abgebildet. Das Risiko einer Motion- bzw. Cybersickness ist somit stark reduziert. Die Pre-Tests stärken diese These: Bei keinem der Proband*innen wurden VRSE registriert.

2) Sturzgefahr

Eine Sturzgefahr der Proband*innen während der Interventionsstudie wird anhand folgender Vorgehensweisen ausgeschlossen: Die Berücksichtigung der Ein- bzw. Ausschlusskriterien sieht vor, dass nur physisch sowie psychisch fitte Proband*innen an der Intervention teilnehmen dürfen. Mögliche Stolperfallen, wie Hilfsmittel für die Mobilität in Form eines Gehstocks oder Rollators, dürfen nicht genutzt werden. Auch werden Proband*innen ausgewählt, die auf derartige Hilfsmittel nicht angewiesen sind. Anhand verschiedener Assessments werden verschiedene physische Faktoren (Mobilität, Kraft, Koordination) berücksichtigt und individuell bewertet. Gleiches gilt für die Überprüfung der psychischen Eignung. Die Assessmentergebnisse werden anhand der Cut Off-Werte eingestuft. Assessments mit sehr guten bzw. guten Ergebnissen und somit einer vollständigen bzw. nahezu vollständigen Punktzahl werden berücksichtigt, die Proband*innen mit diesen Assessmentergebnissen dürfen an der Intervention teilnehmen. Im Rahmen der Anamnese werden weitere mögliche Risiken, wie der Gesundheitszustand, die Einnahme von Medikamenten und die Berücksichtigung möglicher Nebenwirkungen sowie bestimmte Krankheitsbilder überprüft und beachtet.

3) Übertragbarkeit VR auf die Realität

Die Durchführung von Pre-Tests zur vorliegenden VR-Anwendung *Wegfest* lassen die Rückschlüsse einer negativen Auswirkung auf das Selbstwertgefühl bzw. die Selbstsicherheit nicht zu, da eine Abnahme der Fähigkeiten durch das VR-Training ausgeschlossen wird. Sobald sich dies dennoch im Rahmen der Intervention entgegen allen Vorannahmen bestätigen sollte, wird die Durchführung bei der jeweiligen Person sofort unterbrochen und Gegenmaßnahmen unmittelbar eingeleitet.

4) Realitätsflucht

Für die Senior*innen im Rahmen der Interventionsstudie wird das Risiko der Realitäts- bzw. Alltagsflucht als sehr gering angesehen. Als Lösungsansatz für eine mögliche Realitätsflucht wird eine Kontrolle des übermäßigen Konsums empfohlen. Da das Anwendungssetting in einem geschützten Rahmen abläuft sowie zeitlich begrenzt ist, wird die Gefahr der Realitätsflucht für die Proband*innen ausgeschlossen.

5) Rehabilitation/ Prävention

Im Rahmen der Anwender*innenproduktion wird anhand der Interventionsdurchführung mit der VR-Anwendung *Wegfest* die Umsetzung von Zielen im präventiven Kontext angestrebt. Diese umfassen u.a. die Erhaltung bzw. Stärkung des Empowerments der Senior*innen, um sich sicherer bei der Überquerung einer Straße zu fühlen. Dies schließt die Stärkung physischer sowie psychischer Faktoren ein: Die Senior*innen sollen lernen ihre eigene Gangfähigkeit bei der Situation der Straßenüberquerung einschätzen zu können. Zudem sollen sie lernen in einer Situation wie der Straßenüberquerung über ihre exekutiven Funktionen zu urteilen und diese bestenfalls zu stärken. Daran anschließend wird angestrebt, das Unfallrisiko während der Alltagsaktivität der Straßenüberquerung bei Senior*innen zu senken und zur Verkehrssicherheit beizutragen. Zudem kann sich ein derartiges Training präventiv auch auf andere Alltagsaktivitäten vorteilhaft auswirken. Hierzu müssten jedoch weitere Forschungsarbeiten erfolgen.

6) Individuelles Training

Die VR-Anwendung *Wegfest* ermöglicht eine individualisierte, nutzer*innengerechte Trainingssteuerung. Die Entwicklung von *Wegfest* basiert auf einem partizipativen und iterativen Gestaltungsprozess: Im Vorfeld wurden anhand verschiedener qualitativer Forschungsmethoden (SLR, Framework Analyse, Workshops mit VR-Anwendungsexpert*innen) Kriterien für eine senior*innengerechte VR-Anwendung erschlossen. Diese Kriterien wurden bei der Entwicklung von *Wegfest* berücksichtigt. Die Anwendung verfügt über unterschiedliche Parameter, die der Trainingssteuerung dienen. Zudem unterstützen die vor Anwendungsbeginn durchgeführten Assessments sowie der in VR integrierte Fragebogen die Trainingssteuerung. Auf situative

Gegebenheiten der Senior*innen kann unmittelbar eingegangen und reagiert werden. Die Trainingsgestaltung ist schnell und von extern durch die Anbindung an die für *Wegfest* entwickelte Plattform steuerbar. Das Training ermöglicht eine individuelle Auswertung: Parameter eines Trainings sowie Parameter über den Trainingszeitraum können miteinander verglichen werden. Zudem kann ein intra- sowie interindividueller Vergleich erfolgen. Dies lässt einen Rückschluss auf den eigenen Trainingsverlauf sowie im Vergleich zu den anderen Proband*innen zu.

7) Empowerment/ Steigerung Selbstsicherheit

Im Rahmen der Interventionsstudie wird durch die Nutzung der VR-Anwendung *Wegfest* untersucht, inwiefern sich das Training auf das Empowerment der Senior*innen auswirkt. Ziel ist es, die Senior*innen zu bestärken, sodass sie sich selbstsicherer bei der Überquerung einer Straße fühlen bzw. den aktuellen Zustand der Selbstsicherheit beibehalten. *Wegfest* wird als eine Strategie bzw. Maßnahmen zur Erhöhung der Autonomie und der Selbstbestimmung der Lebensgestaltung der Senior*innen angesehen. Ob diese Ansicht erfüllt werden kann, soll neben weiteren Nutzen in der Interventionsstudie untersucht werden. Als Instrument zur Analyse der Selbstsicherheit dient der in der Anwendung integrierte Fragebogen. Die subjektive Einschätzung wird anhand der Antworten der Proband*innen ausgewertet und den objektiven Daten durch die Parameterauswertung gegenübergestellt. Dadurch soll ersichtlich werden, ob die Senior*innen sich bei der Tätigkeit der Straßenüberquerung über- bzw. unterschätzen. Zudem kann *Wegfest* möglicherweise unterstützend wirken, indem eventuell auftretende Angstzustände in Bezug auf das Überqueren einer Straße gemildert bzw. abgebaut werden.

8) Spaß/ Motivation

Die VR-Anwendung *Wegfest* ermöglicht eine einfache Nutzung für die Senior*innen. In der Interventionsstudie erleben die Senior*innen Inhalte in der virtuellen Welt, die realistische Szenarien abbilden und senior*innengerecht entwickelt werden. Die Interaktion erfolgt per Handtracking, d.h. bei der Nutzung werden keine Controller benötigt. Eine Technikaffinität seitens der Proband*innen ist für die Interventionsstudie keine Voraussetzung. Das HMD ermöglicht ein direktes Erleben. Eine technische Bedienung durch die Senior*innen ist nicht notwendig. Eine gezielte Trainingssteuerung kann durch direktes Feedback des integrierten Fragebogens bzw. die Einsicht in den Trainingsverlauf erfolgen, sodass die Konfiguration der einzelnen Szenen in ihren Schwierigkeitsstufen entsprechend angepasst werden können. Die Senior*innen können vor einer Über- bzw. Unterforderung bewahrt werden, indem die Szenen individuell gewählt werden, um einen optimalen Trainingsreiz zu setzen. Zudem ist ein abwechslungsreiches Training gegeben. Dies trägt zur Motivation und einem freudigen Erleben bei. Trainingseffekte lassen sich nach jedem Training individualisiert darstellen und sollen die Motivation der Senior*innen für die nächste Sitzung fördern.

9) Ermöglicht ADL-Training, das sonst in der Form nicht ausführbar wäre

Die International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) klassifiziert verschiedene Komponenten von Gesundheit, unter d4 ist die Mobilität definiert (vgl. BfArM, ICD-10-GM Version 2021). *Wegfest* greift die Alltagstätigkeit der Straßenüberquerung auf, die der Subkategorie „d450-d469 Gehen und sich fortbewegen“ der ICF zugeordnet wird. Durch die virtuell geschaffenen Straßensituationen und die Möglichkeit diese virtuell durch physisches Gehen im Raum zu überqueren, wird ein ADL-Training ermöglicht, das in der Realität nahezu nicht durchführbar wäre. Die Senior*innen erleben durch *Wegfest* Situationen, in denen kritische Situationen entstehen können (z.B. Unfallszenario, Dauer der Straßenquerung über Ampelphase hinaus, Gefahrensituationen durch zu leichtsinniges Queren). Gleichzeitig können sie ihre eigenen Fähigkeiten reflektieren, indem die Ursache der möglichen kritischen Situation gesucht wird. Die Trainingsanwendung soll zur Selbstsicherheit der Senior*innen beitragen, indem die Funktionalitäten, die bei der Überquerung einer Straße benötigt werden, überprüft, erhalten bzw. verbessert werden. Gleichzeitig könnte *Wegfest* eine positive Übertragung der beanspruchten Funktionen auf weitere ADLs ermöglichen. Faktoren, wie das Reaktions-, Mobilitäts- bzw. Gangvermögen sowie die Koordination, die Kraft und das Gleichgewicht könnten durch eine Beanspruchung im Rahmen der Intervention trainiert werden. Des Weiteren werden exekutive Funktionen gefordert, die auch in weiteren Alltagstätigkeiten verlangt werden. Insgesamt besteht eine mögliche positive Übertragung der geforderten Funktionalitäten auf die gesamte Gangsicherheit bzw. Mobilität und wirkt sich präventiv auf die Selbstständigkeit und die Erhaltung des Gesundheitsstatus der Senior*innen aus.

10) Einschätzen eigener Fähigkeiten zur Reduktion des Unfallrisikos

Pro Jahr verunglückten in Deutschland etwa 6.800 Senioren, davon waren etwa 4.200 im Alter von 75 Jahren und älter (Statistisches Bundesamt, 2020). Altersbedingte Veränderungen in Kognition, Visus und Motorik führen dazu, dass das Unfallrisiko bei der Überquerung einer Straße ansteigt (Lobjois & Cavallo, 2007; 2009).

Wegfest zielt darauf ab, durch ein gezieltes Training zur Verkehrssicherheit beizutragen und das Unfallrisiko zu reduzieren. Durch das Interventionsvorhaben sollen die Senior*innen lernen, ihre eigenen Fähigkeiten zu reflektieren und zu trainieren, sodass die Gefahr eines Unfalls bei der Überquerung einer Straße minimiert wird. Auch kann das Vorhaben nach Abschluss der Intervention und positivem Ergebnis bzw. positivem Rückschluss hinsichtlich der Reduktion eines Unfall(risikos) bei anderen Zielgruppen untersucht werden. Mögliche Zielgruppen sind bspw. Schulkinder oder Personen mit physischen oder psychischen Beeinträchtigungen.

11) Stärkung Compliance/ Digital Health Literacy

Wegfest stärkt die Compliance sowie Digital Health Literacy, indem durch den seriösen Kontext der sicheren Straßenüberquerung auf das Verhalten der Senior*innen eingewirkt werden soll. Die Senior*innen zeigen durch die Nutzung von *Wegfest* die Bereitschaft der aktiven Mitwirkung an präventiven Maßnahmen anhand der Nutzung einer innovativen Technologie. *Wegfest* dient als Möglichkeit durch motivierendes Erleben mittels gamifizierender Inhalte die Compliance der Senior*innen zu stärken, indem diese einen Beitrag zur aktiven Gesundheitsförderung leisten.

Im Folgenden wird der Studienablauf der VR-Intervention näher beschrieben.

Der Interventionszeitraum umfasst die Monate Oktober bis Dezember 2022. Die Rekrutierung der Proband*innen begann Mitte August 2022. Diese erfolgte durch Auslegen von Informationsblättern bzw. einer Kurzbeschreibung zum Vorhaben der Interventionsstudie in der Physiotherapiepraxis Bischoff sowie der physiotherapeutischen Einrichtung RKM 740 in Düsseldorf (s. Anhang C, Einladungsschreiben, S. 52). Des Weiteren wurden Proband*innen aus dem privaten Umfeld im Raum Düsseldorf sowie Köln rekrutiert sowie über die Seniorenzentren Bochum durch eine Kooperation mit der Polizei Nordrhein-Westfalen (NRW) angesprochen (s. Anhang C, Kooperationszusage, S. 53).

Zum Startzeitpunkt der Intervention wurden n=20 Proband*innen rekrutiert, von denen n=12 dem Düsseldorfer Raum und n=8 dem Kölner Raum zuzuordnen sind. In den Monaten Oktober und November 2022 wurden weitere n=9 Senior*innen (davon n=4 im Kölner Raum, n=5 im Düsseldorfer Raum) rekrutiert, sodass insgesamt n=29 Senior*innen Interesse an der Interventionsstudie bekundet haben. Mit den Senior*innen wurden vor Beginn der Intervention diverse Assessments zur Überprüfung der Eignung vor Interventionsbeginn durchgeführt.

Für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen werden Senior*innen im Rahmen des partizipativen und iterativen Forschungsprozesses einbezogen, indem sie sich inhaltlich beteiligen. Für die thematische Auseinandersetzung der Senior*innen mit VR müssen Berührungspunkte geschaffen werden, sodass sie ein Verständnis zu der Thematik bekommen und VR begreifen. Dieser Schritt erfolgt, indem für die Senior*innen VR erlebbar gemacht wird. Die Vorbereitungen der Interventionsstudie bestehen neben den schriftlichen Erläuterungen (s. Anhang C, Einladungsschreiben und Proband*inneninformation, S. 52 & 55), aus einer mündlichen Aufklärung zu der Thematik VR bzw. einem Erleben von VR anhand der Nutzung von unterschiedlichen Medialitäten. Die für die Interventionsstudie rekrutierten Senior*innen werden im Rahmen des Screening-Verfahrens über das Vorhaben der Interventionsstudie aufgeklärt und erfahren VR einleitend anhand von Videomaterial sowie folglich durch die Nutzung eines Cardboards. Anhand eines Videos, das die VR-Anwendung *Wegfest* als Teaser abbildet (vgl. <https://www.youtube.com/watch?v=Lr6dLeP4okQ>), können erste Eindrücke gewonnen werden. Zudem wird VR als

Instrument erläutert, indem ein Cardboard mit einer Beispielsanwendung mittels des Tools *Thinglink* dargestellt wird und somit VR zunächst in einer niederschweligen Form erlebt werden darf. Daran anschließend wird das Vorhaben von *Wegfest* sowie das Meta Quest 2-Headset erläutert.

Nach erfolgter Aufklärung der Proband*innen zum Interventionsvorhaben sowie zum VR-HMD Meta Quest 2 wird das Training mit einem Tutorial in VR begonnen, das die Fähigkeiten des natürlichen Gehens in Kombination mit dem Erleben in VR überprüfen soll. Das Tutorial dient der Prüfung zur Eignung der Proband*innen hinsichtlich der in VR geforderten Interaktionen, wie das physiologische Gehen sowie der Erprobung der Bedienung von den in VR integrierten Buttons, die mittels Handtracking bedient werden können.

Als Trainingsraum wird für den dreimonatigen Interventionszeitraum eine großflächige Räumlichkeit benötigt, um ausreichend Platz für die Umsetzung der Intervention zu haben. Die Räumlichkeiten umfassen einen Trainingsraum einer Physiotherapiepraxis in Köln sowie einen Besprechungsraum im RKM Düsseldorf bzw. den Pfarrsaal der evangelischen Friedenskirche in Düsseldorf (s. Anhang A, Abb. 56, Abb. 57 & Abb. 58, S.9 & 10).

Die Parameter zur Trainingsgestaltung von *Wegfest* orientieren sich an den Empfehlungen des American College of Sports Medicine [ACSM] (2006). Die Empfehlungen umfassen eine Trainingsgestaltung von maximal 8-10 Übungen. Aufgrund der für die Proband*innen neuen Trainingsgestaltung mittels VR, werden sieben verschiedene Szenarien, die der Bezeichnung „Übungen“ gleichgesetzt werden, pro Trainingseinheit geplant. Auch wird hier ein möglicher Puffer durch etwaige Wiederholungen aufgrund von dem Erleben der Gefahrensituationen bzw. Unfälle berücksichtigt. Jede Trainingseinheit wird mit 20-30 Minuten geplant. Das von dem ACSM (2006) empfohlene Training von zweimal wöchentlich sowie mit einem Tag Pause zwischen den Trainingssitzungen wird ebenfalls übernommen. Die Anzahl der Trainingseinheiten wird auf acht beschränkt. Schönhuth und Jerrentrup (2019) beschreiben, dass sich Senior*innen mehrmals mit einer Technologie beschäftigen sollten, um diese kennenzulernen und sich damit intensiv auseinander setzen zu können. Aufgrund zeitlicher Ressourcen wird ein vierwöchiges Training innerhalb des dreimonatigen Interventionszeitraumes mit insgesamt acht Trainingseinheiten vorgesehen.

Die Betreuung der Senior*innen erfolgt einzeln, sodass Rückfragen sowie Hilfestellungen bei Bedarf unmittelbar erfolgen können. Die VR-Trainingsanwendung *Wegfest* wird in den einzelnen Trainingseinheiten anhand der Darstellung unterschiedlicher Szenarien gesteigert, sodass mit zunehmender Trainingseinheit die Anforderungen erhöht werden. Die schrittweise Erhöhung des Schwierigkeitsgrades wird anhand der Konfiguration der Parameter bestimmt, die in Kapitel 4.2.1.3 näher beschrieben wird.

Der Trainingsplan ist für jede*n Probanden bzw. Probandin identisch. Der jeweilige VR-Inhalt wird mittels eines Tablets gespiegelt, sodass von außen nachvollzogen werden kann, in welcher Situation sich die nutzende Person befindet. Während der Nutzung werden die Proband*innen einzeln durch direkte Anwesenheit der Studienleitung betreut, um bei einer möglichen unerwarteten Reaktion (Stolpern, Sturz, Bewegung nahe Hindernissen, VRSE bei den Proband*innen etc.) rechtzeitig reagieren zu können. Nach Abschluss jeder Szene sollen die Proband*innen eine in die VR-Anwendung integrierte Frage zur Selbstwirksamkeit beantworten. Die Frage wird als geschlossene Frage formuliert und umfasst die Abfrage des subjektiven Empfindens hinsichtlich der Selbstsicherheit bei der Straßenüberquerung. Die Fragestellung zur Selbstwirksamkeit im Rahmen der VR-Intervention lautet: *Wie sicher haben Sie sich während dieser Straßenüberquerung gefühlt?*

Die Antwortmöglichkeiten sind folgende: (1) sehr unsicher, (2) unsicher, (3) sicher, (4) sehr sicher. Mittels den in VR integrierten Auswahlbuttons kann die Antwortmöglichkeit ausgewählt und eingeloggt werden.

Wegfest ermöglicht eine individuelle Formulierung von Fragen sowie Antwortmöglichkeiten. Eine für die VR-Anwendung konzipierte Datenbank dient als Grundlage für die Konfiguration der Fragen bzw. Antworten und deren Zuteilung. Die Einbettung der Fragen kann dabei vor oder nach einer Szene erfolgen, die Auswahl kann individuell bestimmt werden. Für die Intervention wird sich auf die oben aufgeführte Fragestellung beschränkt.

Die VR-Interventionsstudie zielt darauf ab, die zuvor definierten Gütekriterien für senior*innengerechte VR-Anwendungen zu überprüfen. Anhand der VR-Trainingsanwendung *Wegfest*, die einen Beitrag zum gesunden Altern durch präventives Einwirken leisten soll, sollen die Senior*innen in einem für sie als sinnvoll bewerteten Use Case VR kennenlernen. Gleichzeitig ergibt sich durch die Nutzung von *Wegfest* die Möglichkeit präventiv auf das Verhalten der Senior*innen im Hinblick auf die Verkehrssicherheit einzuwirken. In der Intervention wird die Fragestellung beantwortet, welche Auswirkungen *Wegfest* für die Senior*innen hinsichtlich des subjektiven und objektiven Sicherheitsempfindens beim Überqueren einer Straße hat. Im Rahmen einer Masterarbeit (vgl. Prüß, 2023) wird diese Fragestellung bearbeitet. In der vorliegenden Forschungsarbeit werden hierzu vereinzelt Ergebnisse (vgl. Kapitel 4.2) sowie Diskussionsaspekte (vgl. Kapitel 5.2) dargestellt. Im Anschluss an die Interventionsstudie erfolgt ein Workshop mit den Proband*innen, um die Kriterien für senior*innengerechte VR-Anwendungen zu eruieren bzw. zu überarbeiten. Das Ergebnis stellt ein Gütekriterienkernset unter der Berücksichtigung zielgruppenspezifischer Angaben dar.

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse dargestellt. Hierbei wird sich an der in der Methodik verwendeten Struktur anhand der vier Phasen orientiert. Zunächst werden die Ergebnisse aus den PDCA-Zyklen abgebildet (Kapitel 4.1). In den einzelnen Unterkapiteln wird auf die jeweiligen Versionen des Gütekriterienkernsets in Form von Zwischenergebnissen ($V_{x_{draft}}$ bzw. $V_{x_{final}}$) im Entwicklungsprozess eingegangen (vgl. Kapitel 4.1.1 bis 4.1.3.4). In Kapitel 4.1.4 wird die Entwicklung des finalisierten Gütekriterienkernsets beschrieben, indem im Anschluss an die Zwischenversion $V_{4_{draft}}$ der Kern dieser Forschungsarbeit, das Gütekriterienkernset für senior*innengerechte VR-Anwendungen ($V_{4_{final}}$), abgebildet wird.

In Kapitel 4.2 wird die VR-Anwendung *Wegfest* vorgestellt. In den zugehörigen Unterkapiteln wird auf die Entwicklungshintergründe von *Wegfest* näher eingegangen (Kapitel 4.2.1 ff.). In Kapitel 4.2.2 werden die Ergebnisse der Intervention skizziert.

Das Kapitel 4.1 ff. richten sich vordergründig an die Lesehandlung „Gütekriterienkernsetentwicklung“. Das Kapitel 4.2 ff. ist primär an die Lesehandlung „VR-Anwendungsentwicklung“ adressiert.

4.1 Ergebnisse aus den PDCA-Zyklen des PEPs

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der jeweiligen PDCA-Zyklen strukturiert und in ihrer systematischen Vorgehensweise sukzeden vorgestellt. Das Kapitel adressiert mitsamt den Unterkapiteln vordergründig die Lesehandlung „Gütekriterienkernsetentwicklung“.

Die Ergebnisse lassen sich entsprechend des Entwicklungsprozesses darstellen. Dieser umfasst vier PDCA-Zyklen, die anhand des PEPs in vier Phasen (1. Produktplanung, 2. Produktentwicklung, 3.1 Expert*innenproduktion, 3.2 Anwender*innenproduktion) eingeteilt sind. Jede Phase und folglich jeder PDCA-Zyklus beinhaltet qualitative Forschungsmethoden, die in *Abbildung 25* dargestellt sind und sich wie folgt zusammenfassen lassen:

In der ersten Phase des PEPs, der Produktplanung, wird anhand des ersten PDCA-Zyklus eine SLR zu UF1 durchgeführt, die als Resultat einen ersten Entwurf des Gütekriterienkernsets ($V_{1_{draft}}$) abbildet. UF1 umfasst die Fragestellung nach existierenden Inhalten zu allgemeingültigen Entwicklungsempfehlungen für VR-Anwendungen (vgl. Kapitel 2.5). Anhand einer Framework Analyse werden die Ergebnisse systematisiert, sodass das Ergebnis der ersten Phase $V_{1_{final}}$ darstellt.

Die zweite Phase des PEPs beinhaltet die Produktentwicklung, in der im zweiten PDCA-Zyklus anhand der Bearbeitung von UF2 eine Aufbereitung der vorherigen Ergebnisse erfolgt. UF2 beinhaltet die Fragestellung, welche spezifischen Inhalte sich aus den Entwicklungsempfehlungen für VR-Anwendungen für die Zielgruppe der Senior*innen ableiten lassen (vgl. Kapitel

2.5). Mittels des methodischen Vorgehens anhand der Durchführung einer SLR zu UF2 stellt die Fassung V2_{draft} in diesem Schritt das Ergebnis dar und dient als Grundlage für die weitere Bearbeitung. Diese erfolgt durch Einbindung von VR-Entwicklungsexpert*innen im Rahmen eines ersten Workshops. Durch den Einbezug sowie durch Überarbeitung der Ergebnisse schließt die zweite Phase mit V2_{final} ab.

Die letzte Phase des PEPs, die Produktion, teilt sich im Rahmen der Forschungsarbeit in die dritte Phase (3.1 Expert*innenproduktion) sowie vierte Phase (3.2 Anwender*innenproduktion). In der Expert*innenproduktion findet der dritte PDCA-Zyklus Anwendung. Das methodische Vorgehen besteht aus der SLR zu UF3 und ergibt folglich das Resultat in Form von V3_{draft}. UF3 umfasst die Fragestellung, wie senior*innengerechte VR-Technologien geschaffen sein müssen, um die Lebensqualität zu verbessern und welche Kriterien sich dazu zur Akzeptanz von VR-Anwendungen ableiten lassen (vgl. Kapitel 2.5). Mittels des Workshops mit VR-Anwendungsexpert*innen erfolgt eine zunehmende Systematisierung der Ergebnisse, die im Rahmen des Operationalisierungsprozesses das vorläufig gültige Gütekriterienkernset (V3_{final}) abbilden.

In der letzten Phase und demnach der Anwender*innenproduktion wird anhand der Durchführung der traditionellen Literaturrecherche zu UF4 eine vorbereitende Maßnahme für die sich daran anschließenden VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* vorgenommen. UF4 beinhaltet die Interventionsfragestellung, die auf die Einflussfaktoren für die Entwicklung einer VR-Anwendung zum Training des Straßenüberquerens für Senior*innen eingeht (vgl. Kapitel 2.5). Die Entwicklung von V4_{draft} umfasst ebenfalls relevante Inhalte, die zur Entwicklung von *Wegfest* beitragen. Nach der Interventionsstudie mit der VR-Anwendung werden die Ergebnisse des dritten Workshops mit den Senior*innen bzw. Anwender*innen einbezogen, sodass das finalisierte Gütekriterienkernset (V4_{final}) das Endresultat dieser Forschungsarbeit darstellt.

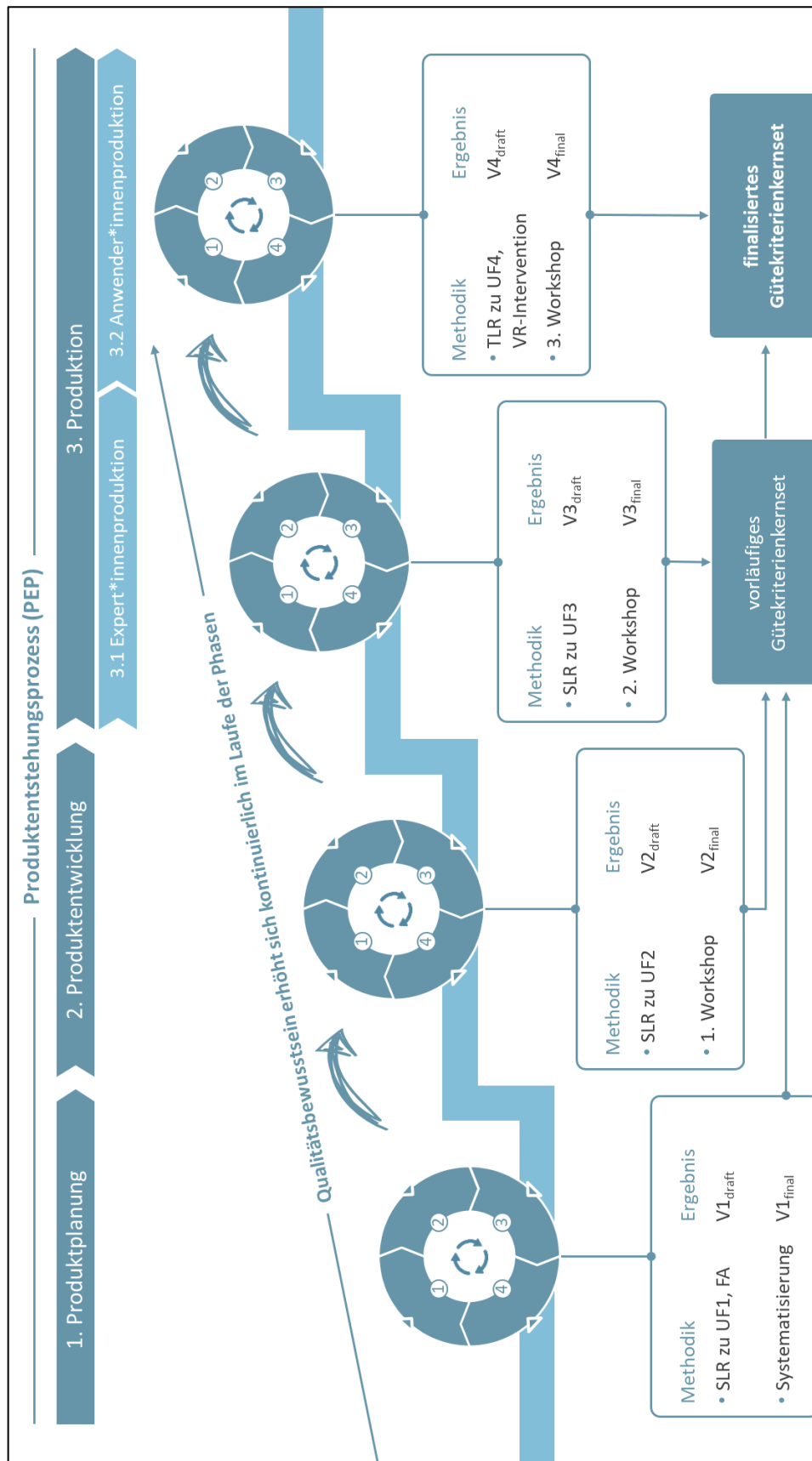


Abbildung 25: Implementierung des PDCA-Zyklus in den PEP inkl. Darstellung der Methodik und Ergebnisse (eigene Darstellung).

4.1.1 Entwicklung der ersten Version des Gütekriterienkernsets

Die erste Version des Gütekriterienkernsets obliegt den Ergebnissen der SLR zu UF1 bzw. denen der Framework Analyse ($V1_{\text{draft}}$ bzw. $V1_{\text{final}}$). UF1 umfasst die Fragestellung nach der Existenz sowie den Inhalten allgemeingültiger Kriterien zu Entwicklungsempfehlungen für VR-Anwendungen. Die in der Literatur identifizierten Ergebnisse werden anhand der Framework Analyse aufbereitet und ergeben ein erstes Konstrukt für das Gütekriterienkernset. Das erste Konstrukt ist die Basis für weitere Bearbeitungsprozesse im Rahmen der in den PEP eingebetteten PDCA-Zyklen. Im weiteren Fortgang werden die Ergebnisse der beiden qualitativen Forschungsmethoden näher dargestellt. Folglich wird der Systematisierungsprozess sowie die Finalisierung der ersten Version des Gütekriterienkernsets ($V1_{\text{final}}$) beschrieben.

4.1.1.1 Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zu UF1

Abbildung 26 dient zur Orientierung und stellt den ersten Schritt der Ergebniserzeugung des ersten PDCA-Zyklus farblich dar.

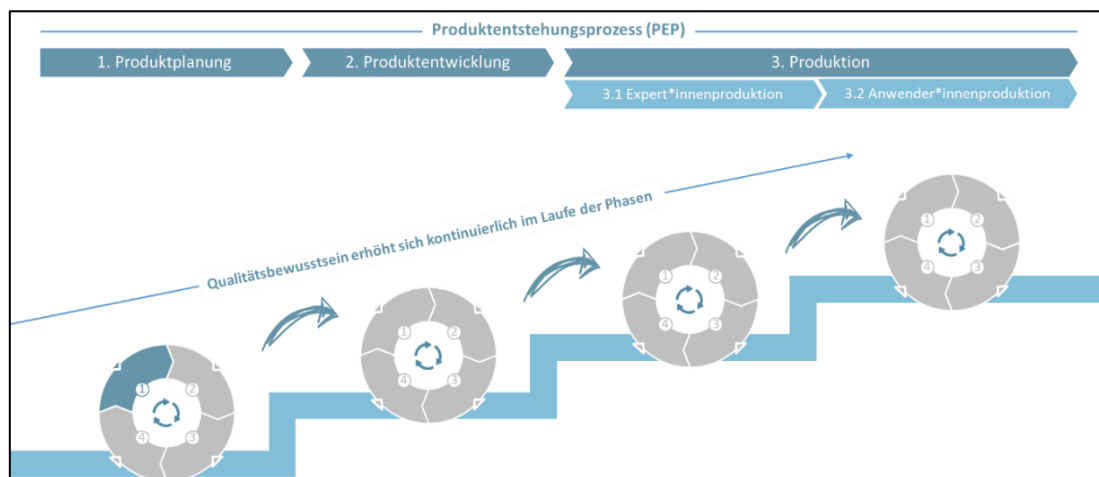


Abbildung 26: Die Analyse im ersten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Das Prisma Flow Diagramm (vgl. Abbildung 15) bildet das methodische Vorgehen der systematischen Literaturrecherche inkl. der einzelnen Schritte (Identifikation, Screening, Volltextanalyse, Integration) und der Anzahl identifizierter Ergebnisse der Suchstrategie zu UF1 ab. Die systematische Literaturrecherche zu UF1 zeigt, dass kein standardisiertes Gütekriterienkernset für VR-Anwendung existiert, somit auch nicht für senior*innengerechte VR-Anwendungen. Die Ergebnisse der Recherche schließen Entwicklungsempfehlungen und Leitfäden von Gesundheitstechnologien ein, insbesondere von digitalen (Gesundheits-)Anwendungen. Diese sind aufgrund der aktuellen Relevanz und dem gesellschaftspolitischen Diskurs (Verordnen von DiGAs, DIGAV, App auf Rezept) sehr oft und detailliert thematisiert und von Expert*innen bewertet worden.

Für das Gütekriterienkernset dieser Arbeit werden Leitfäden von DiGAs einbezogen, da sie mehrfach evaluiert worden sind, in ihren Inhalten sehr detailliert beschrieben und bewertet worden sind und VR-Anwendungen auch unter die DiGA fallen können. Um den Fokus jedoch auf die VR-Anwendungen zu richten, wird es als nicht ausreichend bewertet, sich nur an den Kriterien der DiGA-Leitfäden zu orientieren, sondern weitere Erkenntnisse einzubeziehen. Die Ergebnisse von Studien ergeben weitere Impulse, die für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets als bedeutsam angesehen werden. Zudem werden vereinzelt Inhalte von Gesetzen, wie bspw. dem Digitalen Versorgungsgesetz (DVG), einbezogen, um Richtlinien regelkonform einzuhalten und um abgesichert zu sein.

Aufgrund inhaltlicher Differenzen, die sich aus der SLR zu UF1 ergeben, wird eine Zweiteilung für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets mit zwei Themenschwerpunkten vorgenommen. Die Zweiteilung wird nachfolgend als „Part 1“ sowie „Part 2“ bezeichnet. Der erste Part umfasst Rahmenbedingungen und wird mit „Allgemeine Kriterien“ zur Gestaltung von VR-Anwendungen betitelt. Der zweite Part beinhaltet Kriterien, die spezifisch sind und die inhaltliche Gestaltung von VR-Anwendungen darstellt und wird demnach als „Spezifische Kriterien“ umschrieben werden. Die identifizierten Ergebnisse aus der SLR zu UF1 (vgl. Abbildung 15) werden nach den thematischen Schwerpunkten dem jeweiligen Part zugeteilt.

Für die Entwicklung des ersten Parts des Gütekriterienkernset, der die allgemeinen Kriterien zur Gestaltung von VR-Anwendungen berücksichtigt, werden n=21 Quellen identifiziert, die als Grundlage dienen. Folgende Quellen werden für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets berücksichtigt und näher ausgeführt:

Tabelle 15: Ergebnisse der SLR zu UF1.

	Titel	Herausgeber
1	AppQ 0.9 Gütekriterien-Kernset für mehr Qualitätstransparenz bei digitalen Gesundheitsanwendungen	Bertelsmann Stiftung (2019)
2	APPKRI Kriterien für Gesundheits-Apps	Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme (2018)
3	AppQ 1.0 Gütekriterien-Kernset für mehr Qualitätstransparenz bei digitalen Gesundheitsanwendungen	Bertelsmann Stiftung (2019)
4	Mobile Application Rating Scale (MARS)	Stoyanov et al., (2015)
5	ENLIGHT	Baumel et al. (2017)
6	Good Practice Guidelines on Health Apps and Smart Devices	Haute Autorité de Santé (2016)
7	Digital Assessment Questions Beta	National Health Service Digital (2018)
8	App Evaluation Model	American Psychiatric Association (2018)
9	AppQ 1.1 Gütekriterien-Kernset für mehr Qualitätstransparenz bei digitalen Gesundheitsanwendungen	Bertelsmann Stiftung (2020)
10	DiGA-Leitfaden: Das Fast Track Verfahren für digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) nach § 139e SGB V – Ein Leitfaden für Hersteller, Leistungserbringer und Anwender	Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (2020)
11	BfArM-Orientierungshilfe Medical Apps	Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (2016)
12	Digitale Gesundheitsanwendungen-Verordnung - DiGAV	Bundesministerium für Gesundheit (2020)
13	Digital-Health-Anwendungen für Bürger Kontext, Typologie und Relevanz aus Public-Health-Perspektive	Bertelsmann Stiftung (2016)
14	Transfer von Digital-Health-Anwendungen in den Versorgungsalltag (Part 6) Part6: Transparenzmodell Digital-Health-Anwendungen – Grundlagen, Herleitung und Modell	Bertelsmann Stiftung (2019)
15	CHARISMHA - Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps	Albrecht, U.-V. (2016)
16	Leitfaden für die Entwicklung von Medical Apps: Darauf müssen Hersteller achten	Bucksch, M. (2021)
17	Gesundheits-App Fact Sheet	Aktionsforum Gesundheitsinformationssystem (2012)
18	afgis-Transparenzkriterien	Aktionsforum Gesundheitsinformationssystem (2021)
19	Gesundheits- und Versorgungs-Apps: Hintergründe zu deren Entwicklung und Einsatz	Universitätsklinikum Freiburg (2013)
20	GRÜNBUCH über Mobile-Health-Dienste („mHealth“)	Europäische Kommission (2014)
21	Gütekriterien Serious Games-Langfassung	Bruder et al. (2021)

Die für die Entwicklung des ersten Parts des Gütekriterienkernsets als relevant eingestuften Quellen (vgl. Tabelle 15) werden im Folgenden kurz erläutert:

1. Der AppQ-Bericht ist ein Gütekriterien-Kernset für mehr Qualitätstransparenz bei digitalen Gesundheitsanwendungen und wird von der Bertelsmann Stiftung zur Verfügung gestellt. Die Bertelsmann Stiftung hat zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme (FOKUS) in einem durch das Bundesministerium für Gesundheit geförderten Vorhaben den Bericht erstellt. Ein zunehmender Informationsbedarf über die Güte von DiGA für Patient*innen sowie die fehlende Grundlage eines anerkannten Standards, der die Qualitätstransparenz darstellt, ist anlässlich für die Entwicklung des AppQ-Berichts. Die aktuellste Version des AppQ-Kriterienkatalogs ist die Version AppQ 1.1, die wiederum auf der Version AppQ 1.0 bzw. AppQ 0.9 beruht. Durch Anpassung und Überarbeitung der Inhalte wurden verschiedene Versionen generiert (Bertelsmann Stiftung, 2019).

Für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets dieser Arbeit werden alle drei Versionen (AppQ 0.9, AppQ 1.0 sowie AppQ 1.1) bei dem Entwicklungsprozess berücksichtigt. Das Heranziehen der aktuellsten Version AppQ 1.1 und das Verzichtens auf die beiden älteren Versionen wird als nicht zielführend erachtet, da sie sich in ihren Inhalten teilweise unterscheiden. In dem Überarbeitungsprozess der AppQ-Versionen können Kriterien entfallen, die jedoch für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets dieser Arbeit relevant sind. Somit werden alle drei Versionen in ihren Inhalten bzw. in ihrem Umfang überprüft.

Der AppQ 0.9 wird seitens der Bertelsmann Stiftung als Arbeitsentwurf bezeichnet. Hierfür wurden Kriterien des Meta-Kriterienkatalogs APPKRI des Fraunhofer Fokus durch eine Expert*innenrunde extrahiert. Dabei wurden acht Themenbereiche für die Qualität von Gesundheitsapps aufgestellt. Diese Themenbereiche sind folgende: Datenschutz, Informationssicherheit, Interoperabilität, Verbraucherschutz und Fairness, Technische Qualität, Verwendung in Deutschland, Information und Motivation sowie Medizinische Qualität und Nutzen. Die Themen wurden systematisiert, indem den Gütekriterien einzelne Indikatoren zugeordnet wurden (Bertelsmann Stiftung, 2019).

2. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Gesundheit geförderten Projektes „APPKRI – Kriterien für Gesundheits-Apps“ wurde ein umfassender Meta-Katalog von Kriterien entwickelt. Das Fraunhofer FOKUS hat den Kriterienkatalog erstellt, um allen Interessierten bzw. Nutzenden die Bewertung von Gesundheits-Apps zu erleichtern. Eine Browser-basierte Veröffentlichung des APPKRIs bietet eine umfassende Darstellung von etwa 800 möglichen Bewertungskriterien (vgl. Fraunhofer FOKUS, 2018). Je nach Zweck oder Zielgruppe können relevante Kriterien für die Bewertung von Gesundheits-Apps entsprechend zusammengestellt werden. Dies ermöglicht eine individualisierte Aufbereitung von Kriterien, die stetig weiterentwickelt werden soll. In 290 Kategorien werden die Kriterien themenspezifisch aufgeführt. Beispiele für

Themenbereiche sind Datenschutzrisiken, Informationssicherheit, Nutzerfreundlichkeit, Produktsicherheit, Robustheit und Zuverlässigkeit, Umsetzung regulativer Vorgaben und Zuverlässigkeit (Bertelsmann Stiftung, 2019).

3. Der Entwicklungsprozess des AppQs 1.0 unterliegt einem mehrstufigen Prozess mit verschiedenen Methoden, bei dem über 70 Personen in einem interdisziplinären Team (Patient*innen, Ärzt*innen, Technologieentwicklungs-Expert*innen) mitgewirkt haben. Ausgehend von den sogenannten Strukturierten Qualitätsberichten von Kliniken werden die Selbstangaben der Anbieter per Webanwendung getätigt. Das AppQ-Kernset umfasst 9 Themenbereiche, 24 Kriterien, 177 Indikatoren sowie Angaben zu den Stamm- und Metadaten der Digitalen Gesundheitsanwendung (DiGA). Die Themenbereiche sind folgende: Medizinische Qualität, Positive Versorgungseffekte, Datenschutz, Informationssicherheit, Technische Qualität, Verbraucherschutz und Fairness, Interoperabilität und Nutzerfreundlichkeit, Motivation und Anbindung an das Gesundheitssystem. Im Vergleich zur vorherigen Version AppQ 0.9 wurde der Bericht weiterentwickelt bzw. im Sinne der Zielstellung, einen Standard für die Qualitätsbewertung und für die Qualitätsberichterstattung für DiGAs zu schaffen, inhaltlich angepasst.

Wie zuvor beschrieben, entstammen die Inhalte des AppQs aus dem Metakriterienkatalog APPKRI des Fraunhofer FOKUS. Bei der Entwicklung des AppQs 1.0 wurden weitere Kriterien aus fünf internationalen Kriterienkatalogen eingebracht. Diese wurde aufgrund der hohen Gebrauchstauglichkeit sowie der detaillierten Angaben ausgewählt. Folgende Kriterienkataloge wurden eingebunden: Mobile Application Rating Scale (MARS), Enlight, Good Practice Guidelines on Health Apps and Smart Devices, Digital Assessment Questions Beta und App Evaluation Model.

4. Die Mobile Application Rating Scale (MARS) dient der multidimensionalen Qualitätsmessung von Gesundheitsapps durch Expert*innen und soll Auskunft über die Objektivität, die Reliabilität und die Validität von Gesundheitsapps geben. Die deutsche Version ist die MARS-G und klassifiziert Kategorien zu Engagement, Funktionalität, Ästhetik, Information, Subjektive Qualität, und App-spezifische Qualität (Universität Ulm, 2021).

5. Der Kriterienkatalog ENLIGHT wurde von Wissenschaftlern aus dem Bereich Psychiatrie entwickelt und soll Patient*innen sowie Ärzt*innen bei der Beurteilung von Anwendungen in den Bereichen Lebensqualität, Wohlbefinden sowie Mentale Gesundheit unterstützen. Hierbei werden Kriterien zu den Bereichen App-Beschreibung, Benutzerfreundlichkeit, visuelles Design, Nutzerbindung, therapeutische Überzeugungskraft, therapeutische Beziehung sowie die allgemeine subjektive Beurteilung des Programmpotentials. Zudem kann anhand von Checklisten eine Beurteilung zur Glaubwürdigkeit, Evidenzbasierung, Privatsphäre und grundlegende Sicherheit vorgenommen werden (Universität Ulm, 2021).

6. Die „Good Practise Guidelines on Health Apps and Smart Devices“ wurden von der französischen Haute Autorité de Santé (HAS) entwickelt. Angehörige von Gesundheitsberufen und Patient*innen können durch die Nutzung der Leitlinie eine Hilfestellung für Gesundheitsapps und Smart Devices bekommen. Folgende Kategorien werden bei der Beurteilung herangezogen: Information Users, Health Content, Technical Content, Security/ Reliability und Usability/Use (Gemein, 2021).

7. Der Kriterienkatalog NHS App Library – Digital Assessment Questions Beta richtet sich an Hersteller*innen und Entwickler*innen. Er umfasst Kriterien für mobile Apps und für digitale Tools. Die Kategorien sind wie folgt: Effectiveness, Clinical Safety, Data Protection Processing (all), Data Protection (DPIA), Data Protection (Controllers only), Data Protection Advanced questions, Security, Usability & Accessibility, Interoperability und Technical Stability (Gemein, 2021).

8. Das American Psychiatric Association [APA] – App Evaluation Model richtet sich an den Bereich der mentalen Gesundheit und ist als Stufenmodell konzipiert. Das Stufenmodell unterliegt einem Framework, das die Grundlage bildet. Das Stufenmodell besteht aus fünf Stufen, auf der jeweils seitens des Patienten und des Arztes bzw. der Ärztin die Nutzung der DiGA entschieden wird. Das Framework ermöglicht dem medizinischen Fachpersonal eine fundierte Auswahl während der Beratung und ist unterteilt in Level 1: Risk/ Privacy & Security, Level 2: Evidence, Level 3: Ease of Use und Level 4: Interoperability. Das Stufenmodell umfasst folgende fünf Stufen (Verlauf von unten nach oben): Gather background information, Risk/ Privacy and safety, Benefit/ Efficacy, Engagement und Data sharing (American Psychiatric Association [APA], 2018).

9. Die Quellen 4-8 wurden in die Entwicklung der Version des AppQs 1.1 einbezogen. Die Version enthält laut Bertelsmann Stiftung notwendige Aktualisierungen zu Aspekten des Evaluations- und Evolutionskonzeptes. Vereinzelt Kriterien wurden überarbeitet und ergänzt bzw. angepasst, die Themenbereiche behalten ihre Gültigkeit (Bertelsmann Stiftung, 2020).

10. Des Weiteren wird bei der Entwicklung des Gütekriterienkernsets der Leitfaden für digitale Gesundheitsanwendungen des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) herangezogen. Der Leitfaden mit dem Titel „DiGA-Leitfaden: Das Fast Track Verfahren für digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) nach § 139e SGB V – Ein Leitfaden für Hersteller, Leistungserbringer und Anwender“ stellt ein umfassendes Anforderungsprofil für DiGAs dar, indem eine größtmögliche Transparenz geschaffen wird. Die Inhalte umfassen u.a. eine detaillierte Beschreibung der Voraussetzungen, indem die Regelungen, die im SGB V, in der DiGAV und in den Anlagen zur DiGAV, dargestellt werden. Das BfArM beschreibt in dem Leitfaden, wie die normativen Vorgaben aus DVG und DiGAV ausgelegt werden. Dadurch werden korrekt zu erfüllende Anforderungen transparent dargestellt und bietet Antragssteller*innen

und dem BfArM eine verlässliche Grundlage für einzelne Handlungsschritte. Zudem soll der Leitfaden allen Interessierten ein umfassendes Abbild der Bewertungsgrundlagen und (Qualitäts-) Eigenschaften von DiGAs geben. Für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets dieser Arbeit wird der Leitfaden in der Ausführung der jeweiligen Anforderungen hinzugezogen, so dass Kriterien, wie bspw. Datenschutz und Informationssicherheit in ihren Inhalten präzisiert und erweitert werden.

11. Das BfArM hat eine Orientierungshilfe für Medical Apps entwickelt, die bei der Gestaltung des Gütekriterienkernsets berücksichtigt wird. Die Orientierungshilfe adressiert Hersteller*innen und Entwickler*innen und umfasst Themen wie den Geltungsbereich eines Medizinproduktes sowie Entscheidungshilfen für die entwickelten Produkte bzw. Medical Apps. Hierbei geht es bspw. um Definitionen bzw. Klarstellungen von regulatorischen Rahmenbedingungen und um die Abgrenzung von Standalone-Software. Dabei werden einzelne Kriterien, die als Medizinprodukt in Form einer Medical App ggf. als Ausschlusskriterium gelten, bei dem Gütekriterienkernset berücksichtigt (BfArM, 2016).

12. Einen detaillierten Einblick über die Verordnung des Verfahrens sowie die Anforderungen der Prüfung der Erstattungsfähigkeit von DiGAs in der GKV ist durch die Digitale-Gesundheitsanwendungen-Verordnung (DiGAV) gegeben. Die DiGAV wird als „Verordnung über das Verfahren und die Anforderungen zur Prüfung der Erstattungsfähigkeit digitaler Gesundheitsanwendungen in der gesetzlichen Krankenversicherung“ betitelt und schafft eine klare Definition von Anforderungen bspw. in den Themengebieten Sicherheit, Qualität und Datenschutz. Die Kriterien des Gütekriterienkernsets können durch die Gesetzesvorlagen in ihrer Konsistenz und in ihrer Ausführung erweitert werden (Bundesministerium für Gesundheit, 2020).

13. Die Bertelsmann Stiftung hat in einer Studie mit dem Titel „Digital-Health- Anwendungen für Bürger – Kontext, Typologie und Relevanz aus Public-Health-Perspektive, Entwicklung und Erprobung eines Klassifikationsverfahrens“ durchgeführt und sich systematisch mit Digital-Health-Anwendungen auseinandergesetzt. In umfassenden Klassifikationsverfahren für Digital-Health-Anwendungen wurden Kriterien für eine adäquate und zielgerichtete Entwicklung und Nutzung bestimmt. Die Kriterien werden bei der Erstellung des Gütekriterienkernsets berücksichtigt (Bertelsmann Stiftung, 2016).

14. In der Analyse „Transfer von Digital-Health-Anwendungen in den Versorgungsalltag, Part 6: Transparenzmodell Digital-Health-Anwendungen – Grundlagen, Herleitung und Modell“ der Bertelsmann Stiftung geht es um die praxisorientierte Methodenableitung, die zu mehr Transparenz von Digital-Health Anwendungen führen soll. Akteuren sollen dadurch eine Selbstauskunft zu Digital-Health Anwendungen erhalten und eine Bewertung durchführen können. Ein

Klassifikationsmodell und sieben Anwendungstypen bilden dabei die Basis, das Ergebnis umfasst weitere Komponenten und geht u.a. auf das Thema Daten, Nutzen, Dokumentation sowie Risiken ein (Bertelsmann Stiftung, 2019).

15. Der Studienbericht des Projektes „CHARISMHA - Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps“ findet bei der Gestaltung des Gütekriterienkernsets Berücksichtigung. Ziel war es eine Bestandsaufnahme aktueller Rahmenbedingungen für den Einsatz von Apps im Gesundheitswesen in Deutschland durchzuführen. Dabei stand die Identifikation von Handlungsfeldern zur Förderung sinnvoller Anwendungen sowie die Risikominimierung im Vordergrund. Die einzelnen Schritte in verschiedenen Themenfeldern sind dem umfassenden Bericht zu entnehmen, und umfassen Aspekte wie Qualität und Sicherheit, Effektivität, Risiko, Gefahren und potentielle Schäden. Aus einigen Themenfeldern lassen sich Inhalte für das Gütekriterienkernset übertragen bzw. bereits erarbeiteten Kategorien bzw. Kriterien vorheriger Quellen bestätigen.

16. Die Quelle „Leitfaden für die Entwicklung von Medical Apps: Darauf müssen Hersteller achten“ werden die wichtigsten Herausforderungen einer App-Entwicklung dargestellt. Die übergeordneten Kategorien bestehend aus Qualitätsmanagement im regulatorischen Rahmen, Datenschutz, Datensicherheit, Software-Qualität, Kommunikation mit medizinischen Geräten und Wearables sowie unterschiedliche Hardware- und Laufzeitumgebungen wurden in Subkategorien weiter ausgeführt. Diese Themen bekommen laut dem Autor bei der Entwicklung von Medical Apps eine stärkere Gewichtung und umfassendere Anforderungen im Vergleich zu der App-Entwicklung in anderen Bereichen. Trotz teilweise sehr spezifischer Ausführungen, z.B. zum Thema Medizinprodukt, können vereinzelt Kriterien für das Gütekriterienkernset weiter ausgeführt bzw. in ihrer Relevanz bestärkt werden.

17. Das aktionsforum gesundheitsinformationssystem (afgis) hat ein Fact Sheet entwickelt, in dem die Basisangaben für die Bereitstellung von Gesundheits-Apps gelistet sind. Das Fact Sheet dient Hersteller*innen als eine Orientierung, welche Angaben sie den Nutzer*innen offenlegen sollten, um die Gesundheits-App bewerten zu können. Das Fact Sheet soll einer transparenteren Darbietung von Gesundheits-Apps dienen (afgis, 2012).

18. Die Thematik der Transparenz hat das afgis wissenschaftlich erarbeitet. Die zehn Transparenzkriterien beziehen sich auf Gestaltungsempfehlungen eines Webangebotes, sodass Nutzer*innen eine vertrauenswürdige und verlässliche Beurteilung von Informationen vornehmen können. In einem Prüfungsmodul wird Einsicht über die empfohlenen Kriterien gewährt, die Ausführungen zu Themen wie Erstellung und Pflege der Inhalte, interne Qualitätssicherung sowie Datenschutz und Datenverwendung umfassen (afgis, 2021).

19. Das Universitätsklinikum Freiburg hat einen Studienbericht mit dem Titel „Gesundheits- und Versorgungs-Apps: Hintergründe zu deren Entwicklung und Einsatz“ erstellt, der die Kriterien eines Anforderungsprofils von Apps beinhaltet. Dabei werden Kriterien aufgestellt, die seitens der Nutzer*innen- sowie Expert*innen relevant sind. Ein Leitfaden sowie eine Checkliste für Verbraucher*innen bietet Nutzer*innen die Möglichkeit eine für sie geeignete App zu finden, indem sie diese bewerten. Zudem werden z.B. die Themengebiete Technik, Datenschutz und Informationssicherheit detaillierter ausgeführt (Universitätsklinikum Freiburg, 2013).

20. Das Grünbuch über Mobile-Health-Dienste („mHealth“) der Europäischen Kommission zielt darauf ab, dass Interessenträger und Betroffene über Barrieren von mHealth diskutieren, um eine Grundlage für das richtige Vorgehen von mHealth-Diensten zu schaffen. Dabei wird das Potential bestehender Anwendungen beleuchtet sowie Faktoren zur Verbesserung der Gesundheit und des Wohlbefindens durch die Nutzung von mHealth-Diensten herausgearbeitet. Die Themengebiete umfassen u.a. Inhalte zum Datenschutz und Sicherheit von Gesundheitsdaten, Haftung, sowie Patient*innensicherheit und Transparenz der Informationen (Europäische Kommission, 2014).

21. Die Technische Universität Darmstadt (TU Darmstadt) erstellt einen Leitfaden, der Gütekriterien für Serious Games enthält. Bei Erfüllung der entsprechenden Kriterien soll ein RAL-Gütesiegel vergeben werden, dass Serious Games in ihrer Qualität auszeichnet. Der Gegenstand der Zertifizierung ist ein Leitfaden, der einzelne Qualitätsaspekte zu den drei übergeordneten Qualitätsbereichen Serious Part, Game Part und Technische Umsetzung erläutert. Die Kriterien werden in ihren Anforderungen bewertet, ausführliche Beschreibungen zur Erfüllung der Kriterien unterstützen bei dem Bewertungsprozess. Sowohl einzelne Kriterien als auch detaillierte Ausführungen können bei der Entwicklung des Gütekriterienkernsets berücksichtigt werden (Bruder et al., 2021).

Für die Entwicklung des zweiten Parts des Gütekriterienkernsets wurden n=12 Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche herangezogen. Basierend auf folgenden Quellen wird dieser Part mit der Bezeichnung „Spezifische VR-Kriterien“ angefertigt:

Tabelle 16: Ergebnisse der SLR zu "Spezifischen Kriterien" des Gütekriterienkernsets.

	Titel	Herausgeber
1	Guidelines for the Development of Immersive Virtual Reality Software for Cognitive Neuroscience and Neuropsychology: The Development of Virtual Reality Everyday Assessment Lab (VR-EAL), a Neuropsychological Test Battery in Immersive Virtual Reality	Kourtesis, Korre, Collina, Doumas & MacPherson (2020)
2	Design and Development of Virtual Medical System Interface Based on VR-AR Hybrid Technology	Cong & Li (2020)
3	Gestaltung und Erprobung einer Virtual-Reality-Anwendung zur Unterstützung des Prototypings in Design-Thinking-Prozessen.	Vogel, Schuir, Thomas & Teutenberg (2020)
4	Technological Competence Is a Pre-condition for Effective Implementation of Virtual Reality Head Mounted Displays in Human Neuroscience: A Technological Review and Meta-Analysis.	Kourtesis, Collina, Doumas & MacPherson (2019)
5	Real Virtuality: A Code of Ethical Conduct. Recommendations for Good Scientific Practice and the Consumers of VR-Technology	Madary & Metzinger (2016)
6	VR Locomotion in the New Era of Virtual Reality: An Empirical Comparison of Prevalent Techniques	Boletsis & Cedergren (2019).
7	Virtual Reality	LaValle S.M. (2015)
8	On the Development of Virtual Reality Scenarios for Computer-Assisted Biomedical Applications	Govea-Valladares et al. (2018)
9	Augmented und Virtual Reality: Potenziale und praktische Anwendung immersiver Technologien	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien [Bitkom] (2021)
10	3-1: Invited Paper: VR Standards and Guidelines	Brennesholtz, M. S. (2018)
11	Mobile Health App Database - A Repository for Quality Ratings of mHealth Apps	Stach et al. (2021)
12	Paving the Road for Virtual and Augmented Reality [Standards]	Yuan, Y. (2018)

Die für die Entwicklung des zweiten Parts des Gütekriterienkernsets als relevant eingestuften Quellen (vgl. Tabelle 16) werden im Folgenden kurz erläutert:

1. Die Studie von Kourtesis et al. (2020) untersuchte die Gestaltung von VR-Anwendung für die Durchführung neuropsychologischer Tests, indem VR-induzierte Symptome und Effekte (VRISE) durch gezielte Entwicklungen reduziert werden sollen. Die Autor*innen gehen auf verschiedene Funktionen von VR-Software ein, vergleichen und diskutieren Themen wie *Storyline*

und entwickeln ein „Virtual Reality Everyday Assessment Lab“. Die Studie gibt einen detaillierten Einblick in einzelne Entwicklungsschritte, die für die Gestaltung von VR und insbesondere für eine gute Verträglichkeit durch die Reduktion von VR-ISE relevant sind.

2. In der Studie von Cong und Li (2020) wurde mit Hilfe der VR- und AR-Technologie eine Schnittstelle für ein virtuelles medizinisches System entwickelt, die das Interaktionsproblem zwischen Benutzer*innen und virtuellen medizinischen Systemen lösen und die Benutzer*innen zufrieden stellen soll. Die Autor*innen erläutern Entwicklungen zu VR-Anwendungen im medizinischen Kontext und gehen detailliert auf einzelne Funktionen ein.

3. Vogel et al. (2020) beschreiben Design Thinking-Prozesse für VR-Anwendungen, die benutzer*innenzentriert gestaltet werden. Die Evaluierung der Ergebnisse zeigt Ansätze für Handlungsempfehlungen für die Gestaltung von VR-Anwendungen.

4. Kourtesis et al. (2019) untersuchten in der Studie die Gesundheits- und Sicherheitsstandards sowie die Zuverlässigkeit von VR-Anwendungen und deren Auswirkungen auf unerwünschte Symptome und Effekte. Der Fokus liegt dabei auf der technischen Gestaltung sowie Angaben zu Ton, Bewegungsverfolgung, Navigation, ergonomische Interaktion und Benutzererfahrung.

5. Die Studie von Madary und Metzinger (2016) setzte sich mit den ethischen Bedenken von VR auseinander. Zudem diskutierten die Autor*innen über Empfehlungen zur Minimierung dieser Risiken, über die Verkörperungssillusion und ihre anhaltende Wirkung und die psychologischen Auswirkungen von VR. Die Autor*innen gehen auf folgende Themen genauer ein: Die Grenzen experimenteller Umgebungen, die informierte Zustimmung, klinische Risiken, einen allgemeinen Hinweis auf die Grenzen eines Verhaltenskodex für die Forschung, langfristiges Eintauchen, Vernachlässigung des sozialen und physischen Umfelds, riskante Inhalte und Privatsphäre.

6. Boletsis und Cedergren (2019) stellen in ihrer Studie eine vergleichende, empirische Evaluationsstudie aktueller und gängiger VR-Lokomotion-Techniken vor, in der die Nutzererfahrung untersucht wurde, die sie bieten. Die Ergebnisse implizieren, dass die Technik des Gehens an Ort und Stelle die höchste Immersion bietet, aber auch ein hohes Maß an psychophysischem Unbehagen verursacht. Die VR-Lokomotion mit Controller bzw. Joystick wird aufgrund der Vertrautheit der nutzenden Person als einfach zu handhaben empfunden, während die Teleportation aufgrund ihrer schnellen Navigation als effektiv angesehen wird, obwohl die visuellen "Sprünge" das Gefühl der Immersion der Benutzer unterbrechen.

7. Die Studie von LaVelle (2015) behandelt die Grundlagen von VR-Systemen und geht detailliert auf die geometrische Modellierung, Transformation, auf das grafische Rendering, die

Optik, das Hör-, Seh- und Gleichgewichtssystem, auf Trackingsysteme, Interface-Design, menschliche Faktoren und auf Empfehlungen für Entwickler*innen ein.

8. Die Autor*innen Govea-Valladares et al. (2018) beschreiben Entwicklung- und Gestaltungsempfehlungen für VR im biomedizinischen Kontext. Dabei gehen sie auf das Problem der Rechenkapazität und dem Grad der Genauigkeit und Nützlichkeit der generierten Daten ein, die den Grad der Realitätsnähe einer virtuellen Umgebung bestimmen. Eine neue Methodik wird vorgestellt und analysiert.

9. Eine Gruppe aus aktiven Mitgliedern des Bitkom-Arbeitskreises Augmented & Virtual Reality (2021) hat ein Dokument erstellt, dass die Technologien ausführlich beleuchtet und als eine Art Leitfaden dienen soll. Dabei werden sowohl Best Practices für die Planung und Entwicklung von AR- und VR-Anwendungen dargestellt und Ergebnisse aus der Wissenschaft diskutiert.

10. Brennessholtz (2018) beschreibt die unterschiedlichen Leitlinien zur Entwicklung von VR und die Differenzen zu Systemen, wie Fernsehen, Kino und Videostreaming. Er geht auf technische und inhaltliche Anforderungen ein und diskutiert die Vor- sowie Nachteile.

11. Stach et al. (2021) beschreiben Aspekte, die für die Bewertung von mHealth-Anwendungen relevant sind. Anhand von Bewertungskriterien geben die Autor*innen einen Einblick über technische und inhaltliche Entwicklungen, die für Technologien im Bereich von mHealth bedeutsam sind.

12. Yuan (2018) hat sich mit der Entwicklung von AR und VR auseinandergesetzt. In einem interdisziplinären Team mit verschiedenen Teilnehmer*innen (Gerätehersteller, Entwickler, Dienstleister u.A.) aus über 200 Unternehmen wurde sich mit der Entwicklung von AR/ VR beschäftigt und folglich 12 Standards entwickelt.

4.1.1.2 Ergebnisse der Framework Analyse

Abbildung 27 stellt den zweiten Schritt der Ergebniserzeugung des ersten PDCA-Zyklus farblich dar.

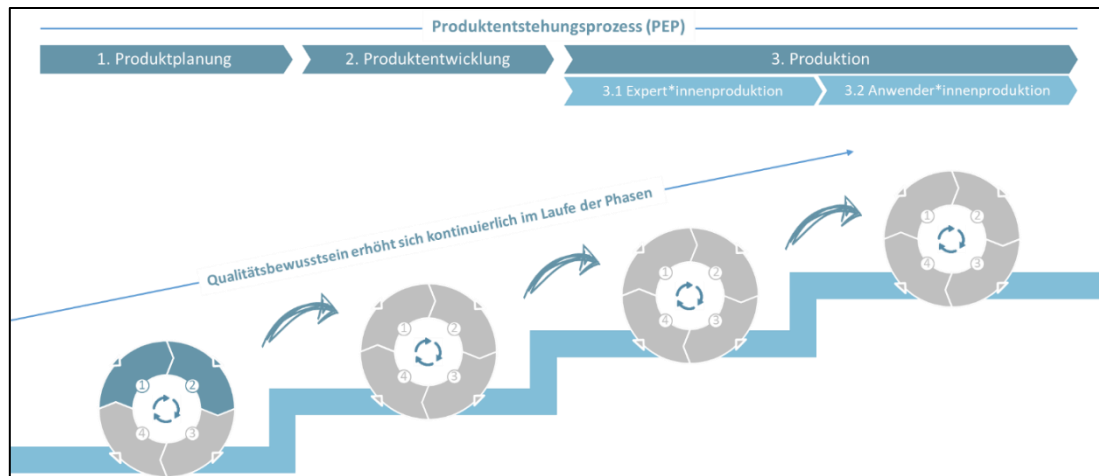


Abbildung 27: Der Lösungsentwurf im ersten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Die in Kapitel 3.4 erläuterten einzelnen Schritte zur Umsetzung der Framework Analyse werden im Folgenden näher beschrieben:

1. Vertraut machen (engl.: familiarisation)

Für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets werden die einzelnen Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche gescreent, um sich mit den Inhalten vertraut zu machen. Die Ergründung erster Inhalte wird durch Kennzeichnen von Inhalten bzw. Textstellen vorgenommen.

Ein Beispiel für den ersten Part des Gütekriterienkernsets ist folgender Inhalt:

„Der Einsatz der DiGA verbessert das Behandlungsmanagement im Bereich der medizinischen Rehabilitation“, (vgl. AppQ 1.1, 2020, S. 16).

Ein Beispiel für den zweiten Part des Gütekriterienkernsets ist folgender Inhalt:

“However, the ecologically valid assessment of these cognitive functions demands the development of a realistic scenario with several scenes and complex interactions while avoiding intense VRIFE factors” (vgl. Kourtesis et al., 2020, S. 3).

2. Identifizieren wiederkehrender und wichtiger Themen (engl.: identify recurring and important themes)

Die Entwicklung des theoretischen Rahmens erfolgt anhand der Sichtung der ausgewählten Literaturergebnisse der systematischen Literaturrecherche sowie der Synthese von Inhalten, die für die Beantwortung der Fragestellung als relevant eingestuft werden. Anhand der Identifizierung relevanter Themen sowie einer ersten groben Strukturierung dieser können erste Inhalte bewertet werden. Zudem erfolgt eine erste tabellarische Auflistung relevanter Themen in diesem Schritt. Hierfür werden vorläufige Codes entwickelt, die in den nächsten Schritten gruppiert und in Rahmenkategorien einsortiert werden.

Aus dem ersten Beispiel wird folgender Code generiert: Medizinische Rehabilitation.

Aus dem zweiten Beispiel wird folgender Code generiert: VRISE factors

3. Indexieren (engl.: indexing)

In der Phase der Indexierung werden mehrere Kategorien der Framework Analyse (FA-Kategorie) kodiert. Einige Codes werden doppelt aufgeführt, in ihrer inhaltlichen Erläuterung erfahren diese jedoch eine unterschiedliche inhaltliche Tiefe.

Das erste Beispiel wird folgender vorläufiger FA-Kategorie zugeordnet: *Medizin*.

Das zweite Beispiel wird folgender vorläufiger FA-Kategorie zugeordnet: *Qualitative Aspekte*.

4. Strukturierte Darstellung/ Entwicklung der Charts (engl.: charting)

Die Inhalte in Form von Codes werden in die Rahmenkategorien systematisch eingeordnet. Die vielschichtigen Daten werden systematisiert und anhand des theoretischen Rahmens strukturiert. Die Zuordnung der Codes zu den Kategorien erfolgt anhand der inhaltlichen Passung zueinander. Einige Inhalte werden zunächst in ihrer inhaltlichen Zuordnung sowie Ausführung aus den Literaturergebnissen übernommen. Dieser Schritt umfasst die Eigenreflexion im ersten PDCA-Zyklus.

Das erste Beispiel wird in der Ausführung in „Verbesserung des (Gesundheits-)status“ geändert, bleibt aber in der Kategorie *Medizin*.

Das zweite Beispiel wird in der Ausführung in „VRISE“ geändert und bleibt in der Kategorie *Qualitative Aspekte*.

5. Analyse (engl.: analysing)

Die erstellten Charts werden in ihrer inhaltlichen Passung sowie Detailtiefe untersucht. Die Analyse umfasst die Überprüfung der Eignung hinsichtlich inhaltlicher Passung sowie der Vergleichbarkeit des Granularitätsniveaus. Codes der Framework Analyse (FA-Codes) mit einem vergleichbaren Inhalt werden zusammengefügt. Zudem wird analysiert, ob Widersprüche der Codes untereinander vorhanden waren.

Die Sortierung beider Beispiele in der FA-Kategorie wird beibehalten.

Dem FA-Code „Verbesserung des (Gesundheits-)Status“ wird der Code „Förderung der gesundheitlichen Situation“ zugeordnet.

Dem FA-Code „VRISE“ werden Codes, wie „Übelkeit“, „Kopfschmerzen“, „Schwindel“, „Unwohlsein“ und „Erbrechen“ zugeordnet.

6. Interpretation (engl.: interpretation)

Die Interpretation umfasst die inhaltliche Auseinandersetzung und Deutung einzelner Kategorien bzw. Codes. Dabei ist davon auszugehen, dass die Interpretation möglichen Raum für die Entwicklung weiterer Kriterien der Framework Analyse, die aus den zuvor erfolgten Schritten nicht generiert werden, zulässt. Der Schritt der Interpretation unterstreicht den Aspekt der Offenheit des qualitativen Analyseverfahrens. Inhalte werden zudem auch hinsichtlich ihrer Komplexität und Vollständigkeit bewertet.

Die FA-Kategorie „Medizin“ wird in Anbetracht der zweiten FA-Kategorie „Qualitätsfaktoren“ in die abgeleitete Kategorie „1. Medizinische Qualität“ des ersten Parts des Gütekriterienkernsets überführt.

Die FA-Kategorie „Qualitative Aspekte“ wird mit der zweiten FA-Kategorie „Graphische Darstellung“ in die abgeleitete Kategorie „1. Grafik/ Qualität“ des zweiten Parts des Gütekriterienkernsets transformiert.

4.1.1.3 Systematisierung der Ergebnisse zu UF1 (V1_{draft})

Abbildung 28 stellt den dritten Schritt der Ergebnissgenerierung des ersten PDCA-Zyklus farblich dar.

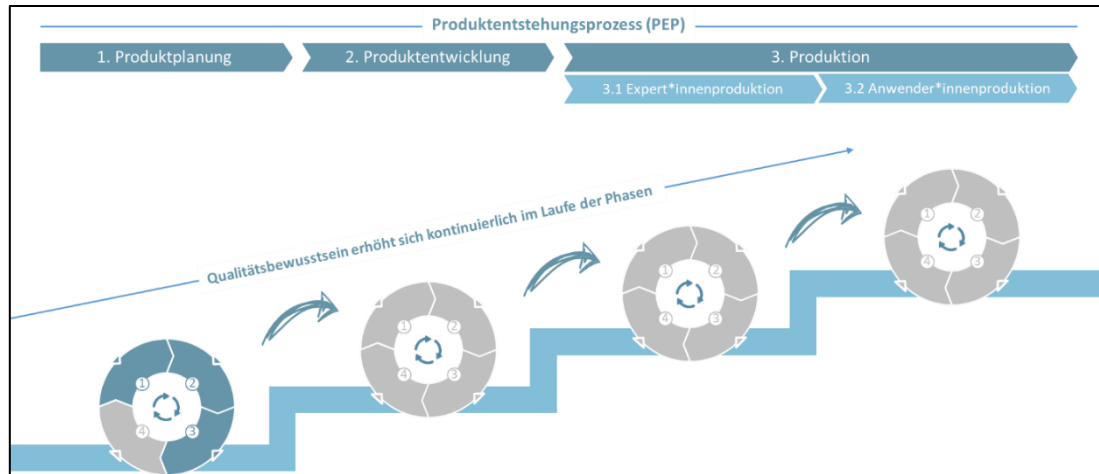


Abbildung 28: Die Überprüfung im ersten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Die Inhalte der inkludierten Ergebnisse für den ersten Part „Allgemeine Kriterien“ (n=21) sowie für den zweiten Part „Spezifische Kriterien“ (n=12) des Gütekriterienkernsets werden in einer Excel-Tabelle systematisiert und bewertet. Aufgrund der thematischen Überschneidung der bestehenden Leitfäden zu digitalen (Gesundheits-)anwendungen bzw. zu den Entwicklungs-/Gestaltungskriterien von App-basierten Anwendungen sowie von Mixed Reality-Anwendungen, die als Grundlage der Recherche dienen, werden vereinzelt Inhalte als Basis für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets übernommen. Die Einschätzung der Relevanz einzelner Kategorien ergibt sich aus der Begutachtung der jeweiligen untergeordneten Kategorien bzw. den zugehörigen Kriterien. Die Begutachtung und Bewertung der jeweiligen Kriterien, die als relevant für das Gütekriterienkernset eingestuft werden, erfolgt anhand thematischer Überschneidungen und Mehrfachnennungen der in der Literatur aufgeführten Inhalte. Die im Rahmen der Framework Analyse gebildeten Kategorien bzw. Codes in Form von Kriterien werden in Eigenreflexion bewertet. Die Kriterien werden geordnet und in einen inhaltlichen Zusammenhang gebracht (vgl. Tabelle 17 & Tabelle 18). Dabei werden wechselseitig beständige Informationen berücksichtigt. Der Lösungsentwurf bildet eine Grundlage für weiteres handlungsorientiertes Systematisieren.

Tabelle 17: Ergebnisdarstellung des Systematisierungsprozesses, Auszug aus dem ersten Part.

FA-Codes	FA-Kategorie	Abgeleitete Kategorie
Zuverlässigkeit	Qualitätsfaktoren	1. Medizinische Qualität
Validität		
Objektivität		
Reliabilität		
Gültigkeit		
Wissen		
Nutzen		
Behandlung	Medizin	
Verbesserung des (Gesundheits-)Status		
Gesundheit		
Lebensqualität		
Health Apps/ DiGAs		
Psyche		
Medizinprodukt		

Tabelle 18: Ergebnisdarstellung des Systematisierungsprozesses, Auszug aus dem zweiten Part.

FA-Codes	FA-Kategorie	Abgeleitete Kategorie
Software	Graphische Darstellung	1. Grafik/ Qualität
Grad der Genauigkeit		
Aufbau		
Feinheit/ Detail		
Konzeption		
Design		
VR/SE	Qualitative Aspekte	
VR-Technologie		
Beschaffenheit		
Wertigkeit		
Anspruch		

Aus dem geschilderten Vorgehen ergeben sich verschiedene Kategorien in beiden Parts des Gütekriterienkernsets (vgl. Tabelle 19). Die Kategorien stellen einen ersten Entwurf (V1_{draft}) dar und werden für die weitere Bearbeitung des Gütekriterienkernsets verwendet.

Tabelle 19: Kategorien des Gütekriterienkernsets (V1_{draft})

Kategorien (Part 1)	Kategorien (Part 2)
1. Medizinische Qualität	1. Grafik/ Qualität
2. Datenschutz	2. 3D-Charakter/ Avatar
3. Informationssicherheit	3. Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen
4. Technische Qualität	4. Interaktion
5. Verbraucherschutz und Fairness	5. Navigation
6. Interoperabilität	
7. Nutzer*innenfreundlichkeit und Motivation	

4.1.1.4 Finalisierung der ersten Version des Gütekriterienkernsets (V1_{final})

Abbildung 29 stellt den vierten Schritt der Ergebniserzeugung des ersten PDCA-Zyklus farblich dar.

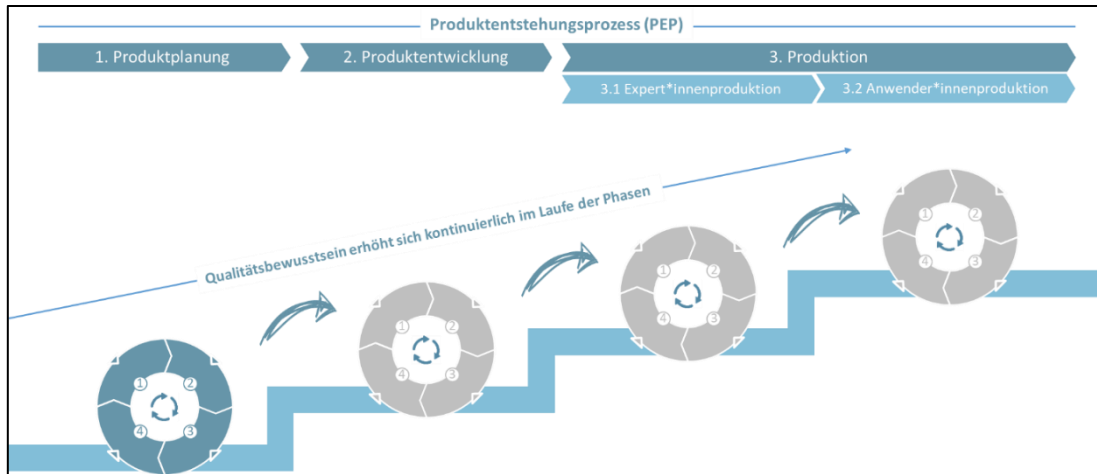


Abbildung 29: Die Optimierung im ersten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Das Gütekriterienkernset der ersten Version ist in Kategorien, die als übergeordnete Strukturierung dienen, sowie den zugehörigen Kriterien eingeteilt. Die Kategorien sowie Kriterien entstammen den vorangegangenen qualitativen Forschungsmethoden und werden in Eigenreflexion abgeleitet. Die Quantität der Kriterien variiert in den Kategorien. Dies wird jedoch für die Bewertung bzw. für eine Gewichtung der Relevanz der einzelnen Inhalte als unwesentlich bewertet. Aufgrund inhaltlich differenter Schwerpunkte wird die Zweiteilung des Gütekriterienkernsets übernommen. Der erste Part bildet Inhalte zu „Allgemeingültigen Kriterien“ ab, der zweite Part umfasst „spezifische Kriterien“. Der erste Entwurf V1_{draft} dient als Grundlage für die Entwicklung von V1_{final}.

Zu den Kategorien des ersten Parts zählen folgende: 1. Medizinische Qualität, 2. Datenschutz, 3. Informationssicherheit, 4. Technische Qualität, 5. Verbraucherschutz und Fairness, 6. Interoperabilität und 7. Nutzer*innenfreundlichkeit und Motivation.

Der zweite Part beinhaltet Kriterien zu folgenden Kategorien: 1. Grafik/ Qualität, 2. 3D-Charakter/ Avatar, 3. Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen, 4. Interaktion und 5. Navigation.

Die im Rahmen des qualitativen Forschungsprozesses gewonnenen Ergebnisse werden anhand einer tabellarischen Struktur dargestellt. Der erste Part ist umfassender im Vergleich zum zweiten Part. Die Formulierungen der Kriterien resultieren auf dem Systematisierungsprozess bzw. der Zusammenfügung einzelner Inhalte im Rahmen der Eigenreflexion. Aus der Literatur bzw. dem Systematisierungsprozess werden überwiegend Kriterien zur zweiten Kategorie, dem Datenschutz, abgeleitet (n=9). Zur ersten Kategorie Medizinische Qualität sowie zur

sechsten Kategorie *Interoperabilität* werden mit jeweils n=4 Kriterien die wenigsten Kriterien identifiziert.

Tabelle 20 stellt den Auszug der ersten Version des Gütekriterienkernsets ($V1_{final}$) am Beispiel der Kategorie *1. Medizinische Qualität* dar. Das in tabellarischer Form dargestellte Gütekriterienkernset umfasst die Einteilung in die jeweilige Kategorie, die linksseitig angeordnet ist, sowie die dazugehörigen Kriterien als stichpunktartige Ergebnisse auf der rechten Seite.

Tabelle 20: Auszug Gütekriterienkernset ($V1_{final}$) zur Kategorie "Medizinische Qualität".

Kategorie	Kriterium
1. Medizinische Qualität	Gesichertes medizinisches Wissen
	Anwendungssicherheit
	Einbezug von Fachexpert*innen
	Beachtung von Nebenwirkungen

Der zweite Part zeigt eine quantitativ gleichmäßigere Verteilung der Kriterien innerhalb einer Kategorie. Jeweils fünf bis sechs Kriterien können einer Kategorie zugeordnet werden. *Tabelle 21* bildet als beispielhaften Auszug die tabellarisch angeordnete Struktur der ersten Kategorie des zweiten Parts vom Gütekriterienkernset $V1_{final}$ wieder. Die Struktur ist identisch zu der des ersten Parts. Der linksseitig angeordneten Kategorie (z.B. *1. Grafik/ Qualität*) sind rechtsseitig die einzelnen Kriterien in kurzer Ausführung zugeordnet.

Tabelle 21: Auszug Gütekriterienkernset ($V1_{final}$) zur Kategorie "Grafik/ Qualität".

Kategorie	Kriterium
1. Grafik/ Qualität	Bildwiederholungsrate
	Auflösung
	Licht und Schatten
	3D-Objekte
	Zeitliche Illusion
	Geeignete Farbwahl

Die erste Version des Gütekriterienkernsets ($V1_{final}$) und somit weitere identifizierten Kriterien können im Anhang D (S. 67 ff.) näher eingesehen werden. Die Ergebnisse stellen die Grundlage für den weiteren Entwicklungsprozess des Gütekriterienkernsets dar.

4.1.2 Entwicklung der zweiten Version des Gütekriterienkernsets

Um eine Präzisierung der ersten Version des Gütekriterienkernsets zu erhalten, werden anhand von UF2, die die Ableitung spezifischer Inhalte aus Entwicklungsempfehlungen für VR-Anwendungen für die Zielgruppe Senior*innen umfasst, Literaturergebnisse einbezogen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zu UF2 sowie die Systematisierung der Ergebnisse zu UF2 zur Workshopvorbereitung anhand von $V2_{draft}$ erläutert. Daran anschließend werden die Ergebnisse des zweiten Workshops sowie die Finalisierung der zweiten Version des Gütekriterienkernsets ($V2_{final}$) vorgestellt.

4.1.2.1 Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zu UF2

Abbildung 30 stellt den ersten Schritt des zweiten PDCA-Zyklus farblich dar.

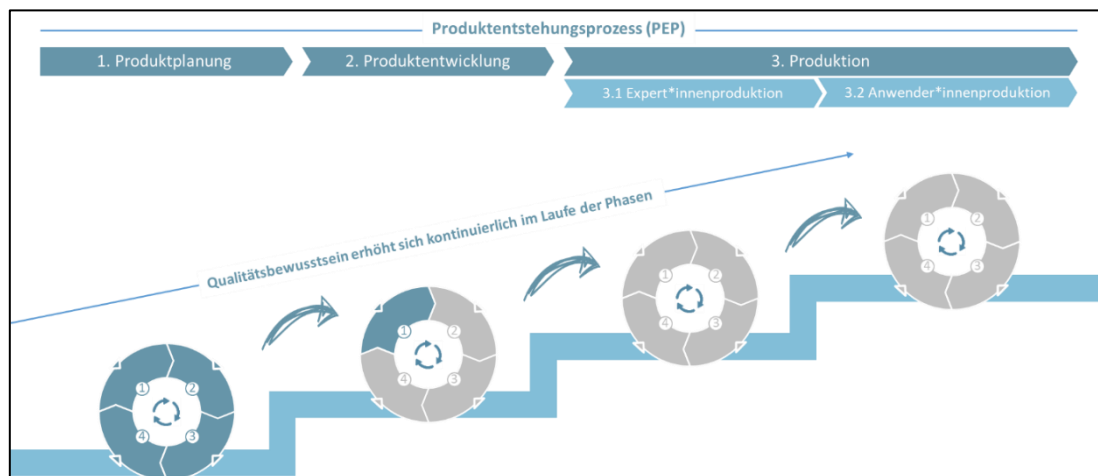


Abbildung 30: Die Analyse im zweiten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Das Prisma Flow Diagramm (vgl. Abbildung 17) stellt das methodische Vorgehen der systematischen Literaturrecherche inkl. der einzelnen Schritte (Identifikation, Screening, Volltextanalyse, Integration) und der Anzahl identifizierter Ergebnisse der Suchstrategie zu UF2 dar. Eine strikte Unterteilung der Ergebnisse für den ersten bzw. zweiten Part im Rechercheprozess erfolgt nicht, da es thematische Überschneidungen von Inhalten gibt, die Kriterien aus beiden Parts des Gütekriterienkernsets betreffen. Anders als die Ergebnisdarstellung der SLR zu UF1 ergibt sich bei der SLR zu UF2 aufgrund der für beide Parts relevanten Inhalte der identifizierten Ergebnisse keine separierte Ergebnisdarstellung zu den jeweiligen Parts.

Für die Weiterentwicklung des Gütekriterienkernsets werden n=22 Quellen herangezogen (vgl. Abbildung 17), die die bisherigen Ergebnisse präzisieren und spezifizieren. Folgende Quellen werden in die Entwicklung des Gütekriterienkernsets einbezogen und im Folgenden näher beschrieben:

Tabelle 22: Ergebnisse der SLR zu UF2.

	Titel	Herausgeber
1	Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly	de Bruin, Schoene, Pichierri & Smith (2010)
2	Design Guidelines and Design Recommendations of Multi-touch Interfaces for Elders	Loureiro & Rodrigues (2014)
3	Usability Issues of Clinical and Research Applications of Virtual Reality in Older People: A Systematic Review	Tuena et al. (2020)
4	The Effect of Mixed Reality Technologies for Falls Prevention Among Older Adults: Systematic Review and Meta-analysis	Nishchik, Chen, Pripp & Bergland (2021)

5	Personalized Health Care System with Virtual Reality Rehabilitation and Appropriate Information for Seniors	Gachet Páez , Aparicio, de Buenaga & Padrón (2012)
6	Supporting Optimal Aging through the Innovative Use of Virtual Reality Technology	Hughes, Warren-Norton, Spadafora & Tsotsos (2017)
7	Cognitive Benefits of Digital Games for Older Adults: Strategies for Increasing Participation	Schell & Kaufman (2016)
8	Ecological Validity of Virtual Reality Daily Living Activities Screening for Early Dementia: Longitudinal Study	Tarnanas et al. (2013)
9	Virtual reality for activities of daily living training in neurorehabilitation: a usability and feasibility study in healthy participants	Gerber et al. (2018)
10	Is it possible to use highly realistic virtual reality in the elderly? A feasibility study with image-based rendering	Benoit et al. (2015)
11	A Virtual Reality App for Physical and Cognitive Training of Older People With Mild Cognitive Impairment: Mixed Methods Feasibility Study	Hassandra et al. (2021)
12	Immersion of virtual reality for rehabilitation	Rose, Nam & Chen (2018)
13	Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review	Molina, Ricci, de Moraes & Peracini (2014)
14	Implementierung und partizipative Gestaltung digitaler Gesundheitsinterventionen	Hochmuth, Exner & Dockweiler (2020)
15	Towards accessible news reading design in virtual reality for low vision	Wu, Calabrèse & Kornprobst (2021)
16	Age-Related Differences With Immersive and Non-immersive Virtual Reality in Memory Assessment	Plechatá, Sahula, Fayette & Fajnerová (2019)
17	Altersbezogene Unterschiede bei der Interaktion mit einem Virtual-Reality-System	Domin, Janneck & Grimm (2019)
18	Acceptance of immersive headmounted virtual reality in older adults	Huygelier et al. (2019)
19	Development of an 360-degree virtual reality video-based immersive cycle training system for physical enhancement in older adults: a feasibility study	Lee, Choi & Lee (2021)
20	Technology Facilitates Physical Activity Through Gamification: A Thematic Analysis of an 8-Week Study	Kappen, Mirza-Babael & Nacke (2020)
21	Classification of Digital Health Interventions v1.0	World Health Organization (2018)
22	The Use of Virtual and Augmented Reality by Older Adults: Potentials and Challenges	Seifert & Schlomann (2021)

Die für die Weiterentwicklung des Gütekriterienkernsets als relevant eingestuften Quellen werden im Folgenden kurz erläutert:

1. Der Artikel von de Bruin, Schoene, Pichierri und Smith (2010) beschreibt theoretische Ansätze für den Einsatz eines VR-Trainings für Senior*innen und deren Auswirkungen auf die motorische Kontrolle. Die Autor*innen sehen VR als eine Technologie, die zu einem gesteigertem Bewegungsverhalten, zur Motivationsförderung und zur Ausführung von Indoor- sowie Outdooraktivitäten dienen kann. Die VR-Anwendungen sollen die Haltungskontrolle der Senior*innen beeinflussen und als sturzprophylaktische Maßnahme dienen. Die Autor*innen beschreiben, welche Art von Anwendungen sie genutzt haben und begründen dies. Zudem gehen sie auf einzelne Kriterien ein, die die körperliche Aktivität sowie die sensorisch-kognitiven Aufgaben im Rahmen des VR-Trainings näher beschreiben.
2. Loureiro und Rodrigues (2014) haben verschiedene Interaktionstechniken erforscht. Sie stellen eine Übersicht zu Designrichtlinien und –empfehlungen für Multi-Touch–Schnittstellen dar, die den Bedürfnissen älterer Menschen entsprechen. Die Ergebnisse werden detailliert dargestellt und sollen Anwendungsdesignern/ -entwicklern, Usability Spezialisten und Forscher*innen in diesem Umfeld bei der Gestaltung helfen.
3. Tuena et al. (2020) beschreiben VR als ein neuartiges und vielversprechendes Instrument, das Senior*innen als Assessment und für die Rehabilitation einsetzen können. Die Autor*innen haben eine systematische Übersichtsarbeit nach den PRISMA-Richtlinien durchgeführt und die Benutzerfreundlichkeit von klinischen VR-Systemen für ältere Menschen beurteilt. Dabei wurde u.a. Bezug zu Technologieakzeptanzmodellen genommen. Die Ergebnisse implizieren, dass VR-Anwendungen sinnvollen Nutzen zeigen, jedoch sollte bei der Entwicklung auf Interaktionsmechanismen und grundsätzliche Programm-/ Softwarefehler (engl.: bugs) geachtet werden. Die Autor*innen geben Empfehlungen für senior*innengerechte VR-Anwendungsentwicklung unter der Berücksichtigung von Erfahrungen zur Benutzerfreundlichkeit.
4. Die Autor*innen der Studie “The Effect of Mixed Reality Technologies for Falls Prevention Among Older Adults: Systematic Review and Meta-analysis” untersuchten den Einsatz der MR-Technologien zur Sturzprävention und deren Wirksamkeit. Dabei wurden die verschiedenen Interventionsansätze miteinander verglichen. Die Ergebnisse implizieren, dass MR-Technologien das Potential haben, Senior*innen in ihren physischen Funktionen zu stärken. Zudem wird neben den Wirkmechanismen zur Sturzprävention die MR-Benutzerfreundlichkeit thematisiert.
5. Gachet Paéz et al. (2012) entwickelten im Rahmen des Naviga-Projektes eine technologische Plattform, die ältere Menschen den Zugang zu Technologien erleichtern soll. Ein Teil der Plattform umfasst eine VR-Anwendung, die zur Handrehabilitation dienen soll. In diesem Kontext werden Anwendungsentwicklungen geschildert, die auf die Zielgruppe Senior*innen ausgerichtet sind.

6. Hughes et al. (2017) untersuchten das Potential von VR-Anwendungen für Senior*innen zum Erhalt bzw. zur Steigerung des Wohlbefindens. Die Autor*innen analysierten verschiedene Einsatzgebiete und VR-Anwendungen, die für Senior*innen im Kontext der Gesundheitsförderung und sozialen Isolation bzw. Einsamkeit eingesetzt werden. Zudem wurden Erfahrungen und Reaktionen von Senior*innen während oder nach der Nutzung von VR dargestellt.
7. Schell und Kaufman (2016) beschreiben die kognitiven Vorteile, die Senior*innen durch die Nutzung digitaler Anwendungen erlangen können. Die Autor*innen entwickelten Strategien, die die partizipatorischen Gestaltungs- bzw. Entwicklungsansätze umfassen. Dabei gehen die Autor*innen auf Barrieren ein und stellen Lösungsansätze dar, um ältere Menschen für digitale Spiele – zu denen sie auch VR-Anwendungen zählen – zu motivieren.
8. Tarnanas et al. (2013) untersuchten die ökologische Validität und anfängliche Konstruktvalidität einer VR-Anwendung für Personen mit kognitiven Einschränkungen. Die VR-Anwendung diente als Assessment, indem Messungen funktioneller ADL-Fähigkeiten durchgeführt wurden. Die Ergebnisse implizieren, dass die VR-Anwendung ein wirksames Instrument für die Unterscheidung verschiedener kognitiver Erkrankungen angesehen werden kann. Die Studie stellt die Entwicklungs- bzw. Gestaltungskriterien der VR-Anwendung detailliert dar.
9. In der Studie von Gerber et al. (2018) wurde die Machbarkeit der Durchführung von ADLs in einer virtuellen Umgebung überprüft. Die Autor*innen beschreiben, dass schwere Verletzungen oder neurodegenerative Erkrankungen oft in langfristige funktionelle Defizite resultieren. Die Leistungsfähigkeit für die Ausführung von Aktivitäten des täglichen Lebens ist folglich vermindert. Anhand der Alltagstätigkeit in Form der Teezubereitung in der virtuellen Umgebung soll die Durchführbarkeit anhand zwei verschiedener Eingabegeräte überprüft werden. Ein Head-Mounted-Display sowie eine Computermouse mit einem Handheld-Controller dienten der Steuerung der virtuellen Hände. Die Arbeitsbelastung, Benutzerfreundlichkeit, Immersion und Präsenz wurde untersucht. Das Ergebnis lässt den Rückschluss zu, dass die simulierte ADL, die mittels VR-Technologie durchgeführt wurde, für Diagnose- sowie Rehabilitationszwecke bei Personen mit langfristigen funktionellen Defiziten geeignet ist. Verschiedene Entwicklungs- und Gestaltungsaspekte können für die Entwicklung des senior*innengerechten Gütekriterienkernsets bewertet bzw. übertragen werden.
10. In der Studie von Benoit et al. (2015) wurde die Akzeptanz einer VR-Anwendung für Ältere unter der Verwendung des image-based rendering virtual environment (IBVE) -Ansatzes bewertet, das auf Deutsch das bildbasierten Rendering-Virtual-Environment beschreibt. Zudem wurde untersucht, ob visuelle Hinweise in der virtuellen Welt die Generierung autobiografischer Erinnerungen verbessert. Die Senior*innen bewerteten die Aufgabe in der virtuellen Welt hinsichtlich des Grades der Emotion, der Motivation, der Sicherheit, der Müdigkeit sowie der Vertrautheit. Die Ergebnisse implizieren, dass VR mit dem in der Studie verwendeten IBVE-

System von älteren Menschen gut vertragen wird. Die Entwicklung und Gestaltung der VR-Anwendung bzw. des IBVE-Systems lassen Rückschlüsse zu senior*innenspezifischen VR-Kriterien zu.

11. Hassandra et al. (2021) untersuchten die Akzeptanz, die Nutzbarkeit (Usability) und die Verträglichkeit immersiver Anwendungen. Die Autor*innen testeten zudem die Verwendung von VR bei Älteren mit leichten kognitiven Beeinträchtigungen (engl.: Mild cognitive impairment, MCI) und den Einfluss auf körperliche und kognitive Fähigkeiten bei der Durchführung von Doppelaufgaben (engl.: Dual Task). Die Ergebnisse zeigen, dass Übungen in einer VR-Umgebung von den Senior*innen präferiert wurden. Die VR-Anwendung erzielte hohe Akzeptanzwerte für eine beabsichtigte zukünftige Nutzung und bereitete den Nutzer*innen große Freude.

12. In dem Review von Rose, Nam und Chen (2018) wurde die Leistungsfähigkeit sowie die gesundheitsbezogenen Ergebnisse nach dem Einsatz von VR-Rehabilitationssystemen untersucht. Die Autor*innen beschäftigten sich insbesondere mit (1) dem Einfluss der Immersion auf die VR-Leistung und auf gesundheitsbezogene Ergebnisse, (2) die Beziehung zwischen Spaß und der potentiellen Befolgung der VR-Rehabilitationsroutine (Compliance/ Adhärenz) und (3) den Einfluss von haptischen Feedback auf die Leistung in der virtuellen Welt. Die Ergebnisse implizieren, dass die Immersion durch individuelle Leistungsmessungen, wie die posturale Stabilität, die Gelenkbeweglichkeit sowie die Navigationsleistung beeinflusst wird.

13. Molina et al. (2014) führten ein Review durch und untersuchen die Auswirkungen von Exergames auf die körperliche Leistungsfähigkeit älterer Menschen. Die Ergebnisse wurden anhand der PEDro-Skala, einer Checkliste der Physiotherapie-Evidenz-Datenbank, analysiert. Insbesondere wird auf Motivationsaspekte der Exergames genauer eingegangen und der Nutzen untersucht. Kriterien für das Gütekriterienkernset können anhand der Erkenntnisse dieser Studie abgeleitet werden.

14. Hochmuth et al. (2020) diskutierten über partizipative Gestaltungsansätze im Kontext digitaler Gesundheitstechnologien. Die Autor*innen beschreiben, wie potentielle Nutzer*innen in den Entwicklungsprozess eingebunden werden können und welche methodischen Ansätze für die Gestaltung von Gesundheitstechnologien und –interventionen sinnvoll sind. Darüber hinaus geht es um Einflussfaktoren der Akzeptanz und um Kriterien zur integrativen Nutzung. Aus verschiedenen Implementierungsansätzen lassen sich Kriterien ableiten, die relevant für das senior*innenspezifische Gütekriterienkernset sind.

15. Die Studie „Towards accessible news reading design in virtual reality for low vision“ (2021) beinhaltet die Analyse und Bewertung von Leseanwendungen in VR. Die Autor*innen verfass-

ten Richtlinien für die visuelle Zugänglichkeit in VR, der Schwerpunkt liegt auf der Lesetätigkeit. Die Designprinzipien umfassen verschiedene methodische Ansätze für die Umsetzung, die auf Grafiken sowie auf Texten basieren. Aus den Studienergebnissen lassen sich Kriterien für eine visuelle Zugänglichkeit ableiten, die bspw. im Kontext von Leseanwendungen genutzt werden.

16. Die Autor*innen Plechatá, Sahula, Fayette und Fajnerová (2019) untersuchten altersbedingte Unterschiede bezogen auf die Verwendung von Desktop- sowie HMD-Plattformen zur Bewertung von Gedächtnisleistungen. Die VR-Anwendung bestand aus einer Einkaufsaufgabe in einem virtuellen Supermarkt. Zudem wurden die Benutzer*innenerfahrungen sowie die Nebenwirkungen analysiert. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass hochgradig immersive Anwendungen von Älteren gut akzeptiert sind. Die Entwicklungs- bzw. Gestaltungskriterien der Anwendung sowie die Ergebnisse zur Nutzungserfahrung bzw. zu den Wirkmechanismen fließen in das Gütekriterienkernset mit ein.

17. Domin, Janneck und Grimm (2019) untersuchten die altersbezogenen Differenzen bei der Interaktion mit einer VR-Anwendung. Die Autor*innen gingen dabei detailliert auf Altersunterschiede ein und verglichen die Ergebnisse verschiedener Altersgruppen. Die unterschiedlichen VR-Interaktionsmuster in den Altersgruppen werden gegenübergestellt und diskutiert. Aus den Erkenntnissen lassen sich Kriterien zu unterschiedlichen Kategorien des Gütekriterienkernsets ableiten.

18. Die Autor*innen der Studie „Acceptance of immersive head-mounted virtual reality in older adults“ beschäftigen sich mit den Akzeptanzfaktoren von VR-Anwendungen bei Senior*innen. Dabei wird die Einstellung zu HMD vor und nach der Nutzung einer VR-Anwendung untersucht. Zudem wurde die Cybersickness nach einer ersten Exposition in VR mit einer Exposition eines Zeitraffervideos verglichen. Die Ergebnisse implizieren, dass sich die Einstellung gegenüber der immersiven virtuellen Realität von neutral aus positiv änderte. Auch die Cybersickness wurde als gering eingestuft, sodass VR als sinnvolles Medium durch die Senior*innen bewertet wurde. Aus der Studie lassen sich für das Gütekriterienkernset relevante Inhalte zu unterschiedlichen Kategorien ableiten.

19. Die Autor*innen Lee, Choi und Lee (2021) untersuchten die Validität eines 360°-VR-Video-basierten immersiven Radfahrtrainingsystems für ältere Erwachsene. Das immersive Radfahrtraining wurde in einer 20-minütigen Trainingseinheit getestet und hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz ausgewertet. Das Ergebnis zeigt eine gute Verträglichkeit und nur geringfügige Nebenwirkungen, die mittels des Fragebogens zur quantitativen Analyse der Gebrauchstauglichkeit (System Usability Skala, SUS) sowie dem Fragebogen zur Simulatorkrankheit (eng. Simulator Sickness Questionnaire, SSQ) gemessen wurden. Diverse Entwick-

lungsaspekte, insbesondere hinsichtlich der Bedienung, Benutzerfreundlichkeit und Prävention von Cybersickness können aus der Studie in die Entwicklung des Gütekriterienkernset einfließen.

20. Kappen, Mirza-Babaei und Nacke (2020) untersuchten, wie Gamification die Technologienutzung und die regelmäßige Durchführung von körperlicher Aktivität bei Älteren beeinflusst. Die Analyse umfasste Aspekte zur Motivation, Zielsetzung, Erfolge, Ängste sowie Hindernisse. Die Ergebnisse implizieren, dass motivationsfördernde bzw. gamifizierende Elemente zielgruppengerecht an Senior*innen angepasst werden müssen, um eine regelmäßige Technologienutzung zur Förderung der körperlichen Aktivität zu erreichen. Die Autor*innen definierten Richtlinien für das Gamification-Design für die Motivation zur körperlichen Aktivität bei Älteren. Die Ergebnisse lassen sich teilweise inhaltlich in das Gütekriterienkernset übertragen.

21. Die WHO (2018) hat eine Klassifizierung digitaler Gesundheitstechnologien vorgenommen, die verschiedene Arten des Einsatzes von digitalen und mobilen Technologien zur Unterstützung gesundheitlicher Bedürfnisse klassifiziert. Ein Klassifizierungsrahmen zielt darauf ab, eine übergreifende und zugängliche Sprache für die Planung von Gesundheitsprogrammen zu fördern. Dabei werden Funktionalitäten von Implementierungen im Bereich digitaler Gesundheit beschrieben. Das Klassifizierungsschema liefert Inhalte, die relevant für das Gütekriterienkernset sind und inhaltlich in abgeleiteter Form übertragen werden können.

22. Seifert und Schlomann (2021) untersuchten den Einsatz von AR und VR bei Älteren. Sie erörtern die potentiellen Chancen und Hindernisse für Senior*innen bei der Nutzung von AR und VR. Zudem geben die Autor*innen Empfehlungen zu Entwicklungsansätzen von AR und VR, sodass die Bedürfnisse und Präferenzen Älterer berücksichtigt werden. Der Beitrag liefert relevanten Input für das Gütekriterienkernset, indem Inhalte zu partizipativen Prozessen mit Senior*innen beschrieben werden und die Bedürfnisse zu AR/ VR-Anwendungen geschildert werden.

4.1.2.2 Systematisierung der Ergebnisse zu UF2 zur Workshopvorbereitung (V2_{draft})

Abbildung 31 stellt den zweiten Schritt der Ergebniserzeugung des zweiten PDCA-Zyklus farblich dar.

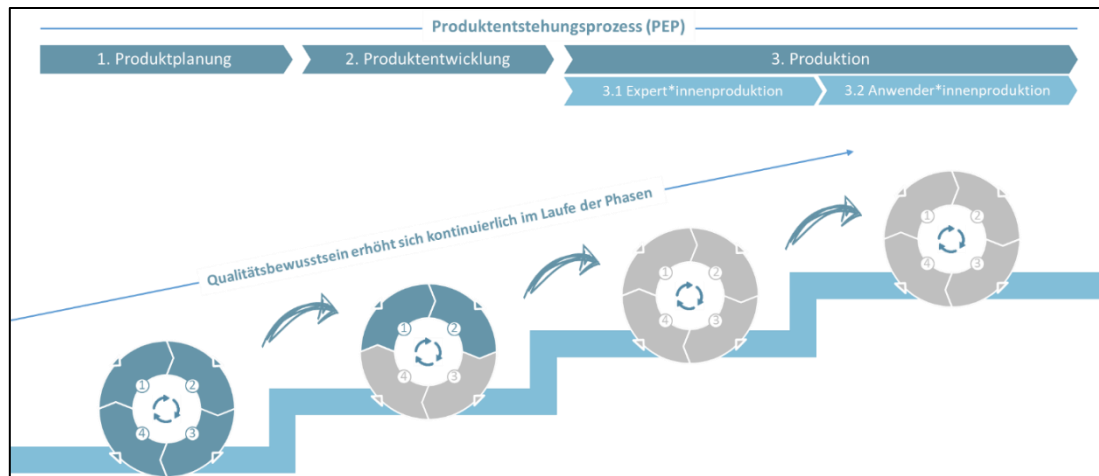


Abbildung 31: Der Lösungsentwurf im zweiten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zu UF2 werden dem bestehenden Cluster der Framework Analyse der ersten Recherche zu UF1 zugeordnet. Dabei werden die Ergebnisse in ihrer Detailtiefe durch die Rechercheergebnisse von UF2 hinsichtlich des Granularitätsniveaus sowie des inhaltlichen Umfangs weiter ausgebaut. Die Ergebnisse aus UF2 werden somit in das bestehende Konstrukt eingearbeitet und es erfolgt eine Präzisierung der bisherigen Ergebnisse. Durch die Ergebnisaufbereitung der Recherche zu UF2 erfolgt die Spezifizierung durch den vermehrten Einbezug von Erkenntnissen der Zielgruppe Senior*innen sowie deren Erfahrungswerte mit der erweiterten Realität (AR, VR, MR) anhand von Literaturergebnissen.

Das Gütekriterienkernset der ersten Version (V1_{final}) wird wie folgt erweitert:

Der Abgleich des bestehenden Konstruktes des Gütekriterienkernsets mit den Ergebnissen aus der Literatur dient der Annahme bzw. Ablehnung bisheriger Ergebnisse. Zudem werden die Kriterien in ihrer inhaltlichen Bedeutung durch das Ergänzen von Erläuterungen zu den einzelnen Kriterien ausgebaut. Jede Kategorie wird in ihrer ursprünglichen Struktur durch Hinzufügen von Kriterien erweitert, die Kategorien bleiben dabei in ihren Formulierungen unberührt. Anhand der Analyse der Rechercheergebnisse zu UF2 erfolgt eine Auswahl im Rahmen der Selbstreflexion als geeignet empfundener bzw. passender Kriterien, die als Beitrag in Form einzelner Aspekte dem Gütekriterienkernset in seiner Konsistenz beitragen. Die Beurteilung der Relevanz einzelner Kriterien beruht auf Mehrfachnennungen in den Literaturergebnissen sowie zugleich auf einer subjektiven Beurteilung. Folgender Auszug (vgl. Tabelle 23) in Form der ersten Kategorie *1. Medizinische Qualität* des ersten Parts des Gütekriterienkernset von

V2_{draft} wird in seiner strukturellen sowie inhaltlichen Anpassung erläutert. Dieser Auszug gilt als beispielhafte Darstellung, das Vorgehen ist auf alle anderen Kategorien übertragbar.

Tabelle 23: Auszug Gütekriterienkernset (V2_{draft}) zur Kategorie "Medizinische Qualität".

Kategorie	Kriterium	Erläuterung
1. Medizinische Qualität	Gesichertes medizinisches Wissen	Leitlinien, Quellenangaben
	Anwendungssicherheit	Versch. Aspekte vor/ während der Nutzung beachten
	Einbezug von Fachexpert*innen	Interdisziplinäre VR-Anwendungsentwicklung
	Beachtung von Nebenwirkungen	Motion-/ Cyber Sickness
	Abfrage Medikamenteneinnahme vor VR-Nutzung	Gefahr möglicher Nebenwirkungen, wie Schwindel o.Ä.
	(Vor-)erkrankungen beachten	Ggf. Kontraindikation bei der Ausführung bestimmter Bewegungen

Die Kategorie wird durch Ergänzung der Kriterien „Abfrage von Medikamenteneinnahme vor VR-Nutzung“ sowie „(Vor-)erkrankungen beachten“ erweitert. Diese beiden Inhalte werden in der Literatur mehrfach aufgeführt und als relevant eingestuft. Zudem werden alle Kriterien anhand einer kurzen, prägnanten Erläuterung näher beschrieben. Das Kriterium „Gesichertes medizinisches Wissen“ meint, dass das für die VR-Anwendung verwendete Wissen aus Leitlinien entnommen werden sowie eine Angabe der Quellen erfolgen sollte. Das Kriterium „Anwendungssicherheit“ umfasst die Beachtung verschiedener Aspekte vor bzw. während der Nutzung einer VR-Anwendung. Beispielsweise sollte auf Einschränkungen einer älteren Person eingegangen werden und folglich eine Bewertung der Eignung zur Nutzung erfolgen. Das Kriterium „Einbezug von Fachexpert*innen“ steht für eine interdisziplinäre VR-Anwendungsentwicklung. VR-Anwendungen sollte inhaltlich durch den Austausch mit Fachexpert*innen, z.B. Gerontolog*innen, erfolgen, damit die Bedarfe zukünftiger Nutzer*innen bestmöglich berücksichtigt werden können. Das folgende Kriterium umfasst die „Beachtung von Nebenwirkungen“, die sich auf eine Abwägung möglicher VR-induzierter Symptome im Rahmen der Motion bzw. Cyber Sickness beziehen. Beispielsweise sollte bei Senior*innen, die VR nutzen, geprüft werden, ob diese schnell bzw. häufig zu Symptomen, wie Schwindel, Übelkeit oder Kopfschmerzen neigen. Die Kategorie schließt mit dem Kriterium „(Vor-)erkrankungen beachten“ ab, das auf mögliche Einschränkungen, wie bspw. Bewegungseinschränkungen, eingeht. Hierbei sollte eine Berücksichtigung von Krankheitsbildern erfolgen, sodass kontraindizierte Aktivitäten, die möglicherweise in der der virtuellen Umgebung gefordert werden, ausgeschlossen werden.

Bei der zweiten Kategorie Datenschutz erfolgt eine Eliminierung der Kriterien „weitere Gewährleistungsziele“ sowie „Schutz der Privatheit“. Diese Kriterien werden als zu allgemein bewertet.

Die detaillierte Sichtung dieser beiden Kriterien und der im Rahmen des Spezifizierungsprozesses erfolgten Bewertung einer mangelnden Erläuterung dieser trägt zur Entfernung bei. Die beiden Kriterien sind die einzigen, bei denen dieses Ergebnis erzielt wird.

Für den zweiten Part des Gütekriterienkernset wird im Folgenden anhand der als beispielhaften Auszug die erste Kategorie *Grafik/ Qualität* erläutert. Wie bereits bei der zuvor erläuterten Darstellung der ersten Kategorie *Medizinische Qualität* des ersten Parts, ist die ausschnittsweise Erläuterung zu *Grafik/ Qualität* des zweiten Parts als Beispiel aufgeführt. Die Vorgehensweise bzw. Ergebnisdarstellung ist für alle Kategorien vergleichbar. Die Auswahl der ausgeführten Kategorien ist demnach keiner Bedeutung zugeschrieben.

Folgender Auszug (vgl. Tabelle 24) in Form der ersten Kategorie *1. Grafik/ Qualität* des zweiten Parts des Gütekriterienkernset (V2_{draft}) wird in seiner strukturellen sowie inhaltlichen Anpassung dargelegt.

Tabelle 24: Auszug Gütekriterienkernset (V2_{draft}) zur Kategorie "Grafik/ Qualität".

Kategorie	Kriterium	Erläuterung
1. Grafik/ Qualität	Bildwiederholungsrate	Bilder pro Sekunde/ Frames per second (fps)
	Auflösung	Hohe Qualität, abhängig vom Rendering
	Licht und Schatten	Naturalistische Gestaltung
	3D-Objekte	Geringe Anzahl an Polygonen
	Zeitliche Illusion	Änderung der Umgebung, realistische Wahrnehmung
	Geeignete Farbwahl	z.B. Farbtiefe und -spektrum
	Einheitlicher Stil	Konsistenz
	Kontraste	z.B. zur Unterscheidung von Objekten

Die Kategorie wird in der zweiten Version durch die Kriterien „Einheitlicher Stil“ sowie „Kontraste“ erweitert. Zudem erfolgt eine Erläuterung jedes Kriteriums anhand kurzer, prägnanter Ausführungen. Das Kriterium „Bildwiederholungsrate“ meint dabei die Angabe der Bildfrequenz, die in Bildern pro Sekunde (engl. frames per second (fps)) angegeben werden sollte. Um flüssige Aufnahmen zu generieren und kein unscharfes Material zu erzeugen, wird insbesondere für Senior*innen eine eher höhere Bildfrequenz empfohlen. Das Kriterium „Auflösung“ umfasst die Angabe der Bildgröße einer Rastergrafik. Die Auflösung ist abhängig vom Rendering-Prozess und sollte so gewählt werden, dass Inhalte in VR gut erkennbar sind. Insbesondere für Senior*innen sollte auf eine geringe Auflösung verzichtet werden. Das Kriterium „Licht und Schatten“ umfasst die Objektdarstellung, die durch Beleuchtungsfaktoren einen

räumlichen Charakter verliehen bekommt und zur naturalistischen Gestaltung beiträgt. Damit Objekte in ihrer Lage zugeordnet werden können, hilft die Darstellung von Schatten. Auch für Senior*innen ergibt sich eine eindeutige Zuordnung der Objekte in VR durch dieses Kriterium. Das Kriterium „3D-Objekte“ bezieht sich auf die gestalterische Darbietung. Hierfür sollte eine geringfügige Anzahl an Polygonen verwendet werden. Polygone umfassen eckige geometrische Strukturen. 3D-Objekte mit vielen Polygonen können abstrakt wirken und für Senior*innen einen befremdlichen Charakter erzeugen. Die „zeitliche Illusion“ ist als Kriterium aufgeführt und meint die Darstellung von Elementen in der Umgebung, wie z.B. der Uhrzeit oder dem Sonnenverlauf, sodass in der virtuellen Umgebung ein erhöhter Realismus erzeugt wird. Dieses Kriterium kann bei Senior*innen zur erhöhten Akzeptanz beitragen. Das Kriterium „einheitlicher Stil“ meint das Vorhandensein konsistenter Elemente, sodass dem Realismus einer Umgebung bzw. Situation beigetragen werden kann. Das Kriterium „Kontraste“ umfasst die Abgrenzung von Objekten bzw. Strukturen und kann bei Senior*innen zur Wahrnehmung dieser beitragen.

Das Gütekriterienkernset in der zweiten Version in Form von V2_{draft} (s. Anhang D, S. 69) dient als Grundlage für den ersten Expert*innenworkshop mit den VR-Entwicklungsexpert*innen.

4.1.2.3 Ergebnisse des ersten Expert*innenworkshops

Abbildung 32 stellt den dritten Schritt der Ergebniserzeugung des zweiten PDCA-Zyklus farblich dar.

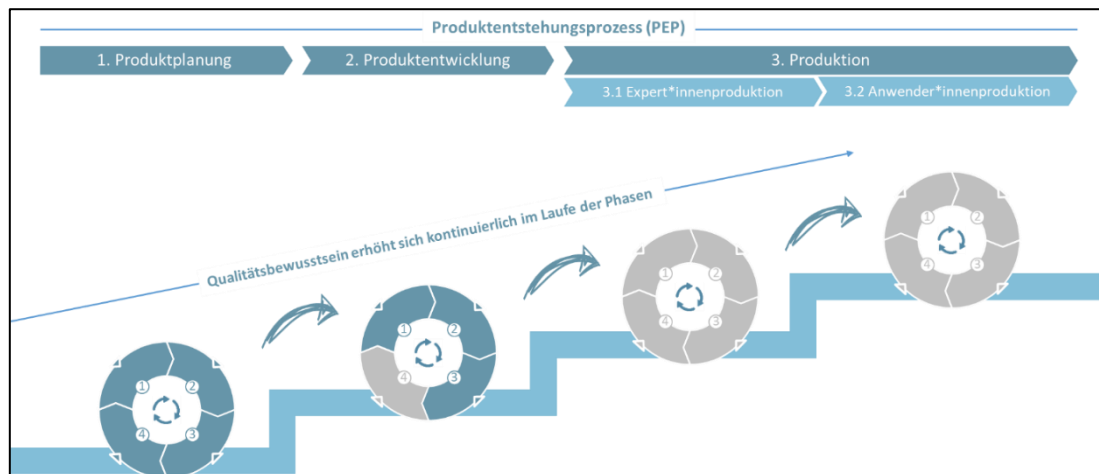


Abbildung 32: Die Überprüfung im zweiten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Der erste Expert*innenworkshop mit $n = 11$ VR-Entwicklungsexpert*innen dient der Überarbeitung des bisherigen Gütekriterienkernsets, indem Inhalte bzw. Kriterien erarbeitet und spezifiziert werden. Die Ergebnisse, die den Input der VR-Entwicklungsexpert*innen abbilden, werden für die Auswertung aus den Boards der Kollaborationsplattform Miro (s. Anhang A, Abb. 54 & Abb. 55, S. 7 & 8) in eine tabellarische Form überführt. Tabelle 25 stellt

exemplarisch den Input der Workshopteilnehmer*innen für die erste Kategorie *Medizinische Qualität* des ersten Parts des Gütekriterienkernsets dar. Der Input zu den anderen Kategorien des ersten Parts kann in *Tabelle 65* (Anhang B, S. 12) eingesehen werden.

*Tabelle 25: Input der Workshopteilnehmer*innen des ersten Expert*innenworkshops zur Kategorie "Medizinische Qualität".*

Kategorie 1. Medizinische Qualität
<i>Eingabegeräte: Medizinertifizierung erforderlich</i>
<i>evidenzbasiert d.h. durch medizinische Studien abgesichert</i>
<i>Entwicklung nach Human-centered Design erforderlich. Regelmäßige Qualitätssicherung durch Rücksprache mit Fachexperten und Anwendergruppen</i>
<i>Wissenschaftliche Grundlage: Interdisziplinäre Arbeit (Informatiker + Sportler, auch Game Designer) + State of the Art</i>
<i>Analysesoftware z.B. Biofeedbackdaten muss zertifiziert sein.</i>
<i>Sammlung auch AR/VR bezogener Daten um Güte /Adäquatheit der Technologie bewerten zu können</i>
<i>Ergonomische Prinzipien nach ISO 9241 berücksichtigen (z.B. kognitive Last)</i>
<i>Negative Nebenwirkungen durch Technologie vermeiden (Geringes Unfall- und Verletzungsrisiko durch die Technologie)</i>
<i>Geräte müssen desinfizierbar sein</i>
<i>Angebot derselben Software auf verschiedenen Geräten, um auch Patienten mit Einschränkungen (z.B. Motion Sickness) zugänglich zu sein</i>
<i>Datenübertragung zur Brille muss gängigen (schnellen) Übertragungsraten der Medizin entsprechen (z.B. Bluetooth).</i>
<i>Fehlertoleranz und aktive Hilfestellung bei Haltungsfehlern. Erkennung von Ermüdungserscheinungen/Probleme im Umgang mit der Anwendung.</i>
<i>Datenerfassung und Messpunkte müssen gängigen Standards entsprechen und auf der Brille abbildbar sein (Rechenleistung der Brille/ VR-Anwendung muss dementsprechend hoch sein)</i>
<i>Einfache Handhabung auch für Personal (Ärztinnen*, Krankenpflegerinnen*, etc.)</i>

Anschließend erfolgt die Überprüfung der inhaltlichen Passung in der jeweiligen Kategorie. Kriterien, die sich inhaltlich gleichen, werden zusammengefasst. Kriterien, deren Inhalt als neu bewertet wird, werden in der jeweiligen Kategorie aufgenommen. Zudem werden die Ergebnisse in ihrer Passung des jeweiligen Parts des Gütekriterienkernsets bewertet und entsprechend sortiert. Im Folgenden werden die Ergebnisse der beiden Parts (erster Part zu „Allgemeinen Kriterien“, zweiter Part zu „spezifischen VR-Kriterien“) näher erläutert.

Die Ergebnisse des ersten Parts des Gütekriterienkernsets sehen wie folgt aus:

Die Kategorien, die vorgegeben waren, werden seitens der VR-Entwicklungsexpert*innen als geeignet empfunden und in ihrer Passung nicht verändert oder kritisiert. Der Input der Teilnehmer*innen zu den sieben verschiedenen Kategorien variiert in der Anzahl sowie in der Detailtiefe. In den Kategorien *Datenschutz* und *Interoperabilität* werden die wenigsten Kriterien ergänzt (n=7 bzw. n=8). In den Kategorien *Technische Qualität* und *Nutzerfreundlichkeit und Motivation* wird mit n=23 bzw. n=19 am meisten Input verschriftlicht (s. Anhang B, Tab. 65,

S. 12). In der Diskussion wird eine Vollständigkeit der Kriterien in allen Kategorien durch die Teilnehmer*innen mündlich bestätigt.

Die Ergebnisse des zweiten Parts des Gütekriterienkernsets sehen wie folgt aus: Die vorgegebene Struktur der Kategorien sowie deren inhaltliche Passung werden von den Teilnehmer*innen nicht angemerkt bzw. ergänzt. *Tabelle 26* stellt exemplarisch den Input der Workshopteilnehmer*innen für die erste Kategorie *Grafik/ Qualität* des zweiten Parts des Gütekriterienkernsets dar. *Abbildung 55* (s. Anhang A, S. 8) bildet die Ergebnisse anhand des Miro-Boards ab. Der Input zu den Kategorien 2.-5. in tabellarischer Form des zweiten Parts kann in *Tabelle 66* (Anhang B, S. 14) eingesehen werden.

*Tabelle 26: Input der Workshopteilnehmer*innen des ersten Expert*innenworkshops zur Kategorie "Grafik/ Qualität".*

Kategorie 1. Grafik/ Qualität	
Umsetzung	Beschreibung
<i>Bildwiederholungsrate</i>	<i>Bilder pro Sekunde/ frames per second (fps), bei High-End HMDs mind. 90 fps.</i>
<i>Auflösung</i>	<i>Hohe Qualität: Abhängig vom Rendering</i>
<i>Licht und Schatten</i>	<i>Naturalistische Gestaltung</i>
<i>3D-Objekte</i>	<i>Geringe Anzahl an Polygonen</i>
<i>Zeitliche Illusion</i>	<i>Änderung der Umgebung, realistische Wahrnehmung</i>
<i>Auflösung</i>	<i>Wird NOCH unterschiedlich wahrgenommen. Oft reichen 1832x1920px (Quest2)</i>
<i>Einheitlicher Stil</i>	<i>zB Detailgrad/Texturauflösung konsistent über alle 3D Objekte halten.</i>
<i>Objekt-Skalierungen müssen mit Realität übereinstimmen</i>	<i>interaktive Elemente virtuell Abmessen(mit controller)</i>
<i>Rechenintensive Prozesse vermeiden</i>	<i>Beleuchtung, Schatten etc simpel halten (Baked Lights, Hard Shadows)</i>
<i>Angemessen für das Spielszenario und Zielgruppe</i>	<i>Komplexe Klangwelten bieten z.B. 7.1 Surround Sound</i>
<i>Immersive Audio Design</i>	<i>Farbtiefe, Farbspektrum (z.B. 256 Farben)</i>
<i>Farbraum</i>	<i>Z.B. Rot-Grün-Schwäche (alternative Darstellungen anbieten)</i>
<i>Farbsehstörungen beachten</i>	<i>z.B. Anti-Aliasing, Texture baking</i>
<i>Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung</i>	<i>Beschreibung/ Erläuterung</i>
<i>keine langen Texte</i>	<i>zu schwer lesbar, besser über visuelle Metapher</i>

Die Quantität der Ergebnisse zu den jeweiligen Kategorien fällt vergleichbar aus. In der Kategorie *Interaktion* wird am wenigsten und in der Kategorie *Grafik/ Qualität* wird am meisten Input durch die Teilnehmer*innen beigesteuert. Die Differenzen sind in ihrer Quantität geringfügig.

Die Expert*innen haben jedoch angemerkt, Subkategorien zu den einzelnen Kategorien einzufügen, sodass eine deutlichere Strukturierung der Kriterien mit den jeweiligen Erläuterungen vorliegt.

4.1.2.4 Finalisierung der zweiten Version des Gütekriterienkernsets (V2_{final})

Abbildung 33 stellt den vierten Schritt der Ergebniserzeugung des zweiten PDCA-Zyklus farblich dar.

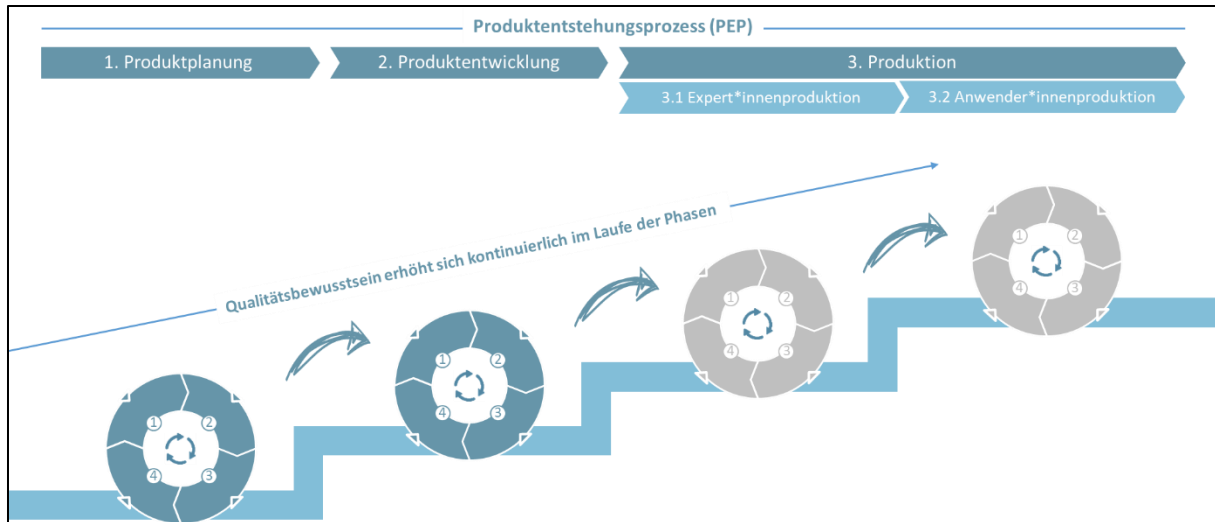


Abbildung 33: Die Optimierung im zweiten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Im ersten Expert*innenworkshop können alle Kategorien mit Ergebnissen in Form von Input der Teilnehmer*innen ergänzt werden. Um die Ergebnisse zu systematisieren, werden folgende Schritte für die Auswertung erfüllt (vgl. Bauer, 2008):

1. Das Screenen und Verstehen einzelner Beispiele aus dem Workshop

Der erste Schritt umfasst die Überprüfung der Ergebnisse auf ihre Lesbarkeit sowie Verständlichkeit. Die Ergebnisse werden alle als lesbar und verständlich bewertet.

2. Das Identifizieren von relevanten Ergebnissen

Im zweiten Schritt erfolgt die Bewertung von relevanten Ergebnissen des Workshops für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets. Die Aufbereitung der Ergebnisse des ersten Workshops zeigt eine Verwertung der meisten Workshopergebnisse. Ergebnisse, die als nicht relevant bewertet werden, werden exkludiert. *Tabelle 67* (s. Anhang B, S. 16) stellt die Exklusion der Workshopergebnisse inkl. Begründung zu jedem Ergebnis dar. Ergebnisse werden bspw. aufgrund zu fachspezifischer Formulierungen oder eines zu spezifischen bzw. charakteristischen Inputs für den weiteren Entwicklungsprozess verworfen. Auch werden Ergebnisse aufgrund von Doppelnennung exkludiert.

3. Das Clustern der Expert*innenergebnisse zu charakteristischen Inhalten

Der dritte Schritt umfasst die Bewertung und Klassifizierung der Ergebnisse hinsichtlich der Übereinstimmung in der jeweiligen Kategorie sowie die mögliche Zuordnung zu einer als passender bewerteten Kategorie. Im Systematisierungsprozess der Ergebnisse ergeben sich Transferleistungen, die eine Umstrukturierung von Ergebnissen in den jeweiligen Kategorien

beinhalten. Die Bewertung relevanter Ergebnisse, die jedoch aufgrund inhaltlicher Passung anderen Kategorien zugeordnet werden, sind in *Tabelle 68* (s. Anhang B, S. 20) dargestellt. Der Transferprozess bildet die ursprüngliche Kategorie, in der die Ergebnisse beigetragen wurden, ab.

4. Das Formulieren der Ergebnisse anhand einer ausführlichen Beschreibung

Der vierte Schritt beinhaltet die Bildung von Subkategorien durch Klassifizierung von Ergebnissen innerhalb einer Kategorie. Zudem erfolgt die Durchführung von Umformulierungen bzw. das Zusammenführen vergleichbarer Ergebnisse durch Abgleichen inhaltlicher Überschneidungen

5. Die Finalisierung und der Abschluss der Bearbeitung des Handlungsfeldes

Der fünfte und somit letzte Schritt umfasst die Strukturierung der Ergebnisse für eine systematische Übersichtlichkeit. Die Ergebnisse werden in ihrer tabellarischen Darstellung gelayoutet und formatiert.

Die von Bauer (2008) beschriebenen Schritte werden zusammenhängend wie folgt beschrieben: Die Ergebnisse des Workshops werden mit den Ergebnissen des zweiten Gütekriterienkernsets zusammengeführt, indem durch Bildung von Subkategorien eine Zuordnung zu einer übergeordneten Thematik, der Kategorie, erfolgt. Die Ergebnisse des Workshops werden dabei in ihrer Konsistenz angepasst, sodass eine vergleichbare Ausführung der Ergebnisse vorliegt. Die Version V2_{final} des Gütekriterienkernsets umfasst ein verändertes Konstrukt im Vergleich zu V2_{draft}. Durch Bildung von Subkategorien ergibt sich eine strukturelle Übersichtlichkeit der Kriterien. Die Reihenfolge der Auflistung der Kategorien, Subkategorien sowie Kriterien wird keinerlei Bedeutung zugeschrieben. Anhand des beispielhaften Auszugs (vgl. *Tabelle 27.*) wird die veränderte Struktur zur ersten Kategorie *1. Medizinische Qualität* des ersten Parts des Gütekriterienkernsets näher ausgeführt:

Der Kategorie werden zwei Subkategorien, *Evidenz und Zuverlässigkeit* sowie *Sicherheitsgewährleistung*, zugeordnet. Die bestehenden Kriterien werden hinsichtlich ihrer inhaltlichen Passung den beiden Subkategorien unifiziert. Dabei ergibt sich die Zuteilung mit n=2 Kriterien zur Subkategorie *Evidenz und Zuverlässigkeit* und mit n=4 Kriterien zur Subkategorie *Sicherheitsgewährleistung*. Im Zuge des Bearbeitungsprozesses werden weitere n=5 Kriterien der Subkategorie *Sicherheitsgewährleistung* zugefügt, die auf den Ergebnissen des Workshops basieren und keinem bereits bestehenden Kriterium zugeordnet werden können. Sofern Kriterien durch ergänzte Erläuterungen ausgebaut werden, erfolgt teilweise eine sprachliche Anpassung des Ergebnisses, um den Passus der Erläuterung konsistent darstellen zu können. Ein Beispiel hierfür ist das Ergebnis „Datenübertragung zur Brille muss gängigen (schnellen) Übertragungsraten der Medizin entsprechen (z.B. Bluetooth)“, das durch die Formulierung

„Gängige und schnelle Datenübertragung zur VR-Brille (z.B. Bluetooth)“ angepasst wird. Dabei wird darauf geachtet, dass im Rahmen der Umformulierung keine Sinnhaftigkeit verändert wird, maximal eine Verallgemeinerung der Formulierung.

Die ausführliche Beschreibung der Ergebnisdarstellung der zweiten Version des Gütekriterienkernsets (s. Anhang D, S. 69 bzw. S. 74 ff.) wird wie folgt erläutert:

Das Kriterium „Gesichertes medizinisches Wissen“ der Vorversion wird modifiziert, da anhand von Rückmeldungen der Workshopteilnehmer*innen geäußert wurde, dass auch anderes, nicht-medizinisches Wissen gesichert sein sollte. Im Zuge dessen wird der Begriff „medizinisches“ in Klammern gesetzt, sodass er offengehalten, jedoch der *Kategorie Medizinische Qualität* entsprechend passend erscheint (vgl. Tabelle 27). Die Erläuterung des Kriteriums wird ausgebaut, indem anhand der Workshopergebnisse die Ergänzung in Form „Inhalte sind evidenzbasiert, d.h. durch Studien abgesichert“ hinzugefügt wird. Das folgende Kriterium „Einbezug von Fachexpert*innen“ unterliegt keiner Veränderung. Das Ergebnis des Workshops „Interdisziplinäres Arbeiten durch Einbezug von Experten aus entsprechenden (med.) Berufen bei der Entwicklung“ wurde im Rahmen der Diskussion als bereits erfüllt durch die bestehende Erläuterung „Interdisziplinäre VR-Anwendungsentwicklung“ angesehen.

In der Subkategorie *Sicherheitsgewährleistung* erfolgt die Ergänzung der Erläuterung des Kriteriums „Anwendungssicherheit“ anhand folgender Workshopergebnisse: „Fehlertoleranz“, „Hilfestellungen bei Problemen“ sowie „einfache Handhabung“. Das Ergebnis „Schulung durch eine qualifizierte Person zum Anwendungsgebrauch“ entstammt der zweiten Kategorie *Datenschutz*, wird aber aufgrund der inhaltlichen Passung diesem Kriterium zugeordnet. Das Ergebnis „Beurteilung physischer/ psychischer Eignung“ hat seinen Ursprung in Kategorie 4. *Technische Qualität* und wird aufgrund inhaltlicher Überschneidungen bei dem Kriterium „Anwendungssicherheit“ eingeordnet. Das Kriterium „Beachten von Nebenwirkungen“ wird durch das Ergebnis „Verhinderung des Unfall- und Verletzungsrisikos“ in der Erläuterung ausgebaut. Bei den Kriterien „Abfrage Medikamenteneinnahme vor VR-Nutzung“ sowie „(Vor-)erkrankungen beachten“ erfolgt keine Veränderung.

Im Folgenden werden die generierten Kriterien beschrieben: Hierzu zählt das Kriterium „Absicherung der Hardware“, das eine (Medizin)Zertifizierung des Eingabegerätes (z.B. VR-HMD) erfordert. Ergänzend wird das Ergebnis „Schutz vor Missbrauch/ Malware“ angeführt, das seinen Ursprung in 3. *Informationssicherheit* hat. Auch das Ergebnis „Analysesoftware z.B. Biofeedbackdaten muss zertifiziert sein“ wird unter diesen Aspekt gefasst. Das Kriterium „Nutzer*innenorientierte Entwicklung“ umfasst die „Entwicklung nach Human-centered Design durch regelmäßige Qualitätssicherung“ sowie „Rücksprache mit Fachexpert*innen und Anwender*innengruppen erforderlich“. Ein weiteres neues Kriterium, das anhand der Ergebnisse abgeleitet wird, ist die „Bewertung der technischen Relevanz“ und meint die „Bewertung von

Güte und Adäquatheit der VR-Technologie“. Das Kriterium „Hygiene“ bezieht sich auf die „Desinfizierbarkeit der technischen Geräte“. Das letzte Kriterium umfasst die „Datenübertragbarkeit“ und meint eine „gängige und schnelle Datenübertragung zur VR Brille“.

Tabelle 27: Auszug Gütekriterienkernset (V2_{final}) zur Kategorie "Medizinische Qualität".

Kategorie	Subkategorie	Kriterium	Erläuterung
1. Medizinische Qualität	Evidenz & Zuverlässigkeit	Gesichertes (medizinisches) Wissen	- Leitlinien Quellenangaben - Inhalte sind evidenzbasiert, d.h. durch Studien abgesichert
		Einbezug von Fachexpert*innen	Interdisziplinäre VR-Anwendungsentwicklung
	Sicherheit	Anwendungssicherheit	- Versch. Aspekte vor/ während der Nutzung beachten - Fehlertoleranz - Hilfestellungen bei Problemen - einfache Handhabung - Schulung durch eine qualifizierte Person zum Anwendungsgebrauch - Beurteilung physischer/ psychischer Eignung
		Beachtung von Nebenwirkungen	- Motion-/ Cyber Sickness - Verhinderung des Unfall- und Verletzungsrisikos
		Abfrage Medikamenteneinnahme vor VR-Nutzung	Gefahr möglicher Nebenwirkungen, wie Schwindel o.Ä.
		(Vor-)erkrankungen beachten	Ggf. Kontraindikation bei der Ausführung bestimmter Bewegungen
		Absicherung der Hardware	- Eingabegeräte: (Medizin-)Zertifizierung erforderlich - Schutz vor Missbrauch/ Malware
		Nutzer*innenorientierte Entwicklung	- Entwicklung nach Human-centered Design durch regelmäßige Qualitätssicherung - Rücksprache mit Fachexpert*innen und Anwender*innengruppen erforderlich
	Datenübertragbarkeit	Bewertung der technischen Relevanz	Bewertung von Güte und Adäquatheit der VR-Technologie
		Hygiene	Desinfizierbarkeit der technischen Geräte
		Datenübertragbarkeit	Gängige und schnelle Datenübertragung zur VR-Brille (z.B. Bluetooth)

Das Ergebnis „Ergonomische Prinzipien nach ISO 9241 berücksichtigen (z.B. kognitive Last)“ wurde im Rahmen der Diskussion mit den Workshopteilnehmer*innen als zu spezifisch angesehen und folglich verworfen. Auch das Ergebnis „Angebot derselben Software auf verschiedenen Geräten, um auch Patienten mit Einschränkungen (z.B. Motion Sickness) zugänglich zu sein“ wurde von dem Großteil der Expert*innen als technisch teilweise nicht umsetzbar bewertet. Als Argument wurde eine fragliche Vergleichbarkeit bei Nutzung unterschiedlicher VR-Technologien (z.B. HMD vs. Desktop-basiertes System) genannt.

Als weiteres Beispiel wird der Entwicklungsprozess der ersten Kategorie des zweiten Parts zu *1. Grafik/ Qualität* näher erläutert (vgl. Tabelle 28). Die Unterteilung der Subkategorien teilt sich in *Objektbezogen* mit $n=8$ Kriterien sowie *Nutzer*innenbezogen* mit $n=2$ Kriterien. Das Kriterium „Bildwiederholungsrate“ wird mit der Erläuterung „mindestens 60 fps geeignet“ ergänzt. Wie bereits im obigen Beispiel beschrieben, erfolgt auch hier eine Umformulierung der Ergebnisse zur Erhaltung der Konsistenz der Formulierungen zu den Erläuterungen. Beispielsweise wird die zuvor beschriebene Erläuterung umformuliert dessen Ergebnis als „(Beobachtung) 90 FPS SW-seitig oft schwer erreichbar, oft eher so um die 60 FPS“ ursprüngliche Formulierung umfasst. Bei Formulierungsanpassungen wird darauf geachtet, dass keine Änderung der Sinnhaftigkeit und maximal eine Verallgemeinerung des Ergebnisses erfolgt.

Das Kriterium „Auflösung“ wird durch die Ergebnisse „oft reichen 1832x1920px“ sowie „rechenintensive Prozesse sollten vermieden werden“ weiter ausgeführt. Das Kriterium „Licht und Schatten“ wurde nicht verändert bzw. angepasst. Das Kriterium „3D-Objekte“ wird mit den Ergebnissen „einheitlicher Stil“, „Konsistenz bei der Objektgestaltung hinsichtlich Detailgrad und Texturauflösung“, „Übereinstimmung Objektskalierung mit der Realität“ und „virtuelle Abmessung insb. bei interaktiven Elementen“ im Rahmen der Erläuterung weiter ausgebaut. Zum Kriterium „Zeitliche Illusion“ erfolgen keine Veränderungen. Das Kriterium „Geeignete Farbwahl“ wird durch die Ergebnisse „(z.B. 256 Farben)“ sowie „Berücksichtigung von Farbsehstörungen“ weiter ausgeführt. Die in der Subkategorie zuletzt aufgeführten Kriterien „Einheitlicher Stil“ sowie „Kontraste“ erfahren keinerlei Veränderungsprozess.

In der Subkategorie *Nutzer*innenbezogen* werden anhand der Ergebnisse zwei neue Kriterien generiert. Das Kriterium „Audio“ umfasst als Erläuterung ein „immersives Audiodesign“ und „Berücksichtigung komplexer Klangwelten (z.B. 7.1 Surround Sound)“. Das Kriterium „Informationsgabe“ meint die „Vermeidung langer Texte“.

Tabelle 28: Auszug Gütekriterienkernset (V2_{final}) zur Kategorie "Grafik/ Qualität".

Kategorie	Subkategorie	Kriterium	Erläuterung
1. Grafik/ Qualität	Objektbezogen	Bildwiderholungsrate	• Bilder pro Sekunde/ Frames per second (fps) • mindestens 60 fps geeignet
		Auflösung	• Hohe Qualität, abhängig vom Rendering • oft reichen 1832x1920px • rechenintensive Prozesse sollten vermieden werden
		Licht und Schatten	• Naturalistische Gestaltung
		3D-Objekte	• Geringe Anzahl an Polygonen • einheitlicher Stil • Konsistenz bei der Objektgestaltung hinsichtlich Detailgrad und Texturauflösung • Übereinstimmung Objektskalierung mit der Realität • virtuelle Abmessung insb. bei interaktiven Elementen
		Zeitliche Illusion	• Änderung der Umgebung • realistische Wahrnehmung
		Geeignete Farbwahl	• z.B. Farbtiefe und –spektrum (z.B. 256 Farben) • Berücksichtigung von Farbsehstörungen
		Einheitlicher Stil	• Konsistenz
		Kontraste	• z.B. zur Unterscheidung von Objekten
		Audio	• Immersives Audiodesign • Berücksichtigung komplexer Klangwelten (z.B. 7.1 Surround Sound)
		Informationsgabe	• Vermeidung langer Texte • Individuell einstellbare Schriftgröße • Sprachumsetzung per Text- bzw. Dialogelemente • Abgrenzung der Interaktionselemente vom restlichen Environment
	Nutzer*innenbezogen	Brillengeronomie	• Angenehmer Tragekomfort

Die Vorgehensweise bzw. Systematik der beiden näher beschriebenen Auszüge ist auf den gesamten Entwicklungsprozess des Gütekriterienkernsets V2_{final} übertragbar. Anhand der Ergebnisse der Workshopteilnehmer*innen können neue Kriterien sowie inhaltliche Erläuterungen entwickelt werden und stellen neben den bestehenden Ergebnissen die Basis für die Weiterentwicklung des Gütekriterienkernsets dar.

Im Entwicklungsprozess von V2_{final} haben sich weitere Änderungen ergeben: Die Kategorie *Datenschutz* des ersten Parts ist durch umfangreiche Ergänzungen von Kriterien sowie Erläuterungen gewachsen. Die Kriterien werden den Subkategorien *Datengenerierung und Datenspeicherung* (n=12) sowie *Rechtmäßigkeiten* (n=4) zugeordnet. Die zuvor dritte Kategorie *Informationssicherheit* wird in die Subkategorie *Notwendigkeit* mit n=2 Kriterien sowie Schutzmaßnahmen mit n=7 Kriterien unterteilt.

Die Kategorie 4. *Technische Qualität* wird in die Subkategorie *Technische Sicherheit* (n=5) sowie *Nutzer*innenbezogene Sicherheit* (n=4) unterteilt. Die fünfte Kategorie *Verbraucherschutz und Fairness* umfasst die beiden Subkategorien *Zugänglichkeit* mit n=7 Kriterien sowie *Transparenz* mit n= 2 Kriterien. Die Kategorie 6. *Interoperabilität* lässt sich in die erste Subkategorie *Datenportabilität* unterteilen, dessen Begrifflichkeit in den vorherigen Versionen als Kriterium galt. Aufgrund der Dimensionalität des Begriffes und der Erkenntnis, dass diesem verschiedene Kriterien beruhend auf der inhaltlicher Passung zugeordnet werden können, wird das Kriterium als Subkategorie formatiert. Die Subkategorie umfasst n=2 Kriterien. Die zweite Subkategorie mit n=2 Kriterien bildet die *Technologiekompatibilität* ab. Die letzte Kategorie 7. *Nutzer*innenfreundlichkeit und Motivation* gliedert sich in die Subkategorie *Nutzbarkeit* (n= 3) sowie *Zielgruppenorientierung* (n=7) Kriterien.

Der zweite Part des Gütekriterienkernsets umfasst folgende Änderungen zur strukturellen Gestaltung: Die Kategorie *3D-Charakter/ Avatar* wird in die Subkategorien *Erscheinungsbild* (n=4) sowie *Habitus (Verhalten)* mit n=3 Kriterien unterteilt. Die Kategorie 3. *Bereitstellen von spiel-internen Anweisungen und Aufforderungen* ist in die Subkategorie *Didaktik* (n=7) sowie *Rahmenbedingungen* (n=1) gegliedert. Die vierte Kategorie *Interaktion* umfasst mit n=5 Kriterien die Subkategorie *Funktionalitäten* und mit n=3 Kriterien die Subkategorie *Regulierung*. Die letzte Kategorie 5. *Navigation* lässt sich in die Subkategorie *Bedienung* (n=4) sowie *Orientierungsbewegung* (n=3) einteilen.

Die Ergebnisse zeigen, dass im ersten Part mehr neue Kriterien ergänzt werden im Vergleich zum zweiten Part. Der zweite Part wird überwiegend in seiner inhaltlichen Ausführung durch Ergänzungen der Erläuterungen ausgebaut.

Alle Kategorien umfassen jeweils zwei Subkategorien. Der erste Part enthält im Vergleich zum zweiten Part mehr Kategorien, trotz Reduktion einer Kategorie durch strukturelle Anpassun-

gen. Die Gewichtung bzw. Wertigkeit der Inhalte (Kategorie, Subkategorie, Kriterien sowie Erläuterungen) werden ungeachtet des teilweise unterschiedlichen Empfindens hinsichtlich des Granularitätsniveaus und der Detailtiefe als gleichgültig beurteilt.

Ergänzend der inhaltlichen Veränderungen werden Anpassungen in der Darstellungsform des Gütekriterienkernsets vorgenommen. Die tabellarische Struktur wird beibehalten, jedoch wird die Leserichtung der Kategorien in eine horizontale Darstellung geändert. Zudem erfolgen Anpassungen durch Änderung der Schriftart der Kategorien und Subkategorien in kursiv. Die Erläuterung der Kriterien wird anhand von Aufzählungszeichen aufgrund besserer Übersichtlichkeit durch Zunahme der Inhalte dargestellt.

4.1.3 Entwicklung der dritten Version des Gütekriterienkernsets

Um eine Spezifizierung der zweiten Version des Gütekriterienkernsets ($V2_{\text{final}}$) zu erhalten, werden anhand von UF3, die die Ableitung spezifischer Inhalte anhand des vermehrten Einbezugs von Erkenntnissen zu senior*innengerechten VR-Technologien in Bezug auf die Verbesserung der Lebensqualität sowie die Akzeptanz von VR-Anwendungen umfasst, Literaturergebnisse einbezogen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zu UF3 sowie die Systematisierung der Ergebnisse zu UF3 zur Workshopvorbereitung erläutert. Zudem werden die Ergebnisse des zweiten Workshops dargestellt sowie die dritte Version des Gütekriterienkernsets ($V3_{\text{final}}$) beschrieben.

4.1.3.1 Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zu UF3

Abbildung 34 stellt den ersten Schritt der Ergebniserzeugung des dritten PDCA-Zyklus farblich dar.

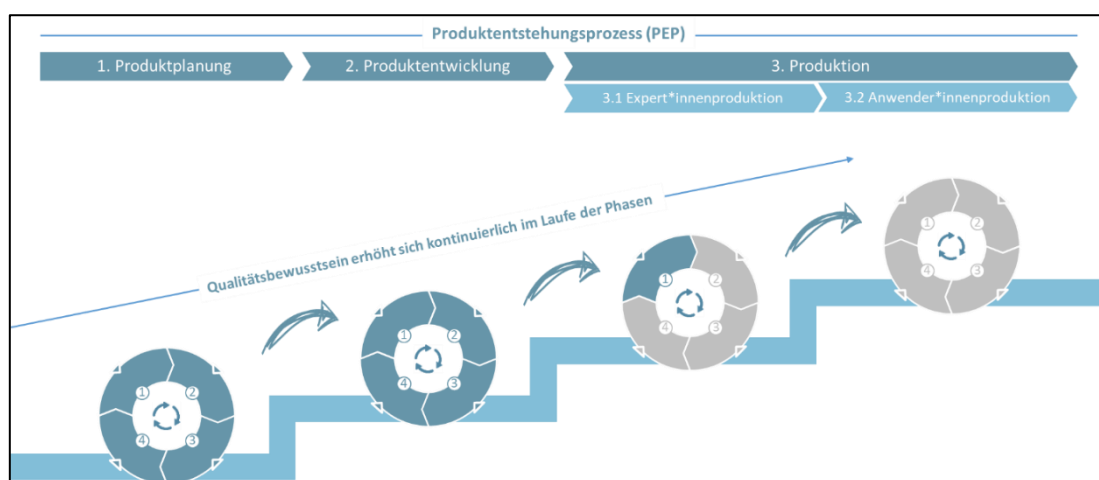


Abbildung 34: Die Analyse im dritten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Das PRISMA Flow Diagramm zu UF3 (vgl. Abbildung 19) bildet die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche inkl. der Schritte der Identifikation, des Screenings, der Volltextanalyse und der Integration zu UF3 ab. Eine strikte Zuordnung der Ergebnisse für den ersten bzw. zweiten Part kann nicht erfolgen, da es inhaltliche Überschneidungen gibt und Kriterien zu beiden Parts des Gütekriterienkernsets ermittelt werden.

Die Weiterentwicklung des Gütekriterienkernsets schloss n=30 Quellen ein, die eine Präzision und Spezifizierung bisheriger Ergebnisse beinhaltet (vgl. Abbildung 19). Folgende Quellen werden in die Entwicklung des Gütekriterienkernsets einbezogen:

Tabelle 29: Ergebnisse der SLR zu UF3.

	Titel	Herausgeber
1	How Virtual Reality Is Changing the Reality of Aging	Wiederhold, B. K. (2020)
2	Effectiveness and feasibility of virtual reality and gaming system use at home by older adults for enabling physical activity to improve health related domains: a systematic review	Miller et al. (2014)
3	Feasibility, Acceptability, and Efficacy of Virtual Reality Training for Older Adults and People With Disabilities: Single-Arm Pre-Post Study	Chau et al. (2021)
4	The Role of Virtual Reality in Improving Health Outcomes for Community-Dwelling Older Adults: Systematic Review	Dermody, G., Whitehead, L., Wilson, G., & Glass, C. (2020).
5	Heuristische Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit bei der Entwicklung von Augmented und Virtual Reality Anwendungen – Eine Analyse ausgewählter Projekte	Buratti, Ott & Walter (2018)
6	Effects of Virtual Reality Training (Exergaming) Compared to Alternative Exercise Training and Passive Control on Standing Balance and Functional Mobility in Healthy Community-Dwelling Seniors: A Meta-Analytical Review	Donath, Rössler und Faude (2016)
7	Non-Immersive Virtual Reality for Rehabilitation of the Older People: A Systematic Review into Efficacy and Effectiveness	Bevilacqua et al. (2019)
8	Impact of Virtual Reality (VR) Experience on Older Adults' Well-Being	Lin, Lee, Lally & Coughlin (2018)
9	What does quality of life mean to older adults? A thematic synthesis	Leeuwen, Hermans, Quanjer, Jylhä & Nijman (2019)
10	Virtual reality among the elderly: a usefulness and acceptance study from Taiwan	Syed-Abdul et al. (2019)
11	Real virtuality: A Code of ethical Conduct. Recommendations for Good Scientific Practice and the Consumers of vR-Technology	Madary & Metzinger (2016)
12	Behavioural Biometrics in VR Identifying People from Body Motion and Relations in Virtual Reality	Pfeuffer et al. (2019)

13	Persuasive technology to support active and healthy ageing: An exploration of past, present, and future	Cabrita et al. (2018)
14	Technik für ein selbstbestimmtes Leben im Alter – eine Forschungsstrategie zur kontextintegrierenden und praxiszentrierten Bedarfsanalyse	Birken, Pelizäus-Hoffmeister, Schweiger & Sontheimer (2018)
15	Subjektives Wohlbefinden im Alter und seine Bedeutung für gesundheitsbezogene Lebensqualität	Pichler, M. (2015)
16	Digital-Health-Anwendungen – Transfer von in den Versorgungsalltag	Knöppler, Oschmann, Neumann & Neisecke (2016)
17	Digital-Health-Anwendungen für die Versorgung nutzbar machen	Thranberend, T. (2017)
18	Potential of Augmented Reality and Virtual Reality Technologies to Promote Wellbeing in Older Adults	Lee, Kim & Ju Hwang (2019)
19	Partizipative Technikentwicklung von Gerontechnologie	Kucharski & Merkel (2018)
20	Selbstbestimmt Leben – Gemeinsam Teilhabe ermöglichen. Landesförderplan „Alter und Pflege“ des Landes Nordrhein-Westfalen.	MAGS NRW (2019)
21	Achter Altersbericht: Ältere Menschen und Digitalisierung	BMFSFJ (2019)
22	Improving Health Professional Education and Practice Through Technology: Proceedings of a Workshop (2018)	Cuff & Hammers Forstag (2018)
23	WHO Weltbericht über Altern und Gesundheit	WHO (2016)
24	Leitfaden – Digitale Kompetenzen für ältere Menschen: So plane und gestalte ich Angebote zur Unterstützung von Senioren	Lippa & Seiffert (2019)
25	Assessing Acceptance of Assistive Social Agent Technology by Older Adults: the Almere Model	Heerink, Kröse, Evers und Wielinga (2010)
26	Wovon hängt die Nutzung technischer Assistenzsysteme ab? Expertise zum Siebten Altenbericht der Bundesregierung	Künemund, H. (2016)
27	Instrumente für die ethische Reflexion über Technik im Alter	Grüber & Loevskaya (2020)
28	Zur Psychologie von Technikakzeptanz im höheren Lebensalter: Die Rolle von Technikgenerationen	Claßen (2012)
29	The virtual reality hardware acceptance model (VR-HAM): Extending and individuating the technology acceptance model (TAM) for virtual reality hardware	Manis & Choi (2016)
30	Acceptance of a Virtual Reality Headset Designed for Fall Prevention in Older Adults: Questionnaire Study	Mascret et al. (2020)

Im Folgenden werden die Inhalte der berücksichtigten Rechercheergebnisse für die Weiterentwicklung des Gütekriterienkernsets kurz erläutert:

1. Wiederhold (2020) beschreibt in ihrem Artikel wie Virtual Reality sich auf das Alter(n) auswirkt. Moderne Technologien, wie die VR-Technologie, können unterstützend bei den Problemen im Kontext der alternden Bevölkerung wirken. Die Interaktion mit neuen, innovativen Technologien nimmt bei Älteren laut der Autorin zu. In dem Artikel werden diverse VR-Anwendung im Kontext Alter(n) beleuchtet und deren Nutzen für die Senior*innen dargestellt. Hieraus lassen sich Erkenntnisse für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets übertragen.

2. Miller et al. (2014) untersuchten in ihrer Studie die Nutzung von VR und kommerziellen Spielsystemen für Zuhause und die Eignung dieser als Mittel zur Förderung der körperlichen Aktivität bei älteren Erwachsenen. Ziel der Studie war die Untersuchung der Evidenz, Machbarkeit und Wirksamkeit für die Nutzung der VR/ Gaming-Systeme, um körperliche Aktivitäten auszubauen sowie Beeinträchtigungen, Aktivitätseinschränkungen sowie die Teilnahme zu verbessern. In einer systematischen Übersichtsarbeit wurden n=14 Studien herangezogen. Die Ergebnisse beinhalten Themen, wie die anfängliche Unterstützung bei der Anwendung der Technologie, die Notwendigkeit der Überwachung der Anstrengung sowie die Veränderungen von muskuloskelettalen Symptomen und des Sturzrisikos. Trotz des Ergebnisses, dass die Studienergebnisse teilweise schwach ausfallen und ein hohes Risiko der Verzerrung bergen, können einige Aspekte für das Gütekriterienkernset näher in Betracht gezogen werden.

3. Chau et al. (2021) untersuchten die Machbarkeit, die Akzeptanz sowie die Wirksamkeit von VR-Trainings bei der heterogenen Zielgruppe Senior*innen. Die VR-Anwendungen umfassten kognitives sowie körperliches Training, das Training von Fähigkeiten für das Leben in Gemeinschaft sowie entspannende Inhalte. In einem 30-minütigen Training über einen sechswöchigen Zeitraum haben die Proband*innen die verschiedenen VR-Anwendungen getestet. Die Ergebnisse in Form linearer gemischter Effektmodelle weisen statistisch signifikante Effekte hinsichtlich der Geschicklichkeit der oberen Gliedmaßen sowie der kognitiven Funktionen auf. Teilweise wurde über mögliche leichte Beschwerden seitens der Proband*innen berichtet. Die Autor*innen betonen: „Service providers could refer to our experiences when developing VR training systems for their clients“ (Chau et al., S. 2). Für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets fließen Erfahrungswerte dieser Studie ein.

4. Die Studie von Dermody et al. (2020) untersuchte die Wirksamkeit von VR-Anwendungen eines Head Mounted Displays in Bezug auf die gesundheitlichen Ergebnisse bei den in Gemeinschaft lebenden älteren Erwachsenen. Ziel war es, die Wirksamkeit von VR-Anwendungen zu bewerten, um die körperliche, geistige sowie psychosoziale Gesundheit der Älteren verbessern zu können. In einer Übersichtsarbeit wurden verschiedene Studien herangezogen,

die Ergebnisse sehen wie folgt aus: Die VR-Anwendungen führen zu Verbesserungen verschiedener Gesundheitsaspekte. Hierunter fallen das Schmerzmanagement, die Körperhaltung, die kognitiven Funktionen sowie das Sturzrisiko. Kriterien zur Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz wurden ebenfalls herangezogen. Die Erkenntnisse bereichern die Entwicklung des Gütekriterienkernset.

5. Die Abschlussarbeit von Buratti, Ott und Walter (2018) untersuchte fünf AR- bzw. VR-Softwareprojekte, die die Zusammenhänge der heuristischen, also auf Erfahrung basierten Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit mit der Notwendigkeit sowie der Gestaltungslösung. Die Autor*innen beschreiben als entscheidende Faktoren den gewählten technik- bzw. nutzer*innen-zentrierten Entwicklungsansatz, die Kombination des Entwickler*innenteams sowie individuelle Erfahrungswerte Einzelner. Verschiedene Empfehlungen zum Vorgehen für die Entwicklung geeigneter AR/ VR-Anwendungen werden angesprochen. Diese werden bei der Entwicklung des Gütekriterienkernsets berücksichtigt.

6. Donath, Rössler und Faude (2016) untersuchten in ihrer Studie den Effekt von VR-Training zur Verringerung der Sturzrate bei Senior*innen. Das Ziel umfasste die Untersuchung und Klassifizierung der Effekte eines VR-Trainings hinsichtlich der sturzrisikorelevanten Gleichgewichtsleistung sowie der funktionellen Mobilität im Vergleich zu alternativen Gleichgewichts-Trainingsprogrammen und einer interaktiven Kontrollbedingung bei gesunden Senior*innen. Die Ergebnisse zeigen, dass VR-basiertes Gleichgewichtstraining eine akzeptable Methode zur Verbesserung der Gleichgewichtsleistung und der funktionellen Mobilität bei gesunden Senior*innen ist, wenngleich die Effekte auch etwas weniger wirksam im Vergleich zu alternativen Gleichgewichts-Trainingsprogrammen ausfielen. Einzelne Aspekte lassen sich für das Vorhaben der Entwicklung des Gütekriterienkernsets übertragen.

7. In der Studien von Bevilacqua et al. (2019) wurde im Rahmen einer Übersichtsarbeit der Einsatz von VR in der Rehabilitation untersucht. Die Ergebnisse implizieren, dass VR einen positiven Einfluss auf die Rehabilitation der häufigsten geriatrischen Syndrome hat. Beim Training der kognitiven Fähigkeiten scheint, laut den Autor*innen, der Grad der Realitätsnähe der virtuellen Stimuli eine entscheidende Rolle zu sein. Trotz des Rückschlusses, dass weitere Studien von Nöten sind, die Nachbeobachtungen (einschließlich der Funktions- und Lebensqualitätsindizes) einschließen, wurden positive Ergebnisse erzielt. Aspekte, die die positiven Auswirkungen, wie ein besserer emotionaler Zustand des Probanden bzw. der Probandin sowie eine verbesserte Mitarbeit und Compliance, beschreiben, werden für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets näher beleuchtet.

8. Lin, Lee, Lally und Coughlin (2018) untersuchten, inwiefern VR-Anwendungen einen Beitrag für das emotionale und soziale Wohlbefinden bei älteren Erwachsenen darstellen können. Die Intervention bestand aus einer Versuchsgruppe, die VR nutzte, um Inhalte zu den Themen

Reisen und Entspannung zu folgen. Eine Kontrollgruppe sah sich diese Inhalte auf einem Fernseher an. Die Ergebnisse implizieren, dass die VR-Technologie einen größeren Nutzen brachte. Die Interventionsgruppe zeigte eine geringfügigere soziale Isolation, seltener Anzeichen einer Depression und ein insgesamt höheres Wohlbefinden. Das Potenzial des Einsatzes von VR-Anwendungen zur Verbesserung der Lebensqualität in der alternden Bevölkerung wurde laut den Autor*innen beteuert. Die Erkenntnisse werden als gewinnbringend für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets beurteilt.

9. Die Studie von Leeuwen et al. (2019) stellt eine Gesamtsynthese der Perspektive der älteren Erwachsenen hinsichtlich der Lebensqualität dar und untersucht in diesem Kontext für die älteren Menschen relevante Aspekte. Die in der Synthese identifizierten Ergebnisse weisen verschiedene Bereiche auf, die jedoch auch stark miteinander in Verbindung stehen. Diese werden bei der Entwicklung des Gütekriterienkernsets berücksichtigt.

10. Syed-Abdul et al. (2019) untersuchten die Akzeptanz verschiedener VR-Anwendungen bei Senior*innen. In der Pilotstudie wurden neun verschiedene VR-Anwendungen ausgewählt, die zur Förderung der körperlichen Aktivität, zur Motivation sowie zur Unterhaltung der Proband*innen dienten. Nach einem sechswöchigen Training wurde die wahrgenommene Nützlichkeit, die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit, die sozialen Normen und das wahrgenommene Vergnügen untersucht. Die Ergebnisse implizieren, dass VR bei der älteren Bevölkerungsgruppe eine hohe Akzeptanz genießt. Die Ergebnisse der untersuchten Parameter werden als bedeutungsvoll für die Gestaltung des Gütekriterienkernsets deklariert.

11. Die Studie von Madary und Metzinger (2016) untersuchte einen ethischen Verhaltenskodex für eine gute wissenschaftliche Praxis und für die Verbraucher von VR-Technologien. Ziel war es, ethische Bedenken darzustellen, die sich im Rahmen der Forschung sowie persönlichen Nutzung von VR-Technologien ergeben könnten. Risiken sollten somit durch konkrete Empfehlungen minimiert werden. Neben diversen psychologischen Auswirkungen, wie der Verkörperungssillusion und ihre anhaltende Wirkung, werden auch Belege erörtert, die Auswirkungen des Eintauchens in VR mit sich bringen könnten. Zudem werden diverse Inhalte zur Forschungsethik mit VR beleuchtet und die Risiken von VR für Einzelpersonen und die Gesellschaft thematisiert. Konkrete Empfehlungen werden zusammengefasst und für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets als weiteren Erkenntnisgewinn bewertet.

12. Pfeuffer et al. (2019) thematisierten in ihrer Studie die Verhaltensbiometrie in VR. Dabei wurden individuelle Verhaltensmerkmale untersucht, indem in VR verschiedene Interaktionsmechanismen, wie das Zeigen, das Greifen, das Gehen oder das Tippen näher beleuchtet werden. Die Charakteristik von Verhaltensmustern wurde analysiert, sodass Interaktionen in VR nutzer*innengerecht gestaltet werden können. Die Autor*innen beschreiben: „Our findings

are beneficial for researchers and practitioners alike who aim to build novel adaptive and secure user interfaces in virtual reality“ (Pfeuffer et al., 2019; S. 1). Die Erkenntnisse werden bei der Entwicklung des Gütekriterienkernsets berücksichtigt.

13. Cabrita et al. (2018) untersuchten in ihrer Studie den Einsatz persuasiver Technologien zur Unterstützung des aktiven und gesunden Alterns. Eine multiperspektivische Analyse von Technologien, die zur Unterstützung eines aktiven und gesunden Alterns im Alltag eingesetzt werden können, werden präsentiert. Hierunter fallen die Perspektiven der körperlichen sowie geistigen Gesundheit, sowie die Förderung der körperlichen Aktivität und des emotionalen Wohlbefindens. Zudem wurde die Technologie aus zeitlicher Perspektive in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft betrachtet. Die Autor*innen geben Empfehlungen für die Gestaltung, Entwicklung und Umsetzung künftiger technologischer Innovationen zur Unterstützung des aktiven und gesunden Alterns im Alltag. Diese Empfehlungen werden bei der Entwicklung des Gütekriterienkernsets berücksichtigt.

14. Birken, Pelizäus-Hoffmeister, Schweiger und Sontheimer (2018) stellen eine Forschungsstrategie vor, die die Bedürfnisse und Wünsche von älteren Menschen zur Entwicklung technischer Unterstützungssysteme zusammenfasst. Die Ergebnisse dienen der Entwicklung von technischen Assistenzsystemen, die einen Beitrag zur selbstständigen und selbstbestimmten häuslichen Lebensführung leisten. Die Bedürfnisse der Älteren, konkrete technische Anforderungsprofile sowie relevante Herausforderungen im Alltag älterer Menschen werden erforscht und zusammengefasst. Die Erkenntnisse werden als gewinnbringend für die Gestaltung des Gütekriterienkernsets erachtet.

15. Pichler (2015) untersuchte in ihrer Arbeit die gesundheitsbezogene Lebensqualität im Alter, insbesondere in den Dimensionen körperliche Aktivität und Lebenszufriedenheit. Einzelne Indikatoren wurden dabei anhand einer Signifikanztestung auf den Zusammenhang mit gegenwärtiger sowie allgemeiner Lebensqualität geprüft. Zudem wurde die subjektive Einschätzung des Gesundheitszustandes der Älteren näher betrachtet. Einzelne Aspekte bzw. Einflussfaktoren, die sich auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität auswirken, werden bei der Entwicklung des Gütekriterienkernsets beachtet.

16. Der Beitrag der Autor*innen Knöppler, Oschmann, Neumann und Neisecke (2016) setzt sich mit dem Transfer von digitalen Gesundheitsanwendungen in den Versorgungsalltag auseinander und beleuchtet die Hürden des Transfers von Innovationen. Die Erkenntnis, dass sich digitale Gesundheitsanwendungen in ihrer Art von anderen Innovationen im Gesundheitswesen unterscheiden, wird näher ausgeführt. Aspekte, die für den Transfer derartiger Innovationen, zu denen auch VR gezählt wird, bedeutsam sind, fließen in die Entwicklung des Gütekriterienkernsets mit ein.

17. Thranberend (2017) analysierte die Potentiale für Qualität und Effizienz von digitalen Gesundheitsanwendungen für die Gesundheitsversorgung. Dabei wurde der Prozess des Transfers näher beleuchtet und der Umgang zur Überwindung von Hürden. Die Basis war ein Modell für den Transfer von Digital-Health-Anwendungen in den Versorgungsalltag. Einzelne Erkenntnisse werden als gewinnbringend für das Gütekriterienkernset beurteilt.

18. Die Autor*innen Kim, Lee und Ju Hwang (2019) untersuchten das Potential von AR- und VR-Technologien zur Förderung des Wohlbefindens von Älteren. Sie beschreiben, dass AR und VR das Potential haben, Verluste und Einschränkungen der Mobilität, der kognitiven Fähigkeiten und hinsichtlich der sozialen Komponente zu überwinden. Dadurch soll die Lebensqualität der Älteren verbessert werden. In einer Analyse wurden Faktoren identifiziert, die die Auswirkungen von AR und VR auf das körperliche, soziale und psychologische Wohlbefinden der älteren Menschen durch die Nutzung von AR und VR bestimmen. Zudem wurden Designrichtungen untersucht, die Herausforderungen und Designfragen von AR- und VR-Anwendungen für Senior*innen adressiert. Diese Inhalte werden für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets verwendet.

19. Kucharski und Merkel (2018) beschreiben in ihrer Arbeit die partizipative Technikentwicklung von Gerontotechnologien sowie diverse Ansätze für mehr Akzeptanz in der Zielgruppe. Aspekte, die das aktive Altern durch den Einsatz von Gerontechnik ermöglichen, wurden näher betrachtet. In der Arbeit werden Ansätze der partizipativen Technikgestaltung, wie das Participatory Design, sowie Akzeptanzkriterien der Älteren für eine Integration von Gerontotechnologien bestimmt. Die Ergebnisse zeigen Ansätze für die Integration von Gerontotechnologien als festen Bestandteil für das Empowerment der Senior*innen und deren Steigerung der Lebensqualität. Diese Ansätze finden Berücksichtigung im Entwicklungsprozess des Gütekriterienkernsets.

20. Das Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales (MAGS) hat gemäß § 19 Alten- und Pflegegesetz Nordrhein-Westfalen (APG NRW) einen Landesförderplan erstellt, der die Fördermaßnahmen sowie –mittel für die Alten- bzw. Pflegepolitik umfasst. Im Rahmen der Ausarbeitung sind einzelne Aspekte und Fragestellungen aufgeführt, die für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets vereinzelt ebenfalls bedeutsam sind.

21. In dem achten Altersbericht des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ) werden verschiedene Aspekte zum Thema Ältere Menschen und Digitalisierung beleuchtet. Neben Herausforderungen und Chancen für Ältere in der digitalen Gesellschaft, wird auf digitale Technologien und die Digitalisierung als zentraler Lebensbereich für Ältere näher eingegangen. Auch ethische Diskurse zur Gestaltung des Alterns mittels digitaler

Technologien sowie Inhalte zur Technikforschung und Entwicklung werden aufgegriffen. Diverse Ergebnisse bzw. Empfehlungen fließen in die Gestaltung des Gütekriterienkernsets mit ein.

22. Cuff und Hammers Forstag (2018) beschäftigten sich mit dem Potential von VR-Technologien für die Ausbildung und Praxis von Gesundheitsberufen. In einem Workshop der National Academies of Sciences, Engineering and Medicine untersuchten die Teilnehmer*innen den effektiven Einsatz von VR-Technologien für die Integration in der Praxis. Dabei wurden verschiedene Akzeptanzkriterien herausgearbeitet und Bedingungen aufgestellt, die die VR-Technologien für eine gelungene Implementierung erfüllen sollten. Die Erkenntnisse werden als gewinnbringend für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets eingestuft.

23. Die WHO (2016) hat in ihrem Weltbericht über Altern und Gesundheit Einflussfaktoren beschrieben, die sich auf die Lebensqualität und damit eingehende Alltagsfunktionen auswirken. Auch werden Möglichkeiten zur veränderten Lebensgestaltung der Älteren durch den technologischen Wandel skizziert und bewertet. Für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets können umfassende Inhalte in einer kompakten Form übertragen werden.

24. Der Leitfaden von Lippha und Seiffert (2019) thematisiert die Gestaltung und Unterstützung von Angeboten für ältere Menschen. Die Autor*innen beschreiben, dass neben der Medienkompetenz auch das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten als Grundvoraussetzung für die Nutzung von Technologien gilt. Dabei werden die erforderlichen Kompetenzen für den Umgang mit digitalen Anwendungen beschrieben, sowie die Möglichkeit diese zu erwerben und das Selbstvertrauen zu stärken. Anleitungen und Beispiele dienen dazu ein bedarfsgerechtes Angebot für die Unterstützung von Älteren zu schaffen. Für die Schaffung senior*innengerechter Angebote werden elementare Aspekte beschrieben, die für das Gütekriterienkernset genutzt werden.

25. Heerink, Kröse, Evers und Wielinga (2010) untersuchten ein Modell der Technologieakzeptanz, das speziell für die Akzeptanz von Hilfsmitteln durch ältere Nutzer*innen entwickelt wurde. Dabei wurden Variablen bestimmt, die die Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) erweitern. Die funktionale Bewertung schließt Variablen, wie die wahrgenommene Nützlichkeit und wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit sowie Variablen, die sich auf die soziale Interaktion beziehen, ein. Die Ergebnisse dienen als Beitrag des Verständnisses von Akzeptanzfaktoren von Hilfsmitteln seitens der älteren Nutzer*innen. Die Ergebnisse in Form der Variablen finden eine inhaltliche Berücksichtigung für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets.

26. Künemund (2016) beschreibt in seinem Artikel Einstellungen von Älteren gegenüber (neuen) Technologien. Er führte einen Diskurs über Technikakzeptanz in Alter, stellt unterschiedliche Einstellungen dar und beschreibt die Wünsche der Älteren gegenüber Technik. Aus Sicht des Autors mangelt es an Längsschnittstudien sowie an unabhängiger Problem-, Prozess- sowie Strukturevaluation. Die Erkenntnisse werden bei der Entwicklung des Gütekriterienkernsets berücksichtigt.

27. Grüber und Loevskaia (2020) stellen in ihrer Veröffentlichung Ergebnisse einer Literaturrecherche dar, die im Rahmen des Verbundforschungsprojektes des Pflegepraxiszentrums Berlin (PPZ Berlin) stattgefunden hat. Das Ziel war es, herauszufinden, wie innovative Sensortechnologien in den Pflegealltag eines Krankenhauses, einer Pflegeeinrichtung sowie in der häuslichen Pflege integriert werden. Dabei werden sieben Instrumente der ethischen Reflexion beschrieben, die mit Erfahrungswerten durch persönliche Anwendung der Technologien ergänzt werden. Die Ergebnisse des Reflexionsprozesses stellen verschiedene Aspekte zur Techniknutzung sowie –akzeptanz dar und werden in den Entwicklungsprozess des Gütekriterienkernsets eingeschlossen.

28. Claßen (2012) beschreibt in ihrer Dissertation psychologische Faktoren der Technikakzeptanz bei Älteren und die Rolle von Technikgenerationen. Sie untersuchte unterschiedliche Perzeptiven, wie bspw. die soziologische und psychologische Perspektive und bezieht das Technik Akzeptanz Modell (TAM) in diesem Kontext ein. Anhand unterschiedlicher Technologien, teilweise auch mit gamifizierenden Charakter, überprüfte die Autorin die Technikakzeptanz bzw. deren Einflüsse und Faktoren. Die Ergebnisse zeigen Aspekte auf, die als wertvoll für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets bewertet werden.

29. Manis und Choi (2016) stellen die Herausforderungen im Kontext VR dar. Hierbei wird insbesondere auf die Erstellung von Inhalten, die Verbraucherakzeptanz sowie das Return on Investment (ROI) eingegangen. Das Technologie Akzeptanz Modell (TAM) wurde unter Einbeziehung verschiedener Aspekte als Virtual Reality Hardware-Akzeptanzmodell weiterentwickelt. Die Argumentationsaspekte und Inhalte dieses Modells sind für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets relevant.

30. Mascaret et al. (2020) untersuchten die Akzeptanz des Einsatzes eines VR-Headsets in der Sturzprävention bei Älteren. Die Studie zielte darauf ab die Akzeptanz der Älteren vor der ersten Verwendung eines VR-Headsets zu untersuchen, das in einem Interventionsprogramm zur Sturzprävention verwendet wird. Die wahrgenommene Nützlichkeit, der wahrgenommener Spaß, die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit, die Nutzungsabsicht, die sturzbezogene Selbstwirksamkeit und die Selbstvermeidungsziele wurden bei den Senior*innen abgefragt. Die Ergebnisse implizieren eine Verbesserung aller Aspekte. Die Ergebnisse werden bei der Entwicklung des Gütekriterienkernsets berücksichtigt.

4.1.3.2 Systematisierung der Ergebnisse von UF3 zur Workshopvorbereitung (V3_{draft})

Abbildung 35 stellt den zweiten Schritt der Ergebniserzeugung des dritten PDCA-Zyklus farblich dar.

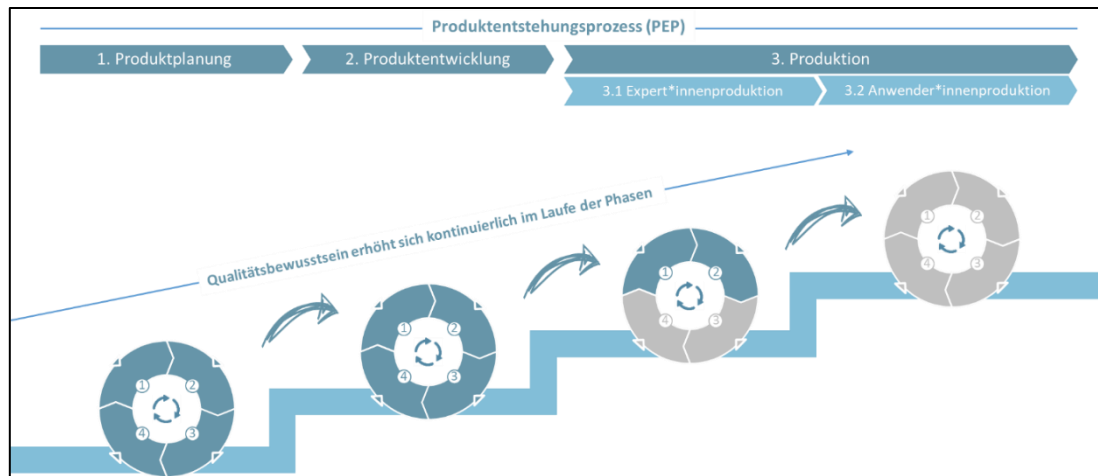


Abbildung 35: Der Lösungsentwurf im dritten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Die Ergebnisse der SLR zu UF3 werden der bestehenden Struktur der aktuellen Version des Gütekriterienkernsets (V2_{final}) zugeordnet. Die Ergebnisse werden dabei hinsichtlich der Detailliertheit und des Granularitätsniveaus sowie des inhaltlichen Umfangs ergänzt. Die Rechercheergebnisse zu UF3 werden folglich in das bestehende Konstrukt eingearbeitet, indem durch Präzisierung dieser eine Spezifizierung der Inhalte erfolgt. Durch die Ergebnisaufbereitung der Recherche zu UF3 erfolgen Anpassungsmaßnahmen der bisherigen Version des Gütekriterienkernsets.

Das Gütekriterienkernset der zweiten Version wird wie folgt erweitert:

Das Abgleichen der Inhalte von V2_{final} mit den Literaturergebnissen dient der Annahme, Ablehnung bzw. Modifikation bisheriger Ergebnisse. Die Kriterien werden zudem in ihrer inhaltlichen Ausführung durch das Ergänzen der Erläuterungen der jeweiligen Kriterien ausgebaut. In diesem Schritt bleiben die Kategorien, Subkategorien sowie Kriterien von V2_{final} in ihrer Form unberührt. Durch inhaltliche Ergänzungen der Kriterien wird das Gütekriterienkernset der Version V3_{draft} geformt. Im Rahmen der Analyse der Rechercheergebnisse zu UF3 erfolgt eine Auswahl im Rahmen der Selbstreflexion als geeignet empfundener bzw. passender Ergebnisse, die als Beitrag in Form einzelner Aspekte dem Gütekriterienkernset in seiner Konsistenz mitwirken. Die Beurteilung der Relevanz einzelner Kriterien beruht auf Mehrfachnennungen in den Literaturergebnissen sowie zugleich auf einer subjektiven Beurteilung. In *Anhang D* (S. 83 ff.) ist das Gütekriterienkernset V3_{draft} ausgeführt, das in seiner strukturellen sowie inhaltlichen Anpassung für die Kategorie 1. *Medizinische Qualität* des ersten Parts des Gütekriterienkernsets sowie für die Kategorie 1. *Grafik/ Qualität* des zweiten Parts des Gütekriterienkernsets beispielhaft erläutert wird. Die inhaltlichen Ergänzungen sind der Spalte „Erläuterung“ von

V3_{draft} zu entnehmen. *Tabelle 30* stellt einen Auszug des Gütekriterienkernsets der Version V3_{draft} zur Kategorie *Medizinische Qualität* dar.

Tabelle 30: Auszug Gütekriterienkernset (V3_{draft}) zur Kategorie "Medizinische Qualität".

Kategorie	Subkategorie	Kriterium	Erläuterung
1. Medizinische Qualität	Evidenz & Zuverlässigkeit	Gesichertes (medizinisches) Wissen	- Leitlinien Quellenangaben - Inhalte sind evidenzbasiert, d.h. durch Studien abgesichert - gründliche Bewertung der Studien hinsichtlich Kriterien wie der Aktualität, des Studiendesigns, der Stichprobe, des Untersuchungszeitraumes, der Methodik, sowie der Ergebnisse und Diskussion - Vergleich aktueller Studienergebnisse zur Thematik - Handlungsempfehlungen aus Leitlinien
		Einbezug von Fachexpert*innen	- Interdisziplinäre VR-Anwendungsentwicklung - Lege-Artis-Regel - Berücksichtigung des aktuellen Goldstandards
	Sicherheitsgewährleistung	Anwendungssicherheit	- Versch. Aspekte vor/ während der Nutzung beachten - Fehlertoleranz - Hilfestellungen bei Problemen - einfache Handhabung - Schulung durch eine qualifizierte Person zum Anwendungsgebrauch - Beurteilung physischer/ psychischer Eignung - Überprüfung des individuellen Gesundheitsstatus vor VR-Anwendungsnutzung
		Beachtung von Nebenwirkungen	- Motion-/ Cyber Sickness - Verhinderung des Unfall- und Verletzungsrisikos (Durchführung von Pre-Tests)
		Abfrage Medikamenteneinnahme vor VR-Nutzung	Gefahr möglicher Nebenwirkungen, wie Schwindel o.Ä.
		(Vor-)erkrankungen beachten	Ggf. Kontraindikation bei der Ausführung bestimmter Bewegungen
		Absicherung der Hardware	- Eingabegeräte: (Medizin-)Zertifizierung erforderlich - Schutz vor Missbrauch/ Malware - Zertifizierung der Hardware sowie Software
		Nutzer*innen-orientierte Entwicklung	- Entwicklung nach Human-centered Design durch regelmäßige Qualitätssicherung - Rücksprache mit Fachexpert*innen und Anwender*innengruppen erforderlich
		Bewertung der technischen Relevanz	Bewertung von Güte und Adäquatheit der VR-Technologie

		Hygiene	• Desinfizierbarkeit der technischen Geräte • Bereitstellung des entsprechenden Reinigungsequipments
		Datenübertragbarkeit	• Gängige und schnelle Datenübertragung zur VR-Brille (z.B. Bluetooth) • Nutzung von Sicherheitstools

Das Kriterium „Gesichertes (medizinisches) Wissen“ ist, wie bereits in V2_{final}, der Subkategorie *Evidenz & Zuverlässigkeit* zugeordnet und wird durch folgende Ergänzungen erweitert (vgl. Tabelle 30): „Gründliche Bewertung der Studien hinsichtlich Kriterien wie der Aktualität, des Studiendesigns, der Stichprobe, des Untersuchungszeitraumes, der Methodik, sowie der Ergebnisse und Diskussion“, „Vergleich aktueller Studienergebnisse zur Thematik“ sowie „Handlungsempfehlungen aus Leitlinien“. Diese drei Ergänzungen konkretisieren das Kriterium „Gesichertes (medizinisches) Wissen“. Sie führen zu einer erhöhten Akzeptanz und stellen zugleich teilweise Nutzungsanforderungen von Senior*innen für VR-Anwendungen dar. Das zweite Kriterium „Einbezug von Fachexpert*innen“ der zuvor aufgeführten Subkategorie wird durch die Inhalte „Lege-Artis-Regel“ sowie „Berücksichtigung des aktuellen Goldstandards“ näher ausgeführt. Diese Inhalte können Auswirkungen auf die Akzeptanz sowie den Nutzen von VR haben. In der zweiten Subkategorie *Sicherheitsgewährleistung* wird das Kriterium „Anwendungssicherheit“ durch den Inhalt „Überprüfung des individuellen Gesundheitsstatus vor VR-Anwendungsnutzung“ ergänzt, der insbesondere für Senior*innen einen relevanten Aspekt darstellt, indem die Prüfung auf Eignung für die VR-Anwendungsnutzung einen wesentlichen Beitrag für die Akzeptanz des VR-Mediums bzw. der VR-Anwendung haben kann. Das Kriterium „Absicherung der Hardware“ wird durch den Aspekt „Zertifizierung der Hardware sowie Software“ ergänzt und als Akzeptanzfaktor angesehen. Dem Kriterium „Hygiene“ wird als ergänzende inhaltliche Erläuterung die „Bereitstellung des entsprechenden Reinigungsequipments“ hinzugefügt. Dieser Aspekt wird als nutzer*innenfreundlich bewertet. Das letzte angepasste Kriterium in der Erläuterung ist „Datenübertragbarkeit“, das in Form von dem Inhalt „Nutzung von Sicherheitstools“ ergänzt wird. Dies dient der Daten- sowie Nutzungssicherheit und führt zur größeren Akzeptanz von älteren VR-Nutzer*innen. Die Kriterien „Beachtung von Nebenwirkungen“, „Abfrage Medikamenteneinnahme vor VR-Nutzung“, „(Vor-)Erkrankungen berücksichtigen“, „Nutzer*innenorientierte Entwicklung“ sowie „Bewertung der technischen Relevanz“ werden in ihren Inhalten nicht verändert.

In der ersten Kategorie des zweiten Parts „1. Grafik/ Qualität“ werden ebenfalls lediglich Änderungen in den Erläuterungen vorgenommen (vgl. Tabelle 31).

Tabelle 31: Auszug Gütekriterienkernset (V3_{draft}) zur Kategorie "Grafik/ Qualität".

Kategorie	Subkategorie	Kriterium	Erläuterung
1. Grafik/ Qualität	Objektbezogen	Bildwiederholungsrate	- Bilder pro Sekunde/ Frames per second (fps) - mindestens 60 fps geeignet
		Auflösung	- Hohe Qualität, abhängig vom Rendering - oft reichen 1832x1920px - rechenintensive Prozesse sollten vermieden werden
		Licht und Schatten	Naturalistische Gestaltung
		3D-Objekte	- Geringe Anzahl an Polygonen - einheitlicher Stil - Konsistenz bei der Objektgestaltung hinsichtlich Detailgrad und Texturauflösung - Übereinstimmung Objektskalierung mit der Realität - virtuelle Abmessung insb. bei interaktiven Elementen - Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung (z.B. Methoden wie Anti-aliasing, Texture baking) - Hoher visueller/ übersichtlicher Detailgrad - Ökologisch valide Szenarien (keine zu dunkle/ futuristische virtuelle Umgebung, da dies beängstigend wirken könnte)
		Zeitliche Illusion	- Änderung der Umgebung - realistische Wahrnehmung
		Geeignete Farbwahl	- z.B. Farbtiefe und –spektrum (z.B. 256 Farben) - Berücksichtigung von Farbsehstörungen bzw. alternative Darstellungsformen anbieten - Warme Farben wählen für ein wohligeres Gefühl bei Senior*innen
		Einheitlicher Stil	Konsistenz
		Kontraste	- z.B. zur Unterscheidung von Objekten - eindeutige räumliche Zuordnung
	Nutzer*innenbezogen	Audio	- Immersives Audiodesign - Berücksichtigung komplexer Klangwelten (z.B. 7.1 Surround Sound) - Individuelle Einstellungen - Ablenkung durch unerwünschte Geräusche vermeiden - Senior*innengerecht (Betonung, Geschwindigkeit etc.)
		Informationsgabe	- Vermeidung langer Texte - Individuell einstellbare Schriftgröße - Sprachumsetzung per Text- bzw. Dialogelemente

			• Abgrenzung der Interaktionselemente vom restlichen Environment • Verständlich • Wesentliche Inhalte in kurzer Textform und gut lesbar • Mittiges Inhaltlayout • Bildlaufleisten vermeiden • Linksbündiger Text • Nutzung visueller Metaphern • Klar definierter Nutzungskontext • Für Interaktion: Zusammenführen visueller und propriozeptiver Informationen in optimierter Weise für gute Körperwahrnehmung • Cursor o.Ä. bereitstellen (Anzeigen des Ziels z.B. durch helle Umrandung) • Ähnliche Interpunktion/ Ausführung von Befehlen der Benutzeroberfläche • Layout, Terminologie, Navigation: einfach, klar, konsistent • Entfernen von Aufmerksamkeitserregenden Elementen, die nicht (mehr) benötigt werden • Auf Komplexität verzichten (selten verwendete/ nicht notwendige Dinge entfernen) • Veränderung der Elemente der Benutzeroberfläche (z.B. vergrößern) • Deutliche Benutzerführung (Auswahl/-möglichkeiten ersichtlich)
		Brillenergonomie	• Angenehmer Tragekomfort

Dem Kriterium „3D-Objekte“ der Subkategorie *Objektbezogen* werden folgende Aspekte hinzugefügt: „Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung (z.B. Methoden wie Anti-aliasing, Texture baking)“, „Hoher visueller/ übersichtlicher Detailgrad“ sowie „Ökologisch valide Szenarien (keine zu dunkle/ futuristische virtuelle Umgebung, da dies beängstigend wirken könnte)“. Diese Aspekte werden als wesentliche Faktoren im Zuge der Akzeptanzförderung für VR-Anwendungsnutzung bei Senior*innen gesehen. Das zweite Kriterium dieser Subkategorie, das inhaltlich ergänzt wird, ist „Geeignete Farbwahl“. Hierbei werden die Inhalte „Berücksichtigung von Farbsehstörungen bzw. alternative Darstellungsformen anbieten“ und „Warme Farben wählen für ein wohligeres Gefühl bei Senior*innen“ ergänzt. Diese dienen der Erhöhung der VR-Anwendungsnutzung bei Senior*innen. Das dritte Kriterium in der Subkategorie, das inhaltlich ausgebaut wird, ist „Kontraste“, indem der Aspekt „eindeutige räumliche Zuordnung“ ergänzt wird. Dies führt zur Erhöhung der Akzeptanz bei Senior*innen im Kontext der VR-Anwendungsnutzung. In der Subkategorie *Nutzer*innenbezogen* wird das Kriterium „Audio“ mit den Inhalten „Individuelle Einstellungen“ und „Ablenkung durch unerwünschte Geräusche vermeiden“ sowie „Senior*innengerecht (Betonung, Geschwindigkeit etc.)“ näher ausgeführt. Diese erhöhen die Akzeptanz zur VR-Anwendungsnutzung bei Senior*innen. Das Kriterium

„Informationsgabe“ wird mit $n=15$ inhaltlichen Aspekten zur Ausführung der Erläuterung ergänzt. Die in der Literatur identifizierten Ergebnisse wirken sich auf die in der Recherche fokussierten Inhalte aus, indem sie zur Verbesserung der Lebensqualität sowie zur Akzeptanz von VR-Anwendungen für Senior*innen beitragen.

Die Kriterien „Bildwiederholungsrate“, „Auflösung“, „Licht und Schatten“, „Zeitliche Illusion“ und „Einheitlicher Stil“ der Subkategorie Objektbezogen“ erfahren keinerlei inhaltliche Änderungen nach der SLR zu UF3.

Die Ergebnisse von $V3_{\text{draft}}$ dienen der Modifikation der bisherigen Ergebnisse, bilden jedoch keinen Prozess der Exklusion sowie Umstrukturierung von Inhalten ab. Diese Veränderungsprozesse erfolgen im Rahmen der Fremdreflexion mit den Workshop-teilnehmer*innen. Die Version $V3_{\text{draft}}$ wird für den weiteren Diskurs als Grundlage für den zweiten Expert*innenworkshop verwendet.

4.1.3.3 Ergebnisse des zweiten Expert*innenworkshops

Abbildung 36 stellt den dritten Schritt der Ergebniserzeugung des dritten PDCA-Zyklus farblich dar.

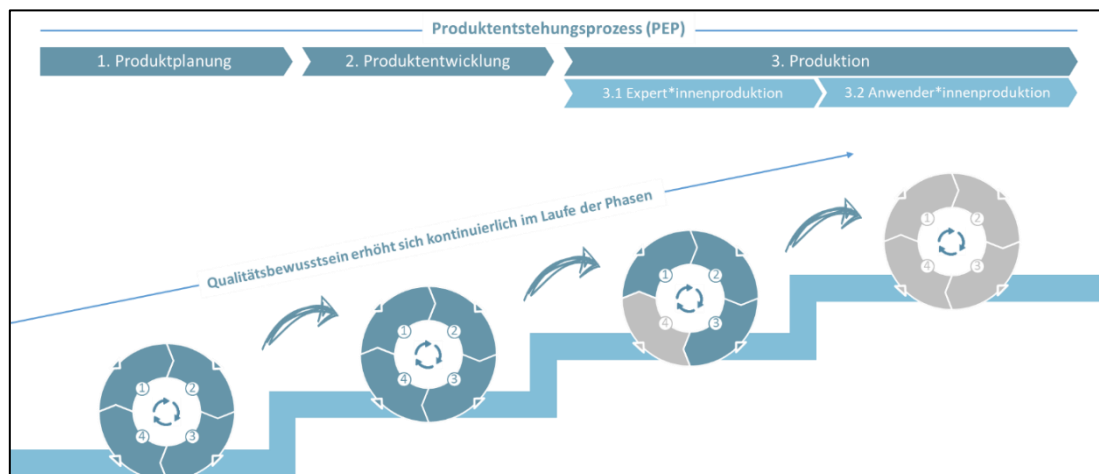


Abbildung 36: Die Überprüfung im dritten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Der zweite Expert*innenworkshop mit $n=9$ VR-Anwendungsexpert*innen, die Erfahrungen im Kontext von VR und Senior*innen gesammelt haben, dient der Charakterisierung und Präzisierung bestehender Inhalte. Anhand einer tabellarischen Darstellung, die den Input der VR-Anwendungsexpert*innen abbildet (s. Anhang B, Tab. 69 & Tab. 70, S. 24 f. & 26 f.), werden die Ergebnisse für die Auswertung vorbereitet. Der Auswertungsprozess orientiert sich an den von Bauer (2008) aufgeführten Schritten (vgl. Kapitel 4.1.2.4). Somit erfolgt anhand des inhaltlichen Abgleichs eine Zusammenführung von Kriterien, denen eine gleiche Bedeutung zugeschrieben wird. Kriterien, die als neuer Input bewertet werden, werden in einer (Sub-)Kategorie ergänzt und inhaltlich erläutert. Auch wird auf die Zuordnung des Kriteriums im jeweiligen Part

des Gütekriterienkernsets geachtet. Die Ergebnisse werden folglich auf ihre inhaltliche Passung in der jeweiligen Kategorie überprüft.

Die Ergebnisse des ersten Parts des Gütekriterienkernsets sehen wie folgt aus:

Die vorgegebenen Kategorien werden seitens der VR-Anwendungsexpert*innen nicht kritisiert bzw. angepasst, die Eignung wird als gut befunden. Der Input zu den jeweiligen Kategorien variiert hinsichtlich der Quantität und Qualität (Detailtiefe, Ausführung, Beschreibung). In den Kategorien *Informationssicherheit* und *Interoperabilität* werden die wenigsten Kriterien ergänzt (n=7 bzw. n=4). In den Kategorien *Technische Qualität* sowie *Nutzerfreundlichkeit und Motivation* fügen die Expert*innen die meisten Inhalte als Kriterien hinzu (n=19 bzw. n=17). Die Ergebnisse müssen jedoch auf mögliche inhaltliche Dopplung bewertet werden.

Die Ergebnisse des zweiten Parts des Gütekriterienkernsets sehen wie folgt aus:

Die Ergebnisse des Workshops erlauben den Rückschluss, dass die Kategorien auch im zweiten Part als geeignet empfunden werden. Anmerkungen, Ergänzungen bzw. Änderungen an den Kategorien werden nicht vorgenommen.

Die Quantität der Ergebnisse zum zweiten Part unterscheidet sich: In den Kategorien *Grafik/Qualität* bzw. *3D-Charakter/ Avatar* werden die meisten Kriterien gesammelt (n=11 bzw. n=9). Die Kategorie *Navigation* zeigt mit n=3 und die Kategorie *Interaktion* (n=4) die wenigsten Kriterien, die die Teilnehmer*innen ergänzt haben.

4.1.3.4 Finalisierung der dritten Version des Gütekriterienkernsets (V3_{final})

Abbildung 37 stellt den vierten Schritt der Ergebnisgenerierung des dritten PDCA-Zyklus farblich dar.

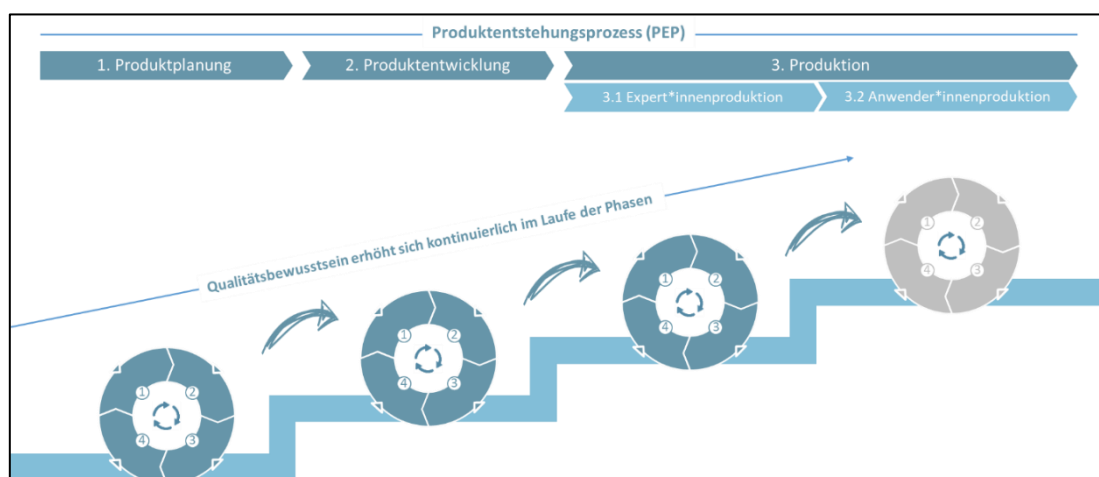


Abbildung 37: Die Optimierung im dritten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

In dem Workshop können alle aufgeführten Kategorien durch den Input der VR-Anwendungsexpert*innen ergänzt werden. Für die Systematisierung der Ergebnisse werden die Schritte

1-5 nach Bauer (2008), die in Kapitel 4.1.2.4 näher aufgeführt werden, umgesetzt. Die Workshopergebnisse werden mit den Ergebnissen von V3_{draft} zusammengeführt, indem eine Anpassung der Ergebnisse hinsichtlich der Konsistenz für eine vergleichbare Ausführung vorliegt. Die durch diesen Entwicklungsprozess generierte Version V3_{final} des Gütekriterienkernsets umfasst ein anderes Konstrukt im Vergleich zu V3_{draft} (s. Anhang D, S. 83 ff.). Durch die Ergänzung eines Vorworts sowie inhaltliche Kurzbeschreibung zu jeder Kategorie wird die tabellarische Struktur zunehmend in eine textuelle Struktur verändert. Auch unterscheidet sich die tabellarische Anordnung der Inhalte. Die Änderungen basieren auf den Ergebnissen des Workshops, die anhand des Inputs der Senior*innen in schriftlicher Form sowie mündlich im Rahmen der Diskussionsrunde bzw. Protokollierung Berücksichtigung gefunden haben. Folgender beispielhafter Auszug bildet die angepasste Struktur zur ersten Kategorie *1. Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte* ab, die in den vorherigen Versionen des Gütekriterienkernsets als *1. Medizinische Qualität* beschrieben wird:

Der Kategorie werden vier Subkategorien zugeordnet, die wie folgt bezeichnet werden: *1.1 Evidenz* sowie *1.2 Anwendungssicherheit (vor/ während der Nutzung)*. Die Anpassungen bzw. Umformulierungen der Kriterien basieren auf den Workshopergebnissen.

Folgende Kriterien ergeben sich für die Subkategorie *1.1 Evidenz*: „1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert“, „1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards“, „1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren“ sowie „1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung“.

In die Subkategorie *1.2 Anwendungssicherheit (vor/ während der Nutzung)* werden folgende Kriterien abgebildet: „1.2.1 Beurteilung des Gesundheitsstatus“, „1.2.2 Beurteilung physisch/ psychischer Eignung“, „1.2.3 Beurteilung Cyber-/ Motion Sickness“, „1.2.4 Beurteilung von Sturz-/ Verletzungsrisiko bei VR-Anwendungsgebrauch“, „1.2.5 Angemessener Umgang mit Technologie“, „1.2.6 Absicherung der Hardware“ sowie „1.2.7 Absicherung der Inhalte“.

Die n=13 Ergebnisse seitens der Teilnehmer*innen werden inhaltlich überprüft und folglich den jeweiligen Subkategorien zugeordnet. Input, der für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets als nicht geeignet empfunden wird, wird exkludiert. Zu dem Input, der für die weitere Verwertung ausgeschlossen wird, zählt „validierte Mess-technologien (Eye Tracking etc.)“, da diese Angabe im Rahmen der Diskussion mit den Workshopteilnehmer*innen als zu spezifisch bewertet wurde. Dieser Input lässt sich nicht verallgemeinern und zeigt auch in der Gültigkeit für die Zielgruppe Senior*innen nicht nur positive Erfahrungen. Der Input in Form von „Strikte Kuratierung der Inhalte“ wird als unklare Formulierung angesehen, da die Aussage nicht eindeutig und für die Übertragbarkeit auf das Gütekriterienkernset von V3_{final} als nicht gültig bewertet wird. Weitere Inhalte, die in der ersten Kategorie genannt wurden, jedoch exkludiert werden, sind „bei Demenz: Inklusion (kogn. Assessments)“ sowie „Umgang mit/ Beachtung von Cybersickness“. Diese beiden Kriterien werden bereit zuvor aufgeführt und aus dem Grund der

Dopplung nicht näher berücksichtigt. Die Zuordnung der restlichen Ergebnisse erfolgt durch Einbindung in die Erläuterung der jeweiligen Kriterien. Dabei werden Formulierungen angepasst bzw. zusammengeführt, sodass die zuvor als Stichpunkte aufgeführten Aspekte der Erläuterung sowie der neu generierte Input in einem Fließtext eingebunden werden. Der Fließtext für jedes Kriterium variiert im jeweiligen Umfang. Die Reihenfolge der Kriterien sowie die differenzierte Darstellungsform hinsichtlich der Ausführungslänge der Erläuterung ist dabei nicht als inhaltlich wertend zu beurteilen. Einige Subkategorien lassen sich aufgrund eines komplexeren Inhalts sowie des umfangreichen Inputs näher ausführen als andere. Dieser Prozess gilt der zunehmenden Spezifizierung und der Anpassung eines möglichst vergleichbaren Granularitätsniveaus jedes Kriteriums. *Tabelle 32* zeigt beispielhaft den Auszug von $V3_{final}$ der ersten Subkategorie *1.1 Evidenz* der ersten Kategorie *1. Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte*.

Tabelle 32: Gütekriterienkernset ($V3_{final}$) zur Subkategorie "1.1 Evidenz" der Kategorie "Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte".

1. Kategorie: Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte Die Kategorie bildet Kriterien ab, die die Sicherung der Qualität von Inhalten im medizinischen bzw. gesundheitlichen Kontext umfassen. Hierunter sind Kriterien gefasst, die die Qualität der Versorgung der Senior*innen mit VR-Anwendungen sichert. 1.1 Evidenz <table border="1"> <tr> <td> 1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert Die Inhalte müssen durch Studien, die thematisch identisch bzw. mindestens vergleichbar sind, abgesichert werden. Dabei gilt es eine gründliche Bewertung der Studien hinsichtlich Kriterien wie der Aktualität, des Studiendesigns, der Stichprobe, des Untersuchungszeitraumes, der Methodik, sowie der Ergebnisse und Diskussion vorzunehmen. Die Literaturrecherche sollte den gängigen Standards entsprechen. Ein Vergleich aktueller Studienergebnisse zur Thematik sollte berücksichtigt werden. Die Beurteilung der Vergleichbarkeit von Studien(ergebnissen) und die Übertragung auf das eigene Vorhaben sollte verlässlich sein. Zudem sollte der Einbezug von Fachliteratur erfolgen. </td></tr> <tr> <td> 1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards Die Umsetzung von (medizinischen/ gesundheitsrelevanten) Inhalten und Verfahren sollte auf der der Lege-Artis-Regel beruhen. Dabei findet eine Berücksichtigung des aktuellen Goldstandards statt. Fachexpert*innen sollten bei der VR-Entwicklung miteinbezogen werden. </td></tr> <tr> <td> 1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren Die Handlungsempfehlungen aus Leitlinien zu den Inhalten bzw. zu den Verfahren werden befolgt. </td></tr> <tr> <td> 1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung Angabe/ Veröffentlichung eines Quellenverzeichnisses, das die verwendeten Quellen in ihrer Lesbarkeit gut kenntlich macht und gängige Zitierweisen/ Standards berücksichtigt. </td></tr> </table>	1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert Die Inhalte müssen durch Studien, die thematisch identisch bzw. mindestens vergleichbar sind, abgesichert werden. Dabei gilt es eine gründliche Bewertung der Studien hinsichtlich Kriterien wie der Aktualität, des Studiendesigns, der Stichprobe, des Untersuchungszeitraumes, der Methodik, sowie der Ergebnisse und Diskussion vorzunehmen. Die Literaturrecherche sollte den gängigen Standards entsprechen. Ein Vergleich aktueller Studienergebnisse zur Thematik sollte berücksichtigt werden. Die Beurteilung der Vergleichbarkeit von Studien(ergebnissen) und die Übertragung auf das eigene Vorhaben sollte verlässlich sein. Zudem sollte der Einbezug von Fachliteratur erfolgen.	1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards Die Umsetzung von (medizinischen/ gesundheitsrelevanten) Inhalten und Verfahren sollte auf der der Lege-Artis-Regel beruhen. Dabei findet eine Berücksichtigung des aktuellen Goldstandards statt. Fachexpert*innen sollten bei der VR-Entwicklung miteinbezogen werden.	1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren Die Handlungsempfehlungen aus Leitlinien zu den Inhalten bzw. zu den Verfahren werden befolgt.	1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung Angabe/ Veröffentlichung eines Quellenverzeichnisses, das die verwendeten Quellen in ihrer Lesbarkeit gut kenntlich macht und gängige Zitierweisen/ Standards berücksichtigt.
1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert Die Inhalte müssen durch Studien, die thematisch identisch bzw. mindestens vergleichbar sind, abgesichert werden. Dabei gilt es eine gründliche Bewertung der Studien hinsichtlich Kriterien wie der Aktualität, des Studiendesigns, der Stichprobe, des Untersuchungszeitraumes, der Methodik, sowie der Ergebnisse und Diskussion vorzunehmen. Die Literaturrecherche sollte den gängigen Standards entsprechen. Ein Vergleich aktueller Studienergebnisse zur Thematik sollte berücksichtigt werden. Die Beurteilung der Vergleichbarkeit von Studien(ergebnissen) und die Übertragung auf das eigene Vorhaben sollte verlässlich sein. Zudem sollte der Einbezug von Fachliteratur erfolgen.				
1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards Die Umsetzung von (medizinischen/ gesundheitsrelevanten) Inhalten und Verfahren sollte auf der der Lege-Artis-Regel beruhen. Dabei findet eine Berücksichtigung des aktuellen Goldstandards statt. Fachexpert*innen sollten bei der VR-Entwicklung miteinbezogen werden.				
1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren Die Handlungsempfehlungen aus Leitlinien zu den Inhalten bzw. zu den Verfahren werden befolgt.				
1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung Angabe/ Veröffentlichung eines Quellenverzeichnisses, das die verwendeten Quellen in ihrer Lesbarkeit gut kenntlich macht und gängige Zitierweisen/ Standards berücksichtigt.				

Als weiteres Beispiel wird der Entwicklungsprozess der ersten Kategorie des zweiten Parts zu *1. Grafik/ Qualität* näher erläutert. Die Formulierung der Kategorie ist identisch mit denen der vorherigen Gütekriterienkernsets. Die Kategorie teilt sich in die Subkategorien *1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen* sowie *1.2 Nutzer*innenbezogen*.

Der Subkategorie *1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen* sind folgende Kriterien zugeordnet: „1.1.1 Räumliche Zuordnung“, „1.1.2 Farbraum“, „1.1.3 Objekte“, 1.1.4 Szenario“ und 1.1.5 Content Design“.

Die Subkategorie *1.2 Nutzer*innenbezogen* bildet folgende Kriterien ab: „1.2.1 Informationsgabe“, „1.2.2 Interaktionselemente“, „1.2.3 Sprache“, „1.2.4 Benutzeroberfläche“ sowie „1.2.5 Audio“.

Der Input in Form der Ergebnisse wird bei der Formulierung der Erläuterungen der einzelnen Kriterien berücksichtigt. Das Ergebnis „geringe Latenz“ wird aufgrund von Dopplung exkludiert. Im Rahmen der Bewertung der Workshopergebnisse erfolgt ein Transfer von generiertem Input, der in einer jeweiligen Kategorie aufgeführt wird, jedoch für eine andere Kategorie als geeigneter empfunden wird (s. Anhang B, Tab. 71, S. 29 ff.). Der Input wird umformuliert und dem entsprechenden Kriterium zugeordnet. Ein Beispiel hierfür ist der Input „Wartezeiten minimieren“, der ursprünglich der vierten Kategorie *4. Technische Qualität* des ersten Parts entstammt und in „Zeiträume, in denen die nutzende Person warten muss (z.B. wenn die Anwendung lädt), sollte möglichst auf einem Minimum gehalten werden“ umformuliert und dem Kriterium *1.1.5 Content Design* zugeordnet wird. Wie bereits zuvor beschrieben, gilt der Prozess der Umformulierung bzw. Bildung von Textabschnitten zu jedem Kriterium der zunehmenden Spezifizierung und der Anpassung eines möglichst vergleichbaren Granularitätsniveaus. *Tabelle 33* stellt beispielhaft den Auszug von $V3_{\text{final}}$ der ersten Subkategorie *1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen* der ersten Kategorie *1. Grafik Qualität* dar.

Tabelle 33: Gütekriterienkernset (V3_{final}) zur Subkategorie "1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen" der Kategorie "Grafik/ Qualität".

1. Kategorie: Grafik/ Qualität Diese Kategorie umfasst Kriterien, die Anforderungen hinsichtlich der grafischen und qualitativen Entwicklung von VR-Anwendungen abbilden. Die Beschreibung der Kriterien zielt u.a. darauf ab, die psychische Belastung der nutzenden Person möglichst gering zu halten. 1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen <table border="1"> <tr> <td> 1.1.1 Räumliche Zuordnung Die Räumliche Zuordnung sollte eindeutig sein. Es sollte ein starker Kontrast zwischen dem Vorder- und Hintergrund gewählt werden. Dies trägt zur Immersion bei. Je nach Bedarf kann Unschärfe unterstützend wirken, um zwischen der Realität und der virtuellen Realität unterscheiden zu können. </td></tr> <tr> <td> 1.1.2 Farbraum Es sollten möglichst die im Sinne der Farbpsychologie warme Farben gewählt werden, um ein wohligeres Gefühl bei den Senior*innen zu erreichen. Die Farbtiefe und das Farbspektrum (z.B. 256 Farben) sollte mit Bedacht gewählt werden. Bei der Farbwahl sollten zudem Farbsehstörungen berücksichtigt werden bzw. alternative Darstellungen angeboten werden. </td></tr> <tr> <td> 1.1.3 Objekte Die Objekte sollten über eine geringe Anzahl an Polygonen verfügen. Der Stil sollte einheitlich sein, sodass eine gewisse Konsistenz bei der Objektgestaltung hinsichtlich Detailgrad und Texturauflösung vorliegt. Zudem sollte die Objektskalierung mit der Realität übereinstimmen, insb. interaktive Elemente sollten virtuell abgemessen werden. Um unerwünschte Effekte bei Grafiken zu vermindern, sollte auf Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung zurückgegriffen werden (z.B. Methoden wie Anti-Aliasing, Texture baking). Der visuelle Detailgrad sollte hoch und gleichzeitig übersichtlich sein. </td></tr> <tr> <td> 1.1.4 Szenario Es sollten möglichst ökologisch valide Szenen gestaltet sein. Die virtuelle Umgebung sollte nicht zu dunkel bzw. zu futuristisch o.ä. sein, sodass sie beängstigend auf die nutzende Person wirkt. </td></tr> <tr> <td> 1.1.5 Content Design Der Content sollte stereoskopisch sein, um eine hohe Immersion zu erreichen. Mit 3D wird eine größere Immersion erreicht im Vergleich zu 2D. Dadurch ist das Präsenzgefühl stärker. Die Latenz sollte möglichst gering sein. Die Bildwiederholungsrate sollte mind. 60 fps betragen. Die Auflösung sollte möglichst hoch sein, empfohlen werden mind. 1832x1920px. Eine gute Bildschärfe sollte entsprechend berücksichtigt werden. Die Gestaltung sollte möglichst naturalistisch sein, d.h. es sollte mit Licht und Schatten gearbeitet werden. Zudem sollte der Realismus erhöht werden, indem eine zeitliche Illusion durch eine Änderung der Umgebung vorliegt. Rechenintensive Prozesse sollten vermieden werden. Zeiträume, in denen die nutzende Person warten muss (z.B. wenn die Anwendung lädt), sollte möglichst auf einem Minimum gehalten werden. </td></tr> </table>	1.1.1 Räumliche Zuordnung Die Räumliche Zuordnung sollte eindeutig sein. Es sollte ein starker Kontrast zwischen dem Vorder- und Hintergrund gewählt werden. Dies trägt zur Immersion bei. Je nach Bedarf kann Unschärfe unterstützend wirken, um zwischen der Realität und der virtuellen Realität unterscheiden zu können.	1.1.2 Farbraum Es sollten möglichst die im Sinne der Farbpsychologie warme Farben gewählt werden, um ein wohligeres Gefühl bei den Senior*innen zu erreichen. Die Farbtiefe und das Farbspektrum (z.B. 256 Farben) sollte mit Bedacht gewählt werden. Bei der Farbwahl sollten zudem Farbsehstörungen berücksichtigt werden bzw. alternative Darstellungen angeboten werden.	1.1.3 Objekte Die Objekte sollten über eine geringe Anzahl an Polygonen verfügen. Der Stil sollte einheitlich sein, sodass eine gewisse Konsistenz bei der Objektgestaltung hinsichtlich Detailgrad und Texturauflösung vorliegt. Zudem sollte die Objektskalierung mit der Realität übereinstimmen, insb. interaktive Elemente sollten virtuell abgemessen werden. Um unerwünschte Effekte bei Grafiken zu vermindern, sollte auf Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung zurückgegriffen werden (z.B. Methoden wie Anti-Aliasing, Texture baking). Der visuelle Detailgrad sollte hoch und gleichzeitig übersichtlich sein.	1.1.4 Szenario Es sollten möglichst ökologisch valide Szenen gestaltet sein. Die virtuelle Umgebung sollte nicht zu dunkel bzw. zu futuristisch o.ä. sein, sodass sie beängstigend auf die nutzende Person wirkt.	1.1.5 Content Design Der Content sollte stereoskopisch sein, um eine hohe Immersion zu erreichen. Mit 3D wird eine größere Immersion erreicht im Vergleich zu 2D. Dadurch ist das Präsenzgefühl stärker. Die Latenz sollte möglichst gering sein. Die Bildwiederholungsrate sollte mind. 60 fps betragen. Die Auflösung sollte möglichst hoch sein, empfohlen werden mind. 1832x1920px. Eine gute Bildschärfe sollte entsprechend berücksichtigt werden. Die Gestaltung sollte möglichst naturalistisch sein, d.h. es sollte mit Licht und Schatten gearbeitet werden. Zudem sollte der Realismus erhöht werden, indem eine zeitliche Illusion durch eine Änderung der Umgebung vorliegt. Rechenintensive Prozesse sollten vermieden werden. Zeiträume, in denen die nutzende Person warten muss (z.B. wenn die Anwendung lädt), sollte möglichst auf einem Minimum gehalten werden.
1.1.1 Räumliche Zuordnung Die Räumliche Zuordnung sollte eindeutig sein. Es sollte ein starker Kontrast zwischen dem Vorder- und Hintergrund gewählt werden. Dies trägt zur Immersion bei. Je nach Bedarf kann Unschärfe unterstützend wirken, um zwischen der Realität und der virtuellen Realität unterscheiden zu können.					
1.1.2 Farbraum Es sollten möglichst die im Sinne der Farbpsychologie warme Farben gewählt werden, um ein wohligeres Gefühl bei den Senior*innen zu erreichen. Die Farbtiefe und das Farbspektrum (z.B. 256 Farben) sollte mit Bedacht gewählt werden. Bei der Farbwahl sollten zudem Farbsehstörungen berücksichtigt werden bzw. alternative Darstellungen angeboten werden.					
1.1.3 Objekte Die Objekte sollten über eine geringe Anzahl an Polygonen verfügen. Der Stil sollte einheitlich sein, sodass eine gewisse Konsistenz bei der Objektgestaltung hinsichtlich Detailgrad und Texturauflösung vorliegt. Zudem sollte die Objektskalierung mit der Realität übereinstimmen, insb. interaktive Elemente sollten virtuell abgemessen werden. Um unerwünschte Effekte bei Grafiken zu vermindern, sollte auf Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung zurückgegriffen werden (z.B. Methoden wie Anti-Aliasing, Texture baking). Der visuelle Detailgrad sollte hoch und gleichzeitig übersichtlich sein.					
1.1.4 Szenario Es sollten möglichst ökologisch valide Szenen gestaltet sein. Die virtuelle Umgebung sollte nicht zu dunkel bzw. zu futuristisch o.ä. sein, sodass sie beängstigend auf die nutzende Person wirkt.					
1.1.5 Content Design Der Content sollte stereoskopisch sein, um eine hohe Immersion zu erreichen. Mit 3D wird eine größere Immersion erreicht im Vergleich zu 2D. Dadurch ist das Präsenzgefühl stärker. Die Latenz sollte möglichst gering sein. Die Bildwiederholungsrate sollte mind. 60 fps betragen. Die Auflösung sollte möglichst hoch sein, empfohlen werden mind. 1832x1920px. Eine gute Bildschärfe sollte entsprechend berücksichtigt werden. Die Gestaltung sollte möglichst naturalistisch sein, d.h. es sollte mit Licht und Schatten gearbeitet werden. Zudem sollte der Realismus erhöht werden, indem eine zeitliche Illusion durch eine Änderung der Umgebung vorliegt. Rechenintensive Prozesse sollten vermieden werden. Zeiträume, in denen die nutzende Person warten muss (z.B. wenn die Anwendung lädt), sollte möglichst auf einem Minimum gehalten werden.					

Wie bereits im ersten Workshop wird eine Umstrukturierung der Inhalte kommentiert. Die Formulierungen der Kategorien werden als passend erachtet, jedoch wird eine Umstrukturierung durch ergänzende Subkategorien, wie bereits im ersten Workshop, angemerkt. Auch wird durch die Expert*innen im Rahmen der Diskussion eine Zusammenführung von Kategorie 3. *Informationssicherheit* und 4. *Technische Qualität* des ersten Parts als sinnvoll bewertet. Zudem äußern die Expert*innen, dass die Kategorie 7. *Nutzer*innenfreundlichkeit und Motivation* des ersten Parts durch Umformulieren in *Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue* und Hinzufügen zum zweiten Part als sinnvoll erscheint (s. Anhang B, Tab. 72, S. 34 ff.). Diese Anpassungen werden im Zuge der Entwicklung von V3_{final} vorgenommen.

Die Version V3_{draft} des Gütekriterienkernsets konnte anhand des Inputs der VR-Anwendungsexpertinnen inhaltlich weiter ausgebaut werden, sodass die Version V3_{final} des Gütekriterienkernsets ein vorläufig gültiges Ergebnis darstellt. Dieses dient als Grundlage für weitere Entwicklungsprozesse, insbesondere auch für die Entwicklung von V4_{draft}, die als Konzeptualisierung für die VR-Anwendungsentwicklung und demnach der Überführung der theoretischen Inhalte in die Praxis dient.

4.1.4 Entwicklung der vierten Version des Gütekriterienkernsets

Für die weitere Spezifizierung der Ergebnisse, die auf dem vorläufigen Gütekriterienkernset V3_{final} beruhen, werden Maßnahmen umgesetzt, die zur Entwicklung der Version V4_{draft} bzw. V4_{final} beitragen. Für die Entwicklung von V4_{draft}, die zur praktischen Umsetzung der VR-Anwendung *Wegfest* dient, werden vereinzelt Inhalte näher definiert. Hierzu zählen die Ergebnisse zur Bestimmung der in *Wegfest* verwendeten Parameter, die im Rahmen des Scoping Reviews anhand der traditionellen Literaturrecherche zu UF4 gewonnen werden. UF4 umfasst die Fragestellung nach den Einflussfaktoren, die für die Entwicklung einer VR-Anwendung zum Training des Straßenüberquerens für Senior*innen berücksichtigt werden sollten.

Folglich dient die Entwicklung von V4_{draft} als Grundlage für den Workshop mit Senior*innen. Daran anschließend werden die Workshopergebnisse abgeleitet und das finalisierte Gütekriterienkernset (V4_{final}) erstellt. Im Folgenden werden die Ergebnisse der traditionellen Literaturrecherche zu UF4 und die Systematisierung der Ergebnisse zur Workshopvorbereitung beschrieben. Folglich werden die Ergebnisse des dritten Workshops dargestellt sowie das finalisierte Gütekriterienkernset (V4_{final}) erläutert.

4.1.4.1 Ergebnisse der traditionellen Literaturrecherche zu UF4

Abbildung 38 stellt den ersten Schritt der Ergebniserzeugung des vierten PDCA-Zyklus farblich dar.

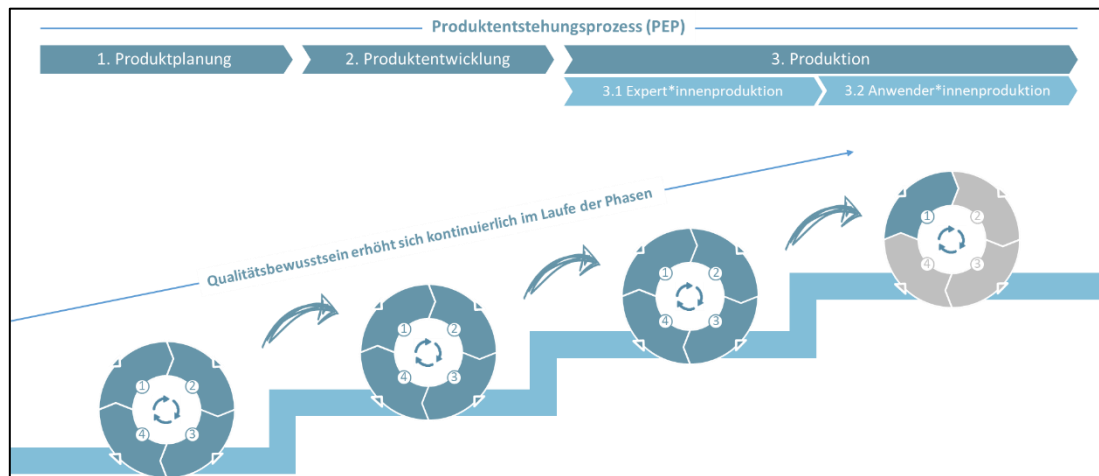


Abbildung 38: Die Analyse im vierten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Die Entwicklung von V4_{draft} dient dem Praxistransfer, indem die in der Theorie definierten Ergebnisse in eine praktische VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* überführt werden. Der thematische Rahmen umfasst mit *Wegfest* das Thema der sicheren Straßenüberquerung für die Zielgruppe Senior*innen. Die Inhalte von V3_{final} werden im einem vierköpfigen Entwicklerteam, bestehend aus drei Informatikern bzw. VR-Anwendungsentwicklern und einer Person mit einem gerontologischen Forschungshintergrund, für die Überführung in die Praxis diskutiert. Dabei erfolgt die Einsicht, dass für die Entwicklung von V4_{draft} als Entwicklungsgrundlage von *Wegfest* Inhalte zu den Parametern im Vorfeld spezifisch definiert werden müssen. Hierfür wird als qualitative Forschungsmethode das Scoping Review bzw. die traditionelle Literaturrecherche durchgeführt, um die Fragestellung von UF4 zur Bestimmung der Parameter beantworten zu können.

Die Ergebnisse des Scoping Reviews schließen an die in 3.3.2 bereits beschriebenen Ausführungen an. Dabei steht die Beantwortung von UF4 im Fokus, die die Einflussfaktoren für die Entwicklung einer VR-Anwendung zum Training des Straßenüberquerens für Senior*innen beinhaltet. Nachfolgend an die Phasen 1-3, die (1) die Identifizierung der Forschungsfrage(n), (2) die Suche nach relevanten Ergebnissen sowie (3) die Auswahl von Ergebnissen beinhalten (vgl. Abbildung 20), wird folglich Bezug auf die Auswertung der Ergebnisse genommen, indem die Phasen 4-6 des Frameworks von Aksey und O'Malley (2005) erläutert werden. Hierfür wird zunächst die Definition des Begriffes „Parameter“ angeführt, der als Variabel, die für den Eingabewert einer Funktion bzw. Methode genutzt wird, beschrieben wird (British Standards Institute, 2003).

Im Folgenden werden die Phasen 4-6 des Frameworks von Aksey und O'Malley (2005) beschrieben:

4. Erfassung der Daten

Bei der Recherche wurden n=22 Ergebnisse eingeschlossen (vgl. Tabelle 34).

Tabelle 34: Ergebnisse der traditionellen Literaturrecherche zu UF4.

	Titel	Herausgeber
1	Seniorwalk: ältere Fußgänger und Fußgängerinnen: Voraussetzungen einer problemfreien und sicheren Verkehrsteilnahme aus psychologischer Sicht.	Holte, H. (2021)
2	Age-related differences in street-crossing decisions: the effects of vehicle speed and time constraints on gap selection in an estimation task	Lobjois & Cavallo (2007)
3	The effects of aging on street-crossing behavior: from estimation to actual crossing	Lobjois & Cavallo (2009)
4	Ältere Verkehrsteilnehmer – Gefährdet oder gefährlich? Defizite, Kompensationsmechanismen und Präventionsmöglichkeiten	Rudinger & Kocherscheid (2011)
5	Functional declines as predictors of risky street-crossing decisions in older pedestrians	Dommes, Cavallo & Oxley (2013)
6	Crossing a two-way street: comparison of young and old pedestrians	Dommes et al. (2014)
7	Towards an explanation of age-related difficulties in crossing a two-way street	Dommes et al. (2015)
8	Gender differences in factors predicting unsafe crossing decisions in adult pedestrians across the lifespan: a simulation study	Holland & Hill (2010)
9	Verkehrssicherheit an Fußgängerquerungen. Forschungsbericht Nr. 82	Schüller et al. (2022)
10	Sicherheitsgrad von Stadtstraßen mit und ohne schienengebundenen ÖPNV. Unveröffentlichter Schlussbericht zum Forschungsprojekt des GDV	Baier et al. (2007)
11	Ergänzungsauftrag zum FE 82.278/2004: „Bewertung von Ortsumgehungen aus Verkehrssicherheitssicht“	Maier & Enke (2009)
12	Tourist accidents in rural Scotland	Sharples & Flechter (2001)
13	Benefits of new and improved pedestrian facilities: before and after studies	Turner, Singh, Quinn & Allatt (2011)
14	Risk of road accident associated with the use of drugs: a systematic review and meta-analysis of evidence from epidemiological studies	Elvik, R. (2013)
15	Sicherheitsbewertung von Überquerungshilfen. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag des Verkehrstechnischen Instituts der Deutschen Versicherer	Alrutz et al. (2006)

16	Verkehrssicherheit von schwächeren Verkehrsteilnehmern im Zusammenhang mit dem geringen Geräuschniveau von alternativen Antrieben	Hagen, Schulze & Schlag (2012)
17	Elderly Pedestrians' Visual Timing Strategies in a Simulated Street- Crossing Situation	Cavallo, Lobjois, Dommes & Vienne (2009)
18	Beeinträchtigungen im Alter und Empfehlungen zur Gestaltung von Straßenräumen für uns älter werdende Menschen	Gerlach & Boenke (2011)
19	Bewegungsverhalten von Fußgängern im Straßenverkehr – Teil 2.	Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (2014)
20	Visuelle Wahrnehmung und Informationsaufnahme im Straßenverkehr	Schlag, Petermann, Weller & Schulze (2009)
21	Verkehrssicherheit an Fußgängerquerungen	Unfallforschung der Versicherer (2022)
22	On the relationship between pedestrian gap acceptance and time to arrival estimates	Petzoldt, T. (2014)

Die inkludierten Ergebnisse bilden Inhalte unterschiedlicher Parameter ab, die für die Überquerung einer Straße relevant sind. Die Systematisierung der einzelnen Inhalte erfolgt im Rahmen der Sensitivitätsanalyse, die in nachstehenden Abschnitt beschrieben wird.

5. Zusammenstellung, Zusammenfassung und Berichterstattung der Ergebnisse

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse werden die Erkenntnisse aus dem vierten Schritt näher beleuchtet und interpretiert. Die Sensitivitätsanalyse ist eine Methodik, bei der die Sensitivität von Modellparametern bzw. Variablen untersucht wird (Kausche, 2018). Die Sensitivität ist ein Maß für die Empfindlichkeit einer Ausgangsgröße auf die Veränderung einer bzw. mehrerer Variablen (auch Eingangsgröße). Dabei wird überprüft, welche Parameter einen großen bzw. einen kleinen Einfluss auf das Systemverhalten ausüben. Die Sensitivitätsanalyse dient dazu, das Zusammenwirken einzelner Parameter abzubilden und somit die Unsicherheit eines Modells zu quantifizieren (Kausche, 2018). Das Resultat sind Entscheidungsmodelle, die eine nachvollziehbare Herangehensweise durch die Offenlegung der einzelnen Parameter darstellen. Die Methoden der Sensitivitätsanalyse lassen sich unterschiedlich klassifizieren. Die Schritte können das Screening, die lokale sowie die globale Sensitivitätsanalyse beinhalten (Kausche, 2018). Diese Schritte wurden wie folgt umgesetzt:

5.1 Das Screening

Die Sensitivitätsanalyse für die Bestimmung der Gewichtung der in *Wegfest* verwendeten Parameter zeigt eine Relevanz aller identifizierten Parameter. Wagner (2006) beschreibt das Screening-Modell als ein einfaches und schnelles Verfahren, indem ein Vorselektieren durchlaufen wird. Hierbei werden die größten Einflussgrößen herausgefiltert. Die Parameter *Fahrspurigkeit*, *Querungshilfe*, *Verkehrsaufkommen*, *Tageszeit*, *Elektromobilität* sowie *Geschwin-*

digkeit erweisen sich als relevante Einflussgrößen hinsichtlich einer Straßenquerung und stellen das Ergebnis des Screening-Verfahrens dar. *Wegfest* verfügt somit über sechs Einflussgrößen. Die Einstellung, ob Radfahrer vorhanden sein sollen oder nicht, wird anhand der Spurigkeit berücksichtigt (Radweg als extra Spur) und stellt demnach keine separate Einflussgröße dar.

5.2 Die lokale Sensitivitätsanalyse

Bei der lokalen Sensitivitätsanalyse wird untersucht, welche Auswirkungen eine Änderung der Variable hat (Kausche, 2018). Dies meint, dass alle Variablen separat ohne Korrelationsbeziehungen untersucht werden. Hierfür werden die Ergebnisse aus Schritt 4 dem jeweiligen Parameter zugeordnet. Von den $n = 490$ Rechercheergebnissen werden $n = 22$ Ergebnisse berücksichtigt, da diese nach dem Screening der Volltexte die für die Parameter eindeutige Erläuterungen aufweisen (vgl. Tabelle 35). Die einzelnen Erkenntnisse der eingeschlossenen Quellen werden den Parametern systematisch zugeordnet und in ihrer Vollständigkeit überprüft. Die Zuordnung der Erkenntnisse zu den Parametern wird zusammengeführt und folglich interpretiert. Einige Referenzen werden für die Erläuterung der unterschiedlichen Parameter doppelt aufgeführt. Die Relevanz einer möglichst realistischen VR-Anwendungsgestaltung für Senior*innen belegen Kathuria et al. (2022) sowie Arlati et al. (2021). Die Autor*innen beschreiben, dass insbesondere für die Akzeptanz von VR für die Zielgruppe Senior*innen eine realistische Darstellung von Inhalten in VR gegeben sein sollten. Somit unterstreichen diese Erkenntnisse den Einbezug bzw. die Berücksichtigung verschiedener Parameter, die für ein realistisches Straßenabbild bedeutsam sind.

Tabelle 35: Übersicht der Referenzen zur Erläuterung der Parameter in Wegfest.

Parameter	Referenzen
Fahrspurigkeit	Holte, H. (2021) Lobjois & Cavallo (2007; 2009) Rudinger & Kocherscheid (2011). Dommes, Cavallo & Oxley (2013) Dommes et al. (2014) Dommes et al. (2015) Holland & Hill (2010)
Querungshilfe	Schüller et al. (2022) Baier, Maier, Aurich & Klemps (2007) Maier, R. & Enke, M. (2009) Sharples & Flechter (2001) Turner, Singh, Quinn & Allatt (2011) Elvik, R. (2013) Alrutz et al. (2006)
Verkehrsaufkommen	Hagen, Schulze & Schlag (2012) Cavallo, Lobjois, Dommes & Vienne (2009) Lobjois & Cavallo (2007) Gerlach & Boenke (2011) Schüller et al. (2022)
Tageszeit	Schüller et al., (2022) Dommes, Cavallo & Oxley (2013) Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (2014)
Elektromobilität	Gerlach & Boenke (2011) Schlag, Petermann, Weller & Schulze (2009)
Geschwindigkeit	Dommes, Cavallo & Oxley (2013) Holte, H. (2021) Unfallforschung der Versicherer (2022) Schüller et al. (2020) Petzoldt, T. (2014)

5.3 Die globale Sensitivitätsanalyse

Bei der globalen Sensitivitätsanalyse wird der Einfluss des Parameters in seinem vollständigen Definitionsbereich untersucht. Darauf erfolgt ein aussagekräftiger Vergleich der Parameterwahl- bzw. Reihenfolge. Hierfür wird zunächst die Bestimmung der Gewichtung der einzelnen Parameter durch eine Gegenüberstellung dieser untereinander festgelegt. Folglich wird anhand der Literatur eine Begründung der Gewichtung aufgezeigt. Anhand aus der Literatur abgeleiteten Erkenntnisse ergibt sich folgende Gewichtung, die in *Abbildung 39* veranschaulicht dargestellt wird.

Stufe 4 Stufe 3 Stufe 2 Stufe 1	Schwierigkeitsgrad						Einflussfaktor Parameter					
	1		2		3		4		5		6	
	Elektromobilität		Verkehrsaufkommen		Tageszeit		Querungshilfe		Geschwindigkeit		Fahrspurigkeit	
	Hoch		Hoch		Nacht		keine		70 km/h Zone		Zweispurig plus Radweg	
	Mittel		Mittel		Dämmerung		Zebrastreifen		50 km/h Zone		Einspurig plus Radweg	
	Gering		Gering		Tag		Ampel		30 km/h Zone		Einspurig	

Abbildung 39: Darstellung der Gewichtung der Parameter in Wegfest (eigene Darstellung).

Die Begründung der Gewichtung wird im Folgenden dargestellt:

Parameter *Fahrspurigkeit*:

Die Fahrspurigkeit wird als erster und im Vergleich zu den anderen Parametern stärkster Einflussfaktor für die Überquerung einer Straße gewählt. Die Ergebnisse des Scoping Reviews zeigen, dass Senior*innen die größten Probleme bei der Überquerung einer Straße haben, wenn diese eine große Distanz aufweist. Die Initiierung des ersten Schrittes bei der Straßenquerung obliegt bei Senior*innen in erster Linie der Distanz zur gegenüberliegenden Seite, die Entscheidungen werden somit in erster Linie distanzbasiert als geschwindigkeitsbasiert getroffen (Holte, 2021). Lobjois und Cavallo (2007; 2009) haben in ihren experimentellen Studien ebenfalls herausgefunden, dass ältere Fußgänger ihre Querungsentscheidungen distanzbasiert und nicht geschwindigkeitsbasiert treffen und zudem im Vergleich zu Jüngeren eine längere Querungszeit benötigen. Rudinger und Kocherscheidt (2011) fügen hinzu, dass die Zeiteinschätzung eine besonders kritische Rolle für die Bewältigung einer Verkehrssituation einnimmt.

Dommes, Cavallo und Oxley (2013) haben in einer experimentellen Simulationsstudie gezeigt, dass der stärkste Erklärungsfaktor für Kollisionen mit Fahrzeugen auf der langsamen Gehgeschwindigkeit der Senior*innen beruht. Die Autor*innen beschreiben, dass insbesondere mehrspurige Fahrbahnen mit entgegengesetzten Fahrtrichtungen eine Herausforderung darstellten. Holland und Hill (2010) sowie Dommes et al. (2015) bestätigen diese Aussage mit ihren Studienergebnissen. Dommes et al. (2014) spezifizieren diesen Parameter, indem sie Bezug auf das Sicherungsverhalten nehmen. Neben dem bekannten „links-rechts-links“-Schauen, welches zum visuellen Sichern gehört und insbesondere von Kindern stereotypisch angewendet wird, ist auch die Zahl der Blickzuwendungen in jede Fahrtrichtung sowie die Fixationsdauer auf das sich annähernde Fahrzeug laut den Autor*innen entscheidend. Dommes et al. (2014) beschreiben, dass hierbei insbesondere der hintere Fahrstreifen mitbeachtet werden muss. In diesem Zusammenhang ermitteln die Autor*innen, dass Senior*innen überwiegend ihre Querungsentscheidung in Abhängigkeit von der Situation des vorderen Fahrstreifens treffen.

Parameter *Geschwindigkeit*:

Die Geschwindigkeit wird als zweiter Einflussfaktor für die Überquerung einer Straße gewählt. Dommes, Cavallo & Oxley (2013) beschreiben als zweitstärksten Faktor die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge und die damit verbundene Zeit zum Überqueren der Straße (Time-to-Arrival). Senior*innen überschätzen die verfügbare Zeit zum Überqueren einer Straße, insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten der herannahenden Fahrzeuge. Holte (2021) ergänzt, dass die Entfernungsheuristik bei Senior*innen nur dann ein sicheres Überqueren der Straße gewährleistet, wenn sich das Fahrzeug mit einer niedrigen Geschwindigkeit annähert. Zudem beschreibt Holte (2021), dass Senior*innen sich beim Überqueren der Straße primär auf die

Entfernung zum herannahenden Auto bzw. Fahrrad verlassen und somit implizit höhere Geschwindigkeiten akzeptieren. Das Resultat ist die Überschätzung der verfügbaren Querungszeit. Die Unfallforschung der Versicherer (2022) fügt hinzu, dass höhere Geschwindigkeiten in einem erhöhten Unfallgeschehen resultieren. Schüller et al. (2020) haben die Erkenntnis gemacht, dass überwiegend die 70- bis 80-Jährigen bei einem bestimmten großen Abstand zum Fahrzeug und unabhängig von dessen Geschwindigkeit die Straße überqueren würden. Die Autor*innen begründen dies, dass es insbesondere älteren Fußgänger*innen schwerfällt, die Geschwindigkeiten der sich annähernden Fahrzeuge richtig einzuschätzen, insbesondere bei einer weiten Entfernung des Fahrzeuges. Petzold (2014) ergänzt, dass größere Geschwindigkeiten zur Annahme geringerer Zeitlücken führen. Jedoch sei es unklar, ob die Entscheidung zur Annahme einer Quermöglichkeit auf der Grundlage des geschätzten zeitlichen Abstands oder der Entfernung zum Fahrzeug basiert.

Parameter *Querungshilfe*:

Die Querungshilfe wird als dritter Einflussfaktor für die Überquerung einer Straße gewählt. Schüller et al. (2022) beschreiben, dass sich Senior*innen unsicher beim Überqueren einer Kreuzung ohne Ampel fühlen. Das Fehlen von baulichen Querungshilfen erweist sich als unfallbegünstigend (Baier et al., 2007; Maier & Enke, 2009). Anhand von Befragungen konnten Sharples und Fletcher (2001) sowie Turner et al. (2011) nachweisen, dass die Nutzung einer Querungshilfe das wichtigste Kriterium für das subjektive Sicherheitsempfinden darstellt. Die Autor*innen Elvik (2013) und Alrutz et al. (2006) deuten an, dass das Überqueren einer Straße neben bzw. außerhalb einer Querungshilfe mit einem erhöhten objektiven Unfallrisiko in Verbindung gebracht wird. Die Autor*innen beschreiben, dass die subjektive Wahrnehmung das objektive Sicherheitsniveau fördert. Bei der Überquerung einer Straße spielt der Quermweg eine entscheidende Rolle, der im Zusammenhang mit dem Querungszeitbedarf steht. Laut den Vorgaben der Straßenverkehrsordnung (StVO) sollte rechtwinklig zur Straße und somit auf dem kürzesten Weg gequert werden. Eine Querungshilfe gibt den Quermweg gewissermaßen vor und erlaubt dadurch einen begrenzten Querungszeitbedarf und sorgt für mehr Sicherheit bei der Überquerung einer Straße (Schüller et al., 2022).

Parameter *Tageszeit*:

Die Tageszeit wird als vierter Einflussfaktor für die Überquerung einer Straße gewählt. Schüller et al. (2022) beschreiben, dass sich Senior*innen bei Dämmerung bzw. Dunkelheit aufgrund einer schlechteren Sicht unsicher bei der Straßenquerung fühlen und die Teilnahme am Straßenverkehr als Fußgänger möglichst vermeiden. Dommies et al. (2013) fanden heraus, dass Beeinträchtigungen der Verarbeitungsgeschwindigkeit und der visuellen Aufmerksamkeit das Überqueren einer Straße bei Senior*innen erschweren. Als viertstärkster Einflussfaktor beschreiben die Autor*innen Leistungseinbußen bei der Aufmerksamkeitssteuerung durch einen adäquaten Wechsel der Aufmerksamkeit (Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V.,

2014). Durch unterschiedliche Sichtverhältnisse, die insbesondere in einem Zustand der Dämmerung bzw. der Nacht auftreten und eine höhere Aufmerksamkeitssteuerung erfordern, ist das Überqueren einer Straße herausfordernder als bei klaren Sichtverhältnissen (z.B. bei Tag).

Parameter *Verkehrsaufkommen*:

Das Verkehrsaufkommen wird als fünfter Einflussfaktor für die Überquerung einer Straße gewählt. Hagen et al. (2012) sprechen in diesem Zusammenhang von der Lückenakzeptanz. Die Autor*innen unterscheiden zwischen Zeitlücken, die das Schätzen von der Entfernung und der Fahrzeuggeschwindigkeit umfasst und als sehr komplexer Vorgang bezeichnet wird, und Weglücken, die als eine grobe Entfernungsschätzung des Fahrzeuges als Entscheidungsgrundlage definiert wird. Die Autor*innen beschreiben, dass Erwachsene unabhängig von der Geschwindigkeit des sich annähernden Fahrzeuges keine Weglücken unter einer Distanz von 40m akzeptieren. Das Verkehrsaufkommen steht im Zusammenhang mit den sich ergebenden Lücken zwischen den Fahrzeugen. Hagen et al. (2012) führen näher aus, dass allgemein gilt: Je größer die Entfernung zwischen den Fahrzeugen und somit je größer die Lücke, desto eher wird eine positive Querungsentscheidung getroffen. Cavallo, Lobjois, Dommès und Vienne (2009) kamen zu dem Ergebnis, dass eine Annahme von Zeitlücken unterhalb 1s nie und ab 7s immer erfolgt. Die Autor*innen Lobjois und Cavallo (2007) ermitteln, dass bei höheren Geschwindigkeiten zwar größere Weglücken, aber geringere Zeitlücken vorhanden sind. Hierbei wird vermutet, dass Querungsentscheidungen abhängig von der Fahrzeugentfernung zum Querschnitt getroffen werden, ohne dass dies in Relation zu der gefahrenen Geschwindigkeit des Fahrzeuges und somit zum zeitlichen Abstand gestellt wird. Gerlach und Boenke (2011) ergänzen, dass Verkehrssituationen leichter bewältigt werden, je überschaubarer und einfacher diese sind. Schüller et al. (2022) fügen hinzu, dass das Unfallrisiko eines Fußgängers mit zunehmendem Fahrzeugaufkommen steigt.

Parameter *Elektromobilität*:

Die Elektromobilität wird als sechster und im Vergleich zu den anderen Parametern schwächster Einflussfaktor für die Überquerung einer Straße gewählt. Boenke und Gerlach (2011) beschreiben, dass bei der Verkehrsraumgestaltung das Zwei-Sinne-Prinzip eingehalten werden sollte. Dies bedeutet, dass mindestens zwei der drei Sinne (Sehen, Hören, Fühlen) angesprochen werden sollten. Als primärer und somit bedeutsamster Sinn wird das Sehen angegeben. Ein visueller Reiz wird gegenüber einem akustischen oder einem haptischen Reiz eine größere Bedeutung zugeschrieben (Schlag, Petermann, Weller & Schulze, 2009). Analog zu der Aussage beschreiben die Autor*innen, dass an Lichtsignalanlagen als ergänzende Maßnahme akustische Signale eingesetzt werden können. Taktile Signale bzw. Strukturen in Form von Pflasterwechsel oder Bodenindikatoren dienen zur Vereinfachung der Orientierung und erhöhen die Sicherheit. Eine kontrastreiche Markierung wird einer akustischen bzw. haptischen

Markierung vorgezogen. Auf Grundlage der Erkenntnisse, dass visuelle Inputs bedeutsamer sind als akustische Inputs, wird die Elektromobilität als schwächster Einflussfaktor bewertet.

Die Erläuterung bzw. Gewichtung der Parameter basiert auf den Rechercheergebnissen bzw. ableitenden Erkenntnissen der Literaturrecherche. Alle anderen in *Wegfest* verwendeten Parameter obliegen einer visuellen Informationsgabe. Um die Gültigkeit des erstellten Modells (vgl. Abbildung 39) zu bewerten, werden Konsultationen durchgeführt, die im nachfolgend näher erläutert werden.

6. Durchführung von Konsultationen

Die sechste und somit letzte Phase des Frameworks von Aksey und O'Malley (2005) besteht aus der Beratung der abgeleiteten Erkenntnisse. Hierfür werden mehrere Kontaktpersonen konsultiert, die über ein mehrjähriges Wissen im Bereich der Verkehrssicherheit verfügen. Hierzu zählt der Polizeiobererrat des Landesamtes für Zentrale Polizeiliche Dienste in Nordrhein-Westfalen (ZPD NRW) der Abteilung für Verkehrsangelegenheiten. Zudem wird ein Wissenschaftler der Bergischen Universität Wuppertal des Lehr- und Forschungsgebietes Straßenverkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik einbezogen. Des Weiteren wird eine Bewertung des erstellten Modells bei einer Person des Referats „Grundlagen des Verkehrs- und Mobilitätsverhaltens“ der Bundesanstalt für Straßenwesen (bast) eingeholt. Im Rahmen der Pre-Tests werden zudem die Meinungsbilder der Senior*innen einbezogen, indem diese zu der Bewertung der Plausibilität des Modells befragt werden.

Die subjektiven Ergebnisse aller einbezogener Personen lassen den Rückschluss zu, dass die Entwicklung von *Wegfest* unter der Berücksichtigung der in dem Modell aufgeführten Parameter plausibel erscheint. Für eine objektive Überprüfung müssten weitere Forschungsarbeiten hinzugezogen werden, die jedoch im Rahmen dieser Forschungsarbeit und angesichts der prototypischen VR-Anwendungsentwicklung keiner Beachtung ausgesetzt sind.

Die Ergebnisse der jeweiligen Schritte des Frameworks von Aksey und O'Malley (2005) stellen die Entwicklungsgrundlage für den Einbezug diverser Parameter sowie für die Trainingssteuerung anhand dieser dar. Dies gilt als wesentlicher Faktor von *Wegfest* zu bewerten.

4.1.4.2 Systematisierung der Ergebnisse zur Workshopvorbereitung (V4_{draft})

Abbildung 40 stellt den zweiten Schritt der Ergebniserzeugung des vierten PDCA-Zyklus farblich dar.

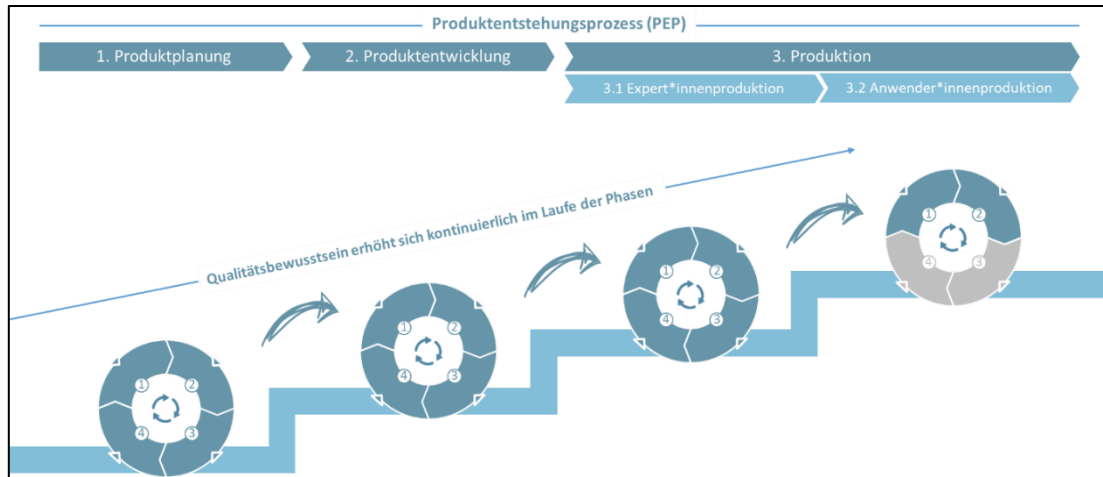


Abbildung 40: Der Lösungsentwurf im vierten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

In die VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* sollen die Kriterien des Gütekriterienkernsets V3_{final} Anwendung finden. Der Transfer beinhaltet die Überführung der in der Theorie definierten Ergebnisse in die Praxis. Anhand der praktischen Umsetzung der einzelnen Gütekriterien von V3_{final} wird in V4_{draft} ein Konzept erstellt, das als Grundlage für die partizipative VR-Anwendungsentwicklung (am Beispiel von *Wegfest*) darstellt. Dabei werden die jeweiligen Schritte beschrieben, die es zu berücksichtigen gilt. In dem vierköpfigen Entwicklerteam werden die jeweiligen Kriterien im Einzelnen diskutiert und Umsetzungsmaßnahmen geplant. Dabei erfolgt u.a. die Berücksichtigung der im vorherigen Kapitel beschriebenen Ergebnisse des Scoping Reviews zu den Parametern.

Für die Erstellung des Konzepts, das die Grundlage für die VR-Anwendungsentwicklung abbildet, werden die Maßnahmen zur Umsetzung schriftlich festgehalten und als V4_{draft} deklariert (s. Anhang D, S. 118 ff.). Hierfür dient als Vorlage das Gütekriterienkernset V3_{final} (s. Anhang D, S. 100 ff.). Folgende Aktivitäten werden für die Konzeptualisierung durchgeführt:

Beginnend bei der ersten Seite des Gütekriterienkernsets V4_{draft} wird die Überschrift durch Ergänzung in Form von „(Beispiel Wegfest) – V4_{draft}“ angepasst. Zudem werden im Vorwort zwei Sätze ergänzt, die das Vorhaben skizzieren. Die weitere Ausführung der Inhalte in diesem Kapitel bezieht sich auf die Kategorie 1. *Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte* des ersten Parts des Gütekriterienkernsets V4_{draft} sowie auf die Kategorie 1. *Grafik/ Qualität* des zweiten Parts des Gütekriterienkernsets V4_{draft}. Die beiden ausführlicheren Beschreibungen stehen exemplarisch für die Erläuterung des Vorgehens. Die Inhalte zu den jeweiligen Umsetzungsmaßnahmen der weiteren Kategorien können in *Anhang D* (S. 118 ff.) eingesehen werden.

Die Maßnahmen zur Umsetzung der einzelnen Gütekriterien für die VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* lassen sich für die erste Kategorie 1. *Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte* des ersten Parts von V4_{draft} (vgl. Tabelle 36) wie folgt beschreiben: Das Kriterium „1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert“ der Subkategorie 1.1 *Evidenz* beinhaltet den Einbezug von Fachliteratur für die VR-Anwendungsentwicklung. Einzelne Inhalte, die z.B. die Bestimmung und Gewichtung einzelner Parameter, die in *Wegfest* berücksichtigt werden sollen, werden anhand eines Scoping Reviews erfasst. Weitere für die VR-Anwendungsentwicklung relevanten inhaltlichen sowie funktionalen Inhalte werden unter Einbezug von Fachliteratur berücksichtigt (z.B. durchschnittliche Gehgeschwindigkeiten von Senior*innen etc.). Das zweite Kriterium dieser Subkategorie „1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards“ bezieht sich auf die inhaltliche sowie funktionale Beachtung einzelner Faktoren. Hierfür wird als Beispiel die Berücksichtigung von Straßengegebenheiten aufgeführt, die sich insbesondere im Fall der VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* auf deutsche Straßen beziehen (z.B. durchschnittliche Maße einer Straße/ eines Radwegs/ eines Bürgersteigs). Zudem werden vor der VR-Anwendungsnutzung Assessments mit den Senior*innen durchgeführt, um die physischen bzw. kognitiven Voraussetzungen zu überprüfen. Hierfür wird auf Assessments zurückgegriffen, die fachlich anerkannt sind sowie dem aktuellen Standard entsprechen. Das Kriterium „1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren“ der Subkategorie 1.1 *Evidenz* bezieht sich auf die Bewertung der Assessments hinsichtlich einer testspezifischen Reliabilität bzw. Validität. Die für das Vorhaben verwendeten Quellen der Inhalte für die Umsetzung werden in einem Literaturverzeichnis nach den APA-Richtlinien aufgeführt, sodass das letzte Kriterium „1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung“ dieser Subkategorie als erfüllt angesehen wird.

Tabelle 36: Gütekriterienkernset (V4_{draft}) zur Subkategorie "1.1 Evidenz" der Kategorie "Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte".

1. Kategorie: Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte Die Kategorie bildet Kriterien ab, die die Sicherung der Qualität von Inhalten im medizinischen bzw. gesundheitlichen Kontext umfassen. Hierunter sind Kriterien gefasst, die die Qualität der Versorgung der Senior*innen mit VR-Anwendungen sichert. 1.1 Evidenz <table border="1"> <tr> <td> 1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert <i>Wegfest</i> wird unter Einbezug der Fachliteratur entwickelt. Anhand eines Scoping Reviews werden die Parameter bestimmt bzw. gewichtet. Weitere für die VR-Anwendung relevante Faktoren, wie bspw. die Angabe zur durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von gesunden Senior*innen basieren auf Ergebnissen aus der Fachliteratur. <i>Die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von gesunden Senior*innen liegt im Bereich von 1,1–1,5 m/s (Judge, 2019).</i> </td></tr> <tr> <td> 1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards Straßengegebenheiten (z.B. Breite Straße/ Radweg/ Bürgersteig), Assessmentsdurchführung vor VR-Nutzung, <i>TuG, FES-I, MoCA</i> </td></tr> <tr> <td> 1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren Bewertung geeigneter bzw. validierten Assessments/ Inhalte <i>Testspezifische Reliabilität/ Validität</i> </td></tr> <tr> <td> 1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung Verwendung des Literaturverzeichnisses laut APA-Richtlinien </td></tr> </table>	1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert <i>Wegfest</i> wird unter Einbezug der Fachliteratur entwickelt. Anhand eines Scoping Reviews werden die Parameter bestimmt bzw. gewichtet. Weitere für die VR-Anwendung relevante Faktoren, wie bspw. die Angabe zur durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von gesunden Senior*innen basieren auf Ergebnissen aus der Fachliteratur. <i>Die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von gesunden Senior*innen liegt im Bereich von 1,1–1,5 m/s (Judge, 2019).</i>	1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards Straßengegebenheiten (z.B. Breite Straße/ Radweg/ Bürgersteig), Assessmentsdurchführung vor VR-Nutzung, <i>TuG, FES-I, MoCA</i>	1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren Bewertung geeigneter bzw. validierten Assessments/ Inhalte <i>Testspezifische Reliabilität/ Validität</i>	1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung Verwendung des Literaturverzeichnisses laut APA-Richtlinien
1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert <i>Wegfest</i> wird unter Einbezug der Fachliteratur entwickelt. Anhand eines Scoping Reviews werden die Parameter bestimmt bzw. gewichtet. Weitere für die VR-Anwendung relevante Faktoren, wie bspw. die Angabe zur durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von gesunden Senior*innen basieren auf Ergebnissen aus der Fachliteratur. <i>Die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von gesunden Senior*innen liegt im Bereich von 1,1–1,5 m/s (Judge, 2019).</i>				
1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards Straßengegebenheiten (z.B. Breite Straße/ Radweg/ Bürgersteig), Assessmentsdurchführung vor VR-Nutzung, <i>TuG, FES-I, MoCA</i>				
1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren Bewertung geeigneter bzw. validierten Assessments/ Inhalte <i>Testspezifische Reliabilität/ Validität</i>				
1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung Verwendung des Literaturverzeichnisses laut APA-Richtlinien				

Die zweite Subkategorie 1.2 Anwendungssicherheit (vor/ während der Nutzung) umfasst sieben Kategorien, deren Umsetzungsmaßnahmen für V4_{draft} folglich erläutert werden: Das erste Kriterium, „1.2.1 Beurteilung des Gesundheitsstatus“ wird erfüllt, indem eine ausführliche Anamnese mittels Anamnesebogen (s. Anhang C, Anamnesebogen, S. 58) vor Beginn der Intervention durchgeführt wird. Dabei werden individuelle Faktoren berücksichtigt, sodass ein Rückschluss auf Eignung für die VR-Intervention erfolgen kann. Das zweite Kriterium „1.2.2 Beurteilung physisch/ psychischer Eignung“) erfolgt anhand der Verwendung geeigneter Assessments vor Interventionsbeginn. Zur Überprüfung der physischen Fähigkeiten wird der TUG sowie die FES-I verwendet. Zur Überprüfung der psychischen Gegebenheiten wird das MoCA durchgeführt. Zudem wird im Rahmen eines Onboardings, das ein Tutorial beinhaltet, indem die einzelnen Interaktionen in VR sowie ein erstes Erleben in VR niederschwellig und schrittweise erfahren werden können. In *Wegfest* soll durch physisches Gehen und Interaktionen mittels Handtracking die virtuelle Welt erlebt werden. Diese Interaktionen werden vor Interventionsbeginn erprobt. Die in dem Kriterium 1.2.3 aufgeführte Beurteilung der Cyber- bzw. Motion Sickness wird durchgeführt, indem anhand einer niederschwelligen VR-Beispielanwendung eine erste Einschätzung abgegeben werden kann. Außerdem wird mit den Senior*innen ein Fragebogen vor Interventionsbeginn durchgeführt, der Fragen zur Cyber-/ Motion Sickness beinhaltet. Die Fragen werden im Rahmen der Anamnese seitens der Senior*innen beantwortet (s. Anhang C, S. 58 ff.) und basieren auszugsweise auf Fragen des Cybersickness Susceptibility Questionnaire (CSSQ) und Simulator Sickness Questionnaire (SSQ; s. Anhang C, S. 62

& 63). Anhand der Durchführung mehrerer Pre-Tests (vgl. Tabelle 40) kann eine Beurteilung des Risikos von Cyber-/ Motion Sickness seitens Senior*innen während der VR-Anwendungsentwicklung erfolgen. Determinanten, die ein derartiges Risiko verantworten würden, werden in den anschließenden Entwicklungsphasen beseitigt. Folgendes Kriterium beinhaltet „1.2.4 Beurteilung von Sturz-/ Verletzungsrisiko bei VR-Anwendungsgebrauch“ und wird durch die Durchführung des Sturz-Assessments FES-I sowie weiterer motorischer Assessments erfüllt. Anhand langjähriger Berufserfahrung der beiden Studienleitungen als Physiotherapeutin wird von einer souveränen Einschätzung des Sturz-/ Verletzungsrisikos anhand der Beurteilung der Assessments sowie im Rahmen des Onboarding-Prozesses ausgegangen. Das Kriterium „1.2.6 Absicherung der Hardware“ obliegt der Auswahl der Meta Quest 2, deren Produktprüfung auf der Internetseite von Meta (vgl. <https://www.meta.com/de/legal/quest/product-information-sheet-oculus-quest/>) transparent aufgeführt ist. Das letzte Kriterium „1.2.7 Absicherung der Inhalte“ wird insofern erfüllt, dass *Wegfest* als prototypische VR-Anwendung entwickelt wird. Eine Zertifizierung der Software muss ausgeschlossen werden. Der Zugang von *Wegfest* ist nicht frei. Um die VR-Anwendung nutzen zu können, bedarf es einer direkten Übertragung der Software über das Bespielen seitens der Entwickler. Dabei wird der Schutz vor Malware/ Missbrauch bestmöglich erfüllt.

Die Maßnahmen zur Umsetzung der einzelnen Gütekriterien für die VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* lassen sich für die erste Kategorie 1. *Grafik/ Qualität* des zweiten Parts von V4_{draft} (vgl. Tabelle 37) wie folgt beschreiben: Die erste Subkategorie 1.1 *Objektbezogen/ Umgebungsbezogen* bildet als erstes Kriterium „1.1.1 Räumliche Zuordnung“ ab. In *Wegfest* wird dieses Kriterium erfüllt, indem ein Kontrast zwischen Vorder- und Hintergrund dargestellt wird. Die Abbildung unterschiedlicher Höhen der Umgebungsobjekte unterstützt die räumliche Darstellung. Die Proportionen der jeweiligen Objekte werden möglichst maßstabgetreu abgebildet. Das Kriterium „1.1.2 Farbraum“ dieser Subkategorie wird berücksichtigt, indem bei der Gestaltung der Objekte eine Farbtiefe von 8 Bit, und demnach 256 Farben angestrebt werden. Die Farbwahl des Tutorials fällt dabei bewusst kühl aus, da das Tutorial der Erprobung von VR dient und Senior*innen herausgefordert werden sollen, um die Eignung für die Intervention besser einschätzen zu können. Zudem bilden die Farben einen guten Kontrast der abgebildeten Farbkreise. Die Farbwahl der Szenen umfasst warme Farben bzw. solche, die ein realistisches Abbild der Objekte zulassen. Das folgende Kriterium „1.1.3 Objekte“ umfasst die Verwendung einer geringen Anzahl an Polygonen. Zudem wird der Stil in *Wegfest* einheitlich gewählt, indem auf mögliche Objekt-Vorlagen eines Anbieters zurückgegriffen wird. Maßstäbe bzw. Dimensionen werden so konzipiert, dass bei einer Objektvergrößerung, z.B. durch das Verringern der Entfernung in VR, die Qualität dieser uneingeschränkt bleibt. Ein hoher visueller Detailgrad sorgt für ein einheitliches und realistisches Abbild verschiedener Straßensituationen in *Wegfest*. Das letzte Kriterium dieser Subkategorie ist „1.1.4 Szenario“. Dies stellt die

ökologisch valide Gestaltung der Szenarien dar, die sich an realen Begebenheiten orientiert. In *Wegfest* werden hierfür u.a. reale Straßensituationen im städtischen Raum genutzt, die mittels der Software Unity detailgetreu nachgebaut werden. Auch wird die Umgebungsgestaltung hinsichtlich unterschiedlicher Tageszeiten bedacht, indem diese individuell konfiguriert werden können. Auf futuristische Inhalte wird in *Wegfest* verzichtet.

Tabelle 37: Gütekriterienkernset ($V4_{draft}$) zur Subkategorie "1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen" der Kategorie "Grafik/ Qualität".

1. Kategorie: Grafik/ Qualität Diese Kategorie umfasst Kriterien, die Anforderungen hinsichtlich der grafischen und qualitativen Entwicklung von VR-Anwendungen abbilden. Die Beschreibung der Kriterien zielt u.a. darauf ab, die psychische Belastung der nutzenden Person möglichst gering zu halten. 1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen <table> <tr> <td> 1.1.1 Räumliche Zuordnung Die räumliche Zuordnung wird eindeutig dargestellt, indem ein starker Kontrast zwischen dem Vorder- und Hintergrund gewählt wird. Anhand der Abbildung unterschiedlicher Höhen der Umgebungsobjekte (im Teaser z.B. Berge, in den Szenen z.B. unterschiedlich hohe Häuser etc.) kann eine räumliche Zuordnung erfolgen. Die Abbildung der Objekte orientiert sich bestmöglich an den realen Maßstäben (Straßenbreite /-verläufe, Gebäudehöhe, Avatargröße, Umgebungsobjekte...). </td></tr> <tr> <td> 1.1.2 Farbraum Bei der Gestaltung der einzelnen Objekte wird eine Farbtiefe von 8Bit, also 256 Farben pro Kanal angestrebt. Für das Tutorial werden bewusst kalte Farben gewählt, um einerseits die Senior*innen für die Aufgabenbewältigung in einer eher kühlen Umgebung herauszufordern und andererseits einen guten Kontrast zwischen den in warmen Farben abgebildeten Tutorialinhalten (Farbkreisen) herzustellen. In den Szenen orientiert sich die Farbwahl an warmen Farben bzw. an denen, die ein möglichst realistisches Abbild der Objekte ergeben. </td></tr> <tr> <td> 1.1.3 Objekte Die Objekte sollten werden so gestaltet, dass diese über eine geringe Anzahl an Polygonen verfügen. Auf einen einheitlichen Stil wird geachtet (Personen von RenderPeople, Objekte eines Anbieters etc.). Zudem werden Maßstäbe bzw. Dimensionen berücksichtigt, sodass bei einer möglichen Vergrößerung von Objekten keine qualitativen Einschränkungen vorliegen. Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung werden bei Bedarf genutzt. Auf einen hohen und gleichzeitig übersichtlichen visuellen Detailgrad wird geachtet, indem ein möglichst realistisches Abbild verschiedener Straßensituationen geschaffen wird, die eine Vielzahl der Umgebungsfaktoren miteinschließt. </td></tr> <tr> <td> 1.1.4 Szenario Die Szenarien werden ökologisch valide gestaltet sein und orientieren sich an reale Begebenheiten. Als Vorlage werden Straßensituationen im städtischen Raum (Köln, Düsseldorf, Münster) gewählt, die mittels Google Maps bzw. Google Streetview-Ansicht nachgebaut werden. Die Umgebungsgestaltung ist in der Regel hell, kann aber aufgrund sich ändernder Tageszeiten entsprechend angepasst werden (halbdunkel bzw. Dämmerung, dunkel bzw. Nacht). Auf futuristische Abbildungen wird verzichtet. </td></tr> </table>	1.1.1 Räumliche Zuordnung Die räumliche Zuordnung wird eindeutig dargestellt, indem ein starker Kontrast zwischen dem Vorder- und Hintergrund gewählt wird. Anhand der Abbildung unterschiedlicher Höhen der Umgebungsobjekte (im Teaser z.B. Berge, in den Szenen z.B. unterschiedlich hohe Häuser etc.) kann eine räumliche Zuordnung erfolgen. Die Abbildung der Objekte orientiert sich bestmöglich an den realen Maßstäben (Straßenbreite /-verläufe, Gebäudehöhe, Avatargröße, Umgebungsobjekte...).	1.1.2 Farbraum Bei der Gestaltung der einzelnen Objekte wird eine Farbtiefe von 8Bit, also 256 Farben pro Kanal angestrebt. Für das Tutorial werden bewusst kalte Farben gewählt, um einerseits die Senior*innen für die Aufgabenbewältigung in einer eher kühlen Umgebung herauszufordern und andererseits einen guten Kontrast zwischen den in warmen Farben abgebildeten Tutorialinhalten (Farbkreisen) herzustellen. In den Szenen orientiert sich die Farbwahl an warmen Farben bzw. an denen, die ein möglichst realistisches Abbild der Objekte ergeben.	1.1.3 Objekte Die Objekte sollten werden so gestaltet, dass diese über eine geringe Anzahl an Polygonen verfügen. Auf einen einheitlichen Stil wird geachtet (Personen von RenderPeople, Objekte eines Anbieters etc.). Zudem werden Maßstäbe bzw. Dimensionen berücksichtigt, sodass bei einer möglichen Vergrößerung von Objekten keine qualitativen Einschränkungen vorliegen. Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung werden bei Bedarf genutzt. Auf einen hohen und gleichzeitig übersichtlichen visuellen Detailgrad wird geachtet, indem ein möglichst realistisches Abbild verschiedener Straßensituationen geschaffen wird, die eine Vielzahl der Umgebungsfaktoren miteinschließt.	1.1.4 Szenario Die Szenarien werden ökologisch valide gestaltet sein und orientieren sich an reale Begebenheiten. Als Vorlage werden Straßensituationen im städtischen Raum (Köln, Düsseldorf, Münster) gewählt, die mittels Google Maps bzw. Google Streetview-Ansicht nachgebaut werden. Die Umgebungsgestaltung ist in der Regel hell, kann aber aufgrund sich ändernder Tageszeiten entsprechend angepasst werden (halbdunkel bzw. Dämmerung, dunkel bzw. Nacht). Auf futuristische Abbildungen wird verzichtet.
1.1.1 Räumliche Zuordnung Die räumliche Zuordnung wird eindeutig dargestellt, indem ein starker Kontrast zwischen dem Vorder- und Hintergrund gewählt wird. Anhand der Abbildung unterschiedlicher Höhen der Umgebungsobjekte (im Teaser z.B. Berge, in den Szenen z.B. unterschiedlich hohe Häuser etc.) kann eine räumliche Zuordnung erfolgen. Die Abbildung der Objekte orientiert sich bestmöglich an den realen Maßstäben (Straßenbreite /-verläufe, Gebäudehöhe, Avatargröße, Umgebungsobjekte...).				
1.1.2 Farbraum Bei der Gestaltung der einzelnen Objekte wird eine Farbtiefe von 8Bit, also 256 Farben pro Kanal angestrebt. Für das Tutorial werden bewusst kalte Farben gewählt, um einerseits die Senior*innen für die Aufgabenbewältigung in einer eher kühlen Umgebung herauszufordern und andererseits einen guten Kontrast zwischen den in warmen Farben abgebildeten Tutorialinhalten (Farbkreisen) herzustellen. In den Szenen orientiert sich die Farbwahl an warmen Farben bzw. an denen, die ein möglichst realistisches Abbild der Objekte ergeben.				
1.1.3 Objekte Die Objekte sollten werden so gestaltet, dass diese über eine geringe Anzahl an Polygonen verfügen. Auf einen einheitlichen Stil wird geachtet (Personen von RenderPeople, Objekte eines Anbieters etc.). Zudem werden Maßstäbe bzw. Dimensionen berücksichtigt, sodass bei einer möglichen Vergrößerung von Objekten keine qualitativen Einschränkungen vorliegen. Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung werden bei Bedarf genutzt. Auf einen hohen und gleichzeitig übersichtlichen visuellen Detailgrad wird geachtet, indem ein möglichst realistisches Abbild verschiedener Straßensituationen geschaffen wird, die eine Vielzahl der Umgebungsfaktoren miteinschließt.				
1.1.4 Szenario Die Szenarien werden ökologisch valide gestaltet sein und orientieren sich an reale Begebenheiten. Als Vorlage werden Straßensituationen im städtischen Raum (Köln, Düsseldorf, Münster) gewählt, die mittels Google Maps bzw. Google Streetview-Ansicht nachgebaut werden. Die Umgebungsgestaltung ist in der Regel hell, kann aber aufgrund sich ändernder Tageszeiten entsprechend angepasst werden (halbdunkel bzw. Dämmerung, dunkel bzw. Nacht). Auf futuristische Abbildungen wird verzichtet.				

Die zweite Subkategorie 1.2 Nutzer*innenbezogen bildet das Kriterium „2.1.1 Informationsgabe“ ab. Die in *Wegfest* verfügbare Gabe von Informationen wird kurz und verständlich gehalten. Lange Texte werden dabei vermieden. Die Informationsgabe soll per Audiodateien erfolgen (z.B. Begrüßung und Anleitung im Tutorial). Bei der Verwendung von Textformen fallen diese kurz und gut lesbar aus. Dabei wird eine geeignete Wahl der Schrift geachtet (Kontrast,

Schriftart, Größe etc.). Das Inhaltlayout orientiert sich mittig, sodass keine Bildlaufleisten verwendet werden. Zudem erfolgt die Einbindung visueller Metaphern (z.B. Haus, Baum, Auto im Tutorial). Die Definition des Nutzungskontextes von *Wegfest* erfolgt in mündlicher sowie schriftlicher Form (s. Anhang C, Proband*inneninformation, S. 55). Das zweite Kriterium dieser Subkategorie ist „2.1.2 Interaktionselemente“, das ein Abbilden von z.B. Buttons in *Wegfest* als groß und kontrastreich umfasst. Die Nutzung von Symbolen erfolgt in *Wegfest* einheitlich (z.B. Symbol Haus, Baum, Auto). In *Wegfest* werden zielgruppengerechte und realistische Objekte integriert, wie bspw. die Einbindung fotorealistischer 3D-Modelle (von Render People). *Wegfest* nutzt das Handtracking, sodass von einem leichten Interaktionsmodus im Vergleich zu solcher mit Controller-Steuerung ausgegangen wird. Die Zusammenführung visueller sowie propriozeptiver Informationen wird optimiert dargestellt, sodass nach einer Interaktion eine Reaktion erfolgt. Dies verhilft einer guten Körperwahrnehmung der nutzenden Person, indem keine Widersprüche zwischen dem Handeln und der Reaktion entstehen. Das Kriterium „2.1.3 Sprache“ bildet das nächste Kriterium dieser Subkategorie ab. Die in *Wegfest* verwendete Sprache ist Deutsch und wird einfach bzw. voraussetzungsfrei gehalten. Auf fremdsprachige oder nicht eingedeutschte Begriffe wird verzichtet, um die Senior*innen bei einem möglicherweise ausbleibenden Verständnis nicht zu verunsichern. Anhand allgemeinverständlicher Formulierungen oder mit Hilfe von Piktogrammen werden Inhalte (ergänzend) erläutert. Die in *Wegfest* genutzte Sprache wird natürlich und für die nutzende Person zugänglich sein, indem per Einsprache entsprechende Dateien eingebunden werden. Dabei wird auf eine positive, sympathische und aktive Anrede geachtet. Dialogelemente, z.B. im Rahmen des Tutorials, werden genutzt, um eine Interaktion während der VR-Anwendungsnutzung mit der nutzenden Person beibehalten zu können. In 2.1.4 wird das Kriterium der Benutzeroberfläche abgebildet. Dies wird erfüllt, indem die für *Wegfest* konzipierte Datenbank eine übersichtliche Menüstruktur abbildet und ein intuitives Mapping beinhaltet. Die Ausführung von Befehlen bzw. Interaktionen in der VR-Anwendung ähneln einander. Das Layout, die Navigation sowie die Terminologie fallen in *Wegfest* einfach, klar und konsistent aus, indem sich auf das Notwendigste fokussiert wird und Faktoren, die ablenken können, beseitigt werden. Die Darstellung der Inhalte in VR beinhaltet gut zu erkennende Objekte sowie textuelle Darstellungen, die in Form von Fragen bzw. Antwortmöglichkeiten eingebunden werden. Das letzte Kriterium dieser Subkategorie „2.1.5 Audio“ wird umgesetzt, indem die Audioeinstellung direkt am HMD individuell nach Belieben der nutzenden Person erfolgen kann. Die in der Meta Quest 2 integrierten Lautsprecher ermöglichen das Abschirmen der nutzenden Person, sodass unerwünschte Geräusche der Außenwelt nahezu ausgeblendet werden können. Auch ist somit ein immersives Audiodesign möglich, das komplexe Klangwelten berücksichtigt. Dies bilden bspw. die verschie-

denen Motorengeräusche ab bzw. die Veränderung der Lautstärke bei Annäherung oder Entfernung von Objekten mit einer Audioausgabe. Bei der Gestaltung des Audios werden senior*innengerechte Aspekte (z.B. Betonung, Formulierungen etc.) berücksichtigt.

Die Ausführungen der Kriterien in den beiden Kategorien stellt ein Auszug der Vorgehensweise für die Konzeptualisierung von *Wegfest* dar. Die VR-Anwendungsentwicklung erfolgt schrittweise anhand des Gütekriterienkernsets V4_{draft}. Die Inhalte geben Aufschluss über einzelne Umsetzungsmaßnahmen, die durch Einbindung aller Kriterien die VR-Anwendung *Wegfest* abbilden.

4.1.4.3 Ergebnisse des dritten Expert*innenworkshops

Abbildung 41 stellt den dritten Schritt der Ergebniserzeugung des vierten PDCA-Zyklus farblich dar.

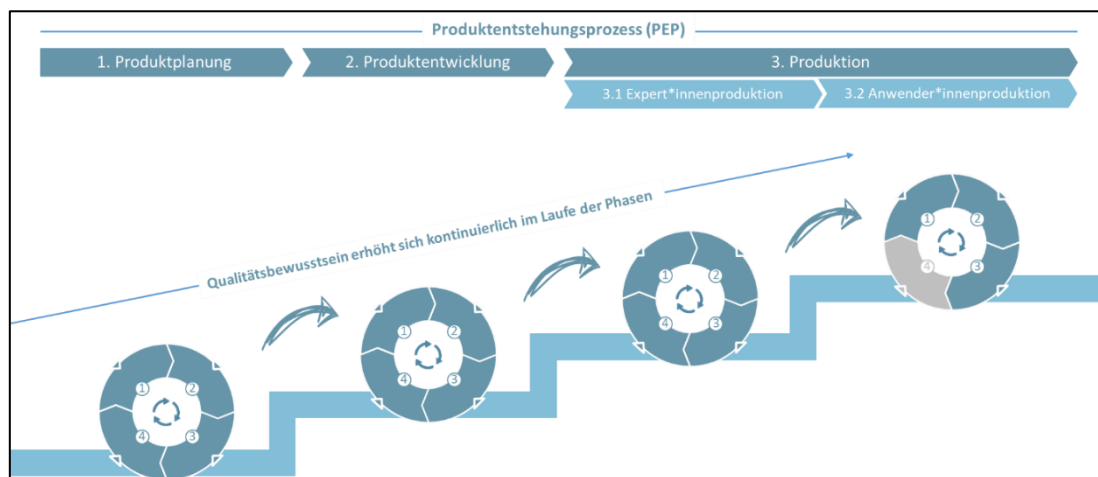


Abbildung 41: Die Überprüfung im vierten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Der dritte Expert*innenworkshop mit n=10 Senior*innen trägt zur Spezifizierung der bisherigen Ergebnisse des Gütekriterienkernsets bei. Anhand einer tabellarischen Darstellung, die den Input der VR-Anwendungsexpert*innen abbildet (s. Anhang B, Tab. 74 & Tab. 75, S. 38 & 39), werden die Ergebnisse für die Auswertung vorbereitet. Für die Auswertung werden die Schritte von Bauer (2008), wie auch bereits bei den beiden vorangegangenen Workshops berücksichtigt. Alle Kategorien werden von den Senior*innen für die Bearbeitung des Gütekriterienkernsets gut angenommen, es erfolgen keine Rückfragen zur Bedeutung der Kategorien. Die Eignung der Kategorien wird als gut befunden. Die Ergebnisse zeigen eine Vielzahl der Kriterien, die den Kategorien bzw. Subkategorien zugeordnet werden können. Dabei sind Unterschiede in den Ergebnissen der Senior*innen hinsichtlich der Quantität sowie Qualität zu verzeichnen. Die Sortierung der einzelnen Kriterien in ihren Kategorien erfolgt tabellarisch, um einen Überblick der Ergebnisse zu erhalten. Folglich werden die Ergebnisse auf ihre inhaltliche Passung in der jeweiligen Kategorie überprüft. Hierbei werden die Kriterien, die denen der bereits im

vorläufig Gütekriterienkernset aufgelisteten Ergebnisse gleichen, zusammengefügt und als übereinstimmend bewertet. Kriterien, die ein Kriterium ergänzen, werden durch Formulierung eines Passus aufgenommen. Neuer Input, der einer Subkategorie, jedoch aber keinem Kriterium zuzuordnen ist, wird als neues Kriterium ergänzt. Bei der Zuordnung der Workshopergebnisse zu einer Subkategorie bzw. zu einem bestehenden Kriterium wird darauf geachtet, ob eine Passung im jeweils anderen Part des Gütekriterienkernset sinnvoll ist.

Die Ergebnisse zu den „allgemeinen Kriterien“ des Gütekriterienkernsets sehen wie folgt aus: Die vorgegebenen Kategorien werden seitens der Senior*innen als geeignet empfunden. Der Input der Senior*innen variiert in den fünf Kategorien hinsichtlich der Anzahl sowie Detailtiefe. In der Kategorie 5. Interoperabilität werden mit n=5 die wenigsten Kriterien genannt, in der Kategorie 1. *Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte* werden die meisten Kriterien als Input generiert (n=14).

Die Zuordnung der Ergebnisse wird am Beispiel der ersten Kategorie *Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte* des ersten Teils des Gütekriterienkernsets dargestellt. Aufgrund der Erläuterung des Entwicklungsprozesses dieser Kategorie wird diese als Beispiel gewählt. Das Vorgehen ist für alle weiteren Kategorien identisch. Die Ergebnisse implizieren, dass die Subkategorien „1.1 Evidenz“ sowie „1.2 Anwendungssicherheit (vor/ während der Nutzung)“ in ihren Kriterien ergänzt werden. Der Subkategorie „1.1 Evidenz“ können fünf Ergebnisse zu den bereits bestehenden Kriterien zugeordnet werden: Das Kriterium „Abgesichertes Wissen der Inhalte“ sowie „Wissen med. Inhalte → Quellen/ Nachweise woher“ werden dem Kriterium „1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert“ zugeordnet, da dieser Aspekt bereits im vorläufigem Gütekriterienkernset näher ausgeführt wird. Das Kriterium „Aktualität“ wird für das Kriterium „1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards“ als passend erachtet. Die inhaltliche Ausführung dieses Kriteriums im vorläufigem Gütekriterienkernset wird als vergleichbar mit dem Input der Senior*innen bewertet. Das Ergebnis „Leitlinien/ Empfehlungen“ wird dem Kriterium „1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren“ und das Ergebnis „Quellen angeben“ dem Kriterium „1.4.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung“ zugeschrieben.

Bei der Subkategorie „1.2 Anwendungssicherheit (vor/ während der Nutzung)“ werden sieben Ergebnisse den jeweiligen Kriterien zugeordnet: Das Ergebnis „Anamnese/ Abfrage Gesundheitsstatus, Erfahrungen, Befinden“ fungiert dabei als Doppelposition, indem es dem Kriterium „1.2.1 Beurteilung des Gesundheitsstatus“ sowie dem Kriterium „1.2.4 Beurteilung von Sturz-/ Verletzungsrisiko bei VR-Anwendungsgebrauch“ zugeteilt wird. Für das Ergebnis „Medikamentenabfrage“ erfolgt ebenfalls eine Zuteilung zum Kriterium „1.2.1 Beurteilung des Gesundheitsstatus“. Das Ergebnis „VR-Erfahrung“ wird dem Kriterium „1.2.3 Beurteilung Cyber-/ Mo-

tion Sickness“, das Ergebnis „Technik/ Anschlüsse/ Verbindungen bekannt“ wird dem Kriterium „1.2.5 Angemessener Umgang mit Technologie“ und das Ergebnis „Gutes VR-Brillenmodell“ dem Kriterium „1.2.6 Absicherung der Hardware“ zugeordnet. Der inhaltliche Beitrag in Form von „Virenschutz o.Ä.“ wird aufgrund der Bewertung der inhaltlichen Passung dem Kriterium „1.2.7 Absicherung der Inhalte“ zugeteilt. Für zwei Ergebnisse dieser Kategorie erfolgt eine Umsortierung aufgrund fehlender Deckungsgleichheit sowie fehlender inhaltlicher Passung (s. Anhang B, Tab. 76, S. 41). Das Ergebnis „Entspannung“ wird dem Kriterium „Funktionalitäten“ der Kategorie 4. *Interaktion* aus dem zweiten Part zugeordnet, da es als Ergänzung des kategorischen Inhalts bewertet wird. Das Ergebnis „Wichtigkeit des Themas z.B. Geschichtliches und Typisches für eine Episode etc.“ wird ebenfalls in der vierten Kategorie des zweiten Parts als passend angesehen und unter dem Kriterium „4.1.3 Bewertung der Relevanz“ inhaltlich ergänzt. Der Input in Form von „Schwindelgefühl“, der ursprünglich auf der Kategorie 1. *Grafik/ Qualität* des zweiten Parts entstammt, wird aufgrund der inhaltlichen Passung dem Kriterium „1.2.3 Beurteilung Cyber-/ Motion Sickness“ der zweiten Subkategorie 1.2 Anwendungssicherheit (vor/ während der Nutzung) zugeordnet (s. Anhang B, Tab. 76, S. 41 ff.). Jedoch erfolgt aufgrund von Dopplung eine Exklusion dieses Ergebnisses (s. Anhang B, Tab. 77, S. 46 ff.). Weitere Ergebnisse, bei denen eine Umsortierung zu geeigneteren Kriterien bzw. eine Exklusion von Kriterien durchgeführt wird, sind den zuvor genannten Tabellen zu entnehmen.

Die Ergebnisse zu den „spezifischen VR-Kriterien“ des Gütekriterienkernsets sehen wie folgt aus:

Die vorgegebenen Kategorien werden seitens der Senior*innen als geeignet empfunden. Die Quantität sowie Qualität (Detailtiefe, Ausführung, Beschreibung) des generierten Inputs unterscheidet sich in den einzelnen Kategorien. In der Kategorie *Grafik/ Qualität* wird mit n=18 die meisten Kriterien angeführt. In der Kategorie *3D-Charakter/ Avatar* werden die wenigsten Kriterien durch die Senior*innen beigetragen (n=7). Im Rahmen der abschließenden Diskussionsrunde werden die Kategorien von den Teilnehmer*innen als inhaltlich vollständig angesehen. Zudem herrscht Einigkeit bei den Senior*innen hinsichtlich der Kriterien.

Die Zuordnung der Ergebnisse zur zweiten Kategorie *Grafik/ Qualität* wird folglich näher erläutert: Die Ergebnisse implizieren, dass die Subkategorien 1.1 *Objektbezogen* sowie 1.2 *Nutzer*innenbezogen* inhaltlich durch Kriterien ergänzt werden. Alle von den Senior*innen genannten Ergebnisse stimmten mit einem bestehenden Kriterium überein. Der Input in Form der Ergebnisse wird den bestehenden Kriterien zugeordnet. Das Ergebnis „Die Dimensionen waren gut dargestellt“ wird als übereinstimmend mit der inhaltlichen Ausführung des Kriteriums „1.1.1 Räumliche Zuordnung“ bewertet. Das Ergebnis in Form der Ausführung „Die Farben waren schön gewählt. Sehr passend.“ wird dem Kriterium „1.1.2 Farbraum“ zugeordnet.

Ebenso wird das Ergebnis „Farbgestaltung? Realistisch? Märchenhaft?“ diesem Kriterium zugeteilt. Die Ergebnisse in Form der Beiträge „Sehr detaillierte Objektgestaltung → reale Wirkung“ sowie „Hoher Detailgrad“ werden aufgrund inhaltlicher Passung dem Kriterium „1.1.3 Objekte“ zugeordnet. Die Zuordnung des Ergebnisses „Szenen wirkten echt“ erfolgt zu dem Kriterium „1.1.4 Szenario“. Die vier Ergebnisse „Direkte Reaktionen auf Aktionen. Kein Verzug.“, „Geschwindigkeit Bilderfolge“, „HD Qualität High Definition“ sowie „Bildschärfe“ werden dem Kriterium „1.1.5 Content Design“ zugeschrieben.

Der Subkategorie *1.2 Nutzer*innenbezogen* wird zum Kriterium „1.2.1 Informationsgabe“ das Ergebnis „Keine langen Texte, das war gut.“ zugeordnet. Das Ergebnis „Größe Knöpfe“ wird dem Kriterium „1.2.2 Interaktionselemente“ zugeteilt. Bei dem Ergebnis „gut verständlich“ sowie „verständliche Sprache“ gibt es inhaltliche Übereinstimmungen bei der Ausführung des Kriteriums „1.2.3 Sprache“. Das Ergebnis „Einheitliche Gestaltung“ wird dem Kriterium „Benutzeroberfläche“ zugeteilt. Dem Kriterium „1.2.5 Audio“ wird das Ergebnis „Man konnte die (Umgebungs-)Geräusche alle gut hören“ zugeordnet. Die Ergebnisse „Schwindelgefühle“ sowie „Perspektive“ werden in den ersten Part des Gütekriterienkernsets umsortiert, wobei ersteres dem Kriterium „1.2.3 Beurteilung Cyber-/ Motion Sickness“ aus der Subkategorie *1.2 Anwendungssicherheit (vor/während der Nutzung)* und letzteres „Perspektive“ dem Kriterium „3.2.4 Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation“ der Subkategorie *3.2 Nutzer*innenbezogene Sicherheit* zugeordnet wird.

Im Folgenden wird das Aufeinanderabbilden der Datenelemente beschrieben, das nachfolgend auch als *Mapping* bezeichnet wird. Das Mapping der Ergebnisse des dritten Workshops zeigt eine Verwertung des gesamten Inputs der Senior*innen. Alle Ergebnisse können dem bestehenden Konstrukt des Gütekriterienkernsets aus V3_{draft} zugeordnet werden. Dabei erfolgt häufig eine inhaltliche Dopplung der bereits inkludierten Kriterien. Die Ergebnisse der Senior*innen können aufgrund von Deckungsgleichheit der Inhalte in die bestehenden Ausführungen integriert werden. Bei jeweils n=9 Ergebnissen des ersten Parts sowie des zweiten Parts werden kleinere Ergänzungen durchgeführt, indem die bestehenden Ausführungen inhaltlich ausgebaut wurden. Lediglich in der Subkategorie *5. Interoperabilität* wird ein neues Kriterium angeführt, das als relevant eingestuft und keiner bestehenden Struktur zugeordnet werden kann. Durch den Input „(Gesundheits-)Daten einheitlich überführen/ speichern“ erfolgt eine Zweiteilung des Kriteriums „5.1.1 Datenextraktion“, das ergänzend das Kriterium „5.1.2 Datenweiterverarbeitung“ umfasst. Die Ausführungen des Kriteriums „5.1.2 Datenweiterverarbeitung“, die zuvor dem Kriterium „5.1.1 Datenextraktion“ zugeordnet werden, werden zweigeteilt und aufgrund des Inputs der Senior*innen extraklassifiziert. Durch die erfolgte Umstrukturierung ergeben sich folglich zwei Kriterien in der Subkategorie *5.1 Datenportabilität*. Abgesehen von dieser Umgestaltung wurden keine weiteren, neuen Kriterien generiert.

4.1.4.4 Finalisierung der vierten Version des Gütekriterienkernsets (V4_{final})

Abbildung 42 stellt den vierten Schritt der Ergebniserzeugung des vierten PDCA-Zyklus farblich dar.

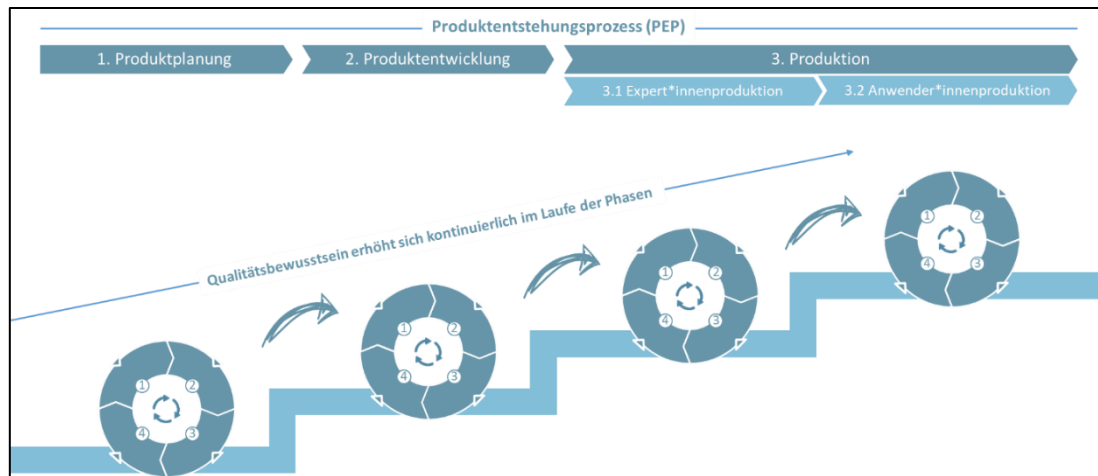


Abbildung 42: Die Optimierung im vierten PDCA-Zyklus (eigene Darstellung).

Im Folgenden wird auf das Endprodukt der Forschungsarbeit eingegangen. Das finalisierte Gütekriterienkernset (V4_{final}) obliegt einem multimethodischen Vorgehen unter Einbezug partizipativer sowie iterativer Prozesse. Die Ergebnisse in Form von Kategorien, Subkategorien sowie Kriterien wurden stetig überarbeitet. Die letzte Version im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird als finalisiertes Gütekriterienkernset bezeichnet und umfasst dabei den finalen Überarbeitungszyklus. Die Inhalte des finalisierten Gütekriterienkernsets sind in einem mehrseitigen Dokument erläutert (s. Anhang D, S. 135 ff.), auf deren Inhalte im Folgendem näher eingegangen wird.

Das Gütekriterienkernset bildet ein neues Design im Vergleich zu den Vorgängerversionen ab. Dem Deckblatt sind der Titel, die Angabe zur Urheberin sowie zur Lizenzierung unter CC BY-SA zu entnehmen. Die aufgeführte Lizenz erlaubt es Dritten, das finalisierte Gütekriterienkernset zu verbreiten sowie abzuändern, solange die Urheberin des Originals aufgeführt wird. Auf der zweiten Seite wird das Vorwort näher ausgeführt. Hierbei werden Ergänzungen vorgenommen, die bspw. die Darstellung der Kategorien sowie Subkategorien beinhaltet, das methodische Vorgehen kurz erläutert sowie das Gütekriterienkernset als Ergebnis einer Forschungsarbeit deklariert. Auch wird der Zeitraum, indem die Erkenntnisse gewonnen wurden, angepasst. Die Zweiteilung des Gütekriterienkernsets wird beibehalten, da sie als sinnvoll bewertet wird. Die zuvor als „Part“ beschriebene Zweiteilung wird ab diesem Zeitpunkt auf Raten der Senior*innen in „Kapitel“ umbenannt. Dies besteht aus dem ersten Kapitel zu den „Allgemeinen Kriterien“ und dem zweiten Kapitel zu den „Spezifischen VR-Kriterien“. Beide Kapitel beziehen sich auf Bedingungen, die für die Entwicklung senior*innengerechter VR-Anwendun-

gen erfüllt sein sollten. Die Bedingungen sind in Form von Kategorien niedergeschrieben, deren Unterteilung in Subkategorien und weiter differenziert in Kriterien eine Spezifizierung der Inhalte zulässt. Die Kriterien können dabei mehrere Aspekte abbilden und werden für ein einheitliches Verständnis inhaltlich erläutert. Die Subkategorien sowie Kriterien werden anhand von Untereinteilungen abgestuft. Die Reihenfolge der Kategorien, Subkategorien sowie Kriterien ist dabei absichtslos gewählt und stellt keine Gewichtung der Bedeutsamkeit dar. Trotz des Versuchs ein möglichst einheitliches Granularitätsniveau bei der Ausführung der Kriterien zu erreichen, liegen Variationen bei dem Grad der inhaltlichen Ausführungen einzelner Kriterien vor, dem jedoch keine Gewichtung der Bedeutsamkeit zugeschrieben wird. Vielmehr werden bei einzelnen Inhalten mehr Erläuterungen als nötig empfunden. Auch wird von einer Bewertung der Relevanz einzelner Inhalte abgesehen. Ergänzend ist in der finalisierten Version rechtsseitig eine Art Checkliste in Form von stichpunktartigen Textbausteinen abgebildet, die eine Zusammenfassung wesentlicher Inhalte zu den Kriterien darstellt.

Das erste Kapitel zu den „Allgemeinen Kriterien“ umfasst fünf verschiedene Kategorien, die folgendermaßen lauten: 1. *Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte*, 2. *Datenschutzbestimmungen*, 3. *Qualitätsanforderungen*, 4. *Verbraucherschutz* und 5. *Interoperabilität*. Jede Kategorie wird kurz erläutert.

Die erste Kategorie lässt sich in zwei Subkategorien gliedern, unter der die *Evidenz* (1.1) sowie die unter 1.2 die *Anwendungssicherheit (vor/ während der Nutzung)* gefasst ist. Die *Evidenz* lässt sich in folgende Kriterien gliedern: 1.1.1 *Inhalte sind evidenzbasiert*, 1.1.2 *Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards*, 1.1.3 *Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren* sowie 1.1.4 *Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung*. Die Kriterien beziehen sich u.a. auf die Sicherung der Qualität. Das Kriterium 1.1.1 *Inhalte sind evidenzbasiert* umfasst die längste inhaltliche Ausführung. Die zweite Subkategorie bildet folgende sieben Kriterien ab: 1.2.1 *Beurteilung des Gesundheitsstatus*, 1.2.2 *Beurteilung physisch/ psychischer Eignung*, 1.2.3 *Beurteilung Cyber-/ Motion Sickness*, 1.2.4 *Beurteilung von Sturz-/ Verletzungsrisiko bei VR-Anwendungsgebrauch*, 1.2.5 *Angemessener Umgang mit Technologie*, 1.2.6 *Absicherung der Hardware* und 1.2.7 *Absicherung der Inhalte*. Die Kriterien beziehen sich vornehmlich auf die gesundheitliche Eignung einer älteren Person sowie auf die technologische Absicherung. Das Kriterium 1.2.1 *Beurteilung des Gesundheitsstatus* wird dabei im Vergleich zu anderen Kriterien dieser Subkategorie umfassend erläutert, da viele verschiedene Faktoren dem Kriterium zugeordnet werden können. Dem Kriterium 1.2.6 *Absicherung der Hardware* ist ein kurzgefasster Satz zur inhaltlichen Ausführung genügend.

Die zweite Kategorie *Datenschutzbestimmungen* erläutert die zu erfüllenden Datenschutzmaßnahmen und den Umgang mit anfallenden Daten und ist aufgrund umfangreicher Ausformulierungen der Kriterien die umfassendste Kategorie des gesamten Gütekriterienkernsets. Die Subkategorien bestehen aus *2.1 Datengenerierung und Datenspeicherung* und *2.2 Rechtmäßigkeiten*. Die Subkategorie *2.1 Datengenerierung und Datenspeicherung* umfasst sechs Kriterien: *2.1.1 Zweckbindung*, *2.1.2 Erforderlichkeit und Datensparsamkeit*, *2.1.3 Einwilligung*, *2.1.4 Datensicherheit*, *2.1.5 Gewährleistung der Authentizität der Daten* und *2.1.6 Informationssicherheit*. Die Kriterien beinhalten im Wesentlichen die rechtskonforme Einhaltung der Datenschutzbestimmungen. Dies bildet insbesondere das vierte Kriterium *Datensicherheit* ab, das in seiner inhaltlichen Ausführung reichhaltig ist. Der zweiten Subkategorie *2.2 Rechtmäßigkeiten* sind folgende Kriterien zugeschrieben: *2.2.1 Datenschutzrecht*, *2.2.2 Betroffenenrechte* und *2.2.3 Zugänge und Zugriffsrechte*. In den Kriterien wird auf die Legitimitäten bei der Datenerhebung bzw. –verwertung eingegangen.

Die dritte Kategorie behandelt die *Qualitätsanforderungen*, die sich in die Subkategorien *3.1 Technische Sicherheit* und *3.2 Nutzer*innenbezogene Sicherheit* gliedern. Die Anforderungen der Qualitäten umfassen u.a. Sicherheitsaspekte, die die Nutzung des VR-Systems auszeichnen sollen. Der Subkategorie *3.1 Technische Sicherheit* ist das Kriterium *3.1.1 Robustheit gegen Störungen* und *3.1.2 Hygiene* zugeschrieben. Die Subkategorie *3.2 Nutzer*innenbezogene Sicherheit* beinhaltet vier Kriterien: *3.2.1 Vermeidung Kollisionsgefahr*, *3.2.2 Passende Technologieauswahl*, *3.2.3 Wechsel der Bedienbarkeit* und *3.2.4 Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation*. Die verschiedenen Sicherheitsaspekte beschreiben bei Erfüllung der Bedingungen ein VR-Erlebnis in möglichst hoher Qualität.

In der vierten Kategorie sind Kriterien zum *Verbraucherschutz* angegeben. Die beiden Subkategorien bestehend aus *4.1 Zugänglichkeit* und *4.2 Transparenz* beschreiben in ihren jeweils zwei Kriterien Inhalte zu verbraucherfreundlichen Nutzungskonditionen. Unter *4.1 Zugänglichkeit* werden die Kriterien *4.1.1 Nutzer*innenbetreuung* sowie *4.1.2 Nutzungskonditionen* gefasst. Die Kategorie *4.2 Transparenz* beinhaltet die Kriterien *4.2.1 Daten-/Softwareaktualisierung* und *4.2.2 Transparente Geschäftsmodelle*. Die Kriterien der ersten Kategorie sind umfassender beschrieben als die der zweiten. Die Erfüllung der Kriterien soll zu einer fairen Nutzung für den Verbraucher Senior*in beitragen.

Die fünfte und somit letzte Kategorie beinhaltet die *Interoperabilität*. Diese lässt sich in die Subkategorie *5.1 Datenportabilität* mit den Kriterien *5.1.1 Datenextraktion* und *5.1.2 Datenweiterverarbeitung* unterteilen sowie in die Subkategorie *5.2 Technologiekompatibilität* und den Kriterien *5.2.1 Anbindung externer Technologien* sowie *5.2.2 Generationsübergreifende Technologieverwendung*. Die Kategorie zur Interoperabilität stellt ein im Vergleich zu anderen Kategorien ein kurzes, aber nicht weniger relevantes Thema dar.

Das zweite Kapitel des Gütekriterienkernsets widmet sich den „spezifischen VR-Kriterien“ für die Entwicklung senior*innengerechter VR-Anwendungen. Dabei werden weniger allgemeine Rahmenbedingungen berücksichtigt, sondern für insbesondere VR gültige Aspekte beschrieben. Anhand von sechs Kategorien werden die Kriterien in den Subkategorien erläutert. Die sechs Kategorien lauten wie folgt: 1. *Grafik/ Qualität*, 2. *3D-Charakter/ Avatar*, 3. *Bereitstellung anwendungsintegrierter Anweisungen und Aufforderungen*, 4. *Interaktion*, 5. *Navigation* und 6. *Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue*.

Die erste Kategorie *Grafik/ Qualität* umfasst die zwei Subkategorien *1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen* und *2.1 Nutzer*innenbezogen*. Die erste Subkategorie bezieht sich dabei auf die grafischen und qualitativen Faktoren und beinhaltet folgende Kriterien: *1.1.1 Räumliche Zuordnung*, *1.1.2 Farbraum*, *1.1.3 Objekte*, *1.1.4 Szenario* und *1.1.5 Content Design*. Die in der zweiten Subkategorie *1.2 Nutzer*innenbezogen* aufgeführten Kriterien sind *1.2.1 Informationsgabe*, *1.2.2 Interaktionselemente*, *1.2.3 Sprache*, *1.2.4 Benutzeroberfläche* und *1.2.5 Audio*. Die Kriterien spiegeln u.a. Qualitätsansprüche wieder, die für die nutzende Person erfüllt sein sollten.

Die zweite Kategorie bezieht sich auf den in VR abgebildeten *3D-Charakter* bzw. *Avatar*. Die zwei Subkategorien, bestehend aus *2.1 Erscheinungsbild* und *2.2 Behaviorismus* bilden Kriterien ab, die auf die äußerliche Gestaltung sowie auf das Verhalten des 3D-Charakters bzw. Avatars näher eingehen. Die Subkategorie *2.1 Erscheinungsbild* lässt sich dabei in die Kriterien *2.1.1 Charakter* und *2.1.2 Optische Darstellung* unterteilen, die Subkategorie *2.2 Behaviorismus* umfasst *2.2.1 Verhalten (Mimik/ Gestik)* und *2.2.2 Tonus und Stimmlage* als Kriterium. Die Kriterien *2.1.2 Aussehen/ Optik/ Optische Darstellung* und *2.2.1 Verhalten (Mimik/ Gestik)* werden vergleichsweise umfassend aufgeführt.

Die dritte Kategorie spiegelt die *Bereitstellung anwendungsintegrierter Anweisungen und Aufforderungen* wieder. Die Subkategorien *3.1 Didaktik* und *3.2 Rahmenbedingungen* bilden Kriterien ab, die das Nutzer*innenerlebnis durch Anwendungs- und Kontrollmechanismen beeinflussen. Folgende Kriterien sind der Subkategorie *3.1 Didaktik* zugeordnet: *3.1.1 Anfängliches Erlernen*, *3.1.2 Anweisungen*, *3.1.3 Ziel- und Aufgabengestaltung*, *3.1.4 Feedback* und *3.1.5 Informationsübermittlung*. Die Ausführungen zu *3.1.2 Anweisungen* erscheinen vergleichsweise umfassend. Die Subkategorie *3.2 Rahmenbedingungen* beinhaltet die Kriterien *3.2.1 Nutzungsdauer* sowie *3.2.2 Örtliche Gegebenheiten*.

In der vierten Kategorie, der *Interaktion*, werden Handlungsmechanismen näher beschrieben. Die Subkategorie *4.1 Funktionalitäten* sowie *4.2 Regulierung* beinhalten folgende Kriterien: *4.1.1 Handhabung*, *4.1.2 Gestaltung/ Funktionalität* und *4.1.3 Bewertung der Relevanz*. Die ersten beiden aufgeführten Kriterien erscheinen umfassend. In der zweiten Subkategorie *4.2 Regulierung* sind die Kriterien *4.2.1 Auswertung/ Entwicklungen* sowie *4.2.2 Wahrnehmung/ Propriozeption* beschrieben.

Die fünfte Kategorie umfasst Inhalte zur *Navigation*. Die Subkategorie 5.1 *Bedienung* beinhaltet folgende drei Kriterien: 5.1.1 *Menü-Steuerung*, 5.1.2 *Systeme der Steuerung* und 5.1.3 *Raumgestaltung*. In der Subkategorie 5.2 *Taxis* werden die Kriterien 5.2.1 *Lokomotion* sowie 5.2.2 *Tracking* erläutert. Diese Kategorie beinhaltet u.a. Aspekte, die sich auf das Bewegungsverhalten der nutzenden Person auswirken.

Die letzte Kategorie ist 6. *Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue*. In den beiden Subkategorien werden jeweils drei Kriterien aufgeführt. Die Subkategorie 6.1 *Nutzbarkeit* umfasst folgende Kriterien: 6.1.1 *Motivation*, 6.1.2 *Protokollierung* und 6.1.3 *Konfiguration*. Die zweite Subkategorie 6.2 *Zielgruppenorientierung* beinhaltet die Kriterien 6.2.1 *Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen*, 6.2.2 *Praktikabilität* und 6.2.3 *Nutzerfreundlichkeit*. Die Kriterien gehen auf Aspekte ein, die zur Motivationsförderung bei den Nutzer*innen beitragen sollen.

Die inhaltliche Ausarbeitung des finalisierten Gütekriterienkernsets obliegt einer sprachlichen sowie strukturellen Anpassung im Vergleich zu vorheriger Version (V3_{final}). Bei der sprachlichen Anpassung wird darauf geachtet ein weitestgehend einheitliches Sprach- sowie Granularitätsniveau der Kriterien zu erreichen. Im Zuge der Umstrukturierung wird eine Zusammenfassung der im Fließtext ausführlich beschriebenen Inhalte vorgenommen. Die Zusammenfassung anhand von einzelnen Formulierungen dient in Form einer Art Checkliste der Überprüfung bei senior*innengerechten VR-Anwendungsentwicklungen. Diese komprimierte Form ist als reduzierte Darstellung der Inhalte zu bewerten und dient einer vergleichsweise weniger detaillierten, aber dennoch übersichtlichen Bearbeitung. Die Inhalte in Form einzelner Formulierungen entstammen denen des Fließtextes und bildet diese schlagwortartig bzw. komprimiert ab.

4.2 Vorstellung der VR-Anwendung

Im Folgenden wird das methodische Vorgehen der VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* vorgestellt. Dabei wird Bezug zu vorbereitenden Maßnahmen, auf die einzelnen Entwicklungsschritte sowie Inhalte zur VR-Interventionsstudie genommen. Diese Aktivitäten tragen zum Entwicklungsprozess des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen bei. Anhand der Resultate lässt sich das Gütekriterienkernset weiter spezifizieren und auf die Zielgruppe Senior*innen ausrichten. Das Kapitel adressiert mitsamt den Unterkapiteln in erster Linie die Lesehandlung „VR-Anwendungsentwicklung“.

4.2.1 VR-Anwendungsentwicklung

Die Entwicklung der VR-Anwendung *Wegfest* beruht auf der Konzeptualisierung, die in V4_{draft} für jedes Kriterium näher beschrieben ist. Die einzelnen Maßnahmen für die Umsetzung der

Kriterien erfolgen dabei im Rahmen des VR-Anwendungsentwicklungsprozesses. Die nachfolgenden Kapitel stellen die einzelnen Schritte der VR-Anwendungsentwicklung näher dar. Dabei wird in Kapitel 4.2.1 auf die Anwendungsentwicklung von *Wegfest* näher eingegangen, in Kapitel 4.2.1.1 wird die Entwicklung der Software beschrieben, in Kapitel 4.2.1.2 werden die Parameter, die im Rahmen des Scoping Reviews für *Wegfest* als relevant bewertet werden, erläutert sowie deren Verwendung in *Wegfest*. Abschließend wird auf die Trainingskonfiguration näher eingegangen, die in Kapitel 4.2.1.3 beschrieben wird. Das Kapitel 4.2.2 bildet die Ergebnisse der VR-Interventionsstudie mit *Wegfest* ab.

4.2.1.1 VR-Softwareentwicklung

Das Entwicklerteam besteht aus vier Personen. Zwei der Entwickler sind die Geschäftsführer der vobe GbR und ein Entwickler ist ein Informatikstudent. Die vierte Person ist die Auftraggeberin von *Wegfest*, die hauptsächlich konzeptionell arbeitet. Die einzelnen Schritte der Anwendungsentwicklung werden untereinander aufgeteilt, sodass jeder Entwickler seinen Schwerpunkt hat. Die VR-Anwendung wird mittels der Laufzeit- bzw. Entwicklungsumgebung *Unity Engine* durch die vobe GbR entwickelt. In Unity wurde mit C# programmiert. Unity verfügt über eine große Anzahl von vorgefertigten Bausteinen für die Entwicklung von VR, welche zur Beschleunigung der Entwicklungsarbeiten beigetragen haben. Beispiele hierfür sind das Mixed Reality Toolkit sowie ein Asset Store mit gratis sowie kostenpflichtigen Assets.

Die Modellierung umfasst die Gestaltung der einzelnen Szenen, die diverse Umgebungshintergründe sowie Objekte beinhalten. Um eine möglichst realistische Umgebung zu generieren, werden verschiedene Straßenquerungssituationen im Raum Köln, Bochum, Münster und Düsseldorf überlegt, die als Vorlage dienen. Hierfür werden bei Google Maps verschiedene Straßengegebenheiten mit diversen Querungssituationen erfasst und folglich in Unity erstellt (vgl. Abbildung 43, Abbildung 44 & Abbildung 45).



Abbildung 43: Screenshot Google Maps, Querungssituation Verkehrsinsel in Düsseldorf (Google, 2009).



Abbildung 44: Screenshot Google Street View Maps, Querungssituation Verkehrsinsel in Düsseldorf auf Person View (Google, 2009).



Abbildung 45: Screenshot Szene Wegfest, Querungssituation Verkehrsinsel angelehnt an Google Street View Maps (eigene Darstellung).

Für die Gestaltung der Szenen werden kostenpflichtige Assets in Form von Personen, die eine Interaktion (wie bspw. Gehen, Gestikulieren oder Reden) erworben. Die Wahl des Interaktionsmusters fällt auf das Hand Tracking, das mittels der Meta Quest 2 genutzt werden kann und zielt somit auf eine intuitive Interaktion ab. Dieses wird in Unity prototypisch programmiert. Durch regelmäßiges Testen, das vorab durch die Programmierer und folglich durch Senior*innen im Rahmen einer Pre-Test-Schleife durchgeführt wird, kann eine detaillierte Anpassung vorgenommen werden, sodass ein akkurates Bewegungsmuster der Hände getrackt und visualisiert werden kann. Das Hand Tracking wird insbesondere für ältere Personen im Vergleich zu einer Steuerung mittels Controller als einfacher und somit für das Vorhaben passend erachtet. Auch wird das Hand Tracking gewählt, um das nötige Maß an Technik bzw. Equipment für die Senior*innen auf lediglich das VR-Headset zu reduzieren.

Angesichts der Planung, Fragen in VR abzubilden und diese in der virtuellen Welt zu beantworten, wird die Wahl des Hand Trackings bestärkt. Hierdurch ist es möglich, die Fragen per Gestensteuerung durch Drücken eines virtuellen Buttons, dem verschiedene Antwortmöglichkeiten zugeordnet sind, zu beantworten. Das Drücken des virtuellen Buttons erfolgt durch eine Palmarflexion der nutzenden Person und gleicht demnach dem natürlichen Bewegungsmuster.

Vor Beginn der ersten Trainingseinheit wird ein in *Wegfest* integriertes Tutorial durchgeführt. Das Tutorial ermöglicht ein Erlernen von Interaktionen und Zurechtfinden in VR. Verschiedene Handlungen können individuell in dem Tutorial erprobt werden. Die Entwicklung des Tutorials dient dem Kennenlernen des für die meisten Senior*innen noch neuen Medium VR sowie der Erprobung der Anwendungseignung. Dies meint, dass im Rahmen eines Tutorials neben der

Erläuterung des Ablaufs und der erforderlichen Interaktionen auch eine Überprüfung der Anwendbarkeit stattgefunden hat. Trotz der Durchführung verschiedener Assessments, die eine Eignung für das Vorhaben prüfen, wird das Tutorial als sogenanntes Onboarding für die Senior*innen genutzt. Zudem kann das Tragen des VR-Headsets und ein gleichzeitiges physisches Gehen erprobt werden.

Die Entwicklung des Tutorials obliegt der Gestaltung einer Szene, die aus der Darstellung einer schlichten Umgebung besteht. Um den Horizont bzw. die Tiefenwahrnehmung gewährleisten zu können, werden lediglich Objekte in Form von angedeuteten Bergen integriert. Auf detaillierte Umgebungsfaktoren wird bewusst verzichtet, um den Fokus während des Onboardings auf die geforderten Interaktionen zu bewahren. Die nutzende Person hat in dem Tutorial die Möglichkeit die verschiedenen Aufgaben bzw. Interaktionen auf individuelle Art und Weise zu lösen.

Das Tutorial startet mit einer Szene, in der ein Raster als Oberflächenmarkierung sowie im Hintergrund befindliche Berge in einer hellblauen Farbe dargestellt sind. Eingblendete Videoaufnahmen fungieren als Guide für die nutzende Person und leiten diese gezielt an. Eine eingespielte und vertonte Videosequenz einer männlichen Person begrüßt die nutzende Person und gibt Anweisungen im Verlauf des Tutorials. Zudem ist ein Schriftzug sichtbar, auf dem ein „Herzlich Willkommen“ sowie der Name der jeweilig nutzenden Person zu lesen ist.

Zu Beginn des Tutorials erscheint die männliche Person, die per Video- bzw. Vertonung Informationen zu den anstehenden Interaktionen gibt. Der Begrüßungstext lautet wie folgt: *„Hallo. Herzlich Willkommen in der virtuellen Welt. Ich zeige dir, wie du dich hier navigierst und wie du dich zurechtfinden kannst. Schaue dir zunächst deine Hände an, strecke eine Hand aus und berühre das Feld, damit es weitergeht.“* Vor der nutzenden Person erscheint folglich eine blaue Säule mit einem roten Button, den es zu drücken gilt. Bei erfolgtem Drücken des Buttons ertönt ein Klick-Geräusch und folglich die Aufforderung *„Wähle nun das Auto aus“*. Vor der nutzenden Person ist eine Auswahl von drei nebeneinander angeordneten Objekten zu sehen, denen drei Buttons zugeordnet sind. Als Objekte wird ein Haus (links), ein Baum (mittig) und ein Auto (rechts) dargestellt (vgl. Abbildung 46).



Abbildung 46: Screenshot Tutorial mit Auswahlbuttons per Handtracking (eigene Darstellung).

Nach erfolgreicher Auswahl des Autos ertönt die Aufforderung: „*Wähle nun den Baum aus*“. Bei korrekter Anwendung wird die Aktion mit „*Perfekt!*“ vertont. Bei einer inkorrekten Interaktion wird die Aufforderung erneut ausgelöst. Nach Absolvierung der Bedienung der Buttons wird die physische Interaktion in Form von Gehen gefordert. Hierzu ertönt die Aufforderung „*Bewege dich nun in den roten Kreis, damit es weiter geht*“. In einer Distanz von ca. 4m erscheint ein roter Kreis auf dem Boden, der in einem etwa 30°-Winkel zur linken Seite ausgehend von der Startposition positioniert ist. Um den farbigen Kreis ist jeweils eine weiß-gestrichelte Linie sowie eine Zylinder-förmige Beleuchtung sichtbar, um die Zielmarkierung zu verdeutlichen (vgl. Abbildung 47). Durch eine Linksrotation des Kopfes bzw. Körpers der nutzenden Person ist dieser sichtbar und soll durch natürliches Gehen erreicht werden.

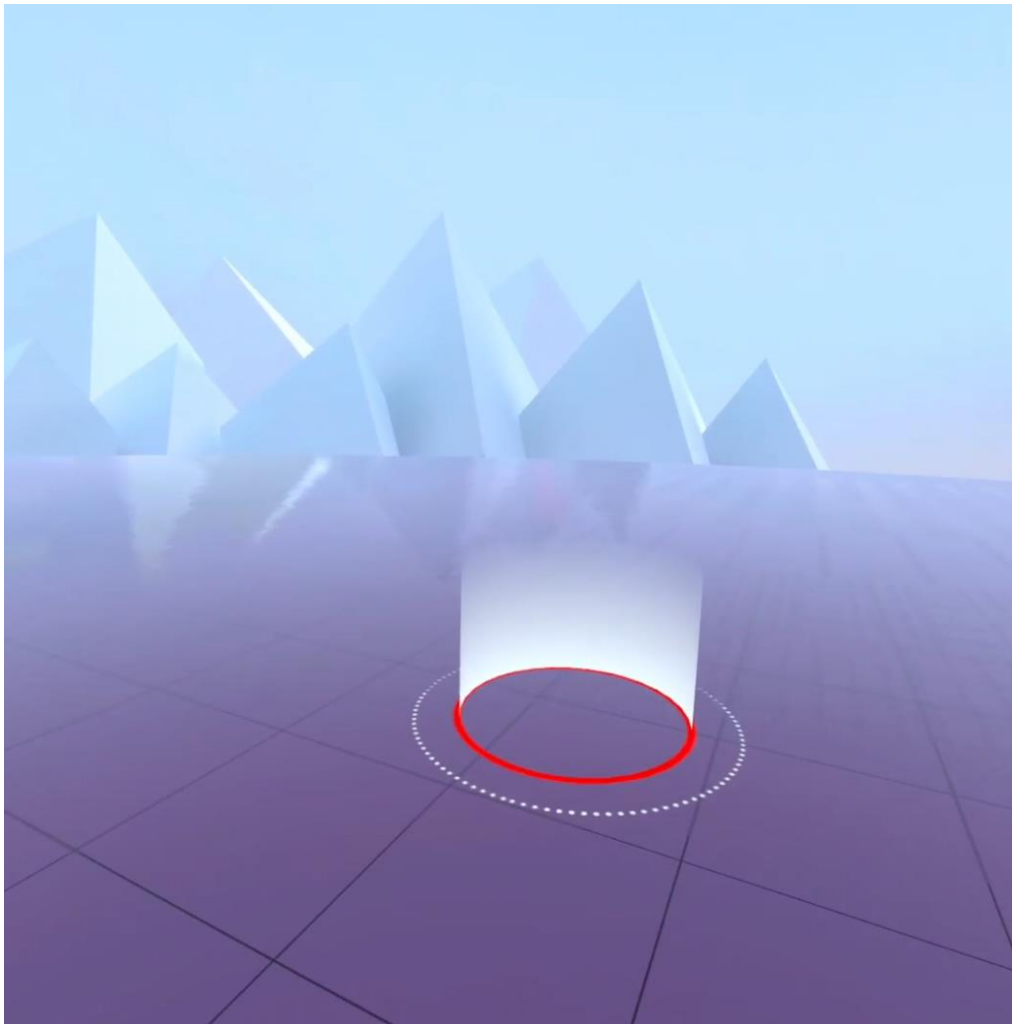


Abbildung 47: Screenshot Zielmarkierung Tutorial von Wegfest (eigene Darstellung).

Ist dies erfolgt, ertönt ein dreistufiges Signal als erfolgreich abgeschlossene Aktion sowie der vertonte Hinweis „*Gut gemacht*“ durch die männliche Person. Folglich soll ein gelbmarkierter Kreis durch physisches Gehen erreicht werden. Dieser ist in einer Distanz von etwa 2,5m und einem Winkel von etwa 80° ausgehend vom derzeitigen roten Kreis rechtsseitig angeordnet. Bei Erreichen des gelben Kreises ertönt das dreistufige Signal als Bestätigung der erfolgreich abgeschlossenen Aktion sowie die Vertonung mit „*Super!*“. Daran schließt sich folgende Aufforderung an: „*Gehe nun in den grünen Kreis und es geht los*“. Der grüne Kreis befindet sich an der ursprünglichen Ausgangsposition bei Beginn der Anwendung. Durch eine Rotation der nutzenden Person wird diese Zielmarkierung sichtbar und die Distanz von etwa 5m kann durch physisches Gehen bewältigt werden. Bei erfolgreichem Erreichen des grünen Kreises ertönt das dreistufige Signal sowie der Hinweis „*Genau so!*“ durch die männliche Person. Im Anschluss an das erfolgreich absolvierte Tutorial lädt die erste Szene der für die Person vorab definierte Iteration. Durch eine Rotation von etwa 180° erscheint die in VR dargestellte Straße

unmittelbar vor der nutzenden Person, die auf dem Bürgersteig steht. Auf der gegenüberliegenden Bordsteinseite ist die Zielmarkierung in Form eines weißen Kreises sichtbar (vgl. Abbildung 48).

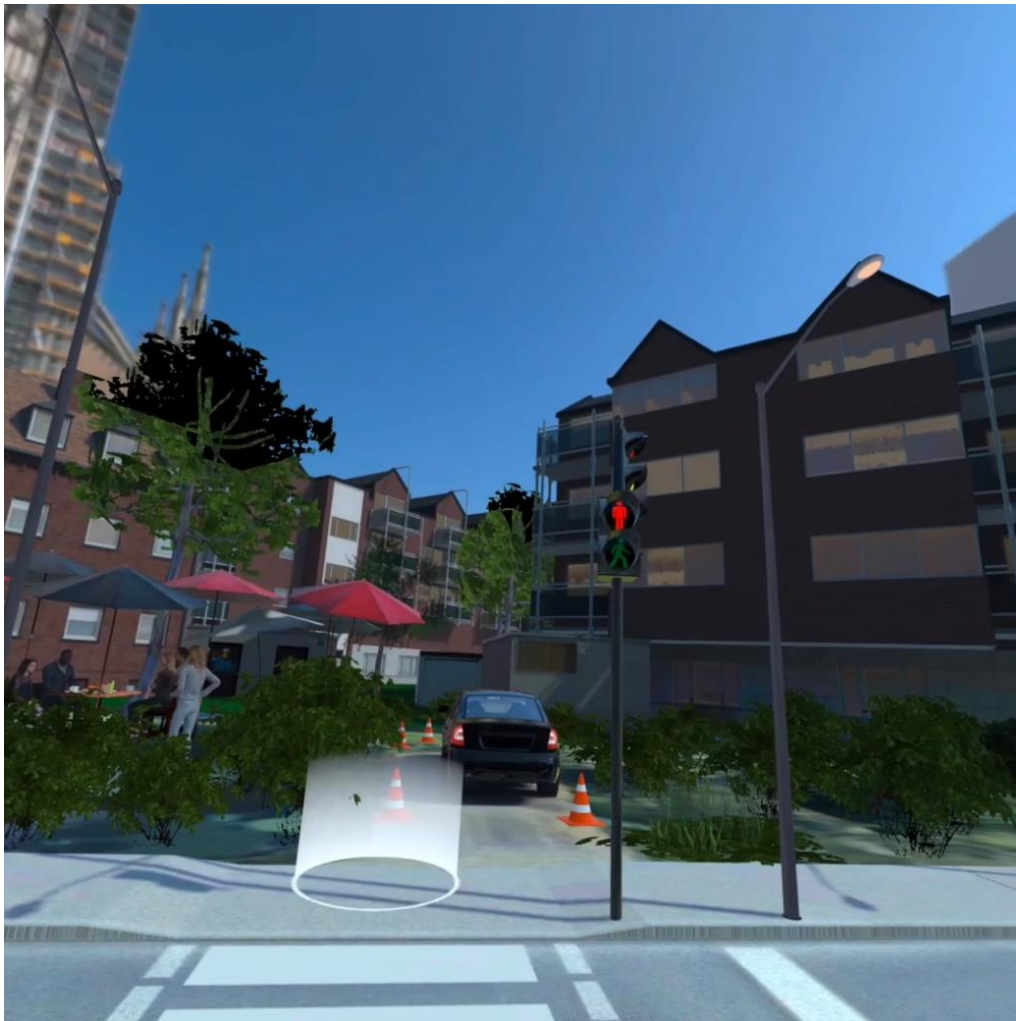


Abbildung 48: Screenshot Zielmarkierung Szene von Wegfest (eigene Darstellung).

Als graphische Oberfläche können verschiedene Szenen gewählt werden, die unterschiedliche Straßenszenarien in VR abbilden. Für die Steuerung der Szenen dient eine speziell entwickelte Datenbank.

In den Szenen werden verschiedene Fahrzeugmodelle implementiert. Motorisierende sowie nicht motorisierende Fahrzeuge werden dabei berücksichtigt. Zu den Fahrzeugen zählen jene mit einem Kraftstoffgetriebe bzw. konventionelle Fahrzeuge und Modelle (Autos), elektrogetriebene Fahrzeuge (Autos, Fahrräder, Scooter) sowie nicht motorisierende Fahrzeuge (Fahrräder). Die Fahrzeugmodelle werden online in diversen Assets-Stores erworben. Die Entwicklung des jeweiligen Fahrzeugsystems erfolgt durch Animationen in mehreren Phasen. Die Modelle werden zusätzlich mit entsprechenden Fahrzeuggeräuschen (motorisierend bzw. elekt-

robotrieben) versehen. Zur Vermeidung eines virtuellen Zusammenstoßes und dem damit verbundenen virtuellen Überfahren der nutzenden Person wird eine Modellierung vorgenommen, die auf Berechnungen von jeweiligen Distanzen (Region of warning (ROW) bzw. Region of interest (ROI)) beruht (vgl. Abbildung 49).

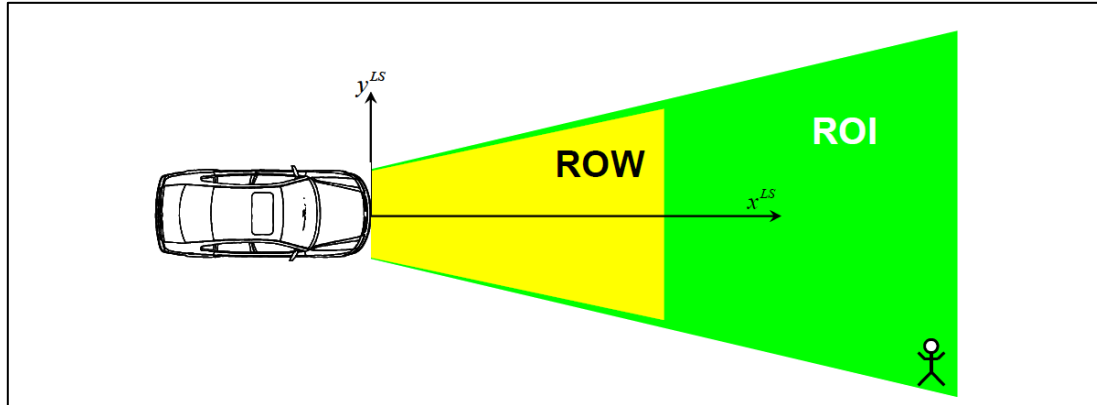


Abbildung 49: Ausdehnung der ROW und der ROI (Fürstenberg, 2009).

Hierbei wird um jedes Fahrzeug eine Bounding Box modelliert. Die Bounding Box ist ein Begrenzungsrahmen in Form eines Rechtecks, das ein Objekt umgibt und Informationen zu dessen Position enthält (Subramanyam, 2021). Sie wird verwendet, damit die Distanzen der Fahrzeuge zueinander eingehalten werden sowie ein Einfrieren der Szene bei einer Gefahrensituation bzw. bei einem Unfall durch das Zusammentreffen zwischen der Bounding Box und der nutzenden Person möglich ist. Das Verhalten von Fahrzeugen und Ampeln (auch Lichtsignalanlagen genannt) obliegt verschiedenen Entwicklungsschritten, in denen für ein autarkes Funktionieren verschiedene Controller-Klassen angelegt werden.

Die Webanwendung setzt sich zusammen aus Frontend, Backend und einer Datenbank. Die Datenbank fungiert als organisierte Sammlung von strukturierten Informationen bzw. Daten, die in elektronischer Form gespeichert werden. Die Datenbank wird angelegt, um die Szenenkonfiguration sowie die Formulierung von Fragen und zugehörige Antwortmöglichkeiten zur direkten Feedbackgenerierung in VR vorzunehmen. Die Konfigurationen sowie die Ergebnisse einer jeweiligen Szene bzw. Fragestellung werden in der Datenbank gespeichert. Der Name der verwendeten Datenbank ist MongoDB. Über folgenden Link ist die Datenbank erreichbar: [Wegfest.herokuapp.com/](https://wegfest.herokuapp.com/). Die verwendete Programmiersprache ist Javascript. Das Frontend stellt die Präsentationsebene dar und ermöglicht einen benutzerfreundlichen Zugriff auf Daten und Prozesse des zugrundeliegenden Backends in einer vereinfachten und abstrahierten Darstellung. Über verschiedene Reiter lassen sich zu unterschiedlichen Funktionen Einstellungen vornehmen. Bei der Programmierung der Datenbank wird ein Frontend-Framework genutzt. Dieses ermöglicht eine einfachere Erstellung der Anwendungsoberfläche eines Frontends. Dabei müssen Standardaufgaben nicht manuell programmiert werden, sondern werden vom

Framework zur Verfügung gestellt. Das in der Anwendung verwendete Frontendframework nennt sich AngularJS. Über definierte Schnittstellen wird auf die Datenbank auf das Backend zugegriffen. Die Daten werden über eine REpresentational State Transfer (REST)-Schnittstelle vom Backend abgefragt, aufbereitet und an das Frontend gesendet, wo sie folglich einsehbar sind. Das Backend wird ebenfalls mit der Programmiersprache Javascript in einer Node.js Umgebung umgesetzt. Als Node.js Framework wird Express genutzt. Die Node.js Anwendung (das Backend) speichert die Daten in der MongoDB Datenbank.

Nach erfolgreichem Login in die Datenbank per Benutzername und Kennwort können die Inhalte der Anwendung verwaltet werden. Als Login besteht lediglich ein einziger Account. Das eigenständige Erstellen eines Accounts für Fremde ist nicht möglich. Die Datenbank ermöglicht das Anlegen einzelner Personen. Für jede Probandin bzw. jeden Probanden wird ein Benutzer in pseudonymisierter Form angelegt. Über den Button „Neue Person erstellen“ können die Daten der Proband*innen hinterlegt werden (vgl. Abbildung 50). Die Daten umfassen den Vornamen sowie den Nachnamen (beides wurde pseudonymisiert angegeben) und das Geburtsdatum und Geschlecht. Die Angabe der Daten beruht auf einer freiwilligen Basis und wird im Vorfeld per Einwilligungserklärung bzw. Datenschutzbestimmung (s. Anhang C, S. 56) kommuniziert. Nach erfolgter Speicherung kann eine Konfiguration der einzelnen Szenen für die Erstellung einer Iteration vorgenommen werden.

Iteration erstellen
Ausstehende Iterationen
Abgeschlossene Iterationen
Auswertungen

Neue Iteration erstellen

Person wählen

Person auswählen

ODER

+ Neue Person erstellen

Daten der Testperson

Vorname	Nachname	Geschlecht	Geburtsdatum
-	-	-	-

Szenen konfigurieren

Szene

Einspurig ohne Hilfsmittel

Tageszeit

Tag
Dämmerung
Nacht

Verkehrsaufkommen

Niedrig
Mittel
Hoch

Tempolimit

30
50
70

Häufigkeit E-Mobilität

Niedrig
Mittel
Hoch

Fahrradfahrer

ja
nein

Szene entfernen

+ Weitere Szene hinzufügen
Iteration speichern

Abbildung 50: Screenshot Datenbank, Erstellung einer Iteration (eigene Darstellung).

Eine Iteration umfasst demnach mehrere hintereinandergeschaltete Szenen. Die Mindestanzahl einer Iteration liegt bei einer Szene, die maximale Anzahl bei zehn Szenen. Anhand der verschiedenen Parameter können die Schwierigkeitsstufen der Szenen individuell bestimmt werden. Die Daten aus der Datenbank werden per Schnittstelle an die Unity-Anwendung gesendet, welche die Konfiguration der Szenen übernimmt. Für die Übertragung der Daten ist eine Internetverbindung notwendig. Durch einen modularen Aufbau verschiedener Szenen ergibt sich eine Vielfalt an Anwendungsfällen, die in VR abgebildet werden können.

Nach erfolgreichem Abschluss jeder Szene wird eine Zwischenszene implementiert. Hier ist es möglich, durch das Einspielen zuvor definierter Fragen Feedback durch die nutzende Person zu generieren. Wurde eine Szene nicht erfolgreich absolviert, da es zu einem Unfall oder zu einer Gefahrensituation gekommen ist, startet dieselbe Szene erneut. Hierzu friert die Szene in der jeweiligen Situation ein und es erscheint der Hinweis „*Leider nicht geschafft!*“. Zudem erscheint ein roter Button, den es zu drücken gilt, um die Szene erneut zu laden.

Die Datenbank ermöglicht das Erstellen von Fragen und maximal fünf Antwortmöglichkeiten. Die Fragen können verschiedenen Szenen individuell zugeordnet werden. Nach erfolgreicher

Überquerung der Straße wird die Frage in der Zwischenszene eingeblendet. Die Zwischenszene ist vergleichbar mit der Szene des Tutorials. Die helle Umgebung in Form einer Bergsilhouette und einem rasterförmigen Boden wird durch das Einblenden der Fragen und Antworten ergänzt.

Für die Abbildung der Fragestellung bzw. Antwortmöglichkeiten wird in der virtuellen Umgebung ein Board konzipiert (vgl. Abbildung 51), das räumlich mittig zwischen der aktuellen Position (weißer Kreis) und der anschließenden Startposition (grüner Kreis) der nutzenden Person angeordnet ist.

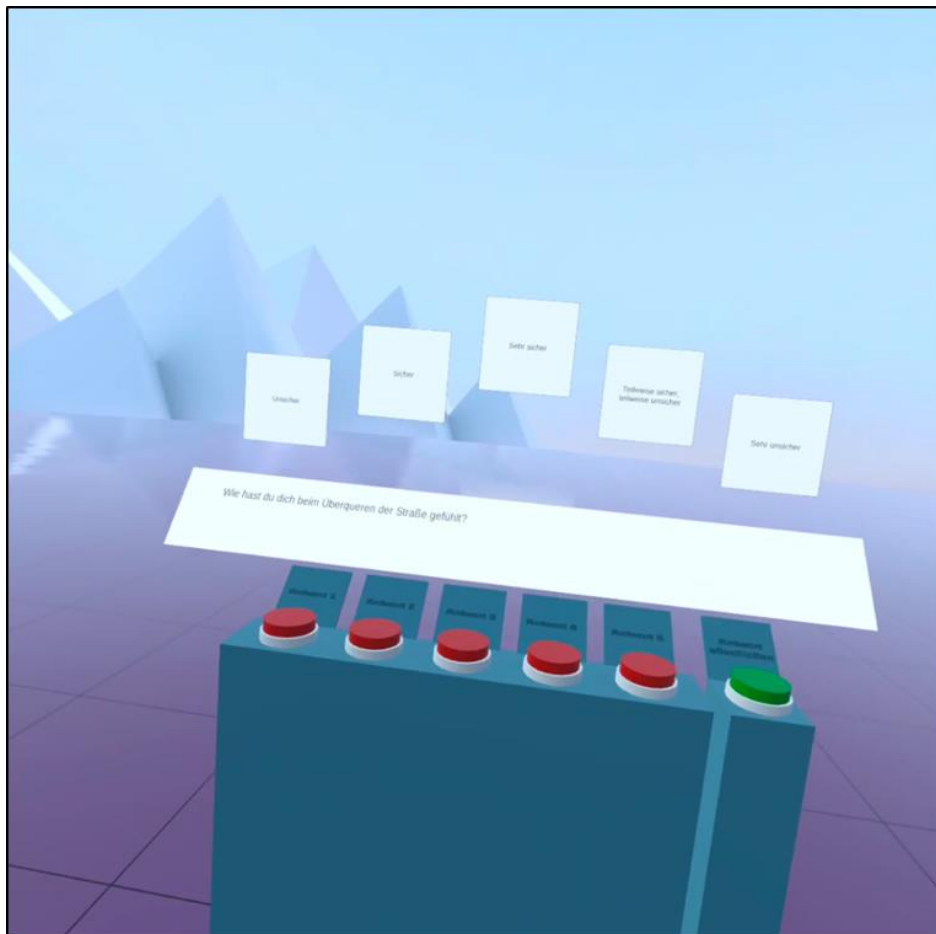


Abbildung 51: Screenshot Frageboard in Wegfest (eigene Darstellung).

Das Board umfasst eine Höhe von ca. 76 cm und orientiert sich damit an einer handelsüblichen Tischhöhe (Ziefle, 2002). Die Fragestellung erscheint übergeordnet. Die Antwortmöglichkeiten sind auf einer Ebene horizontal angeordnet, jeder Antwortmöglichkeit ist ein roter Antwortbutton zugeteilt. Per Handtracking kann eine Antwort durch Drücken des Buttons ausgewählt werden. An der rechten Seite ist ein grüner Button platziert, der als finales Einloggen der Antwort und gleichzeitiges Übermitteln an die Datenbank dient.

Tabelle 38: Zeitlicher Ablauf der Entwicklung von Wegfest.

Datum	Entwicklungsstatus
03.05-23.08.2021	Erprobung der Machbarkeit (SoPra, FH Dortmund)
01.09-20.12.2021	Konzeptualisierung <i>Wegfest</i>
01.2022	Beginn Entwicklungsarbeiten (VR-Anwendung & Datenbank)
03.01-14.04.2022	Regelmäßige Meeting zur Besprechung der Umsetzung des Konzeptes
19.04.2022	Release 1 Onboarding
19.04.2022	Release 1 <i>Wegfest</i> : Erste Szenen
30.04.2022	Release 2
15.05.2022	Release 3
23.05.2022	Release 4
22.06.2022	Release 5
24.06.2022	Release 6
25.06.2022	Release 7
26.06.2022	Release 8
27.06.2022	Release 9
28.06.2022	Release 10
30.06.2022	Release 11
01.07.2022	Release 12
04.07.2022	Release 13
11.07.2022	Release 14
29.07.2022	Release 15
04.08.2022	Release 16
26.09.2022	Release 17 (final)

Tabelle 38 stellt den zeitlichen Ablauf der VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* dar. Der Zeitraum der VR-Anwendungsentwicklung umfasst Januar 2022 bis Ende September 2022. Vor der Entwicklung der VR-Anwendung *Wegfest* wurde in Kooperation der Hochschule für Gesundheit Bochum mit einer Informatik-Studierendengruppe der Fachhochschule Dortmund im Rahmen eines Software-Praktikums (SoPra) die Machbarkeit der Anwendungsentwicklung überprüft. Hierbei wurde im Zeitraum Mai bis August 2021 erprobt, ob die Darstellung einer Straßenumgebung in VR möglich ist. Das positive Ergebnis wurde als Anlass für die Entwicklung der Idee von *Wegfest* genutzt.

Im November bis Dezember 2021 erfolgte die Konzeptualisierung von *Wegfest*. Die Aufgaben umfassten die Suche nach einem VR-Entwicklerteam, die Bewertung der Idee hinsichtlich der technischen und inhaltlichen Machbarkeit, die Besprechung erster inhaltlicher Vorstellungen mit den VR-Entwicklern und eine Recherche zu bestehenden VR-Anwendungen im Kontext Straßenüberquerung bzw. Senior*innen. Die Rechercheergebnisse zeigten, dass bereits Anwendungen im Kontext VR und Straßenüberquerung existieren, diese aber oftmals krankheitsspezifisch ausgerichtet sind und sich nicht auf die Zielgruppe Senior*innen fokussieren (vgl. Tabelle 39).

Tabelle 39: Rechercheergebnisse zum Thema Straßenüberquerung und VR.

Autor*innen	Titel	Fokus
Boian et al., (2003)	Dual Stewart-Platform Gait Rehabilitation System for Individuals Post-Stroke	Z.n. Schlaganfall
Navarro, Lloréns, Noé, Ferri & Alcañiz (2013)	Validation of a low-cost virtual reality system for training street-crossing. A comparative study in healthy, neglected and non-neglected stroke individuals	Z.n. Schlaganfall (+ Neglect)
Boian, Burdea, Deutsch, & Winter (2004)	Street Crossing Using a Virtual Environment Mobility Simulator	Z.n Schlaganfall
Katz et al., (2005)	Interactive virtual environment training for safe street crossing of right hemisphere stroke patients with Unilateral Spatial Neglect	Z.n. Schlaganfall (+Neglect)
Gabriel, J. (2017)	VR UX/UI Design: social story for autism - Crossing the Street	Autismus
Alghofaili et al., (2019)	Lost in Style: Gaze-driven Adaptive Aid for VR Navigation	Navigation/ Orientierung
Archydra GmbH (2017)	Street crossing in VR bzw. Virtual Reality: Traffic Safety for Kids	Kinder
McComas, MacKay & Pivik (2002)	Effectiveness of virtual reality for teaching pedestrian safety	Kinder
Siripanich, S. (2017)	Crossing the road in the world of autonomous cars	Autonomes Fahren
Pillai, A. (2017)	Nevs (Saab Automobile)	Autonomes Fahren
Google Cardboard VR Apps (2016)	Real Road Crossing VR - Can you cross the road?	Allgemein (Cardboard Anwendung)

Zudem erfolgte in diesem Zeitraum die Weiterentwicklung des Gütekriterienkernsets unter Einbezug der Ergebnisse des zweiten Workshops, sodass das vorläufig gültige Gütekriterienkernset im Dezember 2021 finalisiert wurde und als Vorlage für das Entwicklerteam verfügbar war (vgl. V3_{final}, Anhang D, S. 100 ff.). Um die erarbeiteten Kriterien des Gütekriterienkernsets für die Anwendungsentwicklung erfüllen zu können, wurden die Maßnahmen hierzu bestimmt (vgl. V4_{draft}, Anhang D, S. 118 ff.). In der Version V4_{draft} werden die einzelnen Handlungsschritte für die Erfüllung der Kriterien der Anwendungsentwicklung *Wegfest* erörtert.

Ab Januar 2022 begannen die Entwicklungsarbeiten der VR-Anwendung sowie die der Datenbank. Für die gesamte Entwicklungsphase arbeitete das vierköpfige Team, bestehend aus der Auftraggeberin bzw. der Erstellerin des Konzeptes, den beiden VR-Anwendungsentwicklern der vobe GmbH sowie der studentischen Hilfskraft (Informatikstudent), mit dem Organisations-tool Asana. Die gesamte Entwicklung umfasst die Monate Januar bis einschließlich September 2022. Während der Monate haben regelmäßige Meetings in einem ein- bis zweiwöchigen Ab-

stand zwischen allen Beteiligten stattgefunden, um im Rahmen des agilen Projektmanagements die To Dos und Ziele zu besprechen bzw. zu bewerten. Die Arbeiten umfassten die VR-Anwendungsentwicklung (Recherchearbeiten, Modellierungen von Umgebungen und Objekten, Aufnahmen Video bzw. Tonspuren, VR-Interaktionen sowie weitere Programmierungsarbeiten) und die Entwicklung der Datenbank. Weitere Tätigkeiten waren die Programmierung der Kompatibilität zwischen der Datenbank und der VR-Anwendung und die Durchführung von Pre-Tests innerhalb des Entwicklerteams.

Ab Juli 2022 wurden die zu dem Zeitpunkt bestehende Version von *Wegfest* (V14) mit Senior*innen getestet (vgl. Tabelle 40). Die Rekrutierung der Senior*innen erfolgte im privaten Umfeld sowie über die Physiotherapiepraxis Bischoff in Düsseldorf. Dabei wurde nach jeder Pre-Test-Phase das Feedback der Senior*innen aufgenommen und verarbeitet. Nach dem vierten Pre-Test mit Senior*innen wurde die Anwendung mit der Versionsnummer 17 als akzeptabel seitens der Nutzer*innen angesehen. Der Prototyp dieser Version wird für die anschließende Interventionsstudie verwendet.

*Tabelle 40: Durchführung von Pre-Tests zur VR-Anwendung Wegfest mit Senior*innen.*

Pre-Test mit Senior*innen	Datum	Anzahl Proband*innen (n)	Versionsnummer (V)
1	16.07.2022	4	V14
2	30.07.2022	4	V15
3	12.08.2022	5	V16
4	30.09.2022	6	V17

4.2.1.2 Parameter der VR-Anwendung

Wie zuvor beschrieben, werden verschiedene Parameter für die VR-Anwendungsentwicklung bzw. Trainingssteuerung im Rahmen der VR-Interventionsstudie verwendet. Des Weiteren wird bei *Wegfest* zwischen den Konfigurationsparametern und den Auswertungsparametern unterschieden.

Konfigurationsparameter

Die Parameter für die Szenenkonfiguration orientieren sich an den realen Gegebenheiten einer Straßenquerung. Hierunter fallen unterschiedliche akustische sowie visuelle Inputs. Unter den akustischen Inputs werden Reize gefasst, die sich auf die Mobilität der Fahrzeuge beziehen (Elektrofahrzeuge bzw. motorisierende Fahrzeuge) sowie Umgebungsgeräusche (z.B. Stimmen, Musik). Zu den visuellen Inputs zählen unterschiedliche Querungsabstände (Spurigkeit der Straße), Querungshilfen (Ampel, Zebrastreifen, Verkehrsinsel) sowie der Tageszustand (Tag, Dämmerung, Nacht).

In *Wegfest* lassen sich Szenen erstellen, die folgende Parameter zur Konfiguration umfassen:

- Fahrspurigkeit: einspurig, zweispurig, mit Radweg (wenn Radfahrer vorhaben)
- Querungshilfen: Ampel, Zebrastreifen, Verkehrsinsel, keine Querungshilfe
- Verkehrsaufkommen: gering, mittel, hoch
- Geschwindigkeitszonen: 30km/h-Zone, 50km/h-Zone, 70km/h-Zone
- Tageszeiten: Tag, Dämmerung, Nacht
- Elektromobilität: niedrig, mittel, hoch
- Fahrradfahrer: vorhanden (ja) oder nicht vorhanden (nein)

Auswertungsparameter

In der VR-Anwendung *Wegfest* wird die individuelle Szenenkonfiguration gespeichert, um den Trainingsprozess analysieren und auswerten zu können. Hierzu zählen folgende Parameter:

- Anzahl der Unfälle (Zusammenstoß mit einem Fahrzeug; Szene friert ein und Neustart der Szene)
- Anzahl der Gefahrensituationen (Beinahe-Zusammenstoß mit einem Fahrzeug; Szene friert ein und Neustart der Szene)
- Querungsversuche (Anzahl Versuche in der jeweiligen Szene)
- Tag und Zeit des jeweiligen Trainings (Speicherung von Datum und Uhrzeit)
- Proband*innennummer (Zuordnung zur jeweiligen Person in pseudonymisierter Form)

4.2.1.3 Trainingskonfiguration der VR-Anwendung

Die Bestimmung bzw. Zuordnung der einzelnen Level obliegt der Sensitivitätsanalyse. Die Auswahl der Szenen für die jeweilige Iteration wird anhand der Parameter festgelegt. Um eine adaptive Trainingssteigerung zu erreichen, bedarf es einer kontinuierlichen Steigerung der Anforderungen und somit des Schwierigkeitsgrads in den einzelnen Trainingseinheiten. Hierzu werden die Einstellungen zu den einzelnen Szenen jeder Iteration anhand der Parameter bestimmt. Die Parameter werden anhand ihrer Relevanz als Einflussfaktor bei einer Straßenüberquerung gewichtet und stellen die Grundlage für die Trainingsvariabilität dar (vgl. Abbildung 39). Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse im Rahmen des Scoping Reviews dienen als Basis für die Beurteilung der Bedeutsamkeit der Parameter. Die einzelnen Parameter werden in ihrer Bedeutsamkeit bzw. Einflussgröße numerisch sortiert und umfassen sechs Positionen. Die Position 6 (Fahrspurigkeit) stellt dabei den größten Einflussfaktor da, Position 1 (Elektromobilität) meint den geringsten Einflussfaktor.

Die Parameter umfassen verschiedene Abstufungen, sodass anhand der Konfiguration eine Variabilität durch das Abbilden unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade möglich ist. Hierfür wird

jedem Parameter eine Wertigkeit von „1“ zugeordnet. Die Abstufungen innerhalb eines Parameters (z.B. bei dem Parameter Verkehrsaufkommen: „gering“, „mittel“, „hoch“) werden mit jeweils einem weiteren Wert versehen, sodass sich eine lineare Steigerung innerhalb der Abstufungen eines Parameters ergibt (z.B. bei dem Parameter Verkehrsaufkommen: „gering“ = 1, „mittel“ = 2, „hoch“ = 3). Stufe 1 steht somit für die leichteste bzw. am geringsten anspruchsvolle Einstellung des jeweiligen Parameters. Die Stufe 3 bzw. 4 ist dem höchsten Schwierigkeitsgrad des jeweiligen Parameters zuzuordnen. Anhand der Positionen und Stufeneinteilung ergibt sich ein Wertesystem, das als Berechnungsrundlage für adaptive Trainingskonfiguration gilt. *Tabelle 41* stellt die Abstufungen der Parameter und somit die Einteilung der Schwierigkeitsgrade dar:

Tabelle 41: Wertesystem der Parameter in Wegfest.

Position	Parameter	Schwierigkeitsstufe	Wertesystem Abstufungen
6	Fahrspurigkeit (FS)	Zweispurig + Radweg	4
		Zweispurig	3
		Einspurig + Radweg	2
		einspurig	1
5	Geschwindigkeit (GK)	70 km/h-Zone	3
		50 km/h-Zone	2
		30 km/h-Zone	1
4	Querungshilfe (QH)	Keine	4
		Verkehrsinsel	3
		Zebrastreifen	2
		Ampel	1
3	Tageszeit (TZ)	Nacht	3
		Dämmerung	2
		Tag	1
2	Verkehrsaufkommen (VA)	Hoch	3
		Mittel	2
		Gering	1
1	Elektromobilität (EM)	Hoch	3
		Mittel	2
		gering	1

Die Konfiguration der Szenen obliegt der Auswahl der Parameter mit ihren einzelnen Abstufungen. Die Addition der einzelnen Zahlenwerte der Abstufungen jedes Parameters ergibt eine Summe, die die Schwierigkeit der Szene darstellt. Bei gleichen Summen ist eine Differenzierung über den Schwierigkeitsgrad der Szene anhand der Gewichtung der Parameter möglich.

Tabelle 42: Darstellung zweier Beispielszenen mit gleicher Summe.

		Fahrspurigkeit	Geschwindigkeit	Querungshilfe	Tageszeit	Verkehrsaufkommen	Elektromobilität	
Szene	1	1	2	2	2	1	2	10
	2	2	1	2	2	2	1	10

Tabelle 42 verdeutlicht die Entscheidungsgrundlage zur Bestimmung des Schwierigkeitsgrades anhand zweier Beispielszenen. Die Tabelle zeigt, dass die Summen beider Szenen $\Sigma=10$ betragen. Die erste Szene wird jedoch als leichter eingestuft, obwohl die Geschwindigkeit mit „2“ höher ist als in der zweiten Szene mit „1“. Bei gleicher Summe ist für die Bewertung der ranghöhere Parameter entscheidend, der hier die Fahrspurigkeit umfasst und für Szene 2 eine „2“ zugeordnet hat.

Pro Trainingseinheit ergibt sich eine Iteration, die mehrere Szenen umfasst. Die Summe einer Iteration besteht aus den Summen der jeweiligen Szenen mit ihren Abstufungen und bildet die Endsumme $\Sigma=x$ ab. Die minimale Endsumme mit $\Sigma=48$ spiegelt die in einer Trainingseinheit leichtesten Szenenkonfigurationen ab, in der Iteration ist nur jeweils ein Parameter verändert (vgl. Tabelle 43).

Tabelle 43: Szenenkonfiguration der leichtesten Szene in Wegfest.

		Fahrspurigkeit	Geschwindigkeit	Querungshilfe	Tageszeit	Verkehrsaufkommen	Elektromobilität	
Szene	1	1	1	1	1	1	1	6
	2	1	1	1	1	1	2	7
	3	1	1	1	1	2	1	7
	4	1	1	1	2	1	1	7
	5	1	1	2	1	1	1	7
	6	1	2	1	1	1	1	7
	7	2	1	1	1	1	1	7
								48

In den Pre-Tests erweist sich diese Konfiguration als „zu einfach“ für die Senior*innen. Die Senior*innen spiegeln unabhängig voneinander wieder, dass eine Trainingseinheit bestehend aus einer Iteration mit $\Sigma=48$ zu anspruchslos für die auserwählte Zielgruppe der Intervention ist. Auch wird die zu wenig variable Konfiguration dieser Iteration bemängelt. Anhand des Pre-Tests zeigt sich, dass eine erste Trainingseinheit mit einer Iteration $\Sigma=61$ von den Senior*innen als geeignet empfunden wird. Daraus ergibt sich eine Trainingskonfiguration mit folgender Iteration für die erste Trainingseinheit (vgl. Tabelle 44):

Tabelle 44: Darstellung der Szenenkonfigurationen der einzelnen Iterationen von TE1.

	Fahrspurigkeit Geschwindigkeit Querungshilfe Tageszeit Verkehrsaufkommen Elektromobilität							
Szene	1	1	1	1	1	1	1	6
	2	1	1	1	1	1	2	7
	3	2	1	1	1	1	2	8
	4	1	2	2	1	2	1	9
	5	1	2	2	2	1	2	10
	6	2	1	2	2	2	1	10
	7	1	2	3	1	2	2	11
								61

Die maximale Endsumme umfasst $\Sigma=131$ und stellt die schwierigste Iteration der Interventionsstudie und somit die letzte Trainingseinheit dar. Die Trainingseinheiten werden gleichmäßig um den Faktor 10 gesteigert (vgl. Tabelle 45):

Tabelle 45: Summen der Iterationen Trainingseinheit 1-8.

TE	Summe Iterationen
1	61
2	71
3	81
4	91
5	101
6	111
7	121
8	131

Die Gesamtzahl der Szenen für alle acht Trainingseinheiten mit je sieben Szenen pro Trainingseinheit umfasst 56 Szenen. Diese Anzahl stellt das Mindestmaß dar, wenn davon ausgegangen wird, dass alle Trainingseinheiten fehlerfrei bzw. unfallfrei absolviert werden. Die Anzahl der Teilnahme an den Trainingseinheiten bzw. der Erfolgsquote des unfallfreien Überquerens der Straße lassen Abweichungen zu, sodass möglicherweise unterschiedlich viele Szenen von den Senior*innen durchlaufen werden. Im Anhang B (Tab. 73, S. 37) sind die Konfigurationen der Trainingseinheiten 2-8 einsehbar. Ein Durchlauf wird, wie bereits in Kapitel 4.2.1.1 näher beschrieben, als Iteration bezeichnet.

4.2.2 Ergebnisse VR-Intervention mit Wegfest

In diesem Kapitel werden die statistischen Ergebnisse der Interventionsstudie mit der VR-Anwendung *Wegfest* auszugsweise beschrieben. Eine detaillierte Beschreibung der Ergebnisse beinhaltet die Forschungsarbeit von Prüß (2023).

Von den n=29 Senior*innen, die Interesse an der Teilnahme der VR-Interventionsstudie bekundet haben, werden n=20 Senior*innen im Alter zwischen 71-81 Jahren, von denen n=12 männlich und n=8 weiblich sind, für die Auswertung der Ergebnisse eingeschlossen (vgl. Tabelle 46 & Tabelle 47).

Tabelle 46: Deskriptive Statistik der Proband*innen (Geschlecht).

Geschlecht					
		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	männlich	12	60,0	60,0	60,0
	weiblich	8	40,0	40,0	100,0
	Gesamt	20	100,0	100,0	

Tabelle 47: Deskriptive Statistik der Proband*innen (Alter).

Deskriptive Statistiken					
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
Person	20	1	29	14,70	8,449
Alter	20	71	81	74,95	3,170
Gültige Werte (listenweise)	20				

Das Durchschnittsalter der Proband*innen liegt bei 74,95± 3,17 Jahren. Die Drop Out Quote umfasst 31,03%, die Gründe für die Exklusion sind unterschiedlich. Bei einer Person lag der Wert des TUGs mit 23 Sekunden außerhalb der Cut off-Werte, bei n=2 Proband*innen wurde das Training aufgrund von Motion Sickness-Symptomen in der zweiten bzw. dritten Trainingseinheit abgebrochen und n=6 Proband*innen wurden aufgrund von unregelmäßigem Training (<75%, d.h. <6/8TE) bei der Auswertung der Ergebnisse ausgeschlossen. Die Auswertung der Daten erfolgt mit Hilfe des Statistikprogramms IBM SPSS Statistics 22® für Windows sowie mit

Microsoft Excel 2010®. Für die Beantwortung der Fragestellung zur Selbstwirksamkeit im Rahmen der VR-Intervention (vgl. Kapitel 3.6.3), werden die Ergebnisse der Assessments zu den jeweiligen Messzeitpunkten verglichen. Die Bezeichnung „pre“ meint den Zeitpunkt vor Beginn der VR-Interventionsstudie, die Bezeichnung „post“ steht für den Zeitpunkt nach der VR-Interventionsstudie. *Tabelle 48* stellt die deskriptive Statistik der Assessments dar:

Tabelle 48: Deskriptive Statistik der Assessments.

		Statistiken					
		TUG_Pre	TUG_Post	MoCa_Pre	MoCa_Post	FES_Pre	FES_Post
N	Gültig	20	20	20	20	20	20
	Fehlend	0	0	0	0	0	0
Mittelwert		14,045	13,585	17,20	16,40	26,80	26,70
Standardfehler des Mittelwerts		,5308	,5127	,277	,134	,156	,179
Median		13,650	13,200	17,00	16,00	27,00	26,50
Modus		12,2	13,2 ^a	16	16	27	26
Std.-Abweichung		2,3739	2,2928	1,240	,598	,696	,801
Varianz		5,635	5,257	1,537	,358	,484	,642
Schiefe		,419	,782	,685	1,245	,292	,627
Standardfehler der Schiefe		,512	,512	,512	,512	,512	,512
Kurtosis		-,865	,159	-,447	,783	-,734	-1,108
Standardfehler der Kurtosis		,992	,992	,992	,992	,992	,992
Spannweite		7,9	8,5	4	2	2	2
Minimum		10,9	10,6	16	16	26	26
Maximum		18,8	19,1	20	18	28	28
Summe		280,9	271,7	344	328	536	534
Perzentile	25	12,200	11,550	16,00	16,00	26,00	26,00
	50	13,650	13,200	17,00	16,00	27,00	26,50
	75	16,175	14,775	18,00	17,00	27,00	27,00

a. Mehrere Modi vorhanden. Der kleinste Wert wird angezeigt.

Die statistische Analyse umfasst zunächst die Prüfung auf Normalverteilung, um die Repräsentativität der Stichprobe $n < 50$ zu überprüfen. Die Prüfung auf Normalverteilung erfolgt mittels Shapiro-Wilk Test. Bei Werten $p > 0.05$ kann die Normalverteilung nicht abgelehnt werden.

Folgende Nullhypothesen bzw. Alternativhypothesen lassen sich für die Durchführung der Tests auf Normalverteilung für die Assessments aufstellen:

1) *Ist der TUG der Grundgesamtheit normalverteilt?*

Nullhypothese H_0 : Der TUG der Grundgesamtheit ist normalverteilt.

Alternativhypothese H_1 : Der TUG der Grundgesamtheit ist nicht normalverteilt.

2) *Ist der MoCa der Grundgesamtheit normalverteilt?*

Nullhypothese H_0 : Der MoCa der Grundgesamtheit ist normalverteilt.

Alternativhypothese H_1 : Der MoCa der Grundgesamtheit ist nicht normalverteilt.

3) *Ist die FES-I der Grundgesamtheit normalverteilt?*

Nullhypothese H_0 : Die FES-I der Grundgesamtheit ist normalverteilt.

Alternativhypothese H_1 : Die FES-I der Grundgesamtheit ist nicht normalverteilt.

Die Ergebnisse implizieren eine Normalverteilung des TUGs zu beiden Messzeitpunkten (vgl. Tabelle 49).

Tabelle 49: Test auf Normalverteilung der Assessments.

Tests auf Normalverteilung						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
TUG_Pre	,156	20	,200*	,939	20	,231
TUG_Post	,132	20	,200*	,936	20	,202
MoCa_Pre	,233	20	,006	,854	20	,006
MoCa_Post	,398	20	<,001	,671	20	<,001
FES_Pre	,263	20	<,001	,800	20	<,001
FES_Post	,309	20	<,001	,762	20	<,001

*. Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Um einen direkten Vergleich der Signifikanzen zu erhalten, wird der gepaarte T-Test bzw. der Wilcoxon-Test herangezogen. Bei vorliegender Normalverteilung werden die Mittelwerte mit dem abhängigen T-Test untersucht.

Für die Ergebnisse des TUGs wird der T-Test durchgeführt und zeigt folgende Ergebnisse (vgl. Tabelle 50, Tabelle 51 & Tabelle 52):

Tabelle 50: Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen des TUGs.

Statistik bei gepaarten Stichproben					
		Mittelwert	N	Std.- Abweichung	Standardfehl er des Mittelwertes
Paaren 1	TUG_Pre	14,045	20	2,3739	,5308
	TUG_Post	13,585	20	2,2928	,5127

Tabelle 51: Ergebnis des T-Tests bei gepaarten Stichproben des TUGs.

Test bei gepaarten Stichproben									
		Gepaarte Differenzen				Signifikanz			
		Mittelwert	Std.- Abweichung	Standardfehl er des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz	T	df	Einseitiges p	Zweiseitiges p
Paaren 1	TUG_Pre – TUG_Post	,4600	,5871	,1313	Unterer Wert ,1853 Oberer Wert ,7347	3,504	19	,001	,002

Tabelle 52: Darstellung Cohen's d zur Bestimmung der Effektstärke.

Effektgrößen bei Stichproben mit paarigen Werten						
			Standardisier er ^a	Punktschätzu ng	95% Konfidenzintervall	
Paaren 1	TUG_Pre – TUG_Post	Cohen's d	,5871	,784	Unterer Wert ,272	Oberer Wert 1,279
		Hedges' Korrektur	,5990	,768	,267	1,254

a. Der bei der Schätzung der Effektgrößen verwendete Nenner.
Cohen's d verwendet die Standardabweichung einer Stichprobe der Mittelwertdifferenz.
Hedges' Korrektur verwendet die Standardabweichung einer Stichprobe der Mittelwertdifferenz und einen Korrekturfaktor.

Die Ergebnisse implizieren mit $p=0.002$ ($T=3.504$; $df=19$) einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten. Mit einem Cohen's $d=0.784$ lässt sich eine sehr große Effektstärke nachweisen.

Die Ergebnisse des MoCA sowie der FES weisen keine Normalverteilung auf (vgl. Tabelle 49). Aus diesem Grund wird der Wilcoxon-Test durchgeführt. Der Wilcoxon-Test gilt als nichtparametrischer T-Test und dient dem Paarvergleich. Er prüft, ob signifikante Änderungen der abhängigen Variable zwischen den beiden Messzeitpunkten der Assessments vorliegen. Das Signifikanzniveau wird mit $\alpha = 5\%$ angenommen. Die Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für das MoCA sehen wie folgt aus (vgl. Tabelle 53 & Tabelle 54):

Tabelle 53: Ergebnis Wilcoxon-Test für das MoCA.

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen MoCa_Pre und MoCa_Post ist gleich 0.	Wilcoxon-Test bei verbundenen Stichproben	,564	Nullhypothese beibehalten

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.
b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Tabelle 54: Darstellung des Z-Wertes des Wilcoxon-Tests für das MoCA.

Zusammenfassung des Wilcoxon-Tests bei verbundenen Stichproben	
Gesamtzahl	20
Teststatistik	18,000
Standardfehler	7,794
Standardisierte Teststatistik	-,577
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,564

Die Ergebnisse weisen keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten auf ($p=0.56$; $z=0.57$).

Die Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die FES-I zeigen signifikante Veränderungen im Vergleich der Messzeitpunkte ($p=0.005$; $z=-2.818$), (vgl. Tabelle 55 & Tabelle 56):

Tabelle 55: Ergebnis des Wilcoxon-Tests für die FES-I.

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen FES_Pre und FES_Post ist gleich 0.	Wilcoxon-Test bei verbundenen Stichproben	,005	Nullhypothese ablehnen

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.
b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Tabelle 56: Darstellung des Z-Wertes des Wilcoxon-Tests für die FES-I.

Zusammenfassung des Wilcoxon-Tests bei verbundenen Stichproben	
Gesamtzahl	20
Teststatistik	4,000
Standardfehler	12,420
Standardisierte Teststatistik	-2,818
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	,005

Die Ergebnisse implizieren eine signifikante Veränderung des TUGs sowie der FES-I nach Absolvierung des VR-Interventionstrainings mit *Wegfest*.

Neben der statistischen Analyse der Assessments zu den Messzeitpunkten werden die Ergebnisse der subjektiven Einschätzung der Proband*innen anhand der in *Wegfest* integrierten Fragestellung (vgl. Kapitel 3.6.3) sowie die Anzahl an Kollisionen auf signifikante Unterschiede überprüft. Die Bezeichnung „Einschätzung Pre“ meint die Summe aller Ergebnisse der Fragestellung der inkludierten Proband*innen zum Zeitpunkt der ersten Trainingseinheit. Die Beschreibung „Einschätzung Post“ bezieht sich auf die Summe zum Zeitpunkt der achten Trainingseinheit der VR-Interventionsstudie. *Tabelle 57* bildet die deskriptive Statistik zur subjektiven Einschätzung ab.

Tabelle 57: Deskriptive Statistik zur subjektiven Einschätzung in *Wegfest*.

Statistiken		Einschätzung Pre	Einschätzung Post
N	Gültig	140	140
	Fehlend	0	0
Median		2,00	3,50
Schiefe		,357	-,804
Standardfehler der Schiefe		,205	,205
Kurtosis		-,832	-,156
Standardfehler der Kurtosis		,407	,407
Minimum		1	1
Maximum		4	4
Perzentile	25	2,00	3,00
	50	2,00	3,50
	75	3,00	4,00

Der Parameter zur subjektiven Einschätzung beruht auf einem ordinalen Skalenniveau. Für das weitere statistische Vorgehen wird der Wilcoxon-Test unter Einbezug des Medians durchgeführt. Die Durchführung des Wilcoxon-Tests zeigt folgendes Ergebnis (vgl. *Tabelle 58* & *Tabelle 59*):

Tabelle 58: Ergebnis des Wilcoxon-Tests für die subjektive Einschätzung in Wegfest.

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Einschätzung Pre und Einschätzung Post ist gleich 0.	Wilcoxon-Test bei verbundenen Stichproben	<,001	Nullhypothese ablehnen

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.
b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Tabelle 59: Darstellung des Z-Wertes des Wilcoxon-Tests für die subjektive Einschätzung.

Zusammenfassung des Wilcoxon-Tests bei verbundenen Stichproben	
Gesamtzahl	140
Teststatistik	5134,000
Standardfehler	313,667
Standardisierte Teststatistik	7,157
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	<,001

Das Ergebnis für die subjektive Einschätzung stellt mit $p < 0.001$ und $z = 7.157$ eine signifikante Änderung dar.

Zuletzt wird die statistische Analyse zu den in *Wegfest* verursachten Kollisionen durchgeführt. Die Bezeichnung „collgesamt_Pre“ steht für die Summe der Anzahl aller Gefahrensituationen sowie Unfälle in *Wegfest* zum Zeitpunkt der ersten VR-Trainingseinheit. Mit „collgesamt_Post“ ist die Summe der Anzahl aller Gefahrensituationen und Unfälle in *Wegfest* zum Zeitpunkt der achten VR-Trainingseinheit gemeint. Zusammenfasst bildet die Bezeichnung der Anzahl an Gefahrensituationen bzw. Unfällen den Begriff „Kollisionen“ ab. Der Parameter der Kollisionen beruht auf einem intervallskalierten Skalenniveau. *Tabelle 60* bildet die deskriptive Statistik der Kollisionen ab:

Tabelle 60: Deskriptive Statistik zum Parameter „Kollision“.

		Statistiken	
		collgesamt_Pre	collgesamt_Post
N	Gültig	20	20
	Fehlend	0	0
Mittelwert		2,20	,90
Median		2,00	1,00
Std.-Abweichung		1,281	,553
Schiefe		,253	-,083
Standardfehler der Schiefe		,512	,512
Kurtosis		,136	,766
Standardfehler der Kurtosis		,992	,992
Perzentile	25	1,25	1,00
	50	2,00	1,00
	75	3,00	1,00

Der Parameter Kollision beinhaltet die Gesamtzahl der Unfälle sowie der beinahe Unfälle und wird auf Normalverteilung geprüft. Folgende Nullhypothese bzw. Alternativhypothese lässt sich für die Durchführung der Tests auf Normalverteilung aufstellen:

- 4) Sind die Kollisionen der Grundgesamtheit normalverteilt?
 Nullhypothese H_0 : Die Kollisionen der Grundgesamtheit ist normalverteilt.
 Alternativhypothese H_1 : Die Kollisionen der Grundgesamtheit ist nicht normalverteilt.

Die Ergebnisse implizieren keine Normalverteilung des Parameters Kollisionen zu beiden Messzeitpunkten (vgl. Tabelle 61)

Tabelle 61: Test auf Normalverteilung des Parameters „Kollision“.

Tests auf Normalverteilung						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
collgesamt_Pre	,212	20	,019	,938	20	,220
collgesamt_Post	,372	20	<,001	,728	20	<,001

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Für das weitere statistische Vorgehen wird der Wilcoxon-Test unter Einbezug des Medians durchgeführt. Die Ergebnisse implizieren mit $p < 0.001$ und $z = -3.373$ einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten (vgl. Tabelle 62 & Tabelle 63).

Tabelle 62: Ergebnis des Wilcoxon-Tests für die Kollisionen in Wegfest.

Hypothesentestübersicht			
	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}
1	Der Median der Differenzen zwischen collgesamt_Pre und collgesamt_Post ist gleich 0.	Wilcoxon-Test bei verbundenen Stichproben	<,001
			Entscheidung
			Nullhypothese ablehnen

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.

b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Tabelle 63: Darstellung des Z-Wertes des Wilcoxon-Tests für die Kollisionen.

Zusammenfassung des Wilcoxon-Tests bei verbundenen Stichproben	
Gesamtzahl	20
Teststatistik	4,000
Standardfehler	18,974
Standardisierte Teststatistik	-3,373
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	<,001

5 Diskussion

Die Gliederung der Diskussion orientiert sich an der Struktur der Ergebnisse und greift die wesentlichen Inhalte der Forschungsarbeit auf. Zunächst wird auf die einzelnen Phasen des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen eingegangen (Kapitel 5.1). Folglich werden die Zwischenversionen des Gütekriterienkernsets diskutiert (Kapitel 5.1.1). Zudem werden die verwendeten qualitativen Forschungsmethoden beleuchtet (Kapitel 5.1.1.1) und die in der Forschungsarbeit genutzten Modelle (PEP, PDCA, Partizipationsmodelle) aufgegriffen (Kapitel 5.1.1.2). In Kapitel 5.1.2 wird die finale Version des Gütekriterienkernsets diskutiert. Dabei wird auf die Verwertbarkeit des finalisierten Gütekriterienkernsets näher eingegangen (Kapitel 5.1.2.1) sowie werden vergleichbare Forschungstätigkeiten zu dieser Thematik herangezogen und diskutiert (Kapitel 5.1.2.2).

In Kapitel 5.1.2 wird die VR-Anwendung erörtert. Hierzu wird in Kapitel 5.2.1 näher auf Diskussionsaspekte zur VR-Anwendungsentwicklung sowie in Kapitel 5.2.2 zur VR-Intervention eingegangen.

Das Kapitel 5.1 ff. adressiert vordergründig die Lesehandlung „Gütekriterienkernsetentwicklung“. Das Kapitel 5.1.2 ff. richtet sich primär an die Lesehandlung „VR-Anwendungsentwicklung“.

5.1 Entwicklungsphasen des Gütekriterienkernsets

In diesem Kapitel werden Diskussionsaspekte zu dem Entwicklungsvorgehen des Gütekriterienkernsets erläutert. Demnach richtet sich dieses Kapitel mitsamt den unterkapiteln vordergründig an die Lesehandlung „Gütekriterienkernsetentwicklung“.

Die Entwicklung des Gütekriterienkernsets obliegt mehreren Phasen. Im Rahmen des iterativen Vorgehens wurden verschiedene Versionen angefertigt. Ein iteratives Vorgehen ermöglicht einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess (Stegbauer, 2010). Durch die stetige (Neu-)Aufbereitung von Inhalten sollen Vorhaben gezielt weiterentwickelt werden. Laut Stegbauer (2010) eignet sich ein iteratives Vorgehen aber nur dann, wenn keine wesentlichen Festlegungen getroffen wurden. Ein iteratives Vorgehen wird häufig im Rahmen des agilen Projektmanagements angewendet. Vorteile werden unter anderem in einer schnellen Anpassung an neue Anforderungen gesehen sowie eine bessere Nutzer*innenzentrierung durch das iterative Vorgehen. Nachteile liegen in einer erschwerten Planbarkeit (z.B. Budget und Zeitaufwand), da sich die Abläufe aus den jeweiligen Ergebnissen der einzelnen Phasen ergeben. Auch ist der Gesamtüberblick des Aufwands ungewiss (Stegbauer, 2010). Für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen wurde das iterative Vorgehen als sinnvoll bewertet. In jeder Iteration resultierten nach Durchführung der verschiedenen For-

schungsmethoden wertvolle Ergebnisse, die wesentlich zur Produktion des Gütekriterienkernsets beigetragen haben. Durch das systematische Vorgehen konnten schrittweise neue Ergebnisse bewertet bzw. berücksichtigt werden. Flick (2007) beschreibt in seinen Forschungsparadigmen, dass qualitative Forschung durch Verwendung offener Methoden Sinnstrukturen des Alltags gerecht werden. Durch Exploration können Erkenntnisse in einem prozessual, zirkulär bzw. iterativ-zyklischen Vorgehen gewonnen werden. Das iterative Vorgehen ist in der quantitativen Forschung insbesondere in der empirischen Sozialforschung bereits etabliert.

5.1.1 Zwischenversionen des Gütekriterienkernsets

Die Entwicklung der einzelnen Versionen des Gütekriterienkernsets erfolgte im Rahmen der PDCA-Zyklen basierend auf der Durchführung der verschiedenen qualitativen Forschungsmethoden. Die Versionen V1_{draft} bzw. V1_{final}, V2_{draft} bzw. V2_{final}, V3_{draft} bzw. V3_{final} sowie V4_{draft} sind als Prototypen des finalisierten Gütekriterienkernsets (V4_{final}) zu bewerten. Im Laufe des Entwicklungsprozesses wird von einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess mit zunehmender Partizipation ausgegangen. Dabei ergeben sich inhaltliche sowie strukturelle Veränderungen und eine Zunahme der Komplexität. Im Folgenden werden die einzelnen Versionen diskutiert.

Die erste Version des Gütekriterienkernset (V1_{final}) basiert auf der Durchführung der SLR zu UF1 (vgl. Kapitel 3.3.1.1) sowie Framework Analyse (vgl. Kapitel 3.4), indem erste Kriterien in Form von Codes sowie daraus abgeleitete Kategorien entwickelt wurden. In diesem ersten Schritt wurde das Ziel verfolgt, einen Überblick der Literatur zu dem Thema gewinnen zu können, sowie eine Übernahme bzw. Überführung gültiger Inhalte für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets. Die grundlegende Struktur in Form der Einteilung von Kriterien als untergeordnete Inhalte einer Kategorie wurde von der Framework Analyse übernommen. Aufgrund inhaltlicher Differenzen wurde eine Zweiteilung des Gütekriterienkernsets vorgenommen, das für den ersten Part, (in V4_{final} als *Kapitel* bezeichnet), die „Allgemeingültigen Kriterien“ und im zweiten Part die „spezifischen Kriterien“ abbildet. Die Formulierung der beiden Parts umfasst für ersteren Rahmenbedingungen bestehend aus universellen Inhalten, die auch teilweise auf eine andere Technologie(gruppe) übertragen werden können und nicht ausschließlich für VR gültig sind. Der zweite Part umfasst Inhalte, die sich im Wesentlichen auf VR beziehen und nur bedingt übertragbar auf andere Technologie(gruppen) sind. Der erste Entwurf verdeutlicht, dass sich Inhalte vereinzelt auf die VR-Thematik übertragen bzw. ableiten lassen. Jedoch muss beachtet werden, dass durch ein derartiges methodisches Vorgehen durch das Umstrukturieren und Vornehmen inhaltlicher Anpassungen ein Interpretationsraum gegeben ist, so dass Inhalte aus der Literatur in ihrer Bedeutung verändert werden könnten. Bei der Entwicklung von V1_{final} wurde versucht die Originaldaten bzw. –formulierungen zu übernehmen, was jedoch nicht durchgängig möglich war. Zudem muss erwähnt werden, dass die Entwicklung von V1_{final} der Eigenreflexion unterlag. Dies meint, dass Inhalte ohne Einbezug der Zielgruppe

bzw. Expert*innen entwickelt wurden. Auch wurde kein partizipatives Vorgehen berücksichtigt. Das Vorgehen lässt sich reflektiv als geeignet bewerten, dennoch bleibt offen, ob sich inhaltliche sowie strukturelle Änderungen durch eine Fremdrelexion in diesem Schritt ergeben hätten. Die erste Version wurde als Basis für weitere Entwicklungsarbeiten des Gütekriterienkernsets genutzt.

Die zweite Version des Gütekriterienkernsets ($V2_{\text{final}}$) basiert auf der Durchführung der SLR zu UF2 (vgl. Kapitel 3.3.1.2), die eine Präzisierung, Überprüfung sowie Ergänzung des Gütekriterienkernsets der ersten Version verfolgt. Anhand der Literaturergebnisse ($n=22$) konnte das Gütekriterienkernset weiter ausgebaut werden. Anhand inhaltlicher sowie struktureller Änderungen konnte eine Spezifizierung erfolgen. Die aus der Literatur abgeleiteten Inhalte ermöglichten eine umfassendere Gestaltung, indem jedes Kriterium durch die Ergänzung von Erläuterungen näher ausgeführt werden konnte. Zudem ergaben sich Änderungen hinsichtlich der Quantität der Kriterien. Die Kategorien wurden beibehalten. Wie bereits in dem Entwicklungsprozess von $V1_{\text{final}}$ diente auch in dem Entwicklungsprozess von $V2_{\text{draft}}$ die Eigenreflexion als Grundlage für Anpassungen bzw. Veränderungen. Anhand der als passend bewerteten Literaturinhalte erfolgte eine Übernahme dieser für das Gütekriterienkernset der zweiten Version $V2_{\text{final}}$. Obgleich darauf geachtet wurde, dass Inhalte in ihren Kontexten sowie Bedeutungen nicht verändert wurden, kann dabei im Rahmen des Interpretationsraums nicht von beständiger Gültigkeit ausgegangen werden. Offen bleibt, ob durch Einbezug Anderer im Rahmen der Fremdrelexion die Ergebnisse anderweitig ausfallen würden. Die Entwicklung von $V2_{\text{final}}$ ist im Rahmen des partizipativen Vorgehens den Vorstufen von Wright et al. (2010) zuzuordnen. Wie bereits in Kapitel 5.1.1 erläutert, sollte eine Anpassung in den Formulierungen der Vorstufen vorgenommen werden, um diese im Rahmen des Forschungsvorhabens als treffender zu bewerten. Zwar diente im Vergleich zu UF1 eine vermehrt auf die Zielgruppe ausgerichtete Fragestellung (UF2) als Grundlage der SLR, dennoch ist dieses Vorgehen mit einer Gleichsetzung der Vorstufen der Partizipation, so wie die Wright et al. (2010) definieren, fraglich. Das Vorgehen erwies sich als sinnvoll, da inhaltlich sowie strukturell Veränderungen durchgeführt wurden, die eine Präzisierung des Gütekriterienkernsets rückschließen lassen.

Die zweite Version des Gütekriterienkernsets ($V2_{\text{final}}$) basiert auf den Ergebnissen des ersten Workshops mit den VR-Entwicklungsexpert*innen. Als Grundlage zur Bearbeitung dieser Version dienten die Versionen $V1_{\text{draft}}$, $V1_{\text{final}}$ sowie $V2_{\text{draft}}$. Diese sollten hinsichtlich ihrer Gültigkeit sowie Vollständigkeit überprüft werden. Die Workshopergebnisse lassen den Rückschluss zu, dass eine Vollständigkeit der zuvor erarbeiteten Ergebnisse nicht erreicht wurde. Durch die Generierung weiterer Kriterien der VR-Entwicklungsexpert*innen konnte das Gütekriterienkernset weiter ausgebaut werden. Zudem fand eine Spezifizierung der Inhalte in $V2_{\text{final}}$ statt. Auch wurden strukturelle Änderungen durch das Ergänzen von Subkategorien vorgenommen.

Die im Rahmen der Fremdrelexion erarbeiteten Kriterien dienten dem Abgleich der zuvor aus der Literatur abgeleiteten Inhalte mit den Erfahrungswerten der Expert*innen. Dabei zeigte sich, dass die zuvor entwickelten Inhalte als gültig bewertet werden konnten, jedoch teilweise eine Präzisierung anhand von Erläuterungen fehlte. Die Expert*innen führten Ergänzungen zu den jeweiligen Kriterien an, die auf deren Erfahrungswerten beruhen. Dabei herrsche Einigkeit über die aufgeführten Inhalte. Dennoch muss beachtet werden, dass Erfahrungswerte differenziert ausfallen können. Personen mit anderen Erfahrungswerten würden demnach den Inhalten aus V2_{final} möglicherweise widersprechen. Auch muss die Gültigkeit der Erfahrungswerte beachtet werden, da durch einen Technologiefortschritt oder aber auch durch mehrfaches Erleben sich Erfahrungen ändern und demnach Meinungen bzw. Inhalte anders ausfallen könnten. Die Entwicklung von V2_{final} durch Einbezug der VR-Entwicklungsexpert*innen wird als sinnvoll bewertet. Das Gütekriterienkernset wurde näher spezifiziert sowie ausgebaut. Die in diesem Schritt angeordnete Erfüllung der Vorstufen der Partizipation nach Wright et al. (2010) sollte, wie bereits im vorherigen Abschnitt beschrieben, hinsichtlich der Sinnmäßigkeit überprüft werden. Zwar erfolgte durch den Einbezug von VR-Entwicklungsexpert*innen eine Berücksichtigung vereinzelter Erkenntnisse zu Ansprüchen von VR seitens der Zielgruppe Senior*innen, jedoch kann hierbei keine Übereinstimmung mit den von Wright et al. (2018) definierten Vorstufen der Partizipation erkannt werden. Dies unterstreicht, dass die Vorstufen der Partizipation für dieses Forschungsvorhaben anderen Definitionen unterliegen sollte. Die zweite Version des Gütekriterienkernsets wird als gewinnbringend für das Forschungsziel dieser Arbeit bewertet.

Die Version V3_{draft} des Gütekriterienkernsets diene der weiteren Spezifizierung im Entwicklungsprozess und basiert auf den Ergebnissen der SLR zu UF3 (vgl. Kapitel 3.3.1.3). Die Inhalte von V3_{draft} wurden durch Einbezug der Literaturergebnisse weiter ausgebaut, indem die bisherigen Kriterien hinsichtlich der Detailtiefe sowie des Granularitätsniveaus angepasst wurden. Auch diene dieser Schritt der Überprüfung von Inhalten, die anhand der Workshopergebnisse in V2_{final} aufgenommen wurden, indem durch Dopplungen von Kriterien die Gültigkeit bestätigt wurde. Die Inhalte wurden im Vergleich zu den vorherigen Fragestellungen der SLR anhand von UF3 mit einem größeren Bezug zur Zielgruppe Senior*innen ausgebaut. Durch die Spezifizierung konnten bestehende Kriterien konkretisiert werden. Das Vorgehen erfolgte im Rahmen der Selbstreflexion. Wie bereits zuvor beschrieben, muss bei der Auswertung der Literaturergebnisse und der Übertragung dieser in V3_{draft} von einem gewissen Interpretationsraum ausgegangen werden. Das Vorgehen der Entwicklung der Version V3_{draft} des Gütekriterienkernsets wurde unter den Vorstufen der Partizipation nach Wright et al. (2010) gefasst. Trotz des vermehrten Einbezugs der Zielgruppe anhand der Recherche zu UF3 sollten Anpassungen in der Definition der nach Wright et al. deklarierten Vorstufen der Partizipation erfolgen,

um im Rahmen dieser Forschungsarbeit eine treffendere Bezeichnung sowie inhaltliche Auslegung aufweisen zu können. Die bisherige Version des Gütekriterienkernsets hat zum Entwicklungsprozess beigetragen, indem die Kriterien näher spezifiziert wurden. Die Entwicklung diente als Grundlage für weitere Versionen im iterativen Prozess.

In der dritten Version des Gütekriterienkernsets (V3_{final}) wurden weitere Maßnahmen zur Spezifizierung der bereits erarbeiteten Inhalte vorgenommen, indem die Ergebnisse des zweiten Expert*innenworkshop einbezogen wurden. Die Ergebnisse lassen rückschließen, dass das Gütekriterienkernset in der bisherigen Version nicht vollständig war. Anhand der Workshopergebnisse konnten strukturelle sowie inhaltliche Änderungen vorgenommen werden, um das Gütekriterienkernset zu komplementieren. Im Rahmen des Workshops mit Anwendungsexpert*innen wurden einige Ergebnisse als Dopplungen identifiziert, dass somit die bestehenden Inhalte bestätigt, jedoch konnten auch weitere Kriterien generiert werden. Strukturelle Änderungen umfassten die Erstellung einer Beschreibung des Gütekriterienkernsets in Form eines Vorwortes, eine Zusammenfassung der Inhalte einer Kategorie sowie die Umstrukturierung einzelner Kategorien und die Ausformulierung der Kriterien, indem die zuvor als Stichwörter dargestellten Erläuterungen in Sätzen dargestellt wurden. Die Änderungsvorschläge beruhen auf den Angaben der Expert*innen im Rahmen der Diskussion und erwiesen sich als ein geeignetes Format, um die Inhalte systematischer und für die lesende Person besser nachvollziehbar darstellen zu können. Die Ergebnisse der Workshopteilnehmer*innen fielen differenziert aus, indem einzelne Erfahrungen berichtet und als Kriterium bzw. erläuternder Inhalt verfasst wurden. Im Rahmen der Diskussion erfolgte kein Widerspruch der Ergebnisse durch andere Teilnehmer*innen. Dennoch muss angemerkt werden, dass die vereinzelter Erfahrungen, die als Ergebnisse formuliert wurden, möglicherweise kein repräsentatives Ergebnis darstellen, sondern auf subjektiven bzw. objektiven Erkenntnissen der jeweiligen Person fundieren. Die Gültigkeit der Inhalte muss durch weitere Forschungsaktivitäten überprüft werden. Die Entwicklung von V3_{final} wird als sinnvoll bewertet. Die umfassende inhaltliche und strukturelle Darstellung ermöglicht ein Abbild verschiedener Kriterien, die für eine senior*innengerechte VR-Anwendungsentwicklung relevant sein könnten. Der Einbezug der Expert*innen unterlag einem zweiten Prozess der Fremdreflexion, sodass anhand Experteneinschätzungen eine Bewertung der zu diesem Zeitpunkt erarbeiteten Inhalte vorgenommen werden kann. Die Bewertung erfolgte insbesondere dadurch, dass die Vollständigkeit, strukturelle sowie inhaltliche Einheitlichkeit sowie Richtigkeit geprüft wurde. Auch diese Entwicklungsphase obliegt den nach Wright et al. (2010) definierten Vorstufen der Partizipation, die durch Anpassungsmaßnahmen hinsichtlich Auslegung und Definition für dieses Forschungsvorhaben abgestimmt werden sollten. Die Entwicklung von V3_{final} ist als vorläufig gültiges Gütekriterienkernset zu bewerten und somit ein bedeutsamer Abschnitt für das Gesamtvorhaben, der Entwicklung eines Gütekriteri-

enkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen. Zudem diene diese Version als weitere Bearbeitungsgrundlage, die insbesondere auch für die VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* relevant war.

Um die bis zu diesem Zeitpunkt aus den qualitativen Methoden abgeleiteten Ergebnisse in die Praxis zu transferieren, wurde eine VR-Anwendungsentwicklung vorgenommen, die die Inhalte der Version V3_{final} des Gütekriterienkernsets als Basis verwendete. Die Entwicklung der Zwischenversion V4_{draft}, die als Instrument der Übersetzung der Inhalte von V3_{final} in eine konzeptuelle Version umfasste, diene der transparenten Darstellung der Umsetzung einzelner Kriterien in der Praxis. Zudem konnte anhand von V4_{draft} überprüft werden, ob die zuvor in der Theorie definierten Inhalte angewendet werden konnten. V4_{draft} bildet somit die konzeptionellen Gestaltungs- bzw. Entwicklungsinhalte ab, indem beschrieben wird, wie V3_{final} umgesetzt werden kann. Anhand der daraufhin entwickelten VR-Anwendung *Wegfest* wurde die Machbarkeit, Gültigkeit, Vollständigkeit sowie Sinnhaftigkeit einzelner Kriterien bewertet. Hierbei stellte sich heraus, dass einzelne Kriterien untereinander abgestimmt sein mussten, um eine konforme Entwicklung durch Erfüllung der Kriterien gewährleisten zu können. Den Prozess der Konzeption bzw. das Erfüllen der einzelnen Kriterien wurde in Zusammenarbeit mit n=4 Personen festgelegt, von denen n=3 einen technischen bzw. VR-Entwicklungshintergrund hatten und n=1 eine gerontologische Expertise. Somit wurde in einer interdisziplinären Zusammenarbeit V4_{draft} entwickelt und folglich durch die VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* umgesetzt. Die konzeptuelle Entwicklung anhand der Definition bzw. Erläuterung der Erfüllung einzelner Kriterien erfolgte in einem koordinierten Vorgehen. Anhand der Struktur von V3_{final} konnten alle Kriterien in den einzelnen (Sub-)kategorien gut nachvollzogen und erfüllt werden. Durch die Ausführungen in Form der Erläuterungen der Kriterien konnten eine Fokussierung auf einzelne Vorgehensweisen erfolgen. Auch wurde deutlich, was die Inhalte des jeweiligen Kriteriums sind und wie sich diese untereinander abgrenzen. Teilweise gab es kleinere Überschneidungen, indem eine Mehrfachnennung einer Ausführung, die die Umsetzungsmaßnahme beschrieben hat, erfolgte. Dies wurde nicht als störend wahrgenommen, sondern unterstrich die Relevanz einzelner Inhalte. Das Gütekriterienkernset der Version V3_{final} wurde als sinnvolles Instrument für eine senior*innengerechte VR-Anwendungsentwicklung empfunden. Durch die gerichtete Vorgehensweise bestehend aus den Überlegungen zu den Umsetzungsmaßnahmen jedes Kriteriums konnte eine Abwägung verschiedener Maßnahmen erfolgen, die für die VR-Anwendungsentwicklung relevant sind. Ob eine Erfüllung der in der VR-Anwendung *Wegfest* abgebildeten Inhalte bzw. technischen Gegebenheiten senior*innengerecht ist, wird im weiteren Vorgehen anhand des dritten Workshops überprüft. Dennoch lässt sich festhalten, dass die Entwicklung von V4_{draft} eine zielbewusste und geordnete Vorgehensweise für die VR-Anwendungsentwicklung erlaubt, die durch Einbezug methodischer Überlegungen zur Erfüllung der Vielzahl an Kriterien ermöglicht wird. Das regelhafte und planungsvolle Prozedere

föhrte zur Berücksichtigung einzelner Inhalte für die VR-Anwendung *Wegfest*. Offen bleibt, ob eine vergleichsweise erfolgte VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* ohne die Verwendung von V4_{draft} erfolgt wäre. Dennoch wurde V4_{draft} in Form einer Art Leitfaden als angenehm und sinnvoll für die VR-Anwendungsentwicklung empfunden.

5.1.1.1 Qualitative Forschungsmethoden

Im Folgenden wird auf die einzelnen in der Forschungsarbeit verwendeten qualitativen Forschungsmethoden näher eingegangen. Die Diskussion umfasst die Methodik der SLR, der Framework Analyse sowie der Expert*innenworkshops.

Die SLR wurde zur Beantwortung der UF1-3 verwendet, um eine hohe Ergebnisqualität sowie eine breite Übersicht der Literaturergebnisse gewinnen zu können. Die jeweiligen Fragestellungen konnten hinlänglich beantwortet werden.

Durch die detaillierte und zielgerichtete Identifikation relevanter Literaturergebnisse konnten Ergebnisse systematisiert und anhand kritischer Bewertung für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets generiert werden. Für die SLR wurden Ein- sowie Ausschlusskriterien definiert (vgl. Kapitel 3.3.1). Die Definition der Kriterien obliegt der Fragestellungen. Auch die im Rechercheprozess verwendeten Suchterms in deutscher und englischer Sprache wurden aus der jeweiligen Fragestellung abgeleitet. Durch eine Modifikation der Suchbegriffe anhand der Erstellung von Wortlisten-Tabellen wurden die Suchterms in Form von Kerngebegriffen umfassend erweitert. Dieses Vorgehen diente einerseits der Erweiterung der Suchstrategie, birgt jedoch zugleich die Gefahr einer Verzerrung des eigentlichen Themas der jeweiligen Unterfrage. Das Vorgehen im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde jedoch als sinnvoll bewertet, da die Ergebnisqualität trotz hoher Vielseitigkeit zur Beantwortung der Forschungsfrage diente. Bei der Suche wurden Ergebnisse ab dem Jahr 2012 berücksichtigt, da VR ab diesem Jahr einen Hype erlebt hat (Hölsbömer, 2015). Der Einbezug von Erkenntnissen vor diesem Jahr wird für das Ziel der Forschungsarbeit als hinlänglich bewertet, da die Ergebnisse, die mögliche Inhalte für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets abbilden würden, als veraltet angesehen werden. Die technologische Entwicklung von VR schritt in den letzten Jahren derart voran (Bleser, 2017), sodass eine Vergleichbarkeit von Erkenntnissen, die sich auf ältere VR-Modelle bzw. Inhalte beziehen, womöglich nicht als heute noch gültig bewertet werden können. Die Recherche erfolgte in verschiedenen Datenbanken, die im Kontext technischer sowie gesundheitlicher Inhalte stehen. Die Anzahl der Ergebnisse in den jeweiligen Datenbanken deutet auf eine treffende Auswahl. Dennoch hätten weitere, spezifizierte Datenbanken, die sich thematisch auf VR und angrenzende Bereiche sowie Senior*innen beziehen, berücksichtigt werden können. Ein Vergleich weiterer Ergebnisse aus anderen, themenzentrierten Datenbanken könnte für weitere Forschungsarbeiten ausstehen. Auch wurden Ergebnisse in deutscher sowie englischer Sprache berücksichtigt. Die systematische Vorgehensweise zeigte

eine umfassende Ergebniserzeugung, die aus unterschiedlichen Publikationstypen bestand. Für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets wurde die Berücksichtigung verschiedener Publikationen als bereichernd bzw. gewinnbringend angesehen. Eine inhaltliche Bewertung über die Gültigkeit nach Publikationstyp (z.B. Erkenntnisse aus Studien werden als relevanter eingestuft, als derer aus Leitfäden) wurde nicht vorgenommen. Da das Gütekriterienkernset in seiner Form als erstes Konstrukt zu dieser Thematik dient, wurde von einer Bewertung der eingeschlossenen Publikationstypen bewusst abgesehen. Dies wird im Nachgang als geeignete Methodik erachtet.

Die Durchführung der SLR dieser Forschungsarbeit diene als grundlegender Baustein für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets. Durch die Synthese relevanter Literaturergebnisse erfuhr die Entwicklung des Gütekriterienkernsets eine stetige Aufbereitung. Anhand der Unterfragen konnten wesentliche Inhalte identifiziert, verglichen, bewertet und teilweise übernommen werden. Im weiteren Entwicklungsprozess diene die SLR als Überprüfung bzw. Überarbeitung inkludierter Inhalte. Durch ein systematisches Vorgehen konnten wissenschaftlich fundierte Ergebnisse aus der Literatur berücksichtigt bzw. eingeschlossen werden. Das Gütekriterienkernset muss anhand eines Nachweises von Inhalten wissenschaftlicher Literaturergebnisse relativiert werden. Wie zuvor angemerkt, dienten die Unterfragen der systematischen Suche nach relevanter Literatur. Dabei wurden in erster Linie die Inhalte der jeweiligen Rechercheergebnisse bewertet. Im Folgenden wird Bezug zu den aufgestellten Hypothesen der einzelnen Fragestellungen genommen. Die erste Hypothese (H1), dass existierende Bewertungsinstrumente Entwicklungsempfehlungen für Gesundheitsanwendungen die konkreten Handlungsanweisungen für die Entwicklung von VR-Anwendungen nicht umfassend abbilden (vgl. Kapitel 2.5), wird größtenteils verifiziert. Die Rechercheergebnisse weisen zwar Richtlinien, Handlungs- bzw. Entwicklungsempfehlungen und vergleichbare Inhalte auf, die sich häufig auf Gesundheitsanwendungen (DiGAs etc.) beziehen, dennoch existieren basierend auf der durchgeführten Recherche nur wenige konkrete Handlungsanweisung für die Entwicklung von VR-Anwendungen. Die Ergebnisse beinhalten vereinzelte, allgemeingültige Ergebnisse, eine Spezifizierung auf einzelne Technologie(gruppen) sowie eine umfangreiche Ergebnisdarstellung von Kriterien für die VR-Anwendungsentwicklung, ist nicht gegeben. Die Verifizierung der Hypothese unterstreicht das Forschungsvorhaben und die Notwendigkeit der Entwicklung einer konkreten, umfassenden Handlungsanweisung für VR-Anwendungen in Form eines Leitfadens/ Gütekriterienkernsets oder vergleichbaren Bezeichnungen. Gleichzeitig stellt die Verifizierung von H1 den Bedarf dar, weitere Nachforschungen zu stellen, indem zielgruppenspezifisch vorgegangen wird. Dies erfolgte in UF2 mit der Hypothese, dass bestehende Ansätze für die Entwicklung von VR-Anwendungen sich auf die Gaming-Branche beziehen und nicht eine senior*innengerechte VR-Gestaltung berücksichtigen (vgl. Kapitel 2.5). H2 wird verifiziert, da die Literatur keine eindeutigen und umfänglichen Ergebnisse für eine senior*innengerechte

VR-Gestaltung erwies. Existierende Entwicklungsansätze zu VR-Anwendungen sind häufig fachspezifisch formuliert und beziehen sich auf die Gaming-Branche. Die Rechercheergebnisse bilden kaum Inhalte zu anderen Entwicklungsempfehlungen, wie z.B. zu Serious Games ab. Vereinzelt sind den Ergebnissen Inhalte zu entnehmen, die sich auch auf die Zielgruppe Senior*innen übertragen lassen. Aus Rechercheergebnissen, die thematisch VR und Senior*innen abbilden, lassen sich einzelne Erkenntnisse ableiten und für die Entwicklung des Gütekriterienkernset aufgenommen wurden. Somit erfolgte durch die Recherche zu UF2 eine Spezifizierung der bereits zu diesem Zeitpunkt bestehenden Inhalte, die im weiteren iterativen Verfahren überprüft wurden. UF3 geht konkreter auf die Bedarfe der Senior*innen bzw. die Nutzungsfaktoren von Technologien der Zielgruppe ein. H3 beinhaltet, dass es VR-Anwendungen für Senior*innen gibt, jedoch keine spezifischen ADL-tauglichen VR-Anwendungen existieren, um Senior*innen in ihrer Selbstständigkeit zu unterstützen (vgl. Kapitel 2.5). Diese Hypothese wird teilweise verifiziert, da die Rechercheergebnisse verschiedene VR-Anwendungen für Senior*innen zur Förderung von Alltagstätigkeiten aufweisen konnten. Jedoch bildeten die VR-Anwendungen häufig einzelne Prototypen ab und umfassten eine Alltagstätigkeit bei Senior*innen mit Einschränkungen. Der Großteil der Studien, die VR in Form einer Alltagstätigkeit bei der Zielgruppe Senior*innen umfassten, wurde in einem krankheitsspezifischen Setting durchgeführt (z.B. Demenz, Parkinson, Schlaganfall etc.). Eine ADL-Tätigkeit in VR für Senior*innen, die jede*n unabhängig ihres Krankheitszustandes bzw. einzelner funktioneller Einschränkungen betrifft, konnte nicht identifiziert werden. Die Ergebnisse mit einem Krankheitsbezug haben dennoch zur Entwicklung des Gütekriterienkernsets beigetragen, indem vereinzelt Erkenntnisse übertragen wurden.

Um auf H4 näher einzugehen (vgl. Kapitel 2.5), wird zunächst die traditionelle Literaturrecherche, die im Rahmen des Scoping Reviews angewandt wurde, diskutiert. Jesson, Matheson und Lacey (2011) äußern, dass bei einer traditionellen Literaturrecherche die Transparenz und folglich die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse fehlt. Dem widersprechen Arksey und O'Malley (2005) und sehen eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse einer traditionellen Literaturrecherche im Rahmen des Scoping Reviews als gegeben an. Pontow (2017) beschreibt, dass sowohl die systematische Literaturrecherche als auch die traditionelle Literaturrecherche Herausforderungen beinhalten: Die Qualitätsbeurteilung der Ergebnisse sowie die mögliche Verzerrung durch subjektive Einflüsse und einem möglichen Interpretationsraum von Inhalten lassen keine scharfe Trennung zwischen den beiden Methoden zu. Pontow (2017) beschreibt, dass ein Verschwimmen der Grenzen zwischen den beiden Recherchestrategien keine klare Abgrenzung zeigen. Okoli und Schabram (2010) fügen hinzu, dass sie zwischen den beiden Literaturrecherchen keine zwei verschiedenen, überschneidungsfreien Arten sehen. Vielmehr unterscheiden sich die Systematisierungsgrade der Recherchestrategien. Die zentralen Charak-

teristika zu den Bereichen Forschungsfrage, Zielsetzung und Datenbasis bleiben dennoch bestehen, um zwischen der traditionellen und systematischen Literaturrecherche unterscheiden zu können. Pontow (2017) beschreibt, dass damit jedoch kein unterschiedlicher wissenschaftlicher Anspruch einhergeht, sondern dass sich lediglich die inhaltliche Ausprägung differenziert.

Die Durchführung der traditionellen Literaturrecherche erwies sich als geeignete Methode als Teil des Scoping Reviews sowie zur Beantwortung von UF4. UF4 umfasste die Interventionsfragestellung nach der Berücksichtigung von Einflussfaktoren für die Entwicklung einer VR-Anwendung zum Training der Straßenüberquerung für Senior*innen. H4 beinhaltete, dass auf eine möglichst realistische Anwendungsentwicklung und dem Einbezug realitätsnaher Einflussfaktoren (Tageszeit, Verkehrsaufkommen, Elektromobilität etc.) geachtet werden sollte, um die VR-Anwendung für Senior*innen zugänglich zu machen (vgl. Kapitel 2.5). Aus den Ergebnissen der traditionellen Literaturrecherche konnten vielfältige, dennoch detaillierte Inhalte zur Beantwortung der Forschungsfrage entnommen werden. H4 wird verifiziert, da das Abbild verschiedener Einflussfaktoren eines Straßenszenarios in VR Auswirkungen auf den Grad des Realismus darstellt. Die Berücksichtigung verschiedener Parameter sowie die Bestimmung deren Gewichtung stellte ein wesentliches Merkmal für die VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* dar. Irreale bzw. zu realitätsferne VR-Anwendungen für Senior*innen werden eher abgelehnt (Vanden Abeele et al., 2021). Insbesondere in einem seriösen Kontext, wie die Überquerung einer Straße, sollte auf eine realistische VR-Anwendungsgestaltung geachtet werden (Buchner & Mulders, 2020). Das Abbild einzelner Faktoren, z.B. in Form der verschiedenen Parameter, ist dabei einzeln zu bewerten. So erweisen sich einzelne Faktoren relevanter als andere für eine realistische Wahrnehmung. Abgesehen von Umgebungsfaktoren sollte insbesondere bei der Einbindung von Personen auf den Grad des Realismus geachtet werden. Überschreitet die realistische Darstellung einer Person in VR einen gewissen Grad, so kann diese auf die nutzende Person beängstigend wirken (vgl. Uncanny Valley Effekt). Die Methodik der traditionellen Literaturrecherche im Rahmen des Scoping Reviews diente der Bestimmung einzelner Parameter sowie der Bestimmung der Gewichtung dieser für die VR-Anwendung *Wegfest* (vgl. Abbildung 39) und stellt demnach einen elementaren Baustein für die VR-Anwendungsentwicklung sowie für die Durchführung der Intervention in Form der Trainingssteuerung dar. Somit erwies sich auch die Methodik des Scoping Reviews als geeignet, auch wenn von Elm, Schreiber und Haupt (2019) das Framework von Arksey und O'Malley (2005) als teilweise veraltet ansehen. Die Autor*innen bilden in einer Tabelle Verbesserungsvorschläge zu den einzelnen Phasen ab. Für diese Forschungsarbeit wird das methodische Vorgehen von Arksey und O'Malley, das aus einem sechsschrittigen aufeinanderfolgenden Ablauf besteht, als sinnvoll angesehen.

Die Wahl der Framework Analyse in dieser Forschungsarbeit zur Vorgehensweise sozialwissenschaftlicher Textanalysemethoden bzw. qualitativer Inhaltsanalysen wurde im Methodenvergleich begründet (vgl. Kapitel 3.4). Die Framework Analyse findet ihre Anwendung häufig bei Transkripten von Interviews oder bei der Auswertung von Gruppendiskussionen, jedoch eignet sich die Methode auch für das Systematisieren von Literatur (Dunger & Schell, 2018). Die Framework Analyse dieses Forschungsvorhabens orientiert sich an dem Vorgehen nach Ritchie und Lewis (2005). Das Vorgehen der Framework Analyse von Gale, Heath, Cameron, Rashid und Redwood (2013) basiert auf sieben Phasen (Transkription, Einarbeitung in das Interview, Kodierung, Entwicklung eines analytischen Arbeitsrahmens, Anwendung des analytischen Rahmens, Einordnung der Daten in die Rahmenmatrix und Interpretation der Daten) während Ward et al. (2013) fünf Phasen beschreiben (Einarbeitung, Entwicklung/Identifizierung eines theoretischen Rahmens, Indexierung, Zusammenfassung der Daten in einem analytischen Rahmen sowie Kartierung und Interpretation). Arifin, Cheyne, Maxwell und Pien (2019) beschreiben, dass auch wenn die Anzahl der Phasen leicht voneinander abweichen der Prozess aller Vorgehen vergleichbar ist. Die Framework Analyse dieser Forschungsarbeit stellt ein praktisches Beispiel für die Anwendung der qualitativen Datenanalyse zur Entwicklung eines ersten Konstruktes des Gütekriterienkernsets dar. Arifin et al. (2019) argumentieren, dass die Framework Analyse bei der Analyse von Texten eine bedeutsame Methode ist, da sie der forschenden Person ermöglicht, Themen bzw. Inhalte vieler Literaturergebnisse zu vergleichen und zu kontrastieren, ohne dabei den Bezug zu konkreten Inhalten zu verlieren. Darüber hinaus verbessert die Framework Analyse die systematische Datenverwaltung und –analyse, indem sie eine eingehende Untersuchung einzelner Daten ermöglicht und gleichzeitig einen effektiven und transparenten Prüfpfad bietet (Arifin et al. (2019).

Durch die strukturierte Vorgehensweise anhand einzelner Schritte erfolgte ein sorgfältiges Vorgehen bei der inhaltlichen Analyse bzw. Auswertung der Literaturergebnisse. Dennoch zeigen sich auch Einschränkungen in der Verwendung der Framework Analyse. Die Autor*innen beschreiben, dass das Vorgehen zeitaufwendig ist und das Engagement der Forschenden erfordert. Zudem ist ein offener, kritischer sowie reflektiver Ansatz der Forschenden für eine rigore qualitative Analyse unerlässlich (Arifin et al., 2019).

Die Framework Analyse erwies sich als sinnvolle Methode, um ein erstes Konstrukt des Gütekriterienkernsets zu entwickeln, indem einzelne Angaben bzw. Inhalte aus der Literatur im dritten Schritt (Indexieren) verschlagwortet und durch die Bildung von Codes zusammengefasst wurden. Dieses Vorgehen kann in einem Informationsverlust resultieren, indem einzelne Aspekte durch das Zusammenfassen unberücksichtigt bleiben. Durch die Bildung von Codes muss im weiteren Prozedere der Entwicklung des Gütekriterienkernsets von einem gewissen Interpretationsraum ausgegangen werden, da Inhalte in komprimierter Form weiterverwendet

werden. Dennoch stellt die Bildung von Codes ein geeignetes Verfahren dar, um eine Sortierung einzelner Inhalte vornehmen zu können. Die Bildung von Kategorien obliegt ebenfalls einem gewissen Raum für Interpretationen. Die Kategorien wurden aus den Codes identifiziert bzw. abgeleitet. Eine eindeutige und treffende Formulierung der Codes sowie Kategorien ist bei diesem Vorgehen elementar, um den Verlust relevanter Informationen zu verringern. Die Passung geeigneter Formulierungen ist ebenso ein wichtiger Baustein für das weitere Vorgehen in Form der Expert*innenworkshops. Die Formulierungen sollten somit nicht zu spezifisch, sondern eher offen formuliert werden, damit bei den Expert*innenworkshops keine zu konkrete Vorgabe von Inhalten verstanden wird. Für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets war es wichtig, dass den Workshopteilnehmer*innen ein offenes und kreatives Denken ermöglicht wurde, sodass sowohl Kriterien in Form inhaltlicher Spezifizierungen als auch allgemeingültige Aspekte beigetragen werden konnte. Die Kategorien sollten durch eine präzise, jedoch nicht zu spezifizierte Vorgabe vielschichtige Kriterien abbilden. Die Ergebnisse implizieren unterschiedliche Angaben zu den einzelnen Kriterien in den Workshops. Der Rückschluss ist jedoch nicht auf eine ungeeignete Wahl der Kategorien zurückzuführen, da alle Teilnehmer*innen die Eignung der Kategorien bestätigt haben, sondern vielmehr auf thematische Begrenzungen oder beschränkte Erfahrungswerte. Die Framework Analyse lässt sich demnach rückwirkend als geeignet bewerten. Durch die systematisierte Vorgehensweise und detaillierte inhaltliche Bearbeitung der Literaturergebnisse konnten passende Codes bzw. Kategorien für den Entwicklungsprozess des Gütekriterienkernsets generiert werden.

Das methodische Vorgehen der Workshops diente der systematischen Erarbeitung des Gütekriterienkernsets, indem verschiedene Personengruppen im iterativen Verfahren eingebunden wurden. Die Methodik von Bauer (2008) fungierte dabei als Grundlage und beinhaltete ein schrittweises Vorgehen (vgl. Kapitel 3.5). Im Folgenden werden die einzelnen Workshops näher diskutiert:

Der erste Workshop mit Expert*innen aus dem Bereich VR-Anwendungsentwicklung diente zur Bewertung der ersten Struktur des Gütekriterienkernsets, das anhand der SLR sowie Framework Analyse generiert wurde. Zudem wurde diese Expert*innengruppe gewählt, da die technischen Gegebenheiten bzw. Voraussetzungen von VR sowie allgemeine relevante Erfahrungswerte aufgenommen werden sollten. Somit sollten als erster Input Möglichkeiten hinsichtlich der VR-Technologie sowie realistische und geeignete Maßnahmen für die Umsetzung seitens der VR-Entwicklungsexpert*innen eruiert werden. Die n=11 Expert*innen verfügten über ein unterschiedliches Knowhow zu dieser Thematik und beschäftigen sich seit mehreren Jahren im beruflichen sowie teilweise auch im privaten Kontext mit VR. Durch die mehrjährige und intensive Auseinandersetzung mit VR konnten verschiedene Erkenntnisse gewonnen bzw. diskutiert werden, die eine Relevanz für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets dar-

stellte. Die Inhalte bezogen sich sowohl auf Entwicklungshintergründe bzw. auf Softwarekomponenten als auch auf die verschiedenen VR-Technologien und Möglichkeiten von VR-Hardware. Die Expert*innen verfügten über unterschiedliche Kompetenzen, sodass Erfahrungswerte miteinander verglichen werden konnten. In der im Workshop abschließenden Diskussionsrunde zeigte sich häufig Einigkeit sowie eine Bestätigung des generierten Inputs. Dies lässt den Rückschluss zu, dass die Ergebnisse gültig und relevant für das Gütekriterienkernset sind. Die von den Expert*innen angemerkte Umstrukturierung durch Hinzufügen von Subkategorien wurde im weiteren Bearbeitungsprozess umgesetzt. Bedacht werden sollte, dass die Ergebnisse auf der Zusammensetzung der Expert*innen bzw. auf deren Erfahrungswerten beruhen. Auch wurden die Generierung der Ergebnisse anhand vorgegebener Kategorien bzw. Beispielskriterien durch thematische Begrenzung gewissermaßen eingeschränkt. Jedoch wurde mittels der Formulierungen versucht, eine möglichst offene Denkweise anzustoßen. Die Ergebnisse implizieren, dass zu jeder Kategorie Ergebnisse generiert werden konnten. Dies lässt den Rückschluss zu, dass die vorgegebene Struktur als geeignet empfunden wurde und Erfahrungswerte bzw. relevante Ergebnisse beigetragen werden konnten. In der abschließenden Diskussionsrunde wurde eine Vollständigkeit der Ergebnisse seitens der Expert*innen bestätigt. Dies lässt rückschließen, dass die Ergebnisse für die weitere Entwicklung des Gütekriterienkernsets verwertbar sind.

Bei dem zweiten Workshop mit VR-Anwendungsexpert*innen wurden Personen einbezogen, die Erfahrungen hinsichtlich VR und Senior*innen gesammelt haben. Der zweite Expert*innenworkshop diente der weiteren Spezifizierung der zuvor erarbeiteten Ergebnisse, indem das Gütekriterienkernset durch VR-Erfahrungswerte mit der Zielgruppe Senior*innen weiter ausgebaut werden sollte. An dem Workshop haben n=9 Expert*innen teilgenommen, die über unterschiedliche Kompetenzen verfügten. Die Expert*innen teilten in dem Workshop ihre Erfahrungswerte zu der Thematik VR und Senior*innen, die sie anhand unterschiedlicher Situationen (z.B. Projektstätigkeiten, privates Erleben, Evaluierungserfahrungen marktreifer VR-Anwendungen für Senior*innen etc.) erlebt haben. Der Ablauf des Workshops wurde aufgrund der als positiv bewerteten Konzeption übernommen und war vergleichbar mit dem des ersten Workshops. Die Ergebnisse in Form des Inputs der Expert*innen fielen unterschiedlich aus. Im Vergleich zum ersten Workshop wurden differenzierte Ergebnisse aufgrund individueller Erfahrungen aufgenommen. Im Rahmen der Diskussionsrunde erfolgte eine ausführlichere Schilderung des generierten Inputs, sodass das jeweilige Ergebnis in Form eines Kriteriums nachvollzogen werden konnte. Anhand des Protokollierens konnten die Erläuterungen der Ergebnisse für anstehende Überarbeitungen berücksichtigt werden. Aufgrund des Ausbleibens von Anmerkungen bzw. kontrahären Meinungen zu den einzelnen Ergebnissen wird davon ausgegangen, dass die Ergebnisse ein vollständiges und gültiges Abbild darstellen und zum

Bearbeitungsprozess des Gütekriterienkernsets beigetragen haben. Die Umstrukturierungsmaßnahmen, die anhand der Anmerkungen der Expert*innen abgeleitet wurden, wurden für die weitere Bearbeitung des Gütekriterienkernsets beachtet und umgesetzt.

Im ersten sowie im zweiten Workshop wurde die Online-Kollaborationsplattform Miro genutzt, sodass eine interaktive Workshopdurchführung zu Zeiten der Corona-Pandemie umgesetzt werden konnte. Das Workshopkonzept im digitalen Format wurde als geeignet empfunden, alle Teilnehmer*innen haben sich aktiv durch das Generieren von Input in Form der Beschriftung bunter Klebezettel sowie der Teilnahme an der Diskussion eingebracht. Auch konnte die von Bauer (2008) vorgeschlagene Gruppengröße mit 8-16 Teilnehmer*innen durch die Teilnahme der n=11 Expert*innen (im ersten Workshop) bzw. n=9 (im zweiten Workshop) erfüllt werden und erwies sich als geeignet. Der vorgegebene Zeitrahmen von zwei Stunden wird als Minimum bewertet, die Teilnehmer*innen beider Workshops diskutieren teilweise noch über den zweistündigen Zeitrahmen hinaus. Die Ergebnisse der Expert*innen beruhen größtenteils auf subjektiven Erkenntnissen. Zwar fließen auch objektive Ergebnisse durch bspw. Auswertungen von Projekten mit VR und Senior*innen, doch stellen diese die Minderheit dar.

Beide Expert*innenworkshops sind den Vorstufen der Partizipation nach Wright et al. (2010) zuzuordnen, da durch eine zunehmend starke Einbindung, jedoch aber ohne direkten Einfluss auf den Entscheidungsprozess, Ergebnisse berücksichtigt wurden. Im ersten sowie insbesondere im zweiten Expert*innenworkshop flossen Erkenntnisse zu VR und Senior*innen in Form von Input der Teilnehmer*innen ein. Die Vorstufen der Partizipation umfassen 3. *Information*, 4. *Anhörung* und 5. *Einbeziehung* und beinhalten die Einhaltung forschungsethischer Standards, d.h. dass die Perspektiven der beforschten Zielgruppe zunehmend wahrgenommen werden (Wright et al., 2010). Die von Wright et al. (2010) beschriebenen Stufen 3-5 weichen in dieser Forschungsarbeit geringfügig ab: Die Zielgruppe Senior*innen wurde im Vorfeld nicht über das Workshopvorhaben informiert, konsultiert bzw. beraten. Vielmehr beinhalten die Vorstufen der Partizipation einen reflektiven Prozess, indem die Teilnehmer*innen Erkenntnisse teilten, ohne dass die Zielgruppe bzw. die jeweilige ältere Person darüber in Kenntnis gesetzt worden sind. Da eine Anonymisierung gegeben war und sich die Erkenntnisse weder auf die jeweiligen Workshopteilnehmer*innen noch auf die ältere Person zurückführen lassen, wird dieser Aspekt im Rahmen des Forschungsvorhabens als irrelevant bewertet. Capellmann und Gloystein (2017) beziehen sich auf die Reflexion, die ein elementares Prozessmerkmal im Rahmen der Partizipation darstellt. Die Autor*innen beschreiben, dass unterschiedliche theoretische Ansätze zu Reflexion existieren: Die Professionalisierung, Problemlösungsstrategien, die entwicklungspsychologische Perspektive, die Entwicklung von handlungsleitendem Wissen auf Erfahrungsbasis und die Weiterentwicklung des eigenen Verhaltens im Zusammenspiel von Denken und Handeln. Die Partizipationspyramide von Straßburger und Rieger (2014) ähnelt dem Stufenmodell nach Wright et al. (2010). Jedoch unterteilen Straßburger und Rieger

(2014) bereits Stufe 1-3 in Vorstufen der Partizipation. Dabei wird u.a. auf der dritten Stufe das Einholen der Lebensweltexpertise angesprochen. Der Aspekt der Reflexion von Capellmann und Gloystein (2017) sowie die von Straßburger und Rieger (2014) bezeichnete dritte Vorstufe der Partizipation „Lebensweltenexpertise einholen“ wird als treffendere Bezeichnung als die von Wright et al. (2010) definierten Vorstufen angesehen. Eine Modifikation des Modells von Wright et al. (2010) durch Einbezug der zuvor genannten Aspekte wird als geeignetere Beschreibung des partizipativen Vorgehens dieser Forschungsarbeit angesehen.

Der dritte Workshop fand mit der Zielgruppe Senior*innen, die als Anwender*innen fungiert haben, statt. Die Erkenntnisse der n=10 Senior*innen waren für die weitere Spezifizierung des Gütekriterienkernsets elementar. Auch in diesem Workshop konnte die von Bauer (2008) vorgeschlagene Gruppengröße mit 8-16 Teilnehmer*innen erreicht und als geeignet bewertet werden. Die Senior*innen haben ihr Wissen zu VR im Rahmen der Interventionsstudie mit der VR-Anwendung *Wegfest* aufbauen können, keiner der Senior*innen hatte zuvor Erfahrungen in diesem technischen Umfeld gesammelt. Die Durchführung des dritten Workshops war vergleichbar mit denen der Expert*innenworkshops. Die in analog dargestellten Inhalte waren nahezu identisch zu denen der anderen beiden Workshops, mit der Ausnahme vereinzelter Anpassungen in den Formulierungen. Einzelne Begrifflichkeiten wurden in eine senior*innengerechte Sprache übersetzt (vgl. Tabelle 10 & Tabelle 11). Die Senior*innen hatten in dem zweistündigen Workshop die Möglichkeit neben dem Ausprobieren von *Wegfest* weitere VR-Anwendungen zu testen. Dies sollte den Teilnehmer*innen ermöglichen ein vielfältiges Abbild der Möglichkeiten von VR kennenzulernen. Zudem lernten die Senior*innen weitere VR-HMD Modelle kennen, um diese mit dem ihnen bereits bekannten Modell aus der Intervention zu vergleichen. Um die Inhalte des Gütekriterienkernsets bzw. die abgebildeten Kategorien vielfumfänglich bearbeiten und diskutieren zu können, wurde im Rahmen dieser Explorationsphase ein umfassendes Abbild von VR versucht zu schaffen. Die Senior*innen äußerten keine Fragen bzw. Anmerkungen zu den vorgestellten Zielen, Leitfragen sowie zur Workshopstruktur in Form der Kategorien. Die Teilnehmer*innen waren konform mit der Formulierung der Kategorien, jedoch wurde auch in diesem Workshop eine Umstrukturierung durch die Bildung von Subkategorien angemerkt. Die Ergebnisse wurden anhand einzelner Kriterien in den jeweiligen Kategorien festgehalten. Sie weisen eine Vielzahl an Dopplungen der Kriterien auf, die bereits in dem Gütekriterienkernset ($V3_{\text{final}}$) enthalten sind. Dennoch muss bedacht werden, dass bei der Durchführung von Anpassungs- bzw. Umstrukturierungsmaßnahmen ein Interpretationsraum gegeben ist, d.h. es wird davon ausgegangen, dass der Input der Senior*innen mit den Inhalten bestehender Ergebnisse übereinstimmt. Bei diesem Prozess wurde insbesondere Bezug auf die inhaltliche Ausführung der Kriterien genommen, indem das Protokoll herangezogen wurde. Im dritten Workshop fällt die Generierung von neuen Input vergleichs-

weise geringer aus als bei den anderen beiden Workshops. Dies wird einerseits als Bestätigung der Gültigkeit sowie andererseits als Bewertung der Vollständigkeit bereits vorhandenen Inhalte gesehen. Die Übereinstimmung mit den bereits existierenden Kriterien ist dabei auf die möglicherweise beschränkten Erfahrungswerte mit VR zurückzuführen. Die Senior*innen haben sich in erster Linie auf die in *Wegfest* verwendeten VR-Komponenten fokussiert, die bereits viele Bedarfe anhand der zuvor erarbeiteten Inhalte umgesetzt hat. Die Vergleichswerte bzw. das Sammeln weiterer Erfahrungswerte durch die Exploration anderer VR-Anwendungen war zeitlich begrenzt. Zudem waren die anderen VR-Anwendungen vergleichsweise niederschwelliger und für die Senior*innen ein eher „beriesendes“ Erlebnis, indem der Großteil 360°-Applikationen erlebt werden konnten. Bei längerer Explorationszeit mit interaktiveren VR-Anwendungen kann eine Generierung von weiterem, neuen Input nicht ausgeschlossen werden.

Die Anwender*innenproduktion obliegt der Stufe der Partizipation nach Wright et al. (2010). Demnach wurde die Stufe 6 (Mitbestimmung), Stufe 7 (Teilweise Übertragung von Entscheidungskompetenz) sowie Stufe 8 (Entscheidungsmacht) in diesem Prozess eingebunden. Die Zielgruppenmitglieder hatten Mitspracherecht, ihnen wurde partiell die Entscheidungskompetenz übertragen und umfasste eine partnerschaftliche Beteiligung zwischen allen Beteiligten. Die Partizipation knüpft an die Vorstufen der Partizipation an. Das partizipative Vorgehen hat sich im Rahmen der Forschungsarbeit als sinnvolles Instrument für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets erwiesen. Durch den schrittweise vermehrten Einbezug der Zielgruppe bzw. derer Entscheidungsmacht konnte eine systematische Vorgehensweise gewährleistet werden. Insbesondere für die Konzeption neuer Produkte empfiehlt Ziefle (2013) den Einbezug der Zielgruppe selbst, um ein nutzer*innenorientiertes Ergebnis zu erhalten.

Die Struktur für die Bearbeitung aller drei Workshops war identisch. Durch das Abbilden übergeordneter Kategorien sowie den jeweiligen Beispielkriterien konnte eine kongruente Durchführung der Workshops generiert werden. Aufgrund der angestrebten Vergleichbarkeit der Workshops wurde auf jeweilige erfolgte Anpassungen der einzelnen Versionen hinsichtlich der Strukturierung verzichtet. Der Ablauf der Workshops in diesem Forschungsvorhaben sollte konsistent sein. Ausstehend bleibt, ob andere bzw. weitere Inhalte durch die Darstellung aktueller Umstrukturierungen (z.B. Darstellung von Subkategorien, Umsortierung von Kategorien) von den Workshop-teilnehmer*innen generiert worden wären. Nichtsdestotrotz weisen alle Workshops eine hohe Ergebnisqualität auf und bilden durch die Generierung vieler umfänglicher Kriterien eine gute Grundlage für die jeweilige Weiterentwicklung des Gütekriterienkernsets in den verschiedenen Versionen ab. Zudem wird die wiederholte Anmerkung einzelner inhaltlicher Umstrukturierungsmaßnahmen als übereinstimmend und gültig bewertet. Das Vorgehen der Workshops orientierte sich an dem Top-down-Ansatz und umfasst die Strategie

von allgemeinen Inhalten zu speziellen Inhalten bzw. von dem Übergeordneten zum Untergeordneten formuliert (Bundeszentrale für politische Bildung [bpb], 2022). Konträr dazu ist die Bottom-up-Strategie, die von dem Speziellen als Basis ausgeht und allgemeinere Anliegen bzw. Ziele in höheren Hierarchien formuliert (bpb, 2022). Da eine zunehmende Spezifizierung der Inhalte und die Generierung neuer Ergebnisse in Form von Kriterien das Ziel der Workshops im Rahmen der Forschungsarbeit war, wird der verwendete Top-down-Ansatz als passend bewertet. Die Leitfragen des Workshops dienten als richtungsweisend und zur Reflexion des Schwerpunktes im Workshop. Die Zielsetzung sowie die Fragestellungen schienen gut verständlich, Rückfragen der Teilnehmer*innen erfolgten kaum. Auf eine Definition von Ein- bzw. Ausschlusskriterien für die Teilnehmer*innen der Expert*innenworkshops wurde bewusst verzichtet. Aufgrund reger Beteiligung aller Teilnehmer*innen sowie der vorhandenen Einigkeit ist auch von einer geschlechtsspezifischen Notwendigkeit, die eine Unterscheidung der Inhalte für das jeweilige Geschlecht vorsehen würde, nicht auszugehen. Die Interdisziplinarität in jedem Workshop stellte ein wesentliches Ziel für eine facettenreiche Bearbeitung dar. Die nach den Workshops durchgeführten Anpassungen der jeweiligen Version des Gütekriterienkernsets basierten auf den Ergebnissen der Workshopsteilnehmer*innen. Die Ergebnisdarstellung in digitaler sowie analoger Form wurde hierfür herangezogen. Ergänzend wurde das jeweilige Protokoll berücksichtigt, in dem einzelne Aspekte im Rahmen der Diskussion näher ausgeführt wurden. Durch den Kategorisierungs- bzw. Kodierungsprozess, den Bauer (2008) vorschlägt (vgl. Kapitel 3.5), konnten die Ergebnisse systematisch zugeordnet werden. Flick (2010) beschreibt in seiner Methode das theoretische Kodieren, das Parallelen zu dem durchgeführten Vorgehen aufweist. Somit war es möglich, ein nahezu einheitliches Granularitätsniveau der einzelnen Inhalte des Gütekriterienkernsets abbilden zu können. Die Bewertung der Gültigkeit einzelner Workshopergebnisse steigt mit der Anzahl der Workshops. Da der dritte Workshop die Ergebnisse der Zielgruppe Senior*innen im Rahmen des partizipativen Prozesses widerspiegelt, werden diese für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen relevanter eingestuft im Vergleich zu Ergebnissen der anderen beiden Workshops. Dennoch ist der Bewertung der Gültigkeit aufgrund inhaltlicher Dopplungen der Ergebnisse keine große Relevanz zuzuschreiben. In den einzelnen Workshops wurden Ergebnisse generiert, die bereits Bestandteil des Gütekriterienkernsets der jeweiligen Version waren. Dies wird als Bestätigung der Gültigkeit des jeweiligen Kriteriums angesehen. Im dritten Workshop unterlag eine Vielzahl der Ergebnisse Dopplungen, d.h. es wurden überwiegend Ergebnisse bzw. Kriterien generiert, die bereits im Gütekriterienkernset (V3_{final}) inkludiert waren. Durch die Iterationen der Workshops zeigt sich eine zunehmende inhaltliche Sättigung. Die inhaltliche Sättigung hat ihren Ursprung in der Grounded Theory Methodologie, die ein Auswertungsprozess der qualitativen Forschung darstellt (Strübing, 2018). Die inhaltliche bzw. theoretische Sättigung ist dabei als Teil der Grounded Theory zu betrachten. Sie meinte eine

ermittelte Datenmenge bzw. ausreichende Informationsgewinnung, um die entsprechende Grounded Theory lückenlos belegen zu können (Strübing, 2018). Eine theoretische Sättigung ist dann erreicht, wenn Forschende keine neuen Erkenntnisse durch den Einbezug von weiterem Material zu einer Kategorie mehr identifizieren können. Dies wird oft als Datenzufriedenheit angesehen (Strübing, 2018). Die Ergebnisse des dritten Workshops zeigen eine Vielzahl an Dopplungen und nur wenig neue Erkenntnisse. Die theoretische Sättigung kann somit als ein Ansatz gesehen werden, der im Rahmen der Forschungsarbeit von der Grounded Theory Methodologie losgelöst ist und nahezu erreicht wurde.

Dass im dritten Workshop nur geringfügig neue Ergebnisse generiert wurden, kann auf eine Vollständigkeit und Gültigkeit der zuvor erarbeiteten Kriterien im Rahmen der qualitativen Forschungsmethoden zurückgeführt werden. Jedoch muss davon ausgegangen werden, dass (1) durch weitere qualitative Vorgehen, (2) eine andere Workshopstruktur, (3) der Einbezug weiterer Senior*innen sowie (4) mit zunehmender VR-Erfahrung andere bzw. weitere Kriterien generiert werden können. Auch muss beachtet werden, dass die Anwendungsexpert*innen neben dem Ausprobieren weiterer VR-Anwendungen ihre Ergebnisse maßgeblich auf die VR-Anwendung *Wegfest* ausgerichtet haben, die bereits die zuvor erarbeiteten Kriterien beinhaltet.

Die Dopplung der Kriterien kann somit auf das Erleben der in die Praxis überführten Kriterien des Gütekriterienkernsets ($V3_{\text{final}}$) in Form von *Wegfest* zurückgeführt werden. Die Ergebnisse der Anwendungsexpert*innen basieren somit im Wesentlichen auf den retrospektiven Erfahrungen der VR-Anwendung *Wegfest*. Ausstehend bleibt, ob Ergebnisse angrenzender Forschungsarbeiten die bestehenden Ergebnisse in Teilaspekten relativieren würden. Zudem bleibt unklar, ob je nach Anwendungskontext (z.B. VR-Anwendungen zum Entspannen, zur Unterhaltung oder auch mit einem anderen seriösen Inhalt) abweichende Ergebnisse von den Anwendungsexpert*innen im Rahmen des Workshops generiert worden wären. Auch sind die Ergebnisse abhängig von der jeweiligen Zusammensetzung der Workshopteilnehmer*innen. Insbesondere im dritten Workshop kann aufgrund der Definition von Ein- bzw. Ausschlusskriterien der Senior*innen, die für die zuvor durchzuführende Intervention entsprechende Kriterien erfüllen mussten, ein Selection Bias nicht ausgeschlossen werden. Erkenntnisse weiterer Senior*innengruppen bzw. eine Übereinstimmung mit den im dritten Workshop erarbeiteten Ergebnisse müsste überprüft werden. Die Ergebnisse der Workshops zeigen ein umfassendes Abbild von Kriterien, die für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets als relevant bewertet wurden.

Der folgende Abschnitt bezieht sich auf die Bewertung der Qualität des qualitativen Vorgehens. Die von Pfaff et al. (2017) beschriebenen Merkmale qualitativer Forschung (vgl. 3.1)

konnten erfüllt werden. Die Offenheit im Forschungsprozess konnten anhand der offen formulierten Forschungsfrage, der Durchführung flexibler Maßnahmen zur Anpassung im Forschungsprozess, das offene Datenformat sowie die Berücksichtigung von Relevanzstrukturen durch Einbindung von Expert*innen bzw. Anwender*innen erfolgen. Die Perspektiven der Zielgruppe(n) wurde eingebunden und anhand der Subjektivität der Forschenden integriert, so dass die Subjektorientierung eingehalten wurde. In dem zirkulären Prozess durch Rückkopplung einzelner Ergebnisse der jeweiligen Forschungsphasen wurden neue Erkenntnisse generiert und interpretiert. Im Rahmen verschiedener Analyseverfahren wurden Inhalte kontextabhängig erschlossen. Somit wird das für das Forschungsvorhaben verwendete Format als geeignet im Rahmen des qualitativen Studiendesigns bewertet.

Die drei zuvor diskutierten verschiedenen qualitativen Forschungsmethoden wurden genutzt, um aufgrund des noch geringen Kenntnisstands der Erforschung von Gütekriterien zu VR-Anwendungen, insbesondere mit Zielgruppenbezug, prozessual Erkenntnisse zu gewinnen. Bortz und Döring (2006) beschreiben, dass für noch wenig erforschte Untersuchungsgebiete derartige explorative Herangehensweisen geeignet sind. Die Autor*innen fügen hinzu, dass eine hohe Interaktivität und Kommunikation zwischen Forschenden und Mitwirkenden, (in diesem Forschungsvorhaben waren dies die Expert*innen sowie Senior*innen), erforderlich ist, um das Erleben und deren Sichtweisen einbeziehen zu können. Ein derartiger interaktiver Prozess bietet eine Rekonstruktion subjektiver Empfindungen an. Durch einen reflektiven Forschungsprozess können „kontextgebundene und interpretationsbedürftige Beschreibungen der Wirklichkeit und Bedeutungsbeschreibungen vorgenommen“ werden (Lindau, 2010, S. 83). Die Autorin führt weiter aus, dass „wenn der Gegenstand der Forschung über Deutungen die soziale Wirklichkeit formt, dann muss auch die Theoriebildung über diesen Gegenstandsbereich interpretativ erfolgen, also (re)konstruktiv angelegt sein“ (Lindau, 2010, S. 84). Die in diesem Forschungsvorhaben verwendeten qualitativen Methoden werden aufgrund des interpretativen und rekonstruktiven Vorgehen als angemessen bewertet. Qualitative Forschungsdesigns zeichnen sich durch ihre Offenheit und Flexibilität aus. Lindau (2010) führt fort, dass es somit möglich ist, „komplexen sozialen Realitäten, die sich erst im Forschungsprozess offenbaren, durch Adaptionen des ursprünglich geplanten Designs Rechnung zu tragen“ (Lindau, 2010, S. 84). Durch Exploration des Forschungsgegenstandes konnten Anpassungen aus verschiedenen und vorher nicht ersichtlichen Perspektiven durchgeführt werden. Die verwendeten qualitativen Verfahren stellen sicher, dass der zentrale Leitgedanke, die Entwicklung eines Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen, gewährleistet wurde. Die Sicherstellung der Qualität des Vorgehens sowie die der Resultate orientiert sich häufig an den klassischen Gütekriterien quantitativer Untersuchungen. Dabei werden die Gütekriterien der Validität, Reliabilität sowie Objektivität herangezogen. Lindau (2010) beschreibt, dass

sich aufgrund gegenstands- und kontextabhängiger Vorgehensweisen bei quantitativen Untersuchungen einer Beurteilung der klassischen Gütekriterien entzogen werden kann. Als Diskussionsgrundlage dient die Vertretung drei verschiedener Positionen von Steinke (2007), die folgendes beinhalten: Die erste Position vertritt die Meinung, dass Qualitätskriterien als Einheitskriterien empirischer Forschung verstanden werden müssen und somit quantitative Qualitätskriterien ebenso für qualitative Forschung gelten. Die zweite Position vertritt den Bedarf einer Formulierung geeigneter Gütekriterien aufgrund der Andersartigkeit und Besonderheit qualitativer Forschung. Die dritte Position lehrt Gütekriterien für die qualitative Forschung grundsätzlich ab, da Kriterien für die Bewertung von Erkenntnisansprüchen als unvereinbar mit einer bspw. sozialkonstruktivistischen Sicht gesehen werden. Im Rahmen des Forschungsvorhabens dieser Arbeit wird die zweite Position vertreten. Dies knüpft an die bereits in Kapitel 1.4 beschriebenen Inhalte an. Przyborski und Wohlrab-Sahr (2014) beschreiben, dass in der qualitativen Forschung die Gültigkeit von Interpretationen bzw. die der verwendeten Methoden im Vordergrund stehen und weniger die Gültigkeit von Messungen bzw. Messinstrumenten. Die für qualitative Forschungsvorhaben bedeutsame konsensuelle Validität, kommunikative Validierung sowie argumentierte Validierung wird in dieser Forschungsarbeit anhand der Verwendung der drei verschiedenen qualitativen Forschungsmethoden als erfüllt angesehen. Die erste Position kann u.a. aufgrund des zuvor beschriebenen interpretativen Vorgehens keine vollständige Erfüllung der Gütekriterien gewährleisten. Die dritte Position wird nicht vertreten, da Gütekriterien auch zur Qualitätssicherung der Forschung beitragen und als adäquate Bewertungsinstrumente von quantitativer sowie auch qualitativer Forschung gesehen werden sollten (Steinke, 2007).

Eine Repräsentativität der Ergebnisse, die auf den verwendeten qualitativen Methoden basieren, muss geprüft werden. Dennoch gilt, dass die Durchführung der Methoden in ihrem iterativen Ablauf sowie in der jeweiligen Konstruktion als gewinnbringend für den Bearbeitungsprozess des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen bewertet werden können.

5.1.1.2 Verwendete Modelle als Methodengrundlage

Für die Entwicklung des Gutekriterienkernsets wurde verschiedene Modelle als Basiskonstruktion herangezogen. Hierzu zählt der PDCA-Zyklus, der eine Vorgehensweise im kontinuierlichen Verbesserungsprozess darstellt, sowie der PEP, der die Erweiterung eines Produktes anhand von Teilprozessen abbildet. Im Folgenden werden beide Modelle diskutiert.

Der PDCA-Zyklus wurde für die Qualitätssicherung von Prozessen entwickelt und dient der Weiterentwicklung von Produkten, Dienstleistungen sowie bei der Fehler-Ursache-Analyse (Schönsleben, 2016). Der eigentliche Ursprung liegt demnach im industriellen Sektor, weniger

in anderen Sektoren. Dennoch ist die Methode des PDCA-Zyklus im Gesundheitswesen akzeptiert, es existieren aber kaum Anwendungen dieser (Taylor et al., 2014). Die Autor*innen geben einen Überblick, wie häufig im Gesundheitsbereich der PDSA-Zyklus, der eine modifizierter Form des PDCA-Zyklus darstellt und anstelle von „Check“ den Schritt „Study“ beinhaltet, angewendet wird. Die Ergebnisse implizieren, dass die Methode im Gesundheitsbereich kaum Anwendung findet. Bei etwa 20% der identifizierten Ergebnisse ist der PDSA-Zyklus bekannt, er findet jedoch kaum Anwendung (Taylor et al., 2014). Meyer und Lüttig (2011) hingegen nutzen den PDCA-Zyklus im pflegerischen Kontext. Die Verwendung wird als sinnvoll bewertet, indem Parallelen in der Pflegeplanung gesehen werden: (Plan: Durchführung einer Ist-Analyse, Zielformulierung, Maßnahmenplanung; Do: Umsetzung; Check: Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahme und Act: Überprüfung der Anpassung der Maßnahme). Die Autor*innen betonen, dass der PDCA-Zyklus als Instrument für eine einheitliche Dokumentation im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses im Pflegealltag dient. Die Verwendung des PDCAs im Pflegekontext ermöglicht ein internes Qualitätsmanagement, sodass Richtlinien zur Prüfung der Qualität in der ambulanten sowie stationären Pflege einrichtungsintern eingehalten werden (Meyer & Lüttig, 2011). Die Autor*innen führen fort, dass der PDCA-Zyklus auch für andere Funktionsbereiche gilt. Als Beispiele werden die Verwaltung, die Hauswirtschaft und der soziale Dienst aufgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass der PDCA-Zyklus teilweise für die Implementationsforschung genutzt wird. Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde die Methode aufgrund des schrittweise und iterativen Prozesses angewendet, um die jeweiligen qualitativen Forschungsmethoden vergleichen und deren Ergebnisse bewerten zu können. Die Methode hat sich als sinnvoll erwiesen. Insbesondere durch den Aufbau der vier aufeinanderfolgenden Schritte eines PDCA-Zyklus konnte eine Trennung einzelner methodischer Vorgehensweisen dargestellt werden. Jeder Schritt umfasst ein neues Ergebnis, das zur Entwicklung des Gütekriterienkernsets beigetragen hat. Durch die kleinschrittige Darstellung ist eine transparente Abbildung der einzelnen Aktivitäten sowie Ergebnisse gewährleistet. Zudem dient die Methodik der stetigen Weiterentwicklung und Optimierung, die sich anhand der einzelnen Versionen des Gütekriterienkernsets darstellen lässt. Durst, Hertkorn, Eischer und Schweisser (2021) sehen die Vorteile des PDCA-Zyklus in der einfachen Anwendbarkeit und der damit verbundenen geringen methodischen Anleitung. Zudem beschreiben die Autor*innen, dass ein ständiger Verbesserungsprozess aufgrund der kreisförmigen Konzeption gegeben ist sowie durch den iterativen Ansatz eine gute Kontrolle sowie Analyse gegeben ist. Nachteile werden bei einer unklaren Definition der einzelnen Schritte und der Gefahr des falschen Einsatzes gesehen. Außerdem führen die Autor*innen an, dass Verbesserungsmaßnahmen langfristig gedacht und entsprechend geplant sein sollten sowie der PDCA-Zyklus eher einen reaktiven, als proaktiven Ansatz darstellt (Durst et al. 2021).

Die einzelnen Schritte des PDCA-Zyklus wurden in der Forschungsarbeit aufeinander aufbauend geplant bzw. durchgeführt. Die Wahl der qualitativen Forschungsmethoden sowie deren Auswertungsprozesse wurden in den einzelnen Iterationen als abgestimmt empfunden. Das methodische Vorgehen wurde dabei durch Spezifizierungen z.B. im Rahmen der einzelnen Forschungsfragen UF1-4 (vgl. Kapitel 2.5) angepasst, sodass den vier PDCA-Zyklen im zeitlichen Verlauf konkretisierte Schritte oblagen. Die jeweiligen Schritte sowie auch die PDCA-Zyklen im Gesamten konnten aufgrund eines kongruenten Vorgehens gut miteinander verglichen werden. Durch ständige kritische Reflexionsprozesse, die in diesem Vorgehen gefordert werden, konnten einzelne Vorgehen bzw. Resultate überprüft und fortschreitenden Prozess genutzt werden. Die verschiedenen Versionen des Gütekriterienkernsets stellen die Resultate der einzelnen Iterationen dar. Dabei ist jedoch zu beachten, dass durch dieses Vorgehen von einer Verbesserung des Resultats nach erfolgter Iteration bzw. dem entsprechenden PDCA-Schritt ausgegangen werden muss. Für die Planung mehrerer PDCA-Zyklen im Rahmen eines iterativen Verfahrens, so wie es die Forschungsarbeit abbildet, sollte demnach die Wahl der verwendeten Methoden in den einzelnen Schritten gründlich gewählt werden. In dieser Forschungsarbeit wird dies als gelungen empfunden, da eine Zunahme der Komplexität in den jeweiligen methodischen Ausführungen, als auch in den Resultaten erfolgte. Somit erwies sich die Verwendung der PDCA-Zyklen als geeignete Methode für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen. Dennoch sollte bei vergleichbaren Verfahren darauf geachtet werden, dass durch erfolgte Überarbeitungen bzw. Anpassungen der Resultate eine Bewertung der Gültigkeit reflektiert wird. Der Optimierungsprozess sollte demnach kritisch bewertet und mit vorherigen Resultaten hinsichtlich Faktoren, wie Gültigkeit, Aktualität, Anwendbarkeit etc. verglichen werden.

Die Verwendung des PDCA-Zyklus im Kontext der Wissenschaft ist umstritten. Bayer (2012) zieht eine scharfe Trennung zwischen einer wissenschaftlichen Methode und dem PDCA- bzw. PDCA-Zyklus. Der Autor beschreibt, dass der Handelnde im PDCA-Zyklus scheinbar keine objektive, äußere Position einnimmt, so wie ein Beobachter in der wissenschaftlichen Methode. Diesem Argument kann nur teilweise zugestimmt werden: Die verwendeten qualitativen Forschungsmethoden im Rahmen der PDCA-Zyklen obliegen teilweise subjektiven Positionen, indem bspw. Inhalte aus der Literatur in Codes generiert und zusammengefasst wurden. Zudem ist bei Vorhandensein eines Interpretationsraumes, die in der qualitativen Forschung teilweise üblich ist, die Gefahr der subjektiven Vorgehensweise. Dennoch wurden Inhalte, z.B. anhand von Kriterien, die durch Anwendungsexpert*innen im zweiten Workshop objektiv erhoben wurden, berücksichtigt. Bayer (2012) sieht jedoch auch Parallelen beider Methoden: Das systematische Lernen, das hilft Beschränkungen des Alltagsverstands, der Denkgewohnheiten sowie Vorurteile zu überwinden. Er fügt hinzu, dass meine Methoden auf Vernunft, Empirie und Skepsis beruhen. Einen Vorteil sieht Bayer (2012) bei der PDCA-Methode darin, dass

der Mensch im Mittelpunkt des Geschehens steht. Dies unterstreicht, dass die PDCA-Methode für dieses Forschungsvorhaben geeignet war.

Der PEP findet seine Anwendung häufig im Rahmen des Projektmanagements, um schrittweise Aufgaben definiert anzugehen (Feldhusen & Grote, 2013). Der Dreiteilung der Schritte 1. Produktplanung, 2. Produktentwicklung und 3. Produktion unterliegen einzelne Aufgaben bzw. Verfahren (Ehrenmann, 2013). Diese werden im Rahmen der Forschungsarbeit durch die Kombination mit den jeweiligen PDCA-Zyklen dargestellt. Während in den ersten beiden Phasen Arbeitsprozesse ablaufen, die zunehmend zielführend gestaltet sind, dient die Phase der Produktion zur Ergebnisgenerierung. Um eine hohe Ergebnisqualität im Rahmen der Produktion zu erhalten, wird eine sorgfältige und effektive Arbeitsweise der vorangegangenen Schritte verlangt. Dies kann bspw. durch Zwischenergebnisse (z.B. Prototypen) erfolgen, die getestet und optimiert werden. Die Produktion schließt das fertige Ergebnis bzw. Produkt ein. Der PEP findet im wissenschaftlichen Kontext selten Anwendung. Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde er jedoch als sinnvoll bewertet. Durch die Begrenzung der drei aufeinander aufbauenden Phasen mit jeweiligen nicht festgeschriebenen Aufgaben ist ein Rahmen für die Produktion des Endresultats gesetzt. Dies wurde in der Forschungsarbeit genutzt, um die Version $V4_{\text{final}}$ des Gütekriterienkernsets als finalisierte Version zu erklären. Somit wird ein klarer Rahmen definiert, nach welchen erfolgten Schritten die Produktion abgeschlossen ist. Die Produktion umfasst dabei zwei PDCA-Zyklen, die in unterschiedlichen Partizipationsstufen angeordnet sind. Der vierte PDCA und somit der Abschluss der Produktion ist dabei dem Partizipationsprozess (Stufe 6-8, vgl. Wright et al., 2010) zugeordnet. Somit diene der PEP einerseits zur Einrahmung der PDCA-Zyklen, aber auch zur Begrenzung bzw. Einteilung der einzelnen Partizipationsstufen, die sich im Laufe des Prozesses kontinuierlich steigern. Für die Bearbeitung des Gütekriterienkernsets wurde die Einteilung des PEPs als sinnvoll und geeignet empfunden, um eine erste finalisierte Version generieren zu können. Die Versionen des Gütekriterienkernsets, die im Zuge der Produktplanung sowie Produktentwicklung generiert wurden, werden als Zwischenergebnisse bzw. Prototypen bewertet. Ob zukünftig die Gültigkeit bzw. die Produktion dem finalisierten Gütekriterienkernsets ($V4_{\text{final}}$) zugeschrieben wird, muss durch weitere Forschungsaktivitäten überprüft werden. Auch können vorherige Versionen ohne Modifikation der Inhalte rückwirkend als gültiges Produkt bewertet werden.

Die Verknüpfung des PDCA-Zyklus mit den Phasen der PEPs erwies sich als geeignete Methode für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen. Der jeweilige Rahmen beider Modelle konnte durch die transparente Darstellung der verwendeten Methoden erfüllt werden. Die Umsetzung der einzelnen Arbeitsschritte kann anhand der Modelle zu jedem Zeitpunkt nachverfolgt werden. Dies stellt ein wesentliches Merkmal der

Forschungsarbeit dar. Dennoch sollte eine Gütebeurteilung der verwendeten Methodik bzw. die Prüfung der Validität vorgenommen werden (vgl. Kapitel 1.4).

Die für die Forschungsarbeit verwendeten Modelle werden als zielführend für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets bewertet. Durch die eindeutige Vorhabe der einzelnen Arbeitsschritte bzw. –phasen können Inhalte sowie Maßnahmen transparent dargestellt und nachvollzogen werden. Auch wenn die Modelle in der Wissenschaft nur geringfügig Anwendung finden, zeigt sich die Eignung anhand dieses Forschungsthemas. Dennoch sollten derartige Modelle vor Anwendung auf ihre Eignung für die Verwendung in anderen, teilweise fachfremden Kontexten geprüft werden. Im Rahmen der Forschungsarbeit lässt sich festhalten, dass ein Transfer derartiger Modelle in der Wissenschaft anwendbar ist und zur Bearbeitung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen beigetragen hat.

5.1.2 Finalisiertes Gütekriterienkernset

Das Endprodukt und somit erreichte Ziel dieser Forschungsarbeit stellt das finalisierte Gütekriterienkernset für senior*innengerechte VR-Anwendungen (V4_{final}) dar, das zuvor in keinem vergleichbaren Format existierte. Die Version basiert auf dem mehrschrittigen multimethodischen Forschungsvorhaben, indem anhand verschiedener qualitativer Forschungsmethoden die Inhalte systematisch erarbeitet wurden. Die Forschungsarbeit hat gezeigt, dass mittels Anwendung eines innovativen Verfahrens, in das Senior*innen in den Entwicklungsprozess einbezogen wurden, ein zielgruppenspezifisches Abbild geschaffen werden konnte. Die aus den qualitativen Forschungsmethoden entstandenen Resultate wurden bewertet und aufbereitet, sodass die Inhalte in V4_{final} die wesentlichen und als gültig erklärten Kriterien abbilden. Im Rahmen des Bearbeitungsprozesses hat sich die Struktur des Gütekriterienkernsets nur geringfügig geändert. Dieses Vorgehen basiert insbesondere auf den Rückmeldungen der Expert*innen bzw. Anwender*innen. Das methodische Vorgehen unter Einbezug verschiedener Anwender*innengruppen und somit der Generierung eines interdisziplinären Umfeldes hat gezeigt, dass Entwicklungsparameter in Form von Kriterien zielgruppengerecht bestimmt werden können. Der Einfluss von Interdisziplinarität ergibt ein differenziertes Abbild, das jedoch im Zuge der Entwicklungsphasen zunehmende Deckungsgleichheit der Inhalte erfuhr. Bereits in der methodischen Beschreibung zur Framework Analyse wurde erläutert, dass das Durchführen von Änderungen, Hinzufügen, Zusammenlegen, Reduzieren oder Löschen festgelegter Themen bzw. Kategorien bis zur Erstellung des finalen Frameworks grundsätzlich zulässig ist, sofern eine Begründung erfolgt, die aus den Daten hervorgeht (vgl. Kapitel 3.4). Diese Vorgehensweise wurde im Zuge des Entwicklungsprozesses erfüllt, sodass V4_{final} eine Version darstellt, die die wissenschaftlichen Anforderungen in einem partizipativen Vorgehen umsetzt. Dabei werden Primärdaten durch bspw. den Input der Workshopteilnehmer*innen eingebunden, sowie Sekundärdaten im Entwicklungsprozess des Gütekriterienkernsets bearbeitet. Anhand des empirischen sowie systematischen Vorgehens bilden die erarbeiteten Kriterien eine geeignete Basis für die Entwicklung senior*innengerechter VR-Anwendungen. Die einzelnen Inhalte müssen jedoch individuell für das VR-Entwicklungsvorhaben geprüft werden.

In dem Unterkapitel 5.1.2.1 wird die Verwertbarkeit des finalisierten Gütekriterienkernsets näher diskutiert. Das Unterkapitel 5.1.2.2 bildet die Diskussion des finalisierten Gütekriterienkernsets ab, indem eine Reflexion des finalisierten Gütekriterienkernset unter Einbezug vergleichbarer Forschungstätigkeiten erfolgt.

5.1.2.1 Verwertbarkeit des finalisierten Gütekriterienkernsets

Die zentrale Zielstellung des Forschungsvorhabens, die die Entwicklung eines Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen umfasst, konnte erfüllt werden. Anhand der definierten Ziele (vgl. Kapitel 1.4), die im Rahmen der qualitativen Forschungsmethoden erreicht wurden, wurde sukzessive in einer systematischen Vorgehensweise zur zentralen Zielstellung beigetragen.

Die Entwicklung des finalisierten Gütekriterienkernsets basiert auf einem mehrschrittigen qualitativen Forschungsdesign und befolgt die von Gould und Lewis (1985) definierten drei Prinzipien, die das iterative Verfahren, die frühe Fokussierung auf Nutzer*innen- und Aufgabenanforderungen und die empirische Überprüfung der Entwürfe durch Nutzer*innen beinhalten (vgl. Kapitel 2.4).

Das Ergebnis der Forschungsarbeit in Form des Gütekriterienkernsets dient als Orientierung für zukünftige VR-Anwendungen der Zielgruppe Senior*innen. Dabei müssen die Ergebnisse durch weitere Forschungsaktivitäten relativiert werden, indem bspw. eine Bewertung je nach Anwendungskontext erfolgt. Des Weiteren muss die inhaltliche Darstellung des Gütekriterienkernsets $V4_{\text{final}}$ anwendungsspezifisch überprüft werden. Die in $V4_{\text{final}}$ beschriebenen Kriterien inkl. der Erläuterungen bilden die Ergebnisse der qualitativen Forschungsmethoden ab. Jedoch ist davon auszugehen, dass eine Allgemeingültigkeit der Kriterien bzw. die Erfüllung dieser nicht für jeden Anwendungskontext gegeben ist. Dies lässt sich einerseits auf den Interpretationsspielraum zurückführen, der trotz der Erläuterungen von Kriterien vorhanden ist, sowie andererseits auf anwender*innenspezifische Gegebenheiten (z.B. bestimmte Personengruppen der Senior*innen) sowie den Anwendungsbereich. Das Gütekriterienkernset lässt sich aufgrund der spezifischen Inhalte möglicherweise nur eingeschränkt auf Anwendungskontexte übertragen. Angemerkt werden muss jedoch, dass anhand der spezifischen Inhalte eine klare Handlungsorientierung gegeben werden kann, die bei vergleichbaren Leitfäden (vgl. Kapitel 2.4) nicht vorhanden ist. Derartige allgemeingültige Leitfäden lassen möglicherweise eine gewisse Übertragbarkeit aufgrund des hohen Abstraktionslevels zu, jedoch werden diese als geringfügig handlungsorientiert bewertet. Die Generalisierbarkeit der Kriterien des finalisierten Gütekriterienkernsets könnte durch mögliche Abstraktion der Kriterien erreicht werden, indem der Interpretationsspielraum ausgeweitet wird. Vergleichbare Vorhaben, wie bspw. teilweise in der ersten SLR identifizierten Literaturergebnisse (AppQ, APPKRi etc.) bilden dieses Format ab. Auch der im April 2023 veröffentlichte Kriterienkatalog für DiGA-Erklärvideos der AG Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) / KI in Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin e.V. (DGIM) soll allgemeingültige Inhalte abbilden, indem Kriterien anhand von vier Modulen erläutert werden (DGIM, 2023). Die Inhalte werden als teilweise unpräzise bewertet, sodass einzelne Handlungsschritte nicht klar definiert bzw. abgegrenzt werden. Das Gütekriterienkernset $V4_{\text{final}}$ bildet einen vergleichsweise kleinen Interpretationsspielraum ab und

grenzt einzelne Inhalte voneinander ab. Dies wird als zielführender bewertet im Vergleich zu als allgemeingültig empfundenen Kriterienkatalogen. Dörner et al. (2019) fügen hinzu, dass eine Abstraktion einzelner Funktionalitäten schwierig ist, da eine hohe Spannbreite an VR-Hardware und Wechselwirkungen an Aufgaben gegeben ist, die sich auf eine einzelne Hardware beziehen kann. Trotz möglicher Relativierung einzelner Inhalte wird der Mehrwert des Gütekriterienkernsets als größer im Vergleich zu den identifizierten Leitfäden empfunden. Um die Gültigkeit bzw. Verwertbarkeit des finalisierten Gütekriterienkernsets näher bewerten zu können, müssten VR-Anwendungsentwicklungen mit unterschiedlichen senior*innenspezifischen Kontexten erfolgen, die die Inhalte von V4_{final} erfüllen. Somit bleibt ausstehend, ob die Kriterien von V4_{final} für alle VR-Anwendungsbereiche für Senior*innen (gleichermaßen) gültig sind. Anhand der VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest*, die jedoch auf der Version V3_{final} des Gütekriterienkernsets basiert, lässt sich ableiten, dass für vergleichbare VR-Anwendungsbereiche die Gültigkeit des finalisierten Gütekriterienkernsets erfüllt sein sollte. Die theoretische Sättigung, die im Rahmen des Anwender*innenworkshops nahezu erreicht wurde, unterstreicht diese Schlussfolgerung. Eine Übertragbarkeit der Kriterien auf andere Technologiegruppen bzw. AR oder MR-Anwendungsentwicklungen für Senior*innen muss überprüft werden. Dörner et al. (2019) beschreiben, dass man darauf angewiesen ist, Lösungsmöglichkeiten für die jeweiligen Nutzer*innen zu entwickeln und diese (prototypischen) VR-Anwendungen zu evaluieren. Ein Vergleich mehrerer VR-Anwendungen innerhalb einer Zielgruppe kann Aufschluss für die am geeignetsten empfundene Umsetzung darstellen. Derartige Entwicklungen sowie Diskussionen unterstreichen die Relevanz der Entwicklung von Gütekriterien, die für eine zielgerichtete Technologieentwicklung zunehmend genutzt werden sollen. Dies bestätigt die Dringlichkeit solche Forschungslücken zu schließen. Eine Präzisierung der Anwender*innengruppen, für die das finalisierte Gütekriterienkernset Unterstützung bei der VR-Anwendungsentwicklung bieten könnte, müsste vorgenommen werden. Anhand klar definierter Kriterien können entsprechende Zielgruppen von den Inhalten des finalisierten Gütekriterienkernsets profitieren. Dies findet im Rahmen dieser Forschungsarbeit keine Berücksichtigung, sondern kann anhand weiterer Forschungsvorhaben umgesetzt werden. Eine Personalisierung von Anwender*innengruppen für das Gütekriterienkernset würde einen Rückschluss über die Generalisierbarkeit und Gültigkeit sowie Relevanz einzelner Inhalte geben können.

Das finalisierte Gütekriterienkernset bildet Inhalte für eine senior*innengerechte VR-Anwendungsentwicklung ab. Offen bleibt, ob eine Übertragbarkeit der Inhalte auf weitere Anwendungskontexte erfolgen kann, oder ob das bestehende Gütekriterienkernset in seiner Eignung näher spezifiziert werden muss (z.B. hinsichtlich des ADL-Anwendungskontextes). Buchner und Mulders (2020) unterscheiden den Einsatz von VR nach Handlungsmöglichkeiten, indem sie folgende vier Welten beschreiben:

(1) *Trainingswelten*, die ein Üben bzw. Trainieren von Fähigkeiten ermöglichen, das in der Realität nicht oder nur selten möglich, zu gefährlich oder zu teuer ist. Dabei können prozedurales Wissen und psychomotorische Fähigkeiten erworben werden; (2) *Konstruktionswelten*, die das Gestalten eigener virtueller Umgebungen bzw. Artefakte ermöglichen und sich stärker an der Lerntheorie des Konstruktivismus orientieren. Derartige Welten finden sich laut den Autor*innen in der Literatur nur bedingt, da die VR-Anwendungsentwicklung als sehr anspruchsvoll beschrieben wird; (3) *Explorationswelten*, die das Sammeln von Erfahrungen anhand authentischer und realistischer Darstellungen erlauben und zum deklarativen Wissen beitragen können; (4) *Experimentalwelten*, die ein Experimentieren mit Umwelten außerhalb physikalischer Grenzen ermöglichen. Sie dienen der Schärfung eines multiperspektivischen Blickes auf naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten und lassen Kausalzusammenhänge erkennen. Diese Einteilung von Buchner und Mulders (2020) kann eine Spezifizierung der Inhalte des Gütekriterienkernsets ermöglichen, das jedoch anhand von Forschungstätigkeiten überprüft werden muss. Die VR-Anwendungsentwicklung und demnach auch die inhaltliche Abbildung des finalisierten Gütekriterienkernsets lassen sich der ersten Rubrik *Trainingswelten* zuordnen.

Auch sollte eine stetige Überprüfung der Gültigkeit bzw. Inhalte erfolgen, da einerseits aufgrund der rasanten Technologieentwicklung neue (Technologie-)Anforderungen resultieren und andererseits Senior*innen zunehmend mehr mit Technologien konfrontiert werden bzw. sich mit diesen auseinandersetzen (müssen). Dies kann in einer veränderten Anspruchshaltung der Senior*innen resultieren, da zunehmend mehr Funktionen als gewünscht bzw. als relevant bewertet werden (Zoidl, 2018). Die Autorin führt an einem Beispiel aus, dass die Generation 60 plus ein herkömmliches Smartphone vor einem Senior*innenhandy bevorzugt, da der Aktionsradius größer ist und bestimmte Dienste bzw. Apps nur auf einem Smartphone genutzt werden können. Dieser Aspekt lässt sich auch auf die Thematik VR übertragen, denn mit zunehmender VR-Erfahrung der Senior*innen kommt es zu Änderungen bzw. Zunahme der Ansprüche. Folglich kann dies in einer Anpassung des Gütekriterienkernsets resultieren, indem Kriterien inhaltlich verändert bzw. ergänzt werden.

Die veränderte Anspruchshaltung lässt sich auch auf die zunehmende Digitalisierung zurückführen. Technologien, wie auch die VR-Technologie, werden stetig in ihren Funktionalitäten angepasst. Die VR-Technologien werden aufgrund der rasanten Entwicklung als schnelllebig empfunden (Zhan et al., 2020). Dies meint, dass der VR-Markt regelmäßig neue VR-Technologiemodelle anbietet, die über ausgereifere Funktionen im Vergleich zu Vorgängermodellen verfügen. So bieten marktreife VR-Produkte heutzutage ausgebaute und vielseitige Funktionalitäten. Bleser (2017) beschreibt, dass die HMDs in den Achtziger- und Neunzigerjahren teilweise schwer und sperrig im Vergleich zu heutigen Produkten waren. Aktuelle HMDs ver-

fügen über zwei kleine LCD-Bildschirme, die anhand der Grafikausgabe eines Computers getrennte Signale für das rechte sowie linke Auge bereitstellen. Neuste Entwicklungen zielen auf eine direkte Projektion des Videosignals auf die Netzhaut. Diese sogenannten Virtual-Retinal Displays (VRDs) bieten den Vorteil, dass der Platzbedarf sowie Energieverbrauch von den Projektionsleuchtioden geringer ausfällt und keine Fokussierung des Auges notwendig ist (Bleser, 2017). Somit sind diese Modelle auch für Personen mit Sehschwächen gut geeignet. Ein Modell, dass die direkte Projektion auf die Netzhaut ermöglicht, ist das HMD Avegant Glyph (Bleser, 2017). Der Entwicklungsfortschritt der VR-Technologien kann sich auf die Technologieakzeptanz und folglich den tatsächlichen Nutzen auswirken, indem durch Änderungen der externen Variablen die Einstellung gegenüber der Nutzung, die Nutzungsintention und die tatsächliche Nutzung verändert wird (vgl. Kapitel 2.3). Somit sollte bedacht werden, dass sich die Anforderungen der Senior*innen gegenüber VR (hinsichtlich Hardware sowie Software) möglicherweise mit den technischen Entwicklungen in unserem Alltag ändern können. Mit fortschreitender Technologieentwicklung kann die Notwendigkeit bestehen, dass Leitfäden, wie das Gütekriterienkernset dieser Forschungsarbeit, angepasst werden müssen.

Bleser (2017) beschreibt, dass der Begriff der virtuellen Realität bzw. Virtual Reality zwar bereits 1982 in dem Science-Fiction-Film „The Judas Mandala“ aufkam, jedoch heutzutage ein noch junges Wissenschaftsgebiet darstellt. Auch beschreibt der Autor, dass die Entwicklung von VR stark von der Weiterentwicklung der verwendeten Hardwarekomponenten abhängig ist. Durch die fortschreitende VR-Technologieentwicklung wird u.a. das Immersionserleben weiter ausgebaut, dass laut dem 3I-Modell eine wesentliche Komponente für die VR-Akzeptanz darstellt (vgl. Kapitel 2.3). Die Immersion soll durch Einbinden weiterer Sinne, z.B. in Form von olfaktorischen oder haptischen Möglichkeiten, gesteigert werden. Der erhöhte Immersionsgrad zielt auf ein als besser empfundenes VR-Erleben ab. Dennoch bleibt unklar, ob der Immersionsgrad insbesondere in Bezug auf die Zielgruppe Senior*innen einen Grenzwert hat bzw. ein definiertes Maß, das den geeigneten Immersionsgrad darstellen kann (Vanden Abele et al., 2021). Slater und Wilbur (1997) definieren in diesem Zusammenhang vier technische Eigenschaften von Ausgabegeräten für die Charakterisierung der Immersion. Diese umfassen (1) *Inclusive*, die eine möglichst vollständige Kappung der Verbindung zur Realität durch ausschließlich computergenerierte Eindrücke meint; (2) *Extensive*, die eine Aufnahme der Realität mit möglichst vielen Sinnen umfasst; (3) *Surrounding*, das die Darstellung des gesehenen Bildes auf einem möglichst breitem Bild (Panorama) ermöglicht und (4) *Vivid*, das eine hohe Qualität der Ausgabemedien beinhaltet, sodass anhand einer hohen Auflösung und guten Qualität des Displays ein möglichst lebendiger Eindruck entstehen kann. Diese Einteilung verdeutlicht die Dimensionen der Immersion, die jedoch auf VR-Technologieentwicklungen vor dem Jahr 1997 beruhen. Folglich muss überprüft werden, inwiefern Inhalte des Gütekriterien-

kernsets zu Themen, wie dem Immersionserleben, ihre Gültigkeit bewahren. Dabei sollten aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse, die bspw. die Nutzung externer Hardware mit dem Ziel der Immersionssteigerung betreffen, Berücksichtigung finden.

Ein weiterer zu berücksichtigender Faktor ist die Heterogenität im Alter, die inter- sowie intra-individuelle Unterschiede einschließt (Brach et al., 2023). Differenzen körperlicher und kognitiver Fähigkeiten im Alter sowie die Akzeptanz bzw. Affinität gegenüber Technologien einer älteren Person können die tatsächliche Nutzung dieser beeinflussen (Vanden Abeele et al., 2021). Die Ansprüche können folglich je nach Senior*in variieren. Senior*innen, die mit einem technischen System (noch) nicht vertraut sind, zeigen häufig Zweifel diesen gegenüber. Aus diesem Grund ist eine schrittweise Heranführung und verständliche Erläuterung zur Technologie bzw. zu deren Nutzen essentiell für eine folglich tatsächliche Nutzung (Schönhuth & Jerrentrup, 2019). Die ältere Person soll mit dem technischen System, in diesem Fall mit der VR-Technologie, vertraut gemacht werden, sodass der Nutzungskontext verstanden wird. Es lässt sich festhalten, dass eine Typisierung zukünftiger Nutzer*innen des Gütekriterienkernset aussteht. Ebenso existiert keine Typisierung von Senior*innen(gruppen) für die Bewertung der VR-Nutzung. Trotz der zuvor aufgeführten Heterogenität im Alter bleibt offen, ob eine Bewertung von Senior*innengruppen (z.B. Männer, Frauen, mutige Personen, technikaffine Personen etc.) Aufschluss über das Potential der VR-Anwendungsnutzung geben könnte. Dabei können zudem mögliche Kontraindikationen für die Nutzung von VR für Senior*innen eingebunden werden. Trotz der Heterogenität der Senior*innen existieren Faktoren, bei der größtenteils Einigkeit herrscht. Dazu zählt bspw. ein guter Tragekomfort des HMDs und eine damit verbundene gute Bildschärfe bzw. entsprechende Einstellung, sodass die VR-Umgebung ohne Einschränkungen ersichtlich wird.

Anhand des multimethodischen Vorgehens im iterativen bzw. partizipativen Prozess konnte die Fragestellung der Forschungsarbeit beantwortet werden. Die jeweiligen Versionen des Gütekriterienkernsets dienen der Beantwortung der HF, wenngleich die finalisierte Version die endgültige Antwort im Rahmen des Forschungsprozesses darstellt. Von einer Modifikation der Ergebnisse von V4_{final} muss ausgegangen werden, da je nach Nutzungskontext sowie der Zielgruppe der VR-Entwickler*innen sowie VR-Anwender*innen differenziert werden muss. Das finalisierte Gütekriterienkernset dient als Beitrag zum „gesunden Altern“, indem durch die Nutzung dessen bzw. durch die Erfüllung der Kriterien die Bedarfe und Anforderungen der Senior*innen erfüllt werden. Die VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* diene dabei als praktisches Anwendungsbeispiel, wenngleich sie die Inhalte der Version V3_{final} des Gütekriterienkernsets berücksichtigt, die jedoch nur marginal von V4_{final} abweichen.

Die VR-Trainingsanwendung *Wegfest* trägt zum gesunden Altern bei, indem im Rahmen der Verkehrsunfallprävention das sichere Überqueren einer Straße trainiert werden kann. Somit

dient diese VR-Anwendung als Beispiel für eine gelungene Umsetzung des Gütekriterienkernsets bei gleichzeitiger Konzeption eines Instrumentes, das einen Mehrwert für das gesunde Altern bereitstellt. Inwiefern sich die einzelnen Parameter anhand des VR-Trainings auf reale Situationen übertragen lassen können, muss anhand weiterer Forschungstätigkeiten überprüft werden. Die Ergebnisse der VR-Interventionsstudie implizieren, dass anhand der Trainingseinheiten mit *Wegfest* einzelne Parameter positiv beeinflusst werden können. Die Ergebnisse der Interventionsstudie mit *Wegfest* weisen u.a. signifikante Unterschiede des TUG sowie der FES zwischen den Messzeitpunkten auf. Dies lässt den Rückschluss zu, dass *Wegfest* Auswirkungen auf die Beweglichkeit bzw. das Körpergleichgewicht und die daraus resultierende subjektive Sturzgefahr haben kann. Jedoch gilt zu beachten, dass die Ergebnisse auf einer kleinen Stichprobe mit $n=20$ Senior*innen beruhen. Auch zeigt das Ergebnis des MoCAs keine signifikanten Unterschiede, sodass im Rahmen der VR-Interventionsstudie nicht auf die kognitiven Leistungen eingewirkt werden konnte. Auch bleibt unklar, welcher Parameter bei der Straßenüberquerung durch das Training in VR in welchem Ausmaß beeinflusst werden kann, sodass objektive Verbesserungen der Leistung erfolgen, die in einem geringeren Unfallrisiko bzw. in geringeren Unfallgeschehen resultieren. Um die signifikanten Ergebnisse auf Repräsentativität zu überprüfen, müssen neben der Forschungsarbeit von Prüß (2023) weitere Forschungsaktivitäten hierzu erfolgen. Die Ergebnisse werden als Tendenzen bewertet, die zugleich eine positive Bewertung des finalisierten Gütekriterienkernsets zulassen, indem anhand der überwiegend signifikanten Ergebnisse eine Verbesserung des Ausgangsniveaus der Senior*innen resultiert, die als Beitrag für ein gesundes Altern gesehen werden kann. Aus den Ergebnissen lässt sich im Rahmen der gesellschaftlichen Bedeutsamkeit ableiten, dass VR-Interventionen im Bereich Mobilität wissenschaftlich und evidenzbasiert entwickelt werden können. Die Relevanz liegt hierbei in der gezielten Förderung von Mobilitätsfaktoren, sodass bspw. koordinative Fähigkeiten in VR gezielt trainiert werden können. Davon ausgehend können (Trainings-)Ziele schneller und effektiver erreicht werden und folglich Entscheidungsprozesse zum Mobilitätsverhalten getroffen werden. Derartige evidenzbasierte Versorgungsformen können zu einem erhöhten Qualitätsanspruch beitragen. Anhand der Ergebnisse kann abgeleitet werden, dass VR-Anwendungen durch eine gezielte VR-Anwendungsentwicklung anhand der Berücksichtigung wissenschaftlich erarbeiteter Kriterien zielgerecht entwickelt werden können. Dabei ist jedoch eine multiperspektivische Berücksichtigung unterschiedlicher Faktoren (z.B. Ausgangszustand der nutzenden Person, Verträglichkeit von VR, Durchführung geeigneter vorbereitender Maßnahmen z.B. Assessments) wesentlich.

Des Weiteren gilt zu berücksichtigen, dass die Inhalte von $V4_{\text{final}}$ auf den qualitativen Forschungsmethoden beruhen, die u.a. den Anwender*innenworkshop beinhalten. Die $n=10$ Senior*innen haben ihr Meinungsbild bzw. ihren Input im Workshop dargelegt. Offen bleibt die Generierung von weiterem Input bzw. der Modifizierung durch Einbezug weiterer Senior*innen.

Dies gilt sowohl für Senior*innen, die an der VR-Interventionsstudie teilgenommen haben, als auch für weitere Senior*innengruppen. Dabei sind widersprüchliche Angaben aufgrund unterschiedlichen Empfindens der Senior*innen nicht ausgeschlossen, sodass eine Modifikation der Kriterien das Resultat darstellen würde. In diesem Zusammenhang stellt die Heterogenität der Senior*innen einen Erklärungsansatz dar. Die Heterogenität der Senior*innen fiel im Zuge des Anwender*innenworkshops sehr gering aus. Bei den Workshopteilnehmer*innen herrschte größtenteils Übereinstimmung zu dem generierten Input. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass sich die Senior*innen in erster Linie auf die VR-Anwendung *Wegfest* bezogen haben sowie nur bedingt über Vergleichswerte hinsichtlich VR verfügten. Ein Vergleich bzw. eine Bewertung gegensätzlich konzipierter VR-Anwendungen, bei der eine VR-Anwendungsentwicklung die Umsetzung der Kriterien des Gütekriterienkernsets $V4_{\text{final}}$ erfüllt, könnte ebenfalls Aufschluss über die Gültigkeit der Kriterien geben. Alternativ könnte anhand einer VR-Anwendungsentwicklung, in der sich Senior*innen für Alternativen entscheiden können (z.B. Steuerung per Teleportation oder physisches Gehen; Interaktion per Handtracking, Controller oder Sprache etc.), einzelne Inhalte bewertet werden.

Unklar bleibt jedoch, inwieweit das Gütekriterienkernset $V4_{\text{final}}$ bei Berücksichtigung der Kriterien zur langfristigen Nutzung der entwickelten VR-Anwendung beiträgt. Zwar werden die Anforderungen bzw. Bedarfe der Senior*innen berücksichtigt, jedoch sind weitere Faktoren für eine langfristige VR-Anwendungsnutzung relevant. Hierzu zählt z.B. die Aufrechterhaltung der Motivation, ein guter Komfort von VR (Hard- sowie Software), das Ausbleiben von VR-ISE, ein geringfügiger Aufwand zur VR-Anwendungsnutzung, der Nachweis eines positiven Effektes, ein komplikationsloser Ablauf in der VR-Anwendungsnutzung und weiteres. Steffen, Gaskin, Meservy, Jenkins und Wolman (2019) sehen den Mehrwert der VR-Anwendung als ausschlaggebenden Faktor für eine langfristige Nutzung. Dies gilt jedoch individuell zu bewerten (Steffen et al., 2019).

Das finalisierte Gütekriterienkernset kann als eine Art Leitfaden bzw. Hilfestellung für die VR-Anwendungsentwicklung der Zielgruppe Senior*innen dienen, um die aufgeführten Kriterien bzw. Inhalte abzuwägen, zu überdenken bzw. zu erfüllen. Die Erläuterungen der Kriterien kann als inhaltliche Anleitung gesehen werden, in dem einzelne Entwicklungsschritte abgeleitet werden können. Für die VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* kann die Bewertung der Inhalte von $V4_{\text{final}}$ als gültig angesehen werden. Eine Übertragung auf weitere VR-Anwendungsentwicklungen hängt von verschiedenen zuvor beschriebenen Faktoren ab, wie bspw. dem Anwendungskontext, der Spezifizierung der Zielgruppe sowie von individuellen Faktoren. Dennoch wird das finalisierte Gütekriterienkernset als geeignetes Instrument für VR-Anwendungsentwicklungen empfunden, indem eine Übersicht von Kriterien bzw. Inhalten gegeben wird, die

für das jeweilige Vorhaben bewertet werden können. Auch gilt das finalisierte Gütekriterienkernset als Mindestmaß zu bewerten, das im Rahmen weiterer Forschungsaktivitäten spezifiziert sowie ausgebaut werden kann.

5.1.2.2 Reflexion des finalisierten Gütekriterienkernsets hinsichtlich Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren

Die Thematik zu VR-Entwicklungs- bzw. Gestaltungsanforderungen für einzelne Zielgruppen bzw. Anwendungszwecke wird zunehmend bearbeitet und diskutiert. Die bisher existierenden wissenschaftlichen sowie methodischen Erkenntnisse zur Nutzung von VR für Evaluationen im Rahmen der nutzer*innenzentrierten Anwendungsentwicklung sind jedoch übersichtlich (Salwasser, Dittrich, Müller & Melzer, 2019). Die Autor*innen beschreiben, dass insbesondere die Gestaltungsanforderungen an VR-Anwendungen sowie methodische Limitationen und die Integration von Erhebungsinstrumenten ungenügend untersucht sind. Jakobs, Lehen und Ziefle (2008) sehen in erster Instanz die Untersuchung von Akzeptanzfaktoren einer Zielgruppe gegenüber Technologien als Maßnahme, bevor mit der Definition von einzelnen Entwicklungs- bzw. Gestaltungsanforderungen begonnen wird. Die Nutzung von Technologien bei älteren Personen ist abhängig von der Erfüllung der für sie relevanten Akzeptanzkriterien. Jakobs et al. (2008) beschreiben, dass die Akzeptanz einerseits auf emotionalen Aspekten, wie dem Vertrauen in die Technik, beruhen kann oder andererseits auf rationalen Faktoren, wie der Bewertung des Nutzens einer Technologie. Dies ist von der Zielgruppe, der Technikdomäne und dem Nutzungskontext abhängig. Ziefle (2013) beschreibt, dass ältere Personen grundsätzlich ein großes Interesse für technische Innovationen aufzeigen, jedoch lassen sie sich im Vergleich zu Jüngeren weniger auf Unsicherheiten und Unklarheiten ein. Ihre Erwartung an eine Technologie, die ihren Bedürfnissen entspricht und sich als nützlich erweist, sind entsprechend hoch. Ein partizipativer Entwicklungsprozess von Technologien ist daher eine relevante Voraussetzung für den Erfolg eines neuen Produktes (Fisk et al., 2009). Ziefle (2013) ergänzt, dass verstanden werden sollte, welche Modellierungen einzelner Faktoren, die Einfluss auf die Gestaltung und Einführung einer Technologie haben und zur Annahme oder Ablehnung führen, vorgenommen werden können. Hierdurch können im Rahmen von Evaluations- sowie Akzeptanzstudien die Entwicklungskriterien bzw. Technologieeigenschaften mit den Anforderungen der nutzenden Person verglichen werden und folglich Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren abgeleitet werden (Jakobs et al., 2008). Die Autor*innen fügen hinzu, dass aus den Anmerkungen, Problemen und Vorschlägen zur Verbesserung der Technologie seitens der Senior*innen Gestaltungs- bzw. Entwicklungskriterien geschaffen und Maßnahmen für die Einführung neuer Technologien identifiziert werden können. Salwasser et al. (2019) haben die Akzeptanzfaktoren der VR-Technologie näher untersucht. Die Autor*innen zielen in ihrer Studie darauf ab, die Potentiale, Vor- bzw. Nachteile, Limitationen sowie Hürden

von VR-Anwendungen zu eruieren. Folglich sollen Handlungsempfehlungen für die Entwicklung von VR-Anwendungen abgeleitet werden.

Die Autor*innen beschreiben, dass keines der Ergebnisse im Rechercheprozess zu VR-Evaluationsstudien ein HMD genutzt hat, um auf die Praxistauglichkeit und auf die Auswirkungen des Einsatzes von VR näher einzugehen. Zudem beschreiben die Autor*innen, dass die Studien ausschließlich verallgemeinerbare Erkenntnisse abbilden, die sich auf konkrete Einzelfälle konzentrieren und eingeschränkt für weitere (wissenschaftliche) Zwecke zur Verfügung stehen. Sie fügen hinzu, dass generalisierbare Effekte von VR sowie die Möglichkeiten zum Umgang mit diesen unzureichend erforscht sind. Im Rahmen von n=7 Expert*inneninterviews wurden die Fragestellungen zu Kriterien des User-Centered Designs für VR beantwortet. Die Ergebnisse lassen relevante Aspekte ableiten: Der erste Aspekt umfasst die Darstellung von virtuellen Objekten, die mittels klassischer Usability-Tests erprobt werden kann. Zweitens wird die Darstellung von virtuellen Umgebungen genannt. Hierbei wird der Vorteil in der Entwicklung von Umgebungen gesehen, die in der Realität für einen Test nicht genutzt werden können. Salwasser et al. (2019) erwähnen in ihrer Studie, dass durch den Einsatz von VR Testumgebungen geschaffen werden können, die ein sicheres Umfeld liefern. Die Autor*innen nennen als Beispiel die Darstellung virtueller PKW-Navigationsgeräte, die im Fahrzeuginnenraum abgebildet sind. Sie beschreiben, dass VR sich hierbei eignen würde, um verschiedene, veränderbare Situationen (auch Extremsituationen) darzustellen. Durch die Anwesenheit in VR besteht keine Bedrohung durch eine reale Kollision mit Gegenständen oder Personen (Salwasser et al., 2019). Als dritter Aspekt ist die Darstellung von Situationen aufgeführt, die veränderbar sind und Stress- oder Extremsituationen veranlassen können.

Diese Aspekte werden in dem Vorhaben dieser Forschungsarbeit erfüllt: Die Darstellung virtueller Objekte bzw. Umgebungen wurde im Rahmen von Pre-Tests mehrfach mit der Zielgruppe Senior*innen erprobt (vgl. Tabelle 40). Aspekte der Usability konnten demnach abgeleitet und für weitere VR-Anwendungsentwicklungen berücksichtigt werden. Auch wurde anhand der in *Wegfest* dargestellten Straßensituationen ein Abbild von Umgebungen geschaffen, die für das entsprechende Training zur sicheren Straßenüberquerung mit den Senior*innen in der Realität nicht hätten genutzt werden können. Auch der dritte Aspekt wird anhand der Konfiguration unterschiedlicher Szenen durch die Variation einzelner Parameter in *Wegfest* erfüllt. Salwasser et al. (2019) beschreiben, dass durch eine Kombination dieser drei Simulationsaspekte hochimmersive Situationen entstehen. Daraus lässt sich ableiten, dass *Wegfest* eine geeignete prototypische VR-Anwendung ist, die den Immersionsgrad vollumfänglich erfüllt, da alle drei Simulationsaspekte der Autor*innen beachtet werden. Diese Erkenntnisse bestätigen die Gültigkeit des finalisierten Gütekriterienkernsets, indem sich neben der nahezu vollständigen theoretischen Sättigung durch die Senior*innen vergleichbare Erkenntnisse durch Salwas-

ser et al. (2019) ableiten lassen. Auch wirken sich diese Erkenntnisse auf die Technikakzeptanz aus, indem durch eine hohe Immersion, die als stärkster Einflussfaktor im 3I-Modell beschrieben wird, die Nutzungsintention steigt (vgl. Abbildung 9). Dies lässt den Rückschluss zu, dass eine hohe Immersion, die die drei von Salwasser et al. (2019) beschriebene Aspekte beinhaltet, positive Auswirkungen auf die Akzeptanz von VR-Anwendungen hat.

Salwasser et al. (2019) gehen zudem auf die Limitationen von VR näher ein. Sie fassen unter den Systemlimitationen folgende Aspekte zusammen:

(1) Die Qualität der Darstellung: Je nach Konzeption kann eine Abweichung der virtuellen Realität zur realen Welt entstehen. Durch die Displaytechnologie, aber auch durch das eingeschränkte Ansprechen von Sinnen wie Haptik und Geruch, wird die Wahrnehmung beeinflusst und das virtuelle Erleben gemindert.

(2) Die Bewegung: Die Möglichkeit des Teleportierens in der virtuellen Welt entspricht nicht dem natürlichen Bewegungsempfinden eines Menschen. Das Verweilen auf einer Stelle im Raum kann sich negativ auf die Immersion auswirken. Zudem steigt die Gefahr der Cybersickness (Oh & Son, 2022). Salwasser et al. (2019) beschreiben, dass Bewegungen über den Einsatz von omnipräsenten Hilfsmitteln (z.B. Laufbänder) die Immersion gesteigert werden kann.

(3) Eingabe- und Navigationsmöglichkeiten: In der virtuellen Welt müssen Interaktionsmechanismen neu gedacht bzw. erlernt werden. Aktuelle Eingabemethoden per angepasster Gestensteuerung, Eye-Tracking, Sprache oder Kopfbewegungen weisen eine Distanz zu natürlichen Interaktionsmustern auf. Salwasser et al. (2019) beschreiben, dass veränderte Eingabemodalitäten im Studiendesign Beachtung finden müssen. Mögliche Bias müssen berücksichtigt werden (z.B. wird das Ausführen von Handlungen in der virtuellen Welt aufgrund fehlender haptischer Größen leichter empfunden als in der realen Welt).

(4) Haptik: Die fehlende Simulation von Oberflächen kann sich negativ auf das Erleben in VR auswirken und die Immersion negativ beeinflussen. Salwasser et al. (2019) beschreiben, dass je nach Anwendungsfall haptische Objekte ergänzt werden, die der Passung der virtuellen Umgebung entsprechen.

Salwasser et al. (2019) erläutern in ihrer Studie des Weiteren diverse Limitationen, die sich auf die Nutzer*innen beziehen. Hierzu zählt

(1) die unterschiedliche Vorerfahrung und entsprechende Reaktionen in VR. Personen, die bereits Vorerfahrungen mit VR haben, fühlen sich vergleichsweise sicherer, als jene ohne Vorerfahrungen.

(2) die individuelle Leistungsfähigkeit, die eine große Variationen zeigt und nur schwer vorbestimmt werden kann. Die individuelle Leistungsfähigkeit obliegt physischen sowie psychischen Faktoren. Die Autor*innen beschreiben, dass die Leistungsfähigkeit der nutzenden Person vor

VR-Anwendungsbeginn getestet werden sollte. Faktoren, wie Sehschwäche oder Ängste sollten vor Anwendungsnutzung abgefragt und für die Nutzung beurteilt werden. Die Autor*innen fügen hinzu, dass derartige Faktoren individuell zu bewerten sind und eine Abfrage soziodemographischer Faktoren als nicht ausreichend für die Beurteilung der VR-Anwendungsnutzung bewertet werden.

(3) das Tragen des HMD und das Erleben in VR, das für Nutzende als anstrengend empfunden werden kann. Die Autor*innen beschreiben, dass Kopfschmerzen sowie Ermüdungserscheinungen geäußert werden können, die die Validität der Testergebnisse beeinflusst. Salwasser et al. (2019) fügen hinzu, dass eine Individualisierung der Technik erfolgen sollte, indem das HMD in allen Funktionalitäten (Pupillenabstand, Lautstärke etc.) individuell auf die nutzende Person angepasst wird. Zudem empfehlen die Autor*innen die Nutzenden vor Anwendungsnutzung auf die in VR abgebildeten Inhalte vorzubereiten. Salwasser et al. (2019) empfehlen die Durchführung von Usability-Tests. Für eine Eingewöhnung in die VR Umgebung und eine Erprobung der Interaktionsmechanismen eignet sich eine Einweisung in die Nutzeroberfläche.

(4) das fehlende Bewusstsein der virtuellen Welt als real. Demzufolge können eigene Fähigkeiten überschätzt werden und Gefühle verändert werden. Dies kann Auswirkungen auf Handlungsabläufe in der Realität haben.

(5) eine schwerfällige Trennung der Bewertung von der VR-Anwendung und der VR-Technologie. Eine für schlecht befundene VR-Anwendung(sentwicklung) geht häufig mit einer negativen Bewertung für die VR-Technologie einher. Der Nutzen für andere Anwendungsbereiche wird möglicherweise nicht gesehen.

(6) die Gefahr des Auftretens von Motion- bzw. Cybersickness bei inkonsistenter Bewegungsausführung bzw. Simulation in VR, die nicht mit dem realen Abbild übereinstimmt. Durch den Widerspruch von dem Verweilen des menschlichen Körpers in Ruhe und der Visualisierung und damit der Signalgebung einer Positionsänderung für das Gehirn, können Symptome wie Unwohlsein bzw. Übelkeit auftreten.

Die aufgeführten Limitationen zum VR-System bzw. zu den Nutzer*innen können anhand der im Rahmen der Forschungsarbeit gewonnenen Erkenntnisse teilweise abgeschwächt werden. Anhand der Umsetzung der Kriterien für die VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* (vgl. V4_{draft}) können die von Salwasser et al. (2019) aufgeführten Limitationen nicht gänzlich belegt werden. Diese Erkenntnis unterstreicht die Gültigkeit und Vollständigkeit des finalisierten Gütekriterienkernsets, indem anhand von Kriterien bzw. deren Erläuterungen die Limitationen begrenzt werden können. Salwasser et al. (2019) fügen hinzu, dass durch Beachtung der Limitationen Einschränkungen der Gestaltungsfreiheit von VR-Anwendungsentwicklungen resultieren, jedoch werden anhand der zielgerichteten Vorgaben Strukturen geschaffen, die eine für die nutzende Person ausgerichtete Anwendung abbildet und die Akzeptanz der VR-Anwendung bzw. VR-Technologie erhöht. Die Autor*innen ergänzen, dass es im Kontext der

Prototypenentwicklung vorrangig darum geht, den Entwicklungs- bzw. Gestaltungsprozess iterativ zu begleiten und modellhaft charakteristische Merkmale zu erarbeiten. Salwasser et al. (2019) haben mit ihrer Studie verdeutlicht, dass es keine spezifischen Methoden für die Evaluation von der Gebrauchstauglichkeit für VR-Anwendungen gibt. Evaluierungen werden häufig in Form von Fragebögen oder Expert*inneninterviews durchgeführt. Sie betonen, dass überprüft werden muss, inwieweit neue Ansätze für die VR-Anwendungsentwicklung denkbar und umsetzbar sind.

Ergänzend zu Salwasser et al. (2019) weist die Literatur einige Nutzungseigenschaften sowie Produktmerkmale auf, die sich auf das Verhalten älterer Personen im Umgang mit Technologien beziehen und für die Akzeptanz von VR von entscheidender Bedeutung sein können. Diese werden im Folgenden näher erläutert:

a) Expertise und Nutzungserfahrung

Als wichtigster Faktor für die Nutzungsbereitschaft bei älteren Menschen sehen Rogers und Fisk (2010) die individuelle Expertise, die sich aus der Erfahrung mit dem Umgang von Technologien ergibt. Struve (2010) ergänzt, dass Senior*innen häufig ihre eigenen Fähigkeiten hinsichtlich der Technologienutzung unterschätzen. Altersstereotype sowie negative Erfahrungen verstärken Ängste gegenüber der Techniknutzung. Positive Erfahrungen hingegen stärken die Nutzungsbereitschaft, indem die wahrgenommene Selbstwirksamkeit gesteigert wird (Czaja et al., 2006). Die Systemexpertise wird durch die Erfahrungswerte und der Antizipation der Nutzung weiterer Technologien und die damit verbundenen Auswirkungen geprägt (Struve, 2010). Jakobs et al. (2008) fügen hinzu, dass Äußerungen zu Technologien wie „berühren“, „anfassen können“ und „begreifen“ als zentrale Voraussetzung verstanden werden können, um eine erhöhte Zugänglichkeit zu Technologien seitens älterer Personen zu erzielen. Eine materielle Zugänglichkeit zu technischen Artefakten sollte demnach erfolgen, damit Senior*innen wissen, wie Technologien funktionieren und Einblicke in die Mechanismen der Funktionsweise erhalten. Auch Claßen (2012) schließt sich dem an und erläutert, dass die Möglichkeit des Ausprobierens einer Technologie die Wahrnehmung des Nutzens prägt. Ein Erleben ermöglicht, dass Senior*innen das Nutzungsempfinden wahrnehmen und sich ein Urteil zur Qualität der Leistung bilden können. Bereits während der Produktentwicklung können Testverfahren dazu dienen, persönliche Erfahrungen der potentiellen Nutzer*innen zu sammeln und die Vorhersagbarkeit einer tatsächlichen Nutzung erhöhen (Zulfabli, Ismalina, Amarul & Ahmad, 2019). Davis und Venkatesh haben bereits 1996 beschrieben, dass erst durch eine direkte Erfahrung mit dem technischen System die Benutzerfreundlichkeit, die als wesentlicher Faktor für die Akzeptanz erachtet wird, bestimmt werden kann. Auch konnte beobachtet werden, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Nutzungserfahrung und der Technikakzeptanz besteht (Zulfabli et al., 2019; Jakobs et al., 2008; Davis & Venkatesh, 1996).

Mangelnde Nutzungserfahrung sowie ein Informationsmangel stellen hingegen Hauptgründe für die geringe Akzeptanz gegenüber neuen technischen Innovationen dar (Zulfabli et al., 2019; Struve, 2010). Ziefle (2013) führt aus, dass ein Defizit an Wissen Raum für Irrationales, Halbwissen und Falschinformationen lässt. Hier erwähnt die Autorin, dass insbesondere wenig technikaffine Personen sowie ältere Personen anfällig sind. Kip et al., (2022) fügen hinzu, dass der Nutzen eines technischen Produktes ohne das Erleben dieses nicht wahrgenommen werden kann. Die Autor*innen beschreiben zudem, dass das Wissen über die auf dem Markt bestehenden Technologien und deren Nutzen oft bei älteren Personen nicht vorhanden ist.

b) Wahrgenommene Nützlichkeit

Die bereits von Davis (1989) im TAM beschriebene wahrgenommene Nützlichkeit (vgl. Kapitel 2.3) scheint ein zentrales Nutzungskriterium für ältere Personen zu sein. Deiters et al. (2022) beschreiben die wahrgenommene Nützlichkeit als den empfundenen Nutzen für die Lösung der Aufgabe. Die Nutzungsabsicht wird dabei von der entscheidenden Determinante, dem Wissen über den persönlichen Nutzen einer Technologie beeinflusst. Jakobs et al. (2008) beschreiben, dass eine positive Bewertung von Technologien davon abhängt, wenn diese einen klaren Nutzen z.B. hinsichtlich der Arbeitserleichterung oder Effizienz verspricht. Melenhorst, Rogers und Caylor (2001) fanden heraus, dass der erwartete Nutzen im Vergleich zur Benutzerfreundlichkeit einen größeren Einfluss auf die Akzeptanz hat. Rogers und Fisk (2010) konstatieren: *„The “need to use” or rather the benefits of use must be made clear before older adults will voluntarily adopt a technology“* (Rogers & Fisk, 2010, S. 2). Somit sollte eine Informationsbereitstellung zum subjektiven Nutzen einer Technologie geboten werden. Einige Studien implizieren, dass eine fehlende subjektive Wahrnehmung des persönlichen Nutzens als zentraler Grund für die Nicht-Nutzung von Technologien gesehen wird (Kip et al., (2022); Zulfabli et al., (2019); Jakobs et al., 2008). Melenhorst et al. (2001) erwähnen in diesem Zusammenhang: *„A reason why older adults do not start or continue learning a new device may be lack of perceived benefit“* (S. 225). Die Ergebnisse untermauern das in Kapitel 2.3 dargestellte TAM von Davis (1989).

c) Einfache Bedienbarkeit

Die Nutzung von Technologien ist abhängig von der Benutzerfreundlichkeit sowie der einfachen Bedienbarkeit des technischen Produktes. Kip et al. (2022) beschreiben, dass ergonomisch gestaltete Produkte die Beanspruchung der Benutzer*innen senken und gleichzeitig ihre Zufriedenheit steigert. Jakobs et al. (2008) bewerten den Aspekt der guten Bedienbarkeit bei Neuanschaffung technischer Produkte bei Senior*innen hoch. Auch Zulfabli et al. (2019) konstatieren, dass die einfache Bedienbarkeit neben dem akzeptablen Preis als wesentlicher Einflussfaktor für den Erwerb von Technologien gilt.

Eine hohe Komplexität sowie mangelnde Benutzerfreundlichkeit kann zur Ablehnung eines technischen Produktes führen. Eine Ablehnung zur Nutzung einer Technologie erfolgt auch

häufig dann, wenn diese das Erlernen neuer Verhaltensweisen erfordert (Kip et al., 2022). Zu komplizierte Mensch-Technik-Interaktionen führen zur Nicht-Nutzung des Produktes.

Zauner (2007) erwähnt in seiner Studie, in der er die Akzeptanz und das Nutzungsverhalten von Fahrerassistenzsystemen bei älteren Personen untersucht hat, dass eine zu große Informationsflut hinsichtlich der Vielfalt an Systemen abschreckend wirken kann. In diesem Zusammenhang erwähnt er zudem einzelne technische Komponenten, wie eine schlechte Lesbarkeit der Displays und eine mangelnde Konfigurierbarkeit, die ebenfalls ursächlich für die Nicht-Nutzung sein können. Er ergänzt, dass technologische Neuerungen ältere Personen verängstigen könnten und deren Motivation zum Kennenlernen innovativer Technologien sinkt. Versuchen sich ältere Personen dennoch an der Nutzung technischer Innovationen, scheitern sie häufig bei der nicht intuitiven Bedienung bzw. bei dem Verstehen der Bedienungsanleitung des Produktes (Zauner, 2007). Claßen (2012) fügt hinzu, dass sich diese Erfahrungen negativ auf die wahrgenommene Nützlichkeit der Technologie auswirkt, die als direkter Prädiktor für die Nutzungsabsicht gilt.

d) Zuverlässigkeit und Qualität

Claßen, Oswald und Wahl (2012) kamen zu dem Ergebnis, dass das einwandfreie Funktionieren der Technik und die damit verbundene Zuverlässigkeit entscheidende Faktoren für die Akzeptanz und Nutzung von Technologien darstellen. Jedoch muss beachtet werden, dass die Zuverlässigkeit eines technischen Systems abhängig von dem jeweiligen Reifegrad ist. Das Vertrauen in technische Produkte lässt sowohl bei jüngeren, als auch bei älteren Personen nach, wenn diese nicht zuverlässig funktionieren. Ältere Personen reagieren auf diese Veränderungen sensibler. Das Systemvertrauen vermindert sich dabei bei einem falschen Alarm stärker als nach einem fehlenden Alarm (Rogers & Fisk, 2010).

Jakobs et al. (2008) beschreiben, dass die Produktqualität als wichtiges Kaufkriterium für ältere Techniknutzer*innen gilt. Vergleichsweise wird der Preis als wenig bedeutungsvoll bewertet. Teilweise wird von der älteren Käuferschicht ein hoher Preis als Qualitätsindikator gesehen.

e) Systemvertrauen

Die Nutzungsbereitschaft eines technischen Systems wird von dem Systemvertrauen und der damit verbundenen Zuverlässigkeit bestimmt (Kip et al., 2022). Dennoch zeigen Studienergebnisse zu MR-Technologien mit Senior*innen, dass das Vertrauen in die MR-Technologie trotz Systemfehlern relativ konstant bleibt. Jedoch müssen der jeweilige Anwendungskontext sowie die individuellen Gegebenheiten näher betrachtet werden (Zulfabli et al., 2019).

f) Produkttransparenz

Jakobs et al. (2008) beschreiben das Produktverständnis und die Systemtransparenz als relevante Voraussetzung für die Technikakzeptanz. Laut den Autor*innen interessieren sich insbesondere ältere Personen für die technischen Zusammenhänge, damit die angewandte Technologie verstanden wird. Die Systemgrenzen sollten der nutzenden Person gegenüber transparent vermittelt werden, um das Systemverhalten richtig einschätzen zu können. Hierdurch wird das Systemvertrauen gestärkt und fördert die Nutzungsbereitschaft des technischen Systems (Jakobs et al., 2008).

g) Unterstützung beim Erlernen neuer Technologien

Als weiteres entscheidendes Akzeptanzkriterium führen Jakobs et al. (2008) die Unterstützung älterer Nutzer*innen bei dem Erlernen neuer Technologien auf. Aufgrund der Angst, Technologien durch Fehlbedienungen zu beschädigen oder irreparabel zu verstellen, können zur Ablehnung einer Technologie führen. Auch die Angst, sich durch fehlendes Wissen blamieren zu können, kann dazu führen, dass Technologien nicht vollumfänglich genutzt werden. Bei der VR-Technologie spielt der Aspekt des Blamierens eine wesentliche Rolle. Nicht nur das mögliche Blamieren durch eine falsche Nutzung der VR-Technologie, sondern auch das Ausführungen von Interaktionen in VR, die für die Außenwelt nicht nachvollziehbar sind, können sich auf die wahrgenommene Selbstwirksamkeit und das Nutzungsverhalten auswirken. Demnach gilt zu bewerten, unter welchen Voraussetzungen VR genutzt werden kann, um eine Akzeptanz der nutzenden Person zu erzielen (z.B. Räumlichkeit abgeschottet, keine Zuschauer).

Insbesondere bei Technologien, die für Senior*innen auf dem ersten Blick als neuwertig und komplex erscheinen, ist eine Aufklärung über das Produkt und deren Nutzen sowie die Unterstützung während der Nutzung besonders wichtig. Struve (2010) beschreibt, dass Technikängste im engen Zusammenhang mit der wahrgenommenen Selbstwirksamkeit der Nutzer*innen stehen. Während junge Nutzer*innen ihr Wissen zur Bedienung der Technologie häufig durch die Trial-and-Error (dt. Versuch und Irrtum) Strategie aneignen, machen ältere Nutzer*innen aufgrund der Angst vor den Folgen bei einer Fehlbedienung Gebrauch von der Bedienungsanleitung. Jakobs et al. (2008) postulieren, dass Bedienungsanleitung häufig als unverständlich und zu komplex wahrgenommen werden, sodass bereits vor Bedienung Nutzungsbarrieren entstehen. Laut den Ergebnissen der Autor*innen wünschen sich ältere Nutzer*innen eine Schritt-für-Schritt Anleitung, ein Glossar für Fachausdrücke sowie kurze Beschreibungen zu den Basisfunktionen. Alternativ wird laut Senior*innen eine „*persönliche Expertenbegleitete Einweisung*“ oder eine „*interaktive auditive Variante*“ akzeptiert (Jakobs et al., 2008).

In einer Vielzahl von Studien konnte der positive Effekt nachgewiesen werden, dass ein Training bzw. eine gezielte Anleitung älterer Nutzer*innen zur Erhöhung der Akzeptanz neuer Technologien führt (Kip et al., 2022; Trübswetter, 2015; Melenhorst et al., 2001). Durch ein

gezieltes Erlernen der Bedienung der Technologie wird die Nutzungseffizienz erhöht (Kip et al., 2022). Die Autor*innen fügen hinzu, dass ältere Nutzer*innen großen Wert auf eine*n persönliche*n Ansprechpartner*in legen. Zangemeister (2012) komplementiert: *„Ältere Menschen erwarten, dass ihnen zeitnah, kompetent und vor allem preisgünstig geholfen wird“* (Zangemeister, 2012, S. 62).

h) Kosten/ Preis

Der Preis eines technischen Produktes stellt laut Melenhorst et al. (2001) zwar kein primäres Akzeptanzkriterium dar, dennoch sollte dieser Aspekt Berücksichtigung finden. Die Bereitschaft zum Erwerb eines neuen technischen Produktes ist nur dann gegeben, wenn die mit dem Nutzen assoziierten Erwartungen erfüllt werden. Die Autor*innen fügen hinzu, dass für ältere Personen die fehlende Wahrnehmung des Nutzens und die damit verbundene Nicht-Nutzung eine größere Barriere darstellt, als die Kosten des technischen Produktes. Trübswetter (2015) sieht in einer zu hohen Preisgestaltung sowie in einer fehlenden Preistransparenz Nutzungsbarrieren.

i) Individuelle Faktoren

Die Technikakzeptanz wird von einer Vielzahl an Personeneigenschaften bestimmt. Trübswetter (2015) zählt hierzu Faktoren, wie Alter, Geschlecht, sozioökonomische Verhältnisse, Bildungsstand, Technologieerfahrungswerte, Technikaffinität sowie physische und psychische Fähigkeiten. Der Einfluss des Alters auf die Technikakzeptanz unterliegt einer kontroversen Diskussion. Jakobs et al. (2008) kamen zu dem Ergebnis, dass ältere Nutzer*innen deutlich zögerlicher neue technische Produkte adaptieren. Trübswetter (2015) ergänzt, dass ältere Nutzer*innen häufiger Frustration und Angst bei der Nutzung von Technologien ausgesetzt sind und demnach ein geringeres Ausmaß an Technikakzeptanz erzielen im Vergleich zu jüngeren Nutzer*innen. Andere empirische Studien konnten nachweisen, dass ältere Nutzer*innen eine hohe Bereitschaft zum Erlernen und zur Nutzung neuer Technologien zeigen (Trübswetter, 2015).

Geschlechtsspezifische Tendenzen treten laut Trübswetter (2015) nur vereinzelt auf (z.B. entwickeln Frauen ein geringeres Selbstvertrauen und sind besorgter über die Risiken einer Technologie als Männer). Diese werden bei den Ergebnissen als unwesentlich aufgeführt und demnach im Folgenden nicht detaillierter betrachtet.

Claßen (2012) untersuchte den Einfluss des sozioökonomischen Status und des Bildungsstandes von Senior*innen im Hinblick auf die Nutzung von Technologien. Das Ergebnis deutet darauf hin, dass viele Senior*innen mit einem geringeren sozioökonomischen Status und einer geringeren Bildung einen negativen Einfluss auf die Techniknutzung ausüben. Einen negativen Zusammenhang zwischen Bildung und Techniknutzung konnte auch Czaja et al. (2006) in ihren Studien darstellen.

Tacken et al. (2005) beschreiben, dass Veränderungen der physischen und psychischen Leistung einen Einfluss auf die Wahrnehmung, Nutzung und Akzeptanz von Technologien haben. Claßen (2012) komplementiert, dass dies den gestalterischen Defiziten (z.B. kleine Schriftgrößen, schwache Kontraste etc.) sowie den nur schwer erreichbaren oder zu klein konzipierten Bedienelementen bzw. zu komplexen Interaktionen obliegt. Fisk et al. (2009) ergänzen, dass mittels Training und einer bedarfsgerechten Anpassung des technischen Produktes unter Berücksichtigung der Bedürfnisse älterer Personen eine Erhöhung der Akzeptanz erfolgen kann. Zangemeister (2012) fügt hinzu, dass der Grad der Technikaffinität sowie die Haltung bzw. Einstellung gegenüber Technologien einen Einfluss auf die Erprobung und Nutzung technischer Innovationen haben. Trübswetter (2015) ergänzt, dass eine positive Einstellung der Senior*innen gegenüber Technologien dazu beiträgt, dass diese sich auch im hohen Alter mit neuen Technologien beschäftigen. Zudem stellen die Erfahrungswerte der Senior*innen mit Technologien einen wesentlichen Faktor dar, der zur Technikakzeptanz und –nutzung beitragen kann (Trübswetter, 2015). Aufgrund zunehmender Digitalisierungsprozesse und einer damit einhergehenden Zunahme an technischen Produkten ist von einer zukünftig höheren Technikakzeptanz und –nutzung auszugehen, die sich in den Generationen jedoch unterscheiden könnte. Die Generation der Babyboomer wird dabei beispielweise als technikaffine Generation angesehen (Jorzig & Sarangi, 2020).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren von Technologien bei älteren Personen von diversen Faktoren beeinflusst werden. Erfahrungswerte mit Technologien prägen die wahrgenommene Selbstwirksamkeit, die eine Beurteilung von Benutzerfreundlichkeit, Zuverlässigkeit und Produktqualität erlaubt (Trübswetter, 2015). Emotionale sowie rationale Aspekte haben Einfluss auf die Nutzungsbereitschaft einer Technologie. Demzufolge empfiehlt es sich Senior*innen über Technologien aufzuklären, sie beim Erlernen neuer Technologien zu unterstützen und individuelle Faktoren bei Techniknutzung zu berücksichtigen (Kip et al., 2022). Die Erkenntnisse der Autor*innen basieren überwiegend auf verschiedenen Technologie(gruppe). Eine Berücksichtigung der jeweiligen Akzeptanzfaktoren sowie Nutzungsbarrieren wird auch für die VR-Technologie bzw. zukünftige VR-Anwendungsentwicklungen als sinnvoll angesehen, um eine möglichst hohe Nutzungsintention und tatsächliche Nutzung des technischen Mediums bei der Zielgruppe Senior*innen erreichen zu können. Das finalisierte Gütekriterienkernset bildet die ausgeführten Aspekte größtenteils ab. Dennoch wird empfohlen eine Bewertung der aufgeführten Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren zusätzlich durchzuführen.

5.2 VR-Anwendung

In diesem Kapitel werden Diskussionsaspekte zur VR Anwendung *Wegfest* erörtert. Demnach adressiert dieses Kapitel mitsamt den Unterkapiteln vordergründig die Lesehandlung „VR-Anwendungsentwicklung“.

Die VR-Anwendungsentwicklung diente als Instrument im Rahmen des partizipativen Forschungsprozesses, indem eine zielorientierte Ansprache den Senior*innen bzw. Anwender*innen erfolgte. Um sich auf das kognitive Niveau der Senior*innen begeben zu können und die Inhalte des zuvor in der Theorie definierten Gütekriterienkernsets in die Praxis zu überführen und Senior*innen somit erlebbar machen zu können, wurde die VR-Anwendungsentwicklung durchgeführt. Dabei wurden die zuvor erarbeiteten und auf die Zielgruppe Senior*innen ausgerichteten Inhalte berücksichtigt, sodass das Ergebnis der VR-Anwendung ein zielgruppenspezifisches Konstrukt abbildete. Die VR-Anwendung *Wegfest* als Instrument der zielgruppengerechten Ansprache umfasste das Erleben von VR. Senior*innen konnten somit VR kennenlernen und ihr Wissen bzw. ihre Erfahrungswerte ausbauen, um folglich im Rahmen des Workshops einzelne Kriterien näher bewerten zu können. Ohne das Erleben von VR in der Praxis wurde vermutet, dass einerseits nur wenige Senior*innen mit vorherigen VR-Erfahrungen hätten rekrutiert werden können sowie andererseits die Erfahrungswerte nicht in dem Maße des für den Workshop gewünschten Format hätten ausreichen können, um aktiv an der Gestaltung des finalisierten Gütekriterienkernsets mitzuwirken. Ziel war es, die vorläufig gültigen Inhalte des Gütekriterienkernsets ($V3_{\text{final}}$) in der Praxis mit Senior*innen zu überprüfen, indem sich diese mehrfach in einem vierwöchigen Zeitraum mit der VR-Anwendungsentwicklung auseinandergesetzt haben. Die Senior*innen sollten somit eine Beurteilung zu den Inhalten einzelner Kriterien abgeben können. Der Inhalt der VR-Anwendung von *Wegfest*, die das sichere Überqueren einer Straße abbildet, wurde dabei als Use Case im Rahmen einer für alle Senior*innen relevanten ADL genutzt. Die Ergebnisse des Nutzens von *Wegfest* finden in dieser Forschungsarbeit nur beiläufig Berücksichtigung. Hierzu wird auf die Forschungsarbeit von Frau Prüß verwiesen, die sich im Kontext ihrer Masterarbeit intensiv mit den Auswirkungen von *Wegfest* auf das subjektive Sicherheitsempfinden beschäftigt hat (vgl. Prüß, 2023). Im Folgenden werden einzelne Aspekte zur VR-Anwendung näher diskutiert. Hierbei wird Bezug auf die VR-Anwendungsentwicklung genommen (vgl. Kapitel 5.2.1) sowie auf die VR-Intervention (vgl. Kapitel 5.2.2).

5.2.1 VR-Anwendungsentwicklung

Die Entwicklung der VR-Anwendung erfolgte im Zeitraum von Januar bis September 2022 und beinhaltete die Konzeptualisierung bis einschließlich Pre-Tests der jeweiligen Prototypen. Die einzelnen Entwicklungsbausteine setzen sich aus der VR-Anwendung *Wegfest* inkl. des Tutorials sowie aus der Datenbankkonfiguration zusammen, die auf der Konzeptualisierung (vgl.

V4_{draft}) beruhen und von dem vierköpfigen Entwicklerteam durchgeführt wurden. Folglich werden die für relevant befundenen Aspekte näher diskutiert.

Die VR-Anwendungsentwicklung basiert auf dem Gütekriterienkernset V4_{draft}, das die Gütekriterien der vorläufig gültigen Version beinhaltet und für die Konzeptualisierung von *Wegfest* genutzt wurde. Die zuvor in der Theorie identifizierten Angaben in Form von Maßnahmen für die Umsetzung wurden realisiert. Dabei konnte jedes Kriterium in dem Maße, so wie es in V4_{draft} beschrieben wurde, umgesetzt werden. Die umfassenden Inhalte des vorläufig gültigen Gütekriterienkernsets bzw. des Gütekriterienkernsets der Version V4_{draft} konnten anhand der VR-Anwendungsentwicklung berücksichtigt werden. Die Umsetzung der einzelnen Kriterien von V3_{final} in das Konzept für die VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* obliegt einem Interpretationsspielraum trotz Erläuterung der einzelnen Kriterien. Dies zeigte sich in den Überlegungen der VR-Anwendungsentwicklung, indem inhaltliche sowie gestalterische Aspekte diskutiert und festgelegt wurden. Die Umsetzungsmaßnahmen hinsichtlich der konzeptionellen Umsetzung sowie der Programmierung von Inhalten wurden im Vorfeld von den Entwicklern als machbar bewertet und auf deren Kompetenzen sowie auf weitere Rahmenbedingungen (z.B. Zeit- und Kostenfaktoren) zurückgeführt.

Die VR-Anwendungsentwicklung beinhaltet die Darstellung diverser Straßenszenarien, die anhand realer Straßenumgebungen gestaltet wurden. Dabei galten verschiedene Straßengegebenheiten als Vorlage für die Entwicklung mit der Software Unity. Um einen möglichst hohen Realismus in VR darzustellen, der insbesondere für die Zielgruppe Senior*innen empfohlen wird (vgl. Kathuria et al., 2022; Arlati, et al., 2021; Plechatá et al., 2019), wurden verschiedene Straßen identifiziert, die eine Vielfalt der Gegebenheiten abbilden (z.B. Querungshilfen, Spurrigkeit etc.). Der Einbezug aller Stimuli (visuelle Darstellung, akustische Signale etc.) wurde dabei bestmöglich umgesetzt und basiert auf den technischen Möglichkeiten der verwendeten Soft- sowie Hardware. Für eine noch realere Umgebungsgestaltung hätte ein Scan der verschiedenen Straßensituationen durchgeführt werden können, indem mit Hilfe einer Kamera Aufnahmen gemacht werden. Dadurch wäre zudem ein reales Abbild der Geräuschkulisse möglich, indem viele verschiedene Hintergrundgeräusche (z.B. Vogelzwitschern, Passantengespräche, Hundebellen, Fahrzeuge unterschiedlicher Entfernungen etc.) berücksichtigt werden könnten. Mittels Technologien, wie Drohnen, Laserscanner und High End Kameras können Aufnahmen generiert und folglich anhand von Photogrammetrie und Laserscanning dreidimensional dargestellt werden (Nakas & Reinfeld, 2022). Durch weitere Anwendung von Verfahren, wie High Poly Mesh werden Texturen bereitgestellt, die folglich im 3D Modeling Prozess weiterbearbeitet werden können. Trotz häufig realer Darstellungsmöglichkeiten in VR kritisieren die Autor*innen, dass dieses Verfahren einen hohen Kosten- sowie Zeitaufwand voraussetzt (Nakas & Reinfeld, 2022). Für die VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* wurde

bewusst aus den genannten Gründen auf diese Darstellungstechnik verzichtet. Dennoch muss angemerkt werden, dass derartige Verfahren Auswirkungen auf das VR-Erleben haben könnten und folglich auch auf die Inhalte der Gütekriterien.

Im Folgenden werden die verwendeten Interaktionsformen diskutiert. Die Wahl des Interaktionsmusters umfasste das Handtracking sowie natürliche Gehen. Das Handtracking erwies sich als geeignete Methode im Vergleich zur Nutzung der Controller, die in den Pre Test als überfordernd bzw. störend empfunden wurden. Äußerungen der Senior*innen in Form von „Nee, diese Controller will ich nicht!“ lassen den Rückschluss zu, dass zu viel an neuer Technologie die nutzende ältere Person überfordern könnte. Doré et al. (2023) sowie Lee, Kim und Hwang (2019) beschreiben, dass die Steuerung mit den Controllern zu Verunsicherungen führen kann, da diese über eine Vielzahl verschiedener Funktionen in Form der Knöpfe verfügen. Auch ist die Gestaltung der Controller der Meta Quest für Senior*innen fremd, andere Modelle ähneln einer Fernbedienung oder Vergleichbarem, sodass eher ein Bezug hergestellt werden kann (Witzmann, 2007). Dennoch wird aufgrund von Überforderung bzw. der Angst von Fehlverhalten/ einer falschen Steuerung der Controller das Handtracking empfohlen (Doré et al., 2023). Die Verwendung des Handtrackings wurde in der Interventionsstudie gut angenommen. Alle Proband*innen hatten keine Vorerfahrungen mit VR, somit erschien die Nutzung des VR-HMDs als ausreichend neues Erlebnis. Eine zusätzliche Verwendung von Controllern hätte möglicherweise auf Ablehnung bzw. Unsicherheiten stoßen können. Dennoch muss hierbei eine mögliche Verzerrung der Ergebnisse in Betracht gezogen werden: Die Senior*innen haben VR nur durch die Nutzung mittels VR-HMD erfahren dürfen. Der Gebrauch von Controllern erfolgte lediglich im Rahmen des Workshops, indem die Senior*innen weitere VR-Anwendungen explorierten. Die Erfahrungswerte und folglich der Input der Senior*innen obliegt somit in erster Linie den im Rahmen der Intervention verwendeten Soft- bzw. Hardwarekomponenten. Dennoch wurde im dritten Workshop auch Input zu der Controller-Thematik generiert (z.B. „Wunsch: Returntaste“, vgl. 5.1.2 *Systeme der Steuerung*). Jedoch wurde angemerkt, dass einige Steuerungselemente in VR anhand des Handtrackings nicht ersichtlich waren. Hier wurde als Input eine „Liste der Gebärdensprache für Handtracking“ ergänzt. Dieser Aspekt war bereits Bestandteil des Gütekriterienkernsets der Version V3_{final} (vgl. 4.1.1 *Bedienung*). Trotz Aufklärung über das Handtracking vor VR-Anwendungsnutzung schien es, dass einzelne Funktionalitäten anhand visueller Darstellungen einzelner Gesten erläutert werden sollten. Die Wahl des Handtrackings im Rahmen der Intervention wird als sinnvoll bewertet. Vergleichbare Interaktionsmechanismen, wie z.B. die Nutzung von Controllern, haben für dieses Vorhaben keine Alternative dargestellt.

Ein weiterer Interaktionsmechanismus ist die Wahl der Fortbewegung in VR, die aus dem physischen Gehen der nutzenden Person besteht. Das natürliche Gehen wurde gewählt, um ein

möglichst realistisches Verhalten in VR abbilden zu können. Zudem sollte auf die Verwendung von Controller verzichtet werden, die als alternative Fortbewegung die Teleportation ermöglichen hätten. Diese wird jedoch kritisiert, da die Gefahr des Motion Sickness Risikos erhöht ist (Boletsis & Cedergren, 2019). Zudem stellen Prithul, Adhanom und Folmer (2021) fest, dass das Präsenzgefühl in VR durch Nutzung von Teleportation geringer ausfällt sowie die Gefahr der räumlichen Desorientierung durch Fehlen des optischen Flusses höher ist im Vergleich zu anderen Fortbewegungsarten. Dörner et al. (2019) beschreiben die Teleportation als magische 3D-Interaktion, die zwar mehr Möglichkeiten und neue Funktionalitäten im Vergleich zu anderen Fortbewegungsmöglichkeiten schafft, jedoch eine hohe Nutzer*innenerfahrung voraussetzt und Einbußen in dem Grad der Natürlichkeit einer Rolle beinhaltet. Auch kritisieren die Autor*innen, dass die Teleportation unrealistische Nutzungsszenarien darstellt (Prithul et al., 2021). Zudem birgt die Teleportation die Gefahr der veränderten sozialen Interaktion, da eine Teleportationstechnik keiner Form des sich Fortbewegend in der realen Welt ähnelt. Das physische Gehen in VR setzt gewissen Rahmenbedingungen voraus, wie bspw. eine ausreichend große, ebene Fläche ohne Hindernisse, um eine Stolper- bzw. Sturzgefahr bestmöglich ausschließen zu können. Ergänzend zu der Erfüllung dieser Voraussetzung wurde im Rahmen der Intervention eine direkte Begleitung der VR-nutzenden Person erfüllt, die durch eine Physiotherapeutin mit Wissen zur Thematik der Sturzprophylaxe erfolgte. Die Fortbewegungsart des natürlichen Gehens in VR wurde von den Proband*innen als gut durchführbar wahrgenommen. Dörner et al. (2019) bestätigen die Wahl des natürlichen Gehens in VR, indem sie beschreiben, dass diese Fortbewegungsart natürlich ist. Demnach wird der Realismus gesteigert. Die Autor*innen ergänzen:

„Eine natürliche 3D-Interaktion in einer Virtuellen Umgebung versucht die aus der realen Welt bekannte Interaktion möglichst exakt zu simulieren. Der Nutzer bewegt sich z.B. durch echtes Laufen mit Schrittgeschwindigkeit durch eine virtuelle Stadt und kann nur Objekte in Reichweite der eigenen Arme manipulieren“ (Dörner et al., 2019; S. 159).

Der Grad an Natürlichkeit ist durch derartige Interaktionsmechanismen höher. Jedoch muss bedacht werden, dass „aufgrund einer vorhandenen technischen Zwischenschicht“ (Dörner et al., 2019; S. 159) das empfundene Interaktionsmuster der nutzenden Person mit virtuellen Objekten bzw. in der virtuellen Umgebung niemals so geschaffen werden kann, wie unter realen Bedingungen. Die Autor*innen sprechen hierbei von einer *direkten Manipulation*, die die Modifikation einer graphischen Repräsentation eines Objektes und deren kontinuierlich wahrgenommenes Feedback über die jeweilige Aktion enthält. Die direkte Manipulation stellt dabei ein Schlüsselkonzept bei der Gestaltung der VR-Interaktionstechniken dar. Anfängliche Überlegungen zur Wahl der Interaktionstechnik in VR, die das physische Gehen abbilden, umfassten die Nutzung eines Laufbandes bzw. einer Bewegungsplattform (z.B. des Herstellers Cyberith). Jedoch erwies sich diese Art der Fortbewegung als unnatürliches Gehen. Auch wurden

zusätzlich verwendete Technologien neben dem VR-HMD als möglicherweise abschreckend bewertet. Compagna (2018) sowie Grates und Krön (2016) erläutern in diesem Zusammenhang, dass die Verwendung von für die Nutzer*innen neuen Technologien insbesondere überfordern wirken kann, wenn diese als zu umfassend bzw. komplex bewertet werden. Ein technisches System sollte somit möglichst auf das nötigste reduziert werden (Hochmuth et al., 2020; Compagna, 2018). Dieser Empfehlung wurde nachgegangen und folglich auf weitere technische Systeme verzichtet. Dies erwies sich als für das Forschungsvorhaben ausreichende Methode. Insbesondere konnten die Proband*innen somit ihren Fokus auf VR legen und wurden nicht durch weitere Technologien irritiert. Die Verwendung weiterer Technologien hätte vermutlich Auswirkungen auf den Input der Senior*innen im Rahmen des Workshops haben können. Hierzu müssen jedoch weitere Forschungsaktivitäten erfolgen.

Für die Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen haben die Proband*innen der Interventionsstudie im Rahmen des dritten Workshops die Rolle der Anwender*innen übernommen. Sie fungierten somit als Zielgruppe, die ihre Erfahrungswerte durch Einbezug in den partizipativen Prozess teilten. Dieses Vorgehen wurde als relevant für die Beantwortung der Hauptforschungsfrage angesehen, indem Erkenntnisse der Zielgruppe selbst einfließen und für die Entwicklung des finalisierten Gütekriterienkernsets berücksichtigt werden. Auch Hochmuth et al. (2020) sowie Schweinschwaller (2015) beschreiben, dass ein direkter Einbezug der Zielgruppe elementar für die Bewertung von Technikgestaltung ist. Die Autor*innen schildern, dass insbesondere bei Senior*innen ein Erleben in der Praxis durch mehrfaches Ausprobieren notwendig ist, um sich ein Bild über die Technologie machen zu können und diese bewerten zu können. Anforderungsbeschreibungen im Rahmen von Leitfäden und Vergleichbarem, die ausschließlich auf literaturbasierten Inhalten basieren, würden häufig nicht ausreichen (Schweinschwaller, 2015). Durch direkten Einbezug von Zielgruppen können Erfahrungswerte identifiziert und aufgenommen werden und demnach ein reales Abbild durch Angabe von gezielten Hilfestellungen bzw. Anleitungen darstellen (Wright et al., 2010). Schönhuth und Jerrentrup (2019) beschreiben darüber hinaus, dass ein partizipatives Vorgehen ein verändertes Rollenverständnis beinhaltet (vgl. Abbildung 23). Die Wahl eines geeigneten Instrumentes für die Einbindung in den partizipativen Prozess ist laut den Autor*innen relevant. Das verwendete Instrument, die VR-Anwendung *Wegfest*, sowie deren partizipative bzw. aktive Beteiligung im Rahmen des an die Intervention anschließenden Workshops wurde als geeignet für die Einbindung der Zielgruppe Senior*innen empfunden. Die Senior*innen konnten sich in mehreren Trainingseinheiten mit der Thematik VR auseinandersetzen und erlebten dabei verschiedene nach V4_{draft} konzipierten Inhalte. Im Workshop konnten weitere VR-HMDs sowie VR-Inhalte exploriert werden, um einen Vergleich zu dem bereits den Senior*innen Bekannten ziehen zu können. Im Workshop mit den Anwender*innen konnte zu

allen vorgegeben Kategorien Input generiert werden. Dabei zeigte sich im Auswertungsprozess eine hohe Anzahl von Dopplungen, d.h. die von den Senior*innen genannten Kriterien bzw. Inhalte waren bereits Bestandteil von V5. Jedoch gilt zu beachten, dass anhand des Vergleichs von *Wegfest* mit weiteren VR-Anwendungen die in *Wegfest* abgebildeten Inhalte bzw. Vorgehensweisen als besser empfunden wurden. Die Referenzen in Form der zu vergleichenden VR-Anwendungen waren jedoch niederschwelliger, sodass davon ausgegangen werden muss, dass *Wegfest* aufgrund einer komplexeren Anwendungsentwicklung mehr Komponenten umfasst. Diese Komponenten bestanden bspw. auf einem größeren Interaktionsradius, einer detailgetreuen Darstellung von Inhalten sowie der Nutzung eines fortschrittlicheren VR-HMDs. Ausstehend bleibt, ob durch Verwendung einer mit *Wegfest* vergleichbaren VR-Anwendung, die z.B. eine andere Alltagstätigkeit abbildet und gestalterisch sowie inhaltlich mindestens analog bzw. umfassender ist, die Ergebnisse des Workshops anderweitig ausfallen würden. Hierzu müssten weitere Forschungsarbeiten erfolgen, um eine zunehmende Präzisierung der Kriterien vornehmen zu können, indem neben der Zielgruppe Senior*innen weitere Unterscheidungen (z.B. Spezifizierung anhand des Use Case bzw. der Anwendungsfelder) berücksichtigt werden.

Aus den Möglichkeiten der VR-Technologie entstehen neue Ansätze für Methoden der Gestaltung und Evaluation dieser unter Einbezug der Anwender*innen. Dieser nutzer*innenzentrierte Entwicklungsprozess umfasst Methoden des User-Centered-Designs (Rosenbusch, 2019). Unter User-Centered Design wird eine Methode verstanden, die die Einbeziehung der zukünftigen Nutzer*innen (engl.: User) berücksichtigt. Durch die Methode wird sichergestellt, dass sich Komponenten des Endproduktes (z.B. der Aufbau, der Inhalt, das Design etc.) an den Bedürfnissen, Erwartungen und dem Verständnis der Nutzer*innen orientieren (Rosenbusch, 2019). Das Vorgehen von Salwasser et al. (2019) ist vergleichbar mit dem dieser Forschungsarbeit. Die Wissenschaftler*innen führten Expert*inneninterviews durch, um den Prozess und die Durchführung von Methoden des User-Centered-Designs zu erforschen. Durch die Erhebung von Stärken und Schwächen eines Produktes können Nutzungsanforderungen und –ziele erhoben und evaluiert werden. Bei der Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen zeigen sich hierzu Parallelen im Vorgehen sowie in den Zielen. Dies unterstreicht die Methodik und die Relevanz für ein nutzer*innenorientiertes Vorgehen. Stärken und Schwächen wurden in den Akzeptanzkriterien sowie Nutzungsbarrieren ersichtlich, die in Kapitel 5.1.2.2 näher erläutert bzw. diskutiert werden.

Die Autor*innen fügen hinzu, dass die Evaluation von Prototypen hinsichtlich der Nachteile und Limitationen umfassend ist (Salwasser et al., 2019). Beispielsweise können eingeschränkte Systemfunktionalitäten sowie Einschränkungen in der Nutzungsumgebung (z.B. La-

borumgebung) dazu führen, dass die Ergebnisgüte im Vergleich zu summativen Felduntersuchungen mit marktreiferen Produkten eingeschränkt ausfallen (Sarodnick & Brau, 2011). Die anzunehmenden Limitationen fallen umso geringer aus, je fortgeschrittener der Prototyp ist und über Funktionalitäten, wie Interaktionen verfügt. Insbesondere in frühen Entwürfen eines VR-Prototyps, die keine vorangegangenen Entwicklungsaktivitäten (z.B. Pre-Tests) durchlaufen haben, ist eine Evaluierung des Prototyps mit großen Einschränkungen sowie viel Kritik verbunden. Objektive Kriterien zur Usability, wie bspw. die Effektivität, können bereits mit einfachen Prototypen in frühen Entwicklungsstufen getestet werden. Subjektive Kriterien hingegen, wie bspw. die Zufriedenheit oder die User Experience, sind eng mit dem Erleben verbunden. Hierfür wird eine Bewertung bei Prototypen in einem ausgereifteren Stadium empfohlen, da diese subjektiven Kriterien häufig für den Produkterfolg ausschlaggebend sind (Rudd, Stern & Isensee, 1996). Anhand der Durchführung mehrfacher Pre-Tests (vgl. Tabelle 40) konnten die Bedarfe sowie Änderungswünsche von Senior*innen berücksichtigt werden, indem subjektive sowie objektive Kriterien anhand von Entwicklungsaktivitäten eingebunden wurden. Gestalterische, inhaltliche sowie funktionale Aspekte wurden nach erfolgten Pre-Test angepasst, sodass diese folglich zur Zufriedenheit bei den Nutzer*innen führten. Die 17. Version von *Wegfest* wurde als für die Interventionsstudie gültige Version erklärt (vgl. Tabelle 40), da Senior*innen in dem zuvor durchgeführten Pre-Test keine Anmerkungen anhand subjektiver sowie objektiver Kriterien äußerten. Vorteil einer Evaluation während der Prototypentwicklung liegt in dem sinkenden Entwicklungsaufwand, da Entwicklungsarbeiten in VR vielfältig und mit vergleichsweise geringem Aufwand realisiert werden können. Salwasser et al. (2019) vermuten, dass während der Entwicklungsphase eine hohe Ergebnisgüte durch die Durchführung von Expertenevaluationen sowie Nutzer*innenstudien erzielt werden kann.

5.2.2 VR-Intervention

Die VR-Interventionsstudie diene dem VR-Erleben für Senior*innen, um anschließend im Anwender*innenworkshop die Kriterien des Gütekriterienkernsets zu generieren bzw. zu diskutieren. Der Use Case der VR-Anwendung bildet eine für alle Senior*innen relevante Alltagstätigkeit ab und bezieht sich auf das Überqueren einer Straße. Anhand von Statistiken (vgl. Tabelle 12) wird ersichtlich, dass es bei Senior*innen durch falsches Überqueren einer Straße zu Unfällen kommt. Gründe für ein erhöhtes Unfallvorkommen werden in altersbedingten Veränderungen in Kognition, Visus und Motorik gesehen (Holland & Hill, 2010; Dommes, 2015). Neben der statistischen Analyse zum Unfallverhalten von Senior*innen zeigt sich die Relevanz des Themas zudem in der ICF, indem diese anhand der Subkategorie d450-d469 auf diverse Inhalte zum Gang bzw. zur Fortbewegung eingeht. Auch wenn in der Statistik ein leichter Rückgang der Verkehrsunfälle mit Senior*innen zu sehen ist, so lässt sich dieser auf verschiedene Faktoren zurückführen. Der leichte Rückgang der Anzahl der Verunglückten insgesamt

ist in den Jahren 2019 bzw. 2020 ersichtlich. Dies lässt sich auf u.a. auf die in den Jahren aufgrund der Corona-Pandemie zunehmend stattgefundenen Isolation von Senior*innen zurückführen, die aufgrund von Kontaktvermeidung vermehrt in ihrer eigenen Häuslichkeit blieben und Wegstrecken zu verschiedenen Zielen häufig vermieden haben (Welzel et al., 2021). Auch zeigen Statistiken, dass sich die Verkehrslage in den Jahren 2019 sowie 2020 beruhigt hat und weniger Fahrzeuge auf den Straßen unterwegs waren (Glas, 2021). Zunehmende Vorsichtsmaßnahmen auf deutschen Straßen, wie bspw. das vermehrte Durchführen von Radkontrollen (Deutsche Handwerks Zeitung, 2017), die Änderung von Mehrspurigkeit zu Straßen mit weniger Spuren (Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club [ADFC], 2020) sowie das vermehrte Einführen von Tempolimits bzw. Herabsetzen von Geschwindigkeiten (Umweltbundesamt, 2023) wurden in den beiden Jahren verstärkt im Rahmen der Verkehrsprävention durchgeführt. Diese Faktoren können mögliche ergänzende Erklärungsansätze für den geringfügigen Rückgang der Verkehrsunfallzahlen durch falsches Überqueren einer Straße bei Senior*innen sein, die jedoch nicht die Relevanz der Thematik mindern. Das Redaktions Netzwerk Deutschland (RND) beschreibt den Anstieg der Verkehrstoten um 12 Prozent nach dem Jahr 2021 (RND, 2022). Auch der demographische Wandel und die damit einhergehende veränderte Altersstruktur implizieren eine Zunahme der Straßenverkehrsunfallgeschehen von Senior*innen (Koethke, 2010).

In der VR-Anwendung *Wegfest* wird versucht, ein möglichst realistisches Abbild realer Straßenszenen zu schaffen. Dennoch muss angemerkt werden, dass die verwendete Darstellung in VR eine computergenerierte Umgebung abbildet. Trotz der Präsentation realer Straßenszenen wird eine Computergrafik wahrgenommen, die Einfluss auf den Realismus und der damit verbundenen Seriosität der Anwendung haben könnte. Benoit et al., (2015) beschreiben, dass der in VR wahrgenommene Realismus bzw. das Präsenzgefühl stark von der VR-Anwendungsentwicklung abhängt. Die Wahrnehmung bzw. das Bewusstsein der virtuellen Welt, die somit surreal ist, kann Auswirkungen auf das Verhalten in VR haben. Durch vermehrte Neugierde, die darin besteht, die virtuelle Welt zu entdecken, und eine häufig damit verbundene Leichtsinnigkeit bezüglich der Durchführung von Interaktionen, kann die Gefahr entstehen, dass derartige Interaktionsmuster in VR erlernt werden (Benoit et al., 2015). Das Resultat ist eine Überschätzung der eigenen Fähigkeiten in der geschützten VR-Umgebung, die möglicherweise in die reale Welt übertragen werden und negative Folgen mit sich tragen kann (Benoit et al., 2015). Auch bei derartigen Serious Games ist dieser Effekt vorhanden. Für die Durchführung von *Wegfest* bzw. für die Forschungsarbeit wurde der Fokus auf VR gelegt. Ausstehend bleibt, welchen (Trainings-)Effekt eine vergleichbare Anwendung in einer anderen Entwicklungsumgebung, wie z.B. AR, hätte. Durch das Abbilden haptischer Faktoren, wie z.B. die Wahrnehmung von Untergründen, Umgebungsfaktoren, Umgebungsgeräuschen und weiteren, wird dem Realismus zugetragen. Dennoch wird die Entwicklung von *Wegfest* in VR als

geeignet empfunden. Anhand weiterer Forschungsaktivitäten, auch in Form von Langzeitstudien, müsste der Effekt der Übertragung von Erlebnissen in VR auf das Verhalten in realer Welt untersucht werden. Auch wäre eine Analyse des Bewegungsverhaltens spannend, wie bspw. die Abfolge von Körperrotationen (der Augen, des Kopfes und des Rumpfes), wie Kim, Fricke und Bock (2020) in einem ähnlichen Kontext untersucht haben. Eine anschließende Beurteilung könnte detaillierte Informationen zur geeigneten Wahl von MR-Entwicklungen geben.

In *Wegfest* konnten anhand der Datenbank verschiedene Straßenszenen konfiguriert werden, die unterschiedliche Szenarien darstellten. Die VR-Trainingsgestaltung beruhte auf der Konfiguration einzelner Parameter für jede Szene. Die Bestimmung der Parameter beruhte auf den Ergebnissen des Scoping Reviews, die die als relevant eingestuften Parameter in ihrer Gewichtung haben ableiten lassen. Hierzu wurden n=22 Ergebnisse herangezogen, die eine Sortierung der Parameter ermöglichten. Dabei ist zu beachten, dass die Gewichtung der Parameter auf den identifizierten Literaturergebnissen obliegt. Die Gültigkeit der Gewichtung basiert somit auf der Bewertung der Literaturergebnisse. Andere identifizierte Literaturergebnisse bzw. Maßnahmen zur Parameterbestimmung, z.B. in Form einer umfassenden Umfrage der Senior*innen, schließen eine andere Gewichtung der Parameter nicht aus. Für das Vorhaben im Rahmen der Pilotstudie, das zugleich die Machbarkeit von *Wegfest* testete, wird das verwendete Vorgehen als geeignet und transparent nachvollziehbar bewertet. Anhand der Parametergewichtung wurden die Szenenkonfiguration der jeweiligen Trainingseinheit bestimmt. Durch Bildung von Summenwerten mit einem gleichmäßigen Steigerungswert um den Faktor 10 wurde die Intervention geplant. Dieses Vorgehen erwies sich insbesondere durch Einbezug von Senior*innen in Phasen des Pre-Tests als geeignet. Das als zunehmend empfundene Schwierigkeitslevel wurde in den Pre-Tests bestätigt. Zudem zeigte sich die Zunahme der Schwierigkeit durch die in der Intervention steigenden Anforderungen teilweise auch anhand der Zunahme der Anzahl von Gefahrensituationen bzw. Unfällen. Alternative Konfigurationen einer zunehmenden Komplexität im Interventionsverlauf obliegen einer sukzessiven Trainingsgestaltung. Diese könnte bspw. durch graduelles Ergänzen einzelner Elemente bestehen. Die Komplexität würde dabei nicht anhand der Trainingsanforderungen abgeleitet werden, sondern über das Ergänzen virtueller Reize bzw. eines virtuellen Inputs, der verschiedene Sinne anspricht (Cowan & Ketron, 2019). Ein Argument, was gegen diese Art von Trainingskonfiguration hält, ist das Abbild einer möglichst realistischen Umgebung in VR. Der in *Wegfest* verwendete Input bestehend aus visuellen sowie auditiven Stimuli hat durch die Darstellung möglichst vieler Faktoren zur selben Zeit (z.B. Gespräche der Personen im Café, Musik, Autogeräusche) mehrere Reize einbinden bzw. Inhalte abbilden können. Dies trägt maßgeblich zum Realismus bzw. Präsenzerleben in VR bei (Cowan & Ketron, 2019). Im Rahmen angrenzender Forschungsarbeiten könnte ein Vergleich im Sinne eines präventiven Trainings zur sicheren

Straßenüberquerung von Senior*innen von der in *Wegfest* verwendeten Trainingskonfiguration zu einem sukzessiv über verschiedene Reize steigendem Training spannend sein.

Anhand definierter Ein- bzw. Ausschlusskriterien sowie eines sorgfältigen Anamneseprozesses wurden $n=29$ Senior*innen für die Interventionsstudie rekrutiert. Da bisher keine Empfehlungen für Nutzer*innen von VR, insbesondere für Senior*innen, existieren, wurden entsprechende Assessments bzw. Maßnahmen zur Beurteilung der Eignung von VR für die Senior*innen konzipiert. Das umfangreiche Vorgehen diente der im Rahmen der Forschungsarbeit größtmöglichen Absicherung zum Ausschluss von kognitiven oder physischen Faktoren für die Interventionsdurchführung. Ziel war es, Proband*innen einzuschließen, die im Rahmen der Pilotstudie als geeignet empfunden wurden. Anhand der Definition von Ein- bzw. Ausschlusskriterien sowie der Auswahl der Proband*innen kann ein Selection Bias nicht ausgeschlossen werden. Die Repräsentativität der Trainings- sowie Workshopergebnisse ist somit fraglich. Bei der durchgeführten G-Power Analyse wurde eine geeignete Proband*innenanzahl von $n=19$ errechnet (vgl. Abbildung 24). Jedoch ist hierzu anzumerken, dass die Effektstärke von $d_z=0,8$ nach der Konvention nach Cohen als große Effektstärke gilt (Walther, 2022). Für das Vorhaben im Rahmen der Forschungsarbeit wurde dies als hinreichend empfunden. Um die Repräsentativität der Ergebnisse zu erhöhen, wird davon ausgegangen, eine erneute G-Power Analyse mit einem $d_z=0,5$ (mittlerer Effekt) bzw. $d_z=0,2$ (kleiner Effekt) und eine entsprechende Auswertung von den Ergebnissen der Intervention mit der vorgegebenen Proband*innenanzahl durchzuführen. Die Ergebnisse der Intervention implizieren, dass der Großteil der als fit bewerteten Proband*innen Deckeneffekte aufweist. Dies zeigt sich insbesondere an der ausbleibenden bzw. geringen Anzahl von Unfällen bzw. Gefahrensituationen in *Wegfest*. Obwohl VR für die Proband*innen eine neue Erfahrung darstellte, konnte das Training bei dem Großteil der Proband*innen problemlos bewältigt werden. Das bei einigen Proband*innen zunehmende Unfallgeschehen bzw. Vorkommen von Gefahrensituationen wird in erster Linie der Zunahme des Schwierigkeitsgrades der Trainingseinheiten und den damit verbundenen erhöhten Anforderungen der nutzenden Person zugeschrieben. Auch kann eine Abnahme des Präsenzgefühls bzw. der als seriös befundenen VR-Umgebung im Zuge des mehrmaligen VR-Erleben eine Erklärung für die Zunahme des Unfallgeschehens darstellen. Durch Abnahme des empfundenen Realismus kann eine leichtsinnigere Verhaltensweise resultieren (Afiti et al., 2021). Ein weiterer möglicher Grund ist die Abnahme der Motivation bzw. das Eintreten einer Art Ermüdungseffekt mit Fortschreiten der Trainingseinheiten. Während anfänglich VR als neue Dimension erscheint und spannend sowie motivierend auf die nutzende Person wirken kann, können diese Faktoren im Laufe des Trainingsfortschrittes abnehmen. Die angeführten Erklärungsansätze beruhen auf vereinzelt Spekulationen und müssten anhand von Forschungstätigkeiten überprüft werden. Jedoch ist auch von einer in VR empfundenen möglichen

Leichtsinnigkeit der Proband*innen auszugehen, wie zuvor bereits beschrieben wurde. Die aufgeführten Aspekte dienen als mögliche Erklärungsansätze für die Trainingsergebnisse.

Die Trainingsgestaltung von *Wegfest* orientierte sich an den Empfehlungen des ACSM (2006). Diese erwiesen sich als geeignet für die Forschungsarbeit. Die Anzahl der Trainingseinheiten basierte auf Erklärungsansätzen, die ein reges Auseinandersetzen mit einer neuen, innovativen Technologie befürworten, um diese bewerten zu können. Afiti et al. (2021) ergänzen, dass ein mehrfaches Erleben über einen längeren Zeitraum empfohlen wird, wobei sich keine genauen Angaben hierzu identifizieren lassen. Dies ist je nach Technologie bzw. Kontext (vorherige Erfahrungswerte, Ziel, Zielgruppe, Bewertungskriterien etc.) abhängig. Im Rahmen der Interventionsstudie bzw. des Anwender*innenworkshops wurde eine Auseinandersetzung mit VR anhand der 8 Trainingseinheiten als geeignet empfunden. Die erlebten Erfahrungswerte waren umfänglich und ausreichend für eine Bewertung einzelner Kriterien für das Gütekriterienkernset.

Die Durchführung der VR-Intervention wurde von zwei Studienleiter*innen verantwortet. Durch zuvor festgelegte Regeln hinsichtlich Verhalten, Umgang in bestimmten Situationen und Vergleichbarem ist davon auszugehen, dass eine gute Reliabilität gegeben war. Die Ergebnisse der Proband*innen werden als vergleichbar eingestuft, auch wenn die Interventionsdurchführung teilweise aufgrund der räumlichen Zuordnung (Köln bzw. Düsseldorf) von jeweils einer der beiden Studienleiter*innen durchgeführt wurden.

Die Diskussion der Ergebnisse der VR-Interventionsstudie werden in Kapitel 5.1.2.1 aufgegriffen. Eine ausführliche Diskussion ist der Forschungsarbeit von Prüß (2023) zu entnehmen.

5.3 Limitationen

Bei dem Forschungsvorhaben müssen einige Limitationen hinsichtlich der Methodik sowie der Inhalte des Gütekriterienkernsets berücksichtigt werden, die im Folgenden näher erläutert werden. Die Methodik umfasst ein im Forschungsprozess konzipiertes Vorgehen, dass auf dem PEP bzw. dem PDCA-Zyklus beruht. Die Kombination dieser beiden Modelle wird als geeignet für die Beantwortung der Fragestellung empfunden, dennoch kann in der Wissenschaft kein vergleichbarer Ansatz zur Entwicklung eines Gütekriterienkernsets identifiziert werden. Die Entwicklung von Gütekriterienkernsets beruht hauptsächlich auf den Erkenntnissen von Fachkreisen, die im Systematisierungsprozess Ergebnisse produzieren (vgl. DGIM, 2023; Bruder et al., 2021; Bertelsmann Stiftung, 2020; FOKUS, 2018). Auch die Durchführung der in dieser Arbeit verwendeten qualitativen Forschungsmethoden wird in der Wissenschaft häufig nicht für die Entwicklung von Gütekriterienkernsets genutzt. Die Methodik der systematischen bzw. traditionellen Literaturrecherche sowie der Framework Analyse obliegt der Kritik der subjektiven Bewertung und Interpretation der Literaturergebnisse (Müller, 2019). Zwar werden die Ergebnisse im weiteren Forschungsprozess näher beleuchtet, dennoch bilden diese im vorangegangenen Selektionsprozess die Grundlage für die weitere Bearbeitung bzw. die Diskussion.

Die Workshops beinhalten eine vergleichbare Struktur anhand der Darstellung der Kategorien. Das Abbilden der einzelnen Kriterien im vorangegangenen Forschungsprozess erfolgt aufgrund der als zu komplex bewerteten Darstellungsart nicht. Lediglich werden in der jeweiligen Diskussionsrunde des Workshops anhand mündlicher Erläuterung die aktuellen Kriterien präsentiert. Eine visualisierte Darbietung stellt einen vergleichsweise geeigneteren didaktischen Ansatz dar (Dorner-Pau, 2021). Die ausbleibende visuelle Darbietung der bisherigen Ergebnisse bietet einen möglichen Erklärungsansatz für die im Forschungsprozess zunehmenden Dopplungen der Kriterien. Einerseits kann dies als Bestätigung bereits berücksichtigter Kriterien bewertet werden, andererseits kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei einer Darbietung aktueller Inhalte anderer Input generiert worden wäre.

Die praktische Überprüfung der Inhalte des Gütekriterienkernsets erfolgt anhand der VR-Anwendungsentwicklung *Wegfest*. Die VR-Anwendung *Wegfest* wird im Rahmen einer Interventionsstudie mit n=20 Senior*innen genutzt, um der Zielgruppe Senior*innen die virtuelle Realität anhand praktischer Erfahrungen näher zu bringen. Die gewonnenen Erfahrungswerte werden in Form von Input im Anwender*innenworkshop weiterverarbeitet. Zu beachten ist, dass die Interventionsstudie einer Laborsituation gleichzusetzen ist, da die Senior*innen die virtuelle Realität in einem kontrollierten Umfeld erleben. Die Ergebnisse des Anwender*innenworkshops basieren im Wesentlichen auf den Erfahrungswerten von *Wegfest*. Neben dieser Limitation sind ebenso die mit *Wegfest* verknüpften Erfahrungswerte der Laborstudie anzuführen. Ein VR-Erleben in einer anderen Umgebung könnte differente Ergebnisse in Form des

Workshopinputs bewirken. Dennoch ist als positive Kritik anzumerken, dass die Proband*innen eine gute Compliance, sowohl bei der Interventionsstudie, als auch bei der Workshopdurchführung aufwiesen. Dies lässt sich zum Teil auf den sorgfältigen Anamneseprozess zurückführen. Dennoch ist anzumerken, dass das Geschlechterverhältnis sowie die Verteilung der Altersgruppen nicht ausgewogen war. Diese Bedingungen müssen bei der Bewertung der Ergebnisse des Gütekriterienkernsets Beachtung finden. Auch muss in weiteren Forschungsaktivitäten überprüft werden, ob eine geschlechterdifferenzierte VR-Trainingsgestaltung von Nöten ist, da die Funktionskapazität zwischen Frauen und Männern im Altersgang abnimmt und differenziert ausfällt (Brixius, 2010).

Bemerkt werden muss zudem, dass die Workshopergebnisse in einem begrenzten Zeitrahmen generiert wurden. Auch bezieht sich der Input auf Erfahrungswerte zu VR, die in einem definierten Zeitraum von vier Wochen mit acht Trainingseinheiten gesammelt wurden. Die Gültigkeit der Ergebnisse sollte mit zunehmenden VR-Erfahrungswerten der Senior*innen überprüft werden. Die Senior*innen konnten im Workshop zwar Input zu jeder Kategorie generieren, dennoch ist eine Ausweitung sowie mögliche Spezifizierung bzw. Modifikation des Inputs anhand zunehmender Erfahrungswerte nicht ausgeschlossen. Ergänzend muss angemerkt werden, dass die Anwender*innen fitte, mobile Senior*innen waren. Interessant wäre folglich eine Überprüfung von verschiedenen Anwender*innengruppen.

Das Gütekriterienkernset sollte durch weitere Forschungstätigkeiten weiter gehärtet werden, indem in unterschiedlichen Settings die Praxistauglichkeit überprüft wird. Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die Ergebnisse der Version V4_{draft} im Rahmen der Interventionsstudie überprüft, jedoch basiert diese praktische Überprüfung auf n=20 Senior*innen. Von den Proband*innen flossen n=10 Bedarfe bzw. Meinungen in die Ergebnisse des Gütekriterienkernsets ein – diese Aspekte könnten Auswirkungen hinsichtlich der Repräsentativität darstellen. Ausstehend bleibt demnach eine Überprüfung der Gültigkeit der Ergebnisse für zukünftige VR-Anwendungsentwicklungen.

Die inhaltliche Limitation beruht im Wesentlichen auf der substantiellen Darbietung des finalisierten Gütekriterienkernsets. Die Durchführung des mehrschrittigen, qualitativen Studiendesigns dient der Eruierung von den in der Theorie definierten Gütekriterien. Die aus der Theorie abgeleiteten Erkenntnisse werden stetig aufbereitet, indem in unterschiedlichen partizipativen Phasen Ergebnisse der Zielgruppe eingebunden werden. Die partizipative Beteiligung durch die Senior*innen erfolgt erst in der letzten Phase der Überarbeitung, indem V3_{final} bzw. V4_{draft} in die Praxis überführt und folglich durch die Erkenntnisse der Senior*innen zu V4_{final}, der finalisierten Version, angepasst wird. Grates und Krön (2016) empfehlen den Einbezug der Senior*innen in einem frühen Entwicklungsprozess, sodass Ergebnisse praxisnah und zielgruppenorientiert aufbereitet werden können.

Die theoretische Sättigung hätte möglicherweise in einem früheren Stadium erreicht werden können, sofern mehr Senior*innen in den unterschiedlichen Entwicklungsphasen eingebunden worden wären. Auch gilt zu beachten, dass die Zielgruppe Senior*innen eine heterogene Zielgruppe abbildet. In der Entwicklung des Gütekriterienkernsets werden Senior*innen zwar in den Entwicklungsprozess einbezogen, diese werden jedoch im Rahmen der VR-Interventionsstudie selektiert. Demzufolge ist eine Verzerrung der Ergebnisse nicht ausgeschlossen, die sich aufgrund nicht ausreichender Diversifizierung auf die Repräsentativität der Ergebnisse auswirken kann (Arteaga, 2022). Auch fließen im Anwender*innenworkshop lediglich Erkenntnisse der n=10 Senior*innen ein. Die Erkenntnisse der restlichen für die Studie inkludierten n=9 Senior*innen bleiben unberücksichtigt. Dennoch ist zu beachten, dass die Anforderungen der Senior*innen divers ausfallen können. Je nach Technologieaffinität, Erfahrungswert und Motivation (Doré et al., 2023; Feldmann, 2020; Jakobs, Lehnert & Ziefle, 2008; Melenhorst, Rogers & Caylor, 2001) können sich unterschiedliche Meinungsbilder, Anforderungen und entsprechende Entwicklungsempfehlungen ergeben. Demnach sollte eine möglichst große Vielfalt der jeweiligen Kriterien geboten werden, sodass individuelle Einstellungen bei VR-Anwendungsnutzung vorgenommen werden können.

Das finalisierte Gütekriterienkernset bietet einen gewissen Interpretationsspielraum einzelner Kriterien, der sich bereits in der Vorversion V4_{draft} gezeigt hat. Trotz Präzisierung der Kriterien anhand der Erläuterungen werden im Rahmen der VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* Maßnahmen in der Form umgesetzt, wie sie vom Entwicklerteam als gültig und erfüllt empfunden werden. Auch muss angemerkt werden, dass die Gültigkeit der Kriterien nur in Bezug auf *Wegfest* bewertet werden kann, jedoch nicht für weitere senior*innengerechte VR-Anwendungsentwicklungen. Die Relevanz der Kriterien bzw. die Ausführung der Erläuterung zur Präzisierung dieser muss individuell je nach Anwendungskontext, VR-Hardware sowie Software bewertet werden.

Neben der Präzisierung von Inhalten muss eine Überprüfung der Gültigkeit erfolgen. Einzelne Kategorien bzw. Kriterien, wie beispielsweise 2. *Datenschutzbestimmungen* müssen umfassender behandelt werden, um eine Gewährleistung der Gültigkeit erfüllen zu können. Anhand dieser als Beispiel aufgeführten Kategorie lässt sich anmerken, dass das Thema derzeit einer stetigen Überarbeitung unterzogen wird, indem Regularien überprüft und angepasst werden (Stachwitz & Debatin, 2023). Auch sollte eine Berücksichtigung länderspezifischer Regularien erfolgen, da Abweichungen auf (inter)nationaler Ebene zu den einzelnen Bestimmungen, die die Kriterien betreffen können, existieren (Stachwitz & Debatin, 2023).

Somit lässt sich festhalten, dass einerseits eine vielfältige Darstellung der Kriterien geboten werden sollte, die die Heterogenität der Senior*innen bedient. Gleichzeitig sollte eine Präzisierung dieser individualisierten Kriterien vorhanden sein, ohne die Gültigkeit zu beeinflussen. Dieser Schritt erfordert weitere Forschungstätigkeiten.

Neben der inhaltlichen Abbildung der Gütekriterien, lässt sich auch die Struktur des Gütekriterienkernsets anmerken. Das Gütekriterienkernset stellt die einzelnen Umsetzungsmaßnahmen in Form der Kriterien nicht in seiner Chronologie vor, sodass eine schrittweise VR-Anwendungsentwicklung erfolgen kann, sondern orientiert sich anhand von einzelnen Kategorien. Eine alternative Darstellungsform, die die aufeinanderfolgenden Arbeitsschritte zur VR-Anwendungsentwicklung abbildet, hätte neben der aktuellen Substanz den Vorteil der Darstellung von einzelnen Entwicklungsphasen. Anschließende Forschungstätigkeiten können sich neben der inhaltlichen Modifizierung dieser Umstrukturierung bedienen.

6 Fazit und Ausblick

Die Forschungsarbeit bildet das Vorgehen eines Gestaltungsprozesses ab, der die Entwicklung eines Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen umfasst. Hierzu wurden einleitend Aspekte der Zielgruppe Senior*innen erläutert, die sich mit dem „Gesunden Altern“ sowie der Nutzung von Technologien befassen. Ausgehend von der digitalen Transformation, die sich neben dem Gesundheitskontext auch in sämtlichen Bereichen des alltäglichen Lebens bemerkbar macht, gewinnen innovative Technologien zunehmend an Bedeutung (Stachwitz & Debatin, 2023). Hierzu wird auch die VR-Technologie gezählt, die von verschiedenen Nutzer*innengruppen vermehrt genutzt wird. Für die Entwicklung einer nutzer*innen-zentrierten VR-Anwendung, die sich auf die Zielgruppe Senior*innen bezieht, bedarf es einer Grundlage, in der Inhalte für die zielgerichtete Anwendungsentwicklung beschrieben sind. Die Hauptforschungsfrage (HF) umfasste die Fragestellung nach den zu erfüllenden Anforderungen einer Anwendung mit Gesundheitsbezug in VR für den Einsatz in der Gerontologie und konnte im Rahmen der Forschungsarbeit beantwortet werden. Dies erfolgte, indem anhand eines mehrschrittigen, qualitativen Forschungsprozesses unter Einbezug der Senior*innen in einem zunehmenden partizipativen Prozess ein Gütekriterienkernset entwickelt wurde. Dabei wurde in der Methodik das multimethodische Studiendesign vorgestellt, das sich an den Instrumenten des PDCA-Zyklus sowie des PEPs bedient, um die Produkte in Form mehrerer Versionen des Gütekriterienkernsets bzw. der VR-Anwendung zu generieren. Die Entwicklung des Gütekriterienkernsets für senior*innengerechte VR-Anwendungen basiert auf theoretischen bzw. wissenschaftlichen Vorgehensweisen (u.a. Literaturrecherchen, Framework Analyse, Workshops) sowie einer praktischen VR-Anwendungsentwicklung mit dem Namen *Wegfest*, die die in der Theorie definierten Inhalte auf die Praxistauglichkeit hin überprüft. Durch diese beiden Schwerpunkte ergeben sich zwei Lesehandlungen, die das methodische Vorgehen bzw. den Operationalisierungsprozess umfassen („Gütekriterienkernsetentwicklung“), sowie sich praxisbezogenen Inhalten zu vordergründig dem Entwicklungsprozess der VR-Anwendung und der VR-Interventionsstudie von *Wegfest* widmen („VR-Anwendungsentwicklung“). In den Ergebnissen werden die wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Entwicklung des Gütekriterienkernsets sukzessive vorgestellt. Zudem wird auf die Ergebnisse der VR-Interventionsstudie mit *Wegfest* eingegangen. Die Diskussion stellt wesentliche Aspekte zu den jeweiligen Entwicklungsphasen sowie der Verwertbarkeit des Gütekriterienkernsets dar und umfasst Inhalte, die sich auf die VR-Anwendung(sentwicklung) sowie VR-Intervention beziehen. In den sich daran anschließenden Limitationen werden Begrenzungen bzw. Einschränkungen des Forschungsvorhabens bzw. des Gütekriterienkernsets näher erörtert. Im Folgenden werden Schlussfolgerungen der Forschungsarbeit ausführlicher beschrieben.

Die Definition von Qualitätskriterien bzw. Gütekriterien von Technologien gewinnt zunehmend an Bedeutung. Wissenschaftliche Publikationen stellen einen Wandel der Thematik dar, indem stetig neue Themenbereiche zu technologischen Anwendungen anhand von Definitionen zu Kriterien aufbereitet werden. Die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2018) beschreibt, dass in der Wissenschaft Konsens darüber besteht, dass jede Disziplin(gruppe) über eigene Qualitätskriterien verfügen sollte, um Arbeiten bewerten zu können. Im Bereich der Wissenschaften von Technologien sind laut den Autor*innen kaum Kriterien zur Qualitätsbeurteilung erarbeitet worden. Für einzelne Subdisziplinen bzw. Technologiegruppen sollten spezifische Kriterien generiert werden, um eine adäquate Bewertung des Ergebnisses in Form eines Produktes vornehmen zu können (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2018). Neuwertige Publikationen, wie die der DGIM (2023) verdeutlichen die Dringlichkeit sowie Relevanz der Definition von Qualitäts- bzw. Gütekriterien von Technologie(gruppen). Jedoch sollte vor Nutzung der jeweiligen Publikationen eine Rückkopplung zum Anwendungskontext, der Zielgruppe und den damit verbundenen Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren erfolgen. Die Bedeutung partizipativer Entwicklungsprozesse spiegelt sich insbesondere auch in den Publikationszahlen wider, in denen die Zunahme von Erkenntnissen auch im Zusammenhang zielgruppenspezifischer Technologieentwicklungen ersichtlich wird (Hochmuth et al., 2020). Die Spezifizierung auf die Zielgruppe Senior*innen gewinnt dabei zunehmend an Bedeutung. Meister (2021) sowie Haefker und Tielking (2017) beschreiben, dass insbesondere der demographische Wandel, aber auch das gesteigerte Interesse der Zielgruppe an digitalen Technologien ursächlich hierfür ist.

Die Entwicklungen der VR-Technologie erfuhren in den letzten Jahren einen enormen Fortschritt. Durch den Ausbau technischer Möglichkeiten der VR-Technologie wurden Anwendungsfelder entdeckt, die zur Steigerung der Lebensqualität der Nutzer*innen beitragen können (Baumel et al., 2017). Auch weist die Literatur zunehmend Studien im Kontext von VR mit Senior*innen auf, in denen u.a. Wirkmechanismen sowie Akzeptanzfaktoren untersucht werden. Als herausfordernd erweist sich dabei eine willkürliche Technologieentwicklung, insbesondere bei Einbezug mehrerer Fachdisziplinen (z.B. Informatik und Gerontologie). Ein Zusammenbringen beider Disziplinen ermöglicht eine VR-Anwendungsentwicklung, die das jeweilige Knowhow vereint.

Das Gütekriterienkernset, das als Produkt im Rahmen dieser Forschungsarbeit entwickelt wurde, knüpft an die zuvor aufgeführten Aspekte an. Anhand der im partizipativen sowie iterativen Prozess erarbeiteten Inhalte wurde eine Grundlage für zukünftige VR-Anwendungsentwicklungen für die Zielgruppe Senior*innen geschaffen, indem anhand der Bedarfe sowie Qualitätsmerkmale eine Vielzahl von Kriterien abgeleitet wurden. Somit ermöglicht das Gütekrite-

rienkernset eine zielgruppenspezifische VR-Anwendungsentwicklung und beinhaltet eine Zusammenführung von theoretischen und praktischen Erkenntnissen in einem interdisziplinären Vorgehen unter Einbezug von Informatiker*innen sowie Senior*innen. Das Gütekriterienkernset dient als Instrument für zukünftige VR-Anwendungsentwicklungen, dessen Inhalte jedoch je nach Anwendungskontext und Regularien bewertet werden sollten. Die theoretische bzw. literaturbasierte Basis stellte im Rahmen der Forschungsarbeit die Grundlage des Konstruktes dar. Jedoch gilt, dass sich Qualitätskriterien nicht bedingungslos aus der Wissenschaft ableiten lassen, da sie auf Präferenzentscheidungen und deren zugrundeliegenden Wertsystemen basieren (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2018). Zudem variieren Qualitätskriterien im zeitlichen Verlauf und in den diversen Kulturen, sodass eine stetige Diskussion und Überprüfung sowie Rückkopplung mit der wissenschaftlichen Praxis erfolgen muss (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2018). Dies exemplifizieren auch die verschiedenen Versionen des AppQ-Katalogs der Bertelsmann Stiftung (2020; 2019), dessen Inhalte bereits mehrfach angepasst wurden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Gütekriterienkernset einen Grundstein für angrenzende Forschungstätigkeiten bildet, in denen möglicherweise einzelne Kriterien relativiert werden müssen. Die Darlegung detaillierter Inhalte für senior*innengerechte VR-Anwendungen gibt eine Handlungsorientierung für vergleichbare VR-Entwicklungsarbeiten vor. Die Ergebnisdarstellung in Form spezifischer Kriterien bzw. deren Erläuterungen wird aufgrund des mehrschrittigen sowie multifaktoriellen Vorgehens als nicht vergleichbar zu bestehenden Entwicklungsarbeiten von Leitfäden bewertet. Hierbei wird neben den qualitativen Forschungsansätzen die praktische Überprüfung der zuvor in der Theorie definierten Inhalte anhand der VR-Anwendungsentwicklung von *Wegfest* sowie der damit verbundenen Interventionsdurchführung als großer Mehrwert gesehen. Anhand der Erkenntnisse dieser Forschungsarbeit lässt sich ableiten, dass mittels vergleichbarer Vorgehensweisen weitere wissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen und für den Einsatz in der Praxis genutzt werden können.

Der Entwicklungsfortschritt der Mobilindustrie wirkt sich auf die Bereiche der Display-, Sensor und Batterietechnologie aus, die auch den Markt der MR-Technologien vorantreibt (Orsolits & Lackner, 2020). Die Autor*innen beschreiben, dass aktuelle Themen, wie AR, VR, Internet of Things (IoT) sowie Machine Learning über zahlreiche Synergien verfügen und sich gegenseitig treiben. Die zunehmenden leistungsfähigen und immer kostengünstigeren Technologien erfüllen stetig mehr technologische Ansprüche. Auch im Bereich VR etablieren sich jährlich mehrere neue Technologien, die durch die Erweiterung technischer Maßnahmen zur Steigerung der Immersion und einem besseren VR-Erleben beitragen sollen (Rand, 2022). Orsolits und Lackner (2020) beschreiben, dass in den nächsten Jahren insbesondere Fortschritte der HMD-Entwicklung (1) im Bereich der Displaygestaltung, die ein größeres Sichtfeld bereitstellen soll, (2) in der Formgestaltung und Kompatibilität mit anderen externen Systemen sowie (3) in einer vereinfachten Nutzer*innen-Interaktion, die durch bessere Trackingverfahren beinhaltet, erfolgen. Neben den Fortschritten der Hardware werden auch Erweiterungen der Software-Möglichkeiten erwartet, die u.a. eine einfachere Gestaltung von 3D-Modellen umfassen. Auch soll laut den Autor*innen zukünftig ein Ausbau der Userinterface-Guidelines von Plattformanbietern erfolgen, sodass bewährte Praktiken und Empfehlungen zur Gestaltung von Benutzerschnittstellen zur Verfügung gestellt werden.

Neben dem technologischen Fortschritt werden immer mehr Anwendungsfelder von VR für die Zielgruppe Senior*innen bedient, die sich positiv auf die Lebensqualität auswirken sollen (Bayshore Healthcare, 2020). Orsolits und Lackner (2020) erwähnen, dass es in Zukunft kaum einen Anwendungsbereich geben wird, bei dem MR nicht vertreten ist. Angesichts dieser Entwicklung sowie der stetig wachsenden Anzahl an wissenschaftlichen Publikationen zu dieser Thematik (Diemer & Zwanzger, 2019) ist anzunehmen, dass durch zukünftige Entwicklungstätigkeiten weitere Forschungsfelder eröffnet werden, die den Einsatz von VR für u.a. die Zielgruppe Senior*innen bewerten. Insbesondere die Praxistauglichkeit sowie mögliche Langzeiteffekte müssen näher untersucht werden. Orsolits und Lackner (2020) beschreiben jedoch, dass sich bereits heute eine Vielzahl an Anwendungsfällen in der Praxis etabliert hat. Dennoch gilt bei heterogenen Zielgruppen, wie den Senior*innen, eine individuelle Bewertung der Eignung der VR-Technologie vorzunehmen und deren Nutzen bzw. Nützlichkeit zu bewerten. Erste Studien implizieren zwar Langzeiteffekte von VR bei Senior*innen (Seifert & Schlomann, 2021; Dermody et al., 2020; Lee et al., 2019), jedoch müssen hierzu weitere Forschungstätigkeiten erfolgen. Ebenso gilt dies für die Beurteilung der Auswirkungen auf das Verhalten in der Realität nach VR-Anwendungsnutzung.

Das Gütekriterienkernset ermöglicht in seiner Funktion als Leitfaden zielgerichtete VR-Anwendungsentwicklungen für Senior*innen. Dies kann einerseits Auswirkungen auf mögliche (zukünftige) Anpassungen der Software, sowie andererseits der Hardware von VR beinhalten.

Die Erfüllung der Kriterien kann mit marktreifen VR-HMD Produkten erfolgen. Gleichzeitig kann das Gütekriterienkernset einen Anstoß für mögliche Weiterentwicklungen von VR-Komponenten (Hard- sowie Software) geben, sodass Kriterien zukünftig treffender erfüllt werden können. Das Gütekriterienkernset könnte folglich neben der Funktion des Leitfadens zur Inspiration weiterer VR-Anwendungsentwicklungen dienen. Die in den vorherigen Kapiteln aufgeführte Limitation einer möglichen Modifizierung der Inhalte des Gütekriterienkernsets muss in weiteren Forschungstätigkeiten überprüft werden. Ebenso sollten Anpassungen hinsichtlich des technologischen Fortschritts erfolgen, um eine bestmögliche Gültigkeit der Inhalte des Gütekriterienkernsets zu gewährleisten. Dabei sollte der partizipative Ansatz bedacht und umgesetzt werden, sodass entsprechende Senior*innen(gruppen) in den fortschreitenden Überarbeitungsprozess einbezogen werden. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse des Gütekriterienkernsets auf weitere Technologie(gruppen), z.B. AR, muss überprüft werden.

Ergänzend zum Technologiefortschritt, der zu Anpassungen der Inhalte des Gütekriterienkernsets führen kann, gilt es auf die Gültigkeit von Gesetzen und Regularien zu achten, die im Kontext der VR-Anwendungsentwicklung bzw. -nutzung relevant sind. Neben Regularien der EU-DSGVO sollten auch Regelwerke existieren, die eine VR-Anwendungsnutzung beschreiben. Dabei sollte eine Beschreibung von Inhalten erfolgen, die unter Berücksichtigung einer Risiken-Nutzen-Abwägung zur VR-Anwendungsnutzung Nutzungsbedingungen zielgruppenspezifisch und je nach Anwendungskontext bereitstellt. Derzeit existieren nur vereinzelte Empfehlungen, jedoch keine Regularien, die Aussagen zur VR-Anwendungsnutzung treffen. Angesichts der Sicherheit der Nutzer*innen sollte dies anhand wissenschaftlicher Studien aufbereitet werden. Erste Erkenntnisse dazu können die Ergebnisse im Rahmen der Interventionsstudie mit *Wegfest* beitragen, da die Studie anhand einer im Vorfeld durchgeführten Risiken-Nutzen-Bewertung erfolgte (vgl. Tabelle 14). Im Rahmen weiterer Forschungsaktivitäten muss die Repräsentativität der Ergebnisse der Interventionsstudie überprüft werden. Zudem kann die VR-Anwendung *Wegfest* zukünftig auf weitere Parameter sowie möglicher Korrelationen dieser untersucht werden. Ausstehend ist zudem die Verwendung von *Wegfest* für weitere Zielgruppen.

Abschließend kann angemerkt werden, dass durch die zunehmende Digitalisierung neue Möglichkeiten geschaffen werden, die Auswirkungen auf die Gesellschaft haben. Der technologische Fortschritt führt dazu, dass Technologien stetig neu entwickelt bzw. weiterentwickelt werden und zur Verbesserung der Lebensqualität beitragen sollen. Die VR-Technologie etabliert sich zunehmend als innovative technische Möglichkeit in verschiedenen Einsatzgebieten und zeigt teilweise positive Effekte, auch bei der Zielgruppe Senior*innen. Die in dem Forschungsvorhaben entwickelte VR-Anwendung *Wegfest* kann in diesem Zusammenhang als positives

Beispiel aufgeführt werden. Dennoch gilt auch zukünftig zu beachten, dass VR-Anwendungsentwicklungen für Senior*innen zielgruppengerecht ausfallen sollten, um deren Bedarfe zu berücksichtigen und einen Nutzen aufweisen. Das Gütekriterienkernset für senior*innengerechte VR-Anwendungen bildet einen Grundstein für derartige Vorhaben, obgleich eine anhaltende Überprüfung der Inhalte erfolgen muss. Das Gütekriterienkernset stellt demnach eine Basis für zukünftige Forschungstätigkeiten in diesem Kontext dar.

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei all denjenigen bedanken, die mich auf meinem Weg der Dissertation fachlich und emotional begleitet, unterstützt und motiviert haben.

An erster Stelle danke ich meiner Doktormutter Frau Prof.in Dr.in Klara Brixius. Ihr gilt mein besonderer Dank für die stetige Betreuung, ihre Anregungen und die gemeinsamen Gespräche, die für die Entwicklung dieser Dissertation ursächlich sind. Ihr Vertrauen in meine Arbeit und ihre Ermutigung zur Publikation trägt einen wichtigen Anteil meiner fachlichen und persönlichen Entwicklung in den letzten Jahren.

Außerdem gilt mein herzlicher Dank Prof. Dr. Wolfgang Deiters für seine vielfache Unterstützung während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin. Er ermöglichte mir den Freiraum meine persönlichen Forschungsinteressen eigenständig umsetzen zu können und unterstützte mich in meiner Forschung durch fachliche sowie persönliche Ratschläge.

Weiterhin gilt der Dank der Deutschen Studienstiftung, die zur Realisierung meines Vorhabens durch die Auszeichnung meiner Promotionsidee mit dem Wilhelm Woort-Förderpreis wesentlich beigetragen hat. Durch diese Auszeichnung war es mir möglich, mein Vorhaben wie geplant mit der extern entwickelten VR-Anwendung *Wegfest* umzusetzen. In diesem Zusammenhang möchte ich den Entwicklern Michael Bertram, Christoph Vogel und Nico Kuchling für die gelungene VR-Anwendungsentwicklung danken. Ohne die Unterstützung dieser kompetenten Entwickler hätte meine Arbeit in der Form nicht realisiert werden können.

Ferner gilt mein Dank all jenen Personen, die als Proband*innen und Workshopteilnehmer*innen die Realisierung dieser Forschungsarbeit beigetragen haben. Ihr entgegengebrachtes Vertrauen und Interesse an meiner Forschung hat meine Überzeugung an der Dissertation bestärkt.

Zuletzt danke ich von ganzem Herzen meinen Eltern und Geschwistern, die mich in allen Lebenslagen unterstützt und motiviert haben. Meinem Ehemann David, der stets an mich glaubt und immer ein offenes Ohr für mich hat, danke ich für seine Geduld und seine Zuversicht in den vergangenen Jahren.

7 Literaturverzeichnis

- Aguilar-Navarro, S. G., Mimenza-Alvarado, A. J., Palacios-García, A. A., Samudio-Cruz, A., Gutiérrez-Gutiérrez, L. A., & Ávila-Funes, J. A. (2018). Validity and Reliability of the Spanish Version of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) for the Detection of Cognitive Impairment in Mexico. Validez y confiabilidad del MoCA (Montreal Cognitive Assessment) para el tamizaje del deterioro cognoscitivo en México. *Revista Colombiana de psiquiatría (English ed.)*, 47(4), 237–243. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2017.05.003>.
- AKAD Bildungsgesellschaft mbH (2022). *Virtual Reality: Wie die künstliche Realität zur neuen Wirklichkeit wird*. Zugriff am 18.02.2023 unter <https://www.akad.de/blog/berufskarriere/virtual-reality-wie-die-kuenstliche-realitaet-zur-neuen-wirklichkeit-wird/>.
- Aktionsforum Gesundheitsinformationssystem [afgis] (2012). *Gesundheits-App Fact Sheet*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://www.afgis.de/standards/gesundheitsapps/>.
- Aktionsforum Gesundheitsinformationssystem [afgis] (2021). *afgis-Transparenzkriterien*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://www.afgis.de/zertifizierung/transparenzkriterien>.
- Albrecht, U.-V. (2016). *Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA)*. Zugriff am 22.09.2020 unter https://publikationsserver.tu-braunschweig.de/receive/dbbs_mods_00060000.
- Alghofaili, R., Sawahata, Y., Huang, H., Wang, H., Shiratori, T. & Yu, L. (2019). Lost in Style: Gaze-driven Adaptive Aid for VR Navigation. In *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Proceedings (CHI 2019), May 4–9, 2019, Glasgow, Scotland UKA*, (1-13). <https://doi.org/10.1145/3290605.3300578>.
- Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club [ADFC] (2020). *Förderung kommunaler Radverkehrsinfrastruktur*. Zugriff am 29.04.2023 unter <https://www.adfc.de/artikel/foerderung-kommunaler-radverkehrsinfrastruktur>.
- Alrutz, D., Bohle, W., Müller, H., Busche, K., Maier, C. & Otte, S. (2006). *Sicherheitsbewertung von Überquerungshilfen*. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag des Verkehrstechnischen Instituts der Deutschen Versicherer, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft. Zugriff am 15.07.2022 unter <https://www.udv.de/resource/blob/85770/4e8eb6e9877d8078bf99daada2bdc97b/82-vs-an-fussgaengerquerungen-data.pdf>.
- American College of Sports Medicine [ACSM] (2006). *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. (7th edition)*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- American Psychiatric Association [APA] (2018). *The App Evaluation Model*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/mental-health-apps/the-app-evaluation-model>.
- Archydra GmbH (2017). *Virtual Reality: Traffic Safety for Kids*. Zugriff am 18.12.2022 unter <https://archydra.com/portfolio/virtual-reality-road-traffic-safety-for-kids-oculus-rift/>.
- Arifin, S.R., Cheyne, H., Maxwell, M., & Pien, L.S. (2019). Framework analysis: A worked example from a midwifery research. *Enfermería clínica*, 29(2), 739-746.

- Arksey, H. & O'Malley, L. (2005) Scoping studies: towards a methodological framework, *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32.
<https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>.
- Arlati, S., Di Santo, S. G., Franchini, F., Mondellini, M., Filiputti, B., Luchi, et al. (2021). Acceptance and usability of immersive virtual reality in older adults with objective and subjective cognitive decline. *Journal of Alzheimer's Disease*, 80(3), 1025-1038.
<https://doi.org/10.3233/JAD-201431>.
- Arteaga, G. (2022). *Stichprobenverzerrungen in der Forschung: Arten, Beispiele und wie man sie vermeiden kann*. Zugriff am 08.05.2023 unter https://www.testsite-forme.com/de/stichprobenvorspannung/?utm_content=cmp-true.
- Asbrand, B. (2011). *Dokumentarische Methode*. Zugriff am 25.04.2022 unter https://www.fall-archiv.uni-kassel.de/backup/wp-content/plugins.old/lbg_chameleon_video-player/lbg_vp2/videos/asbrand_dokmethode_ofas.pdf.
- Axt-Gadermann, M. & Heise, P. (2018). *Sport- und Gesundheitstourismus 2030: Wie die „Generation plus“ den Markt verändert*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Backa, F. (2015). *Gaming und kommerzielle Kommunikation von Videospielen*. München: Grin Verlag.
- Baier, R., Maier, R., Aurich, A. & Klemps, A. (2007). *Sicherheitsgrad von Stadtstraßen mit und ohne schienengebundenen ÖPNV. Unveröffentlichter Schlussbericht zum Forschungsprojekt des GDV*. Aachen/Dresden: BSV Büro für Stadt- und Verkehrsplanung / Lehrstuhl Straßenverkehrstechnik der TU Dresden.
- Barrett, A.J., Pack, A. & Quaid, E.D. (2021). Understanding learners' acceptance of high-immersion virtual reality systems: Insights from confirmatory and exploratory PLS-SEM analyses. *Computers & Education*. 169(81):104214. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104214>.
- Bauer, W. (2008). *Leitfaden: Das Instrument der Experten-Workshops*. Zugriff am 18.02.2023 unter <https://www.agenturq.de/wp-content/uploads/heft2.pdf>.
- Baumel, A., Faber, K., Mathur, N., Kane, J. M., & Muench, F. (2017). Enlight: A Comprehensive Quality and Therapeutic Potential Evaluation Tool for Mobile and Web-Based eHealth Interventions. *Journal of medical Internet research*, 19(3), e82.
<https://doi.org/10.2196/jmir.7270>.
- Bayer, P. (2012). *PDCA und wissenschaftliche Methode*. Zugriff am 15.04.2023 unter <http://www.wandelweb.de/blog/?p=1384>.
- Bayshore Healthcare (2020). *The Future is Now: How Virtual Reality Enhances Seniors' Lives*. Zugriff am 09.05.2023 unter <https://www.bayshore.ca/resources/the-future-is-now-how-virtual-reality-enhances-seniors-lives/>.
- Becker, H. (2013). *Robotik in Betreuung und Gesundheitsversorgung*. Zürich: vdf Verlag.
- Benoit, M., Guerchouche, R., Petit, P. D., Chapoulie, E., Manera, V., Chaurasia, G. et al. (2015). Is it possible to use highly realistic virtual reality in the elderly? A feasibility study with image-based rendering. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 11, 557–563. <https://doi.org/10.2147/NDT.S73179>.

- Bertelsmann Stiftung (2016). *Digital-Health-Anwendungen für Bürger: Kontext, Typologie und Relevanz aus Public-Health-Perspektive*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/digital-health-anwendungen-fuer-buerger/>.
- Bertelsmann Stiftung (2019). *AppQ: Gütekriterien-Kernset für mehr Qualitätstransparenz bei digitalen Gesundheitsanwendungen*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/appq/>.
- Bertelsmann Stiftung (2019). *Transfer von Digital-Health-Anwendungen in den Versorgungsalltag (Teil 6), Teil 6: Transparenzmodell Digital-Health-Anwendungen – Grundlagen, Herleitung und Modell*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/transfer-von-digital-health-anwendungen-in-den-versorgungsalltag-teil-6>.
- Bertelsmann Stiftung (2020). *AppQ 1.1: Gütekriterien-Kernset für mehr Qualitätstransparenz bei digitalen Gesundheitsanwendungen*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/appq-1-1>.
- Bertram, S., Brixius, K., & Brinkmann, C. (2016). Physical exercise and dementia in patients with type 2 diabetes mellitus. Authors' reply. *Endocrine*, 54(3), 840. <https://doi.org/10.1007/s12020-016-1131-2>.
- Bevilacqua, R., Maranesi, E., Riccardi, G., Di Donna, V., Pelliccioni, P., Luzi, R. et al. (2019). Non-Immersive Virtual Reality for Rehabilitation of the Older People: A Systematic Review into Efficacy and Effectiveness. *Journal of Clinical Medicine*, 8 (11):1882. <https://doi.org/10.3390/jcm8111882>.
- Bimberg, P., Weissker, T. & A. Kulik, A. (2020). On the Usage of the Simulator Sickness Questionnaire for Virtual Reality Research, *2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, Atlanta, GA, USA, 2020, 464-467.
- Birken, T., Pelizäus-Hoffmeister, H., Schweiger, P. & Sontheimer, R. (2018). Technik für ein selbstbestimmtes Leben im Alter– eine Forschungsstrategie zur kontextintegrierenden und praxiszentrierten Bedarfsanalyse. Zugriff am 03.12.2021 unter <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/57933>.
- Bleser, C. (2017). *Virtual Reality als gemeinsames Erlebnis. Entwicklung einer interaktiven Anwendung zur Echtzeitsynchronisation mobiler Endgeräte*. Hamburg: Diplomica Verlag.
- Block, A. (2011). *Der Begriff des Rahmens nach Erving Goffman*. München: GRIN Verlag.
- Böhnert, M. & Reszke, P. (2014). Linguistisch-philosophische Untersuchungen zu Plausibilität: Über kommunikative Grundmuster bei der Entstehung von wissenschaftlichen Tatsachen. In J. Engelschalt & A. Maibaum (Hrsg.), *Auf der Suche nach den Tatsachen: Proceedings der 1.Tagung des Nachwuchsnetzwerks "INSIST"*. 22.-23. Oktober 2014, 40–67.
- Boian, R.F., Burdea, G.C., Deutsch, J.E., & Winter, S. (2004). Street Crossing Using a Virtual Environment Mobility Simulator. *Computer Science*, 18015421.

- Boian, R.F., Kourtev, H., Erickson, K., Deutsch, J., Lewis, J. & Burdea, G. (2003). *Dual Stewart-Platform Gait Rehabilitation System for Individuals Post-Stroke*. Zugriff am 19.12.2022 unter https://www.researchgate.net/publication/237472744_Dual_Stewart-Platform_Gait_Rehabilitation_System_for_Individuals_Post-Stroke.
- Boletsis, C. & Cedergren, J.E. (2019). VR Locomotion in the New Era of Virtual Reality: An Empirical Comparison of Prevalent Techniques, *Advances in Human-Computer Interaction*, 2019 (1): 7420781. <https://doi.org/10.1155/2019/7420781>.
- Boll-Westermann, S., Maaß, S. & Malaka, R. (2013). *Mensch & Computer 2013 – Workshopband. 13. fachübergreifende Konferenz für interaktive und kooperative Medien*. Zugriff am 01.02.2023 unter <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1524/9783486781236/pdf#page=395>.
- Bolton, J. H. (2023). *Metaverse: Die Neue Digitale Revolution. Ein Leitfaden für Einsteiger zum Investieren in die Digitale Kunst der Zukunft, Nft, Blockchain Gaming und Kryptowährung*. Berlin: epubli Verlag.
- Bortz, J., Döring, N. (2006). Qualitative Methoden. In Bortz, J. & Döring, N. (Hrsg.), *Forschungsmethoden und Evaluation*. (S.295-350). Berlin: Springer Verlag.
- Bowman, D.A., Kruijff, E., LaViola, J.J. & Poupyrev, I. (2004). *3D User Interfaces: Theory and Practice*. Boston: Addison-Wesley Verlag.
- Brach, M., de Bruin, E. D., Levin, O., Hinrichs, T., Zijlstra, W., & Netz, Y. (2023). Evidence-based yet still challenging! Research on physical activity in old age. *European review of aging and physical activity : official journal of the European Group for Research into Elderly and Physical Activity*, 20(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s11556-023>.
- Brennesholtz, M.S. (2018). 3-1: *Invited Paper: VR Standards and Guidelines*. Zugriff am 31.10.2021 unter <https://sid.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sdtp.12476>.
- British Standards Institute (2003). *The C Standard – Incorporating TC1 – BS ISO/IEC 9899:1999*. New York: John Wiley & Sons Verlag.
- Brixius, K. (2010). Geschlechterunterschiede in Bezug auf die körperliche Leistungsfähigkeit im Alter. In I. Hartmann-Tews, B. Dahmen, & D. Emberger (Hrsg.), *Gesundheit in Bewegung: Impulse aus Geschlechterperspektive*. (S. 117-122). Baden Baden: Academia Verlag.
- Bröning, L. & Herpers, M., (2021). Analysis of Significant Factors Influencing the Technology Acceptance of Smartglasses in the Craft Sector. In: Schneegass, S., Pfleging, B. & Kern, D. (Hrsg.), *Mensch und Computer 2021 - Tagungsband*. (S. 99-116). New York: ACM Verlag.
- Brönneke, J.B. & Debatin, J.F. (2022). Digitalisierung im Gesundheitswesen und ihre Effekte auf die Qualität der Gesundheitsversorgung. *Bundesgesundheitsblatt* 65, 342–347. <https://doi.org/10.1007/s00103-022-03493-3>.
- Bruder, R., Eckert, T., Conradt, J., Caserman, P., Schaub, M., Hofmann, K. et al. (2021). *Gütekriterien Serious Games – Langfassung 30.03.2021*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/17872/>.

- Buchner, J., & Mulders, M. (2020). Lernen in immersiven virtuellen Welten aus der Perspektive der Mediendidaktik. *Medienimpulse*, 58(02), 1-23. <https://doi.org/10.21243/mi-02-20-22>.
- Bucksch, M. (2021). *Leitfaden für die Entwicklung von Medical Apps: Darauf müssen Hersteller achten*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://quickbirdmedical.com/medical-app-entwicklung-mdr/>.
- Bundesgesundheitsministerium [BMG] (2020). *Digitale Gesundheit 2025*. Zugriff am 02.12.2022 unter <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/publikationen/details/digitale-gesundheit-2025.html>.
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) unter Beteiligung der Arbeitsgruppe ICD des Kuratoriums für Fragen der Klassifikation im Gesundheitswesen [KKG] (2020). ICD-10-GM Version 2021, Systematisches Verzeichnis, Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision, Stand: 18. September 2020. Download am 22.12.2022 unter http://www.bfarm.de/DE/Kodiersysteme/Klassifikationen/ICF/_node.html.
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) unter Beteiligung der Arbeitsgruppe ICD des Kuratoriums für Fragen der Klassifikation im Gesundheitswesen (KKG), (2021). *ICD-10-GM Version 2021, Systematisches Verzeichnis, Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision*, Stand: 18. September 2020. Zugriff am 25.05.2022 unter <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/icf/icfhtml2005/>.
- Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte [BfArM] (2016). *BfArM-Orientierungshilfe Medical Apps*. Zugriff am 21.10.2021 unter https://www.bfarm.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Servicesuche_Formular.html;jsessionid=EB5D9FFA612077A546DEAD32D188F243.intranet262?nn=468782&resourceId=468548&input_=494988&pageLocale=de&templateQueryString=BfArM-Orientierungshilfe+Medical+Apps&submit.x=0&submit.y=0.
- Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte [BfArM] (2020). *DiGA-Leitfaden*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Service/Beratungsverfahren/DiGA-Leitfaden.html>.
- Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte [BfArM] (2020). *Digitale Gesundheitsanwendungen*. Zugriff am 19.08.2020 unter https://www.bfarm.de/DE/Medizinprodukte/DVG/_node.html.
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend [BMFSFJ] (2020). *Achter Altersbericht*. Zugriff am 18.02.2023 unter <https://www.bmfsfj.de/bmfsfj/ministerium/berichte-der-bundesregierung/achter-altersbericht>.
- Bundesministerium für Gesundheit [BMG] (2020). *Digitale-Gesundheitsanwendungen-Verordnung (DiGAV)*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/gesetze-und-verordnungen/guv-19-lp/digav.html>.

- Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (Bitkom) e.V. (2021). *Augmented und Virtual Reality: Potenziale und praktische Anwendung immersiver Technologien*. Zugriff am 31.10.2021 unter <https://www.bitkom.org/Bitkom/Organisation/Gremien/Augmented-and-Virtual-Reality.html>.
- Bundeszentrale für politische Bildung [bpb] (2022). *Bottom up / Top down*. Zugriff am 15.04.2023 unter <https://www.bpb.de/themen/umwelt/naturschutzpolitik/glossar/511041/bottom-up-top-down/>.
- Buratti, M., Ott, C. & Walter, S. (2018). Heuristische Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit bei der Entwicklung von Augmented und Virtual Reality Anwendungen – Eine Analyse ausgewählter Projekte. Rapperswil: Hochschule für Technik Rapperswil.
- Burdea, G.C. & Coiffet, P. (2003). *Virtual Reality Technology*. Weinheim: Wiley Verlag.
- Cabrita, M., Op den Akker, H., Tabak, M., Hermens, H. J., & Vollenbroek-Hutten, M. M. R. (2018). Persuasive technology to support active and healthy ageing: An exploration of past, present, and future. *Journal of biomedical informatics*, 84, 17–30. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2018.06.010>.
- Campelo, A.M., Hashim, J. A. & Katz, L. (2019). Using Nintendo Wii Fit U to Engance Balance Control of Community-dwelling Seniors. *International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR)*, Tel Aviv, Israel, 2019, pp. 1-2. <http://dx.doi.org/10.1109/icvr46560.2019.8994563>.
- Capellmann, L. & Gloystein, D. (2017). Reflexion. In J. Frohn (Hrsg.), *FDQI-HU-Glossar*. Berlin: Humboldt-Universität zu Berlin.
- Caserman, P., Hoffmann, K., Müller, P., Schaub, M., Straßburg, K., Wiemeyer, J. et al. (2020). Quality Criteria for Serious Games: Serious Part, Game Part, and Balance. *JMIR Serious Games* 2020;8(3):e19037. <https://doi.org/10.2196/19037>.
- Cavallo, V., Lobjois, R., Dommès, A. & Vienne, F. (2009). Elderly Pedestrians' Visual Timing Strategies in a Simulated Street- Crossing Situation, *Driving Assessment Conference* 5(2009), 499-505. doi: <https://doi.org/10.17077/drivingassessment.1363>.
- Chau, P. H., Kwok, Y. Y. J., Chan, M. K. M., Kwan, K. Y. D., Wong, K. L., Tang, Y. H., Chau, K. L. P., Lau, S. W. M., Yiu, Y. Y. Y., Kwong, M. Y. F., Lai, W. T. T., & Leung, M. K. (2021). Feasibility, Acceptability, and Efficacy of Virtual Reality Training for Older Adults and People With Disabilities: Single-Arm Pre-Post Study. *Journal of medical Internet research*, 23(5), e27640. <https://doi.org/10.2196/27640>.
- Chiang, I., Tsai, J., & Chen, S.T. (2012). Using Xbox 360 Kinect Games on Enhancing Visual Performance Skills on Institutionalized Older Adults with Wheelchairs. *2012 IEEE Fourth International Conference On Digital Game And Intelligent Toy Enhanced Learning*, 263-267.
- Claßen, K. (2012). *Zur Psychologie von Technikakzeptanz im höheren Lebensalter: Die Rolle von Technikgenerationen*. Heidelberg: Universität Heidelberg.
- Claßen, K., Oswald, F. & Wahl, H.-W. (2012). Technikeinstellung und -bewertungen im mittleren und höheren Erwachsenenalter: Die Rolle von Psychologie und Technikgenerationen. In VDE; AAL; BMBF (Hrsg.), *Ambient Assisted Living 2012*. Berlin: VDE Verlag.

- Coleman, K. (2019). *Arbeitsteilige Auftragsabwicklung in der Transportkette: Unternehmensübergreifende Systeme in der See- und Luftfracht*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Compagna, D. (2018). *Partizipation und Moderne: Nutzerorientierte Technikentwicklung als missverstandene Herausforderung*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Cong, X. & Li, T. (2020). Design and Development of Virtual Medical System Interface Based on VR-AR Hybrid Technology, *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2020 (1): 7108147. <https://doi.org/10.1155/2020/7108147>.
- Cornelsen Verlag GmbH (o.D.). *Didaktik: Das Zusammenspiel von Lehren und Lernen*. Zugriff am 01.03.2023 unter <https://www.cornelsen.de/empfehlungen/paedagogik/didaktik>.
- Cowan, K. & Ketron, S. (2019). A dual model of product involvement for effective virtual reality: The roles of imagination, co-creation, telepresence, and interactivity. *Journal of Business Research*, 100(2019), 483-492.
- Cuff, P. & Hammers Forstag, E. (2018). *Improving Health Professional Education and Practice Through Technology: Proceedings of a Workshop*. Zugriff am 03.12.2021 unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK540868/>.
- Czaja, S. J., Charness, N., Fisk, A. D., Hertzog, C., Nair, S. N., Rogers, W. A., et al. (2006). Factors predicting the use of technology: Findings from the Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE). *Psychology and Aging*, 21(2), 333-352.
- Daum, M. (2017). *Digitalisierung und Technisierung der Pflege in Deutschland: Aktuelle Trends und ihre Folgewirkungen auf Arbeitsorganisation, Beschäftigung und Qualifizierung*. Zugriff am 13.06.2023 unter https://www.input-consulting.de/files/inpcon-DATA/download/20170215_Digitalisierung%20und%20Technisierung%20der%20Pflege%20in%20Deutschland_INPUT.pdf.
- Davis, F. D. & Venkatesh, V. (1996). A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(1), 19-45.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-339.
- de Bruin, E. D., Schoene, D., Pichierri, G., & Smith, S. T. (2010). Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly. Some theoretical considerations. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 43(4), 229–234. <https://doi.org/10.1007/s00391-010-0124-7>.
- Defila, R. & Di Giulio, A. (2014). *Methoden der Experten- und Stakeholdereinbindung in der sozialwissenschaftlichen Forschung*. Berlin: Springer Verlag.
- Degenhardt, W. (1986). *Akzeptanzforschung zu Bildschirmtext – Methoden und Ergebnisse*. München: Fischer Verlag.

- Deiters, W., Höcker, P., Napetschnig, A. & Preissner, L. (2022). Innovationsräume für die partizipative Entwicklung digitaler nutzer*innenzentrierter Anwendungen. In: Department of Community Health (Hrsg.), *Community Health - Grundlagen Methoden, Praxis*. (S. 411 – 423). Weinheim: Beltz Juventa Verlag.
- Dermody, G., Whitehead, L., Wilson, G. & Glass, C. (2020). The Role of Virtual Reality in Improving Health Outcomes for Community-Dwelling Older Adults: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*; 22, 6.
- Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2018). *Qualitätskriterien in den Technikwissenschaften: Empfehlungen zur Bewertung von wissenschaftlichem Erfolg*. München: Herbert Utz Verlag GmbH.
- Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin e.V. [DGIM] (2023). *Kriterienkatalog: Erklärvideos für digitale Gesundheitsanwendungen*. Zugriff am 30.04.2023 unter <https://www.dgim.de/kriterienkatalog-erklaervideos>.
- Deutsche Handwerks Zeitung (2017). *Blitzatlas von "Mobil in Deutschland: "Dienen Radarkontrollen tatsächlich der Verkehrssicherheit?"* Zugriff am 29.04.2023 unter <https://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/dienen-radarkontrollen-tatsaechlich-der-verkehrssicherheit-160610/>.
- Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information [DIMDI] (2012). ICF Version 2005. Zugriff am 04.03.2021 unter <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/icf/icfhtml2005/component-d.htm>.
- Dias, N., Kempen, G. I., Todd, C. J., Beyer, N., Freiburger, E., Piot-Ziegler, C., et al. (2006). Die Deutsche Version der Falls Efficacy Scale-International Version (FES-I) [The German version of the Falls Efficacy Scale-International Version (FES-I)]. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 39(4), 297–300. <https://doi.org/10.1007/s00391-006-0400-8>.
- Diemer, J. & Zwanzger, P. (2019). Die Entwicklung virtueller Realität als Expositionsverfahren. *Nervenarzt* 90, 715–723. <https://doi.org/10.1007/s00115-019-0678-6>.
- Domin, M., Janneck, M. & Grimm, S., (2019). *Altersbezogene Unterschiede bei der Interaktion mit einem Virtual-Reality-System*. Zugriff am 21.04.2020 unter <https://dl.gi.de/items/03ef1f18-dfaa-402e-a69d-39827cb8f62c>.
- Dommes, A., Cavallo, V., & Oxley, J. (2013). Functional declines as predictors of risky street-crossing decisions in older pedestrians. *Accident; analysis and prevention*, 59, 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.05.017>.
- Dommes, A., Lay, T. L., Vienne, F., Dang, N. T., Beaudoin, A. P., & Do, M. C. (2015). Towards an explanation of age-related difficulties in crossing a two-way street. *Accident; analysis and prevention*, 85, 229–238. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.09.022>.
- Dommes, A., V. Cavallo, V., Dubuisson, J.-B., Tournier, I. & Vienne, F. (2014). Crossing a two-way street: comparison of young and old pedestrians. *Journal of Safety Research*, 50 (2014), 27-34.

- Donath, L., Rössler, R., & Faude, O. (2016). Effects of Virtual Reality Training (Exergaming) Compared to Alternative Exercise Training and Passive Control on Standing Balance and Functional Mobility in Healthy Community-Dwelling Seniors: A Meta-Analytical Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 46(9), 1293–1309. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0485-1>.
- Doré, B., Gaudreault, A., Everard, G., Ayena, J. C., Abboud, A., Robitaille, N., et al. (2023). Acceptability, Feasibility, and Effectiveness of Immersive Virtual Technologies to Promote Exercise in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sensors*, 23(5), 2506. <http://dx.doi.org/10.3390/s23052506>.
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P. & Jung, B. (2019). *Virtual und Augmented Reality (VR/AR): Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Dorner-Pau, M. (2021). *Spielend (be)schreiben: Performative Verfahren zur Förderung deskriptiver Kompetenzen in sprachlich heterogenen Grundschulklassen*. Berlin: De Gruyter Verlag.
- Doujak, G. (2015). *Serious Games und Digital Game Based Learning. Spielebasierte E-Learning Trends der Zukunft*. München: Grin Verlag.
- Duden (2023). *Definition Avatar*. Zugriff am 01.03.2023 unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Avatar>.
- Duden (2023). *Definition Behaviorismus*. Zugriff am 01.03.2023 unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Behaviorismus>.
- Duden (2023). *Definition Datenportabilität*. Zugriff am 01.03.2023 unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Datenportabilitaet>.
- Duden (2023). *Definition Interoperabilität*. Zugriff am 01.03.2023 unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Interoperabilitaet>.
- Duden (2023). *Definition Qualitätskriterium*. Zugriff am 18.02.2023 unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Qualitaetskriterium>.
- Duden (2023). *Definition Taxis*. Zugriff am 01.03.2023 unter https://www.duden.de/rechtschreibung/Taxis_Reaktion_Bewegung.
- Duden (2023). *Definition Transparenz*. Zugriff am 01.03.2023 unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Transparenz>.
- Dunger, C. & Schnell, M.W. (2018). Was ist die Framework Analysis? In: Schnell, M., Schulz-Quach, C. & Dunger, C. (Hrsg.), *30 Gedanken zum Tod. Palliative Care und Forschung*. (S. 27-39). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Dunger, C. (2019). Die Rahmenanalyse als Auswertungsmethode – Was heißt das?. In: Schnell, M., Dunger, C. & Schulz-Quach, C. (Hrsg.), *Pflege bei Atemnot am Lebensende. Palliative Care und Forschung*. (S. 15-44). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Durst, M., Hertkorn, S., Eischer C. & Schweisser, N. (2021). *Was ist ein PDCA-Zyklus? Plan-Do-Check-Act einfach erklärt*. Zugriff am 15.04.2023 unter <https://der-prozessmanager.de/aktuell/wissensdatenbank/pdca-zyklus>.

- Ehni, H.J. (2022). *Zukunftsvisionen des Alters: Fragen und Antworten der Philosophie und Ethik*. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Ehrenmann, S. (2013). *Ein Managementmodell zur Unterstützung der frühen Phasen der Produktentwicklung im multikulturellen Kontext – Diversität in der Produktentwicklung*, Stuttgart: Fraunhofer IAO.
- Ellebrecht, S., Eschenbruch, N., & Zoche, P. (2020). *Sicherheitslagen und Sicherheitstechnologien: Beiträge der ersten Sommerakademie der zivilen Sicherheitsforschung 2018*. Münster: LIT Verlag.
- Elvik, R. (2013). Risk of road accident associated with the use of drugs: a systematic review and meta-analysis of evidence from epidemiological studies. *Accident; analysis and prevention*, 60, 254–267. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.06.017>.
- Europäische Kommission (2014). *Grünbuch über Mobile-Health-Dienste (mHealth)*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://www.bundesrat.de/SharedDocs/beratungsvorgaenge/2014/0101-0200/0167-14.html>.
- Feldhusen, J. & Grote, K.H. (2013). Der Produktentstehungsprozess (PEP). In: Feldhusen, J., Grote, K.H. (Hrsg.), *Konstruktionslehre*. (S.11-24). Berlin: Springer Verlag.
- Feldmann, M. (2020). *Einsatz von VR-Technologie in der Senior*innenarbeit: Chancen und Risiken der Nutzung aus Sicht der Sozialen Arbeit*. Opladen: Barbara Budrich Verlag.
- Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., Czaja, S. J. & Sharit, J. (2009). *Designing for Older Adults: Principles and Creative Human Factors Approaches (2nd Ed.)*. Boca Raton: CRC Press Verlag.
- Flick, U. (2007). *Qualitative Sozialforschung*. Leipzig: Rowohlt Verlag.
- Flick, U. (2010). *Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung*. Reinbek: Rowohlt Verlag.
- Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (2014). *Bewegungsverhalten von Fußgängern im Straßenverkehr – Teil 2*. Zugriff am 08.12.2022 unter <https://www.vda.de/dam/jcr:988a9b82-bb15-4304-a49d-ffbc3f61aabb/fat-schriften-reihe-268.pdf?mode=view>.
- Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme [FOKUS] (2018). *APPKRI Kriterien für Gesundheits-Apps*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://ehealth-services.fokus.fraunhofer.de/BMG-APPS>.
- Freiwald, J.P., Göbel, Y., Mostajeran, F., & Steinicke, F. (2020). *The cybersickness susceptibility questionnaire: predicting virtual reality tolerance*. *Proceedings of Mensch und Computer 2020*. New York: ACM Verlag.
- Freymuth, C. & Kunert, M. (2022). *Chancen durch Digitalisierung für den Alltag von älteren Menschen mit erhöhtem Hilfebedarf*. Zugriff am 18.03.2023 unter <https://forum-seniorenarbeit.de/2022/01/chancen-durch-digitalisierung-fuer-den-alltag-von-aelteren-menschen-mit-erhoehtem-hilfebedarf/>.
- Fürstenberg, K. C. (2009). *Fahrzeugumfelderfassung und Fußgängerschutz unter Nutzung mehrzeiliger Laserscanner*. Ulm: Universität Ulm. Zugriff am 12.12.2021 unter <https://api.deutsche-digitale-bibliothek.de/binary/532035d1-c0a9-4d31-83bb-56fcb2af8dd3.pdf>

- Fussell, S.G. & Truong, D. (2022). Using virtual reality for dynamic learning: an extended technology acceptance model. *Virtual Reality* 26, 249–267. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00554-x>.
- Gabler Wirtschaftslexikon (o.D.). *Definition Kompatibilität*. Zugriff am 01.03.2023 unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/kompatibilitaet-39149>.
- Gabriel, J. (2017). *VR UX/UI Design: social story for autism - Crossing the Street*. Zugriff am 18.12.2022 unter <https://www.youtube.com/watch?v=sdFbYGjpLFE>.
- Gachet Páez, D., Aparicio, F., de Buenaga, M., & Padrón, V. (2012). Personalized health care system with virtual reality rehabilitation and appropriate information for seniors. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 12(5), 5502–5516. <https://doi.org/10.3390/s120505502>.
- Gaggioli, A., Keshner, E., Weiss, P. & Riva, G. (2009). *Advanced Technologies in Rehabilitation: Empowering Cognitive, Physical, Social and Communicative Skills Through Virtual Reality, Robots, Wearable Systems and Brain-computer Interfaces*. Amsterdam: IOS Press.
- Gale, N. K., Heath, G., Cameron, E., Rashid, S., & Redwood, S. (2013). Using the framework method for the analysis of qualitative data in multi-disciplinary health research. *BMC medical research methodology*, 13, 117. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-13-117>.
- Gebhardt, A. (2000). *Rapid Prototyping. Werkzeuge für die schnelle Produktentstehung*. (2. Auflage) München/ Wien: Hanser Verlag.
- Gemein, B. (2021). *Digitale Gesundheitsanwendungen: DiGA: Anforderungen und Versorgungseffekte*. Norderstedt: Books on demand.
- Gemeinsamer Bundesausschuss (o.D.). *Bewertungsgrundlagen: Evidenzbasierte Medizin*. Zugriff am 01.03.2023 unter <https://www.g-ba.de/ueber-den-gba/aufgabe-arbeitsweise/bewertungsgrundlagen/>.
- Gerlach, J & Boenke, D. (2011). *Beeinträchtigungen im Alter und Empfehlungen zur Gestaltung von Straßenräumen für uns älter werdende Menschen. Straßenverkehrstechnik*. Bonn: Kirschbaum Verlag.
- Gesellschaft für Versicherungswissenschaft und -gestaltung e.V. [GVG] (o.D.). *Nationale Gesundheitsziele*. Zugriff am 15.10.2022 unter <https://gvv.org/de/topic/7.nationale-gesundheitsziele.html>.
- Glas, O. (2021). *Weniger Verkehrstote im Corona-Jahr 2020*. Zugriff am 20.04.2023 unter <https://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/ungluecke/weniger-verkehrstote-im-corona-jahr-2020-17426713.html>.
- Google (2009). *Screenshot Google Maps, Querungssituation Verkehrsinsel in Düsseldorf*. Zugriff am 03.12.2021 unter <https://www.google.de/maps/place/An+d.+Piwipp,+40468+D%C3%BCsseldorf/@51.2633674,6.7817421,190m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47b8c9c6f9177dfd:0xe2996c0f09ace530!8m2!3d51.2630779!4d6.7823142>.

- Google (2009). *Screenshot Google Maps, Querungssituation Verkehrsinsel in Düsseldorf*. Zugriff am 03.12.2021 unter <https://www.google.de/maps/@51.2630262,6.7812794,3a,75y,259.15h,90t/data=!3m6!1e1!3m4!1s47npb0ICrm4jt5dqe6ABdw!2e0!7i13312!8i6656>.
- Google Cardboard VR Apps (2016). *Real Road Crossing VR - Can you cross the road?* Zugriff am 05.12.2021 unter <https://www.youtube.com/watch?v=DmTlnaOyOVw>.
- Gorecki, P. & Pautsch, P. R. (2018). *Praxisbuch Lean Management: Der Weg zur operativen Excellence*. München: Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.
- Górski, F., Buń, P., Wichniarek, R., Zawadzki, P., Hamrol, A. (2016). Design and Implementation of a Complex Virtual Reality System for Product Design with Active Participation of End User. In: Amaba, B. (eds). *Advances in Human Factors, Software, and Systems Engineering. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Basel: Springer Verlag.
- Gould, J. & Lewis, C. (1985). Designing for usability: key principles and what designers think. *Communications of the ACM*, 28,3. <https://doi.org/10.1145/3166.3170>.
- Govea-Valladares, E.H., Medellin-Castillo, H.I., Ballesteros, J. & Rodriguez-Florida, M.A. (2018). On the Development of Virtual Reality Scenarios for Computer-Assisted Biomedical Applications, *Journal of Healthcare Engineering*, 2018(1): 1930357. <https://doi.org/10.1155/2018/1930357>.
- Grates, M. & Krön, A. (2016). Partizipation Älterer in der Technikentwicklung. *Sozial Extra* 40, 40–44. <https://doi.org/10.1007/s12054-016-0106-0>.
- Grätzel, P. (2019). *AppQ legt Gütekriterien und Online-Schnittstelle vor*. Zugriff am 18.02.2023 unter <https://e-health-com.de/details-news/appq-legt-guetekriterien-und-online-schnittstelle-vor/>.
- Grävemeyer, A. (2021). *Spaß an Therapie: Spielkonsolen und VR-Brillen für Senioren*. Zugriff am 03.12.2022 unter <https://www.heise.de/select/ct/2021/3/2028107322528298168>.
- Gronau, N. (2013). *Productivity Management Marktüberblick 1/2013 - Qualitätsmanagement Systeme*. Berlin: GITO mbH Verlag.
- Grüber, K. & Loevskaia, E. (2020). Instrumente für die ethische Reflexion über Technik im Alter. Zugriff am 03.12.2021 unter https://www.imew.de/fileadmin/Dokumente/Volltexte/Instrumente_zur_ethischen_Reflexion_31092020_UA.pdf.
- Haefker, M. & Tielking, K. (2017). *Altern, Gesundheit, Partizipation: Alternative Wohn- und Versorgungsformen im Zeichen des demografischen Wandels*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Haeger, M., Bock, O. L., & Zijlstra, W. (2021). Smartphone-basierte Gesundheitsförderung im Alter: Ein explorativer, mehrkomponentiger Ansatz zur Verbesserung der Gesundheit im höheren Alter. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 54, 146–151. <https://doi.org/10.1007/s00391-020-01700-x>.

- Hagen, K., Schulze, C., Schlag, B. (2012). *Verkehrssicherheit von schwächeren Verkehrsteilnehmern im Zusammenhang mit dem geringen Geräuschniveau von alternativen Antrieben*. Zugriff am 03.12.2022 unter <https://docs.tib.eu/files/e01fn13/766757773.pdf>.
- Hartenstein, S., Nadobny, K., Schmidt, S. & Schmietendorf, A. (2020). *Sicherheits- und Compliance-Management im Lebenszyklus von Web-APIs. Ergebnisse eines Forschungsprojektes an der HWR Berlin/Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg*. Berlin: Logos Verlag.
- Hassandra, M., Galanis, E., Hatzigeorgiadis, A., Goudas, M., Mouzakidis, C., Karathanasi, E. M., et al. (2021). A Virtual Reality App for Physical and Cognitive Training of Older People With Mild Cognitive Impairment: Mixed Methods Feasibility Study. *JMIR serious games*, 9(1), e24170. <https://doi.org/10.2196/24170>.
- Haute Autorité de Santé [HAS] (2016). *Good practice guidelines on health apps and smart devices (mobile health or mhealth)*. Saint-Denis La Plaine. Zugriff am 21.10.2021 unter https://www.has-sante.fr/jcms/c_2681915/en/good-practice-guidelines-on-health-apps-and-smart-devices-mobile-health-or-mhealth.
- Heerink, M., Kröse, B., Evers, V., & Wielinga, B. (2010). Assessing acceptance of assistive social agent technology by older adults: The Almere Model. *International Journal of Social Robotics*, 2(4), 361–375. <https://doi.org/10.1007/s12369-010-0068-5>.
- Heinzmann, F. (2008). *Nachwuchsförderung im Sport: Ein Beitrag zur Analyse und Entwicklung der Nachwuchsförderung in der Schweiz aus systemtheoretischer Sicht*. Berlin: Springer Verlag.
- Hermann, R., Wingels, C., Bloch, W., Brixius, K., & Brinkmann, C. (2014). Computerspielkonsolen-unterstütztes Training verbessert die Gleichgewichtsfähigkeit bei Diabetes-Patienten. *Diabetologie & Stoffwechsel*, Vol. 9 (S01), P223.
- Herrmann, A. (2022). Anforderungen prüfen, verifizieren und validieren. In: Herrmann, a. (Hrsg.), *Grundlagen der Anforderungsanalyse*. (S. 177-203). Wiesbaden: Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-658-35460-2_8.
- Hilbert, M., & López, P. (2011). The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. *Science*. 332, 6025.
- Hochmuth, A., Exner, A.K. & Dockweiler, C. (2020). Implementierung und partizipative Gestaltung digitaler Gesundheitsinterventionen. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 63(2): 145–152.
- Holland, C., & Hill, R. (2010). Gender differences in factors predicting unsafe crossing decisions in adult pedestrians across the lifespan: a simulation study. *Accident; analysis and prevention*, 42(4), 1097–1106. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.12.023>.
- Holte, H. (2021). *Seniorwalk: Ältere Fußgänger und Fußgängerinnen: Voraussetzungen einer problemfreien und sicheren Verkehrsteilnahme aus psychologischer Sicht*. Zugriff am 05.12.2022 unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/files/2570/M314+BF+Gesamtversion.pdf>.
- Hübner, I.M. (2016). *Subjektive Gesundheit und Wohlbefinden im Übergang in den Ruhestand. Eine Studie über den Einfluss und die Bedeutsamkeit des subjektiven Alterns und der sozialen Beziehungen*. Wiesbaden: Springer Verlag.

- Hughes S., Warren-Norton K., Spadafora P. & Tsotsos L.E. (2017). Supporting Optimal Aging through the Innovative Use of Virtual Reality Technology. *Multimodal Technologies and Interaction*. 1(4):23. <https://doi.org/10.3390/mti1040023>.
- Hui, A. & Wagner, C. (2021). *Creative and Collaborative Learning Through Immersion: Interdisciplinary and International Perspectives*. Basel: Springer International Publishing.
- Huijts, N., Molin, E. & L. Steg, L. (2012). Psychological factors influencing sustainable energy technology acceptance: A review-based comprehensive framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012(16), 525–531.
- Hülsbömer, S. (2015). *Hype Cycles der letzten zehn Jahre: Gartner-Trends im Reality Check*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://www.computerwoche.de/a/gartner-trends-im-reality-check,3070089>.
- Huygelier, H., Schraepen, B., van Ee, R. Abeele, V. V. & Gillebert, C.R. (2019). Acceptance of immersive head-mounted virtual reality in older adults. *Sci Rep* 9, 4519. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41200-6>.
- International Organization for Standardization [ISO] (2018). *ISO 9241-11:2018(en), Ergonomics of human-system interaction*. Zugriff am 05.12.2020 unter <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:en>.
- Jakobs, E.-M., Lehnen, K. & Ziefle, M. (2008): *Alter und Technik. Studie zu Technikkonzepten, Techniknutzung und Technikbewertung älterer Menschen*. Aachen: Apprimus Verlag.
- Jesson, J., Matheson, L. & Lacey, F. (2011). *Doing Your Literature Review: Traditional and Systematic Techniques*. London: Sage Verlag.
- Jorzig, A. & Sarangi, F. (2020). *Digitalisierung im Gesundheitswesen: Ein kompakter Streifzug durch Recht, Technik und Ethik*. Berlin: Springer Verlag.
- Joseph J. (1990). *Arbeitswissenschaftliche Aspekte der betrieblichen Einführung neuer Technologien am Beispiel von Computer Aided Design (CAD): Felduntersuchung zur Ermittlung arbeitswissenschaftlicher Empfehlungen für die Einführung neuer Technologien*. Frankfurt: Universität Karlsruhe.
- Kappen, D.L., Mirza-Babaei, P. & Nacke, L.E. (2020). Technology Facilitates Physical Activity Through Gamification: A Thematic Analysis of an 8-Week Study. *Front. Comput. Sci.* 2:530309. doi: 10.3389/fcomp.2020.530309.
- Kathuria, S., Rawat, P., Singh, R., Gehlot, A., Kathuria, A. and Pandey, S. (2022). Technical Intercession of Mixed Reality 4.0: Upholding Senior Citizens Health, 2022 5th International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I), Uttar Pradesh, India, 2022, pp. 1733-1737, doi: 10.1109/IC3I56241.2022.10072549.
- Katz, N., Ring, H., Naveh, Y., Kizony, R., Feintuch, U., & Weiss, P. L. (2005). Interactive virtual environment training for safe street crossing of right hemisphere stroke patients with unilateral spatial neglect. *Disability and rehabilitation*, 27(20), 1235–1243. <https://doi.org/10.1080/09638280500076079>.

- Kausche, M. (2018). Sensitivitätsanalyse. In: *Wirtschaftlichkeit schwimmender Offshore Windenergieanlagen. Baubetriebswirtschaftslehre und Infrastrukturmanagement*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Kim, K., Fricke, M., & Bock, O. L. (2020). Eye-Head-Trunk Coordination While Walking and Turning in a Simulated Grocery Shopping Task. *Journal of motor behavior*. 53(5):575-582. <https://doi.org/10.1080/00222895.2020.1811197>.
- Kind, S., Ferdinand, J.P., Jetzke, T., Richter, S. & Weide, S. (2019). *Virtual und Augmented Reality: Status quo, Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen*. Zugriff am 03.04.2021 unter <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000131346>.
- Kip, H., Keizer, J., da Silva, M. C., Beerlage-de Jong, N., Köhle, N., & Kelders, S. M. (2022). Methods for Human-Centered eHealth Development: Narrative Scoping Review. *Journal of medical Internet research*, 24(1), e31858. <https://doi.org/10.2196/31858>.
- Kirisci, P.T. (2016). *Gestaltung mobiler Interaktionsgeräte: Modellierung für intelligente Produktionsumgebungen*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Klein, G. (2009). *Visual Tracking for Augmented Reality: Edge-based Tracking Techniques for AR Applications*. Saarbrücken: VDM Verlag.
- Knoll, M. & Stieglitz, S. (2022). Augmented Reality und Virtual Reality. *HMD* 59, 1–5. <https://doi.org/10.1365/s40702-022-00841-4>.
- Knöppler, K., Oschmann, L., Neisecke, T. & Nölke, L. (2016). *Digital-Health-Anwendungen für Bürger: Kontext, Typologie und Relevanz aus Public-Health-Perspektive, Entwicklung und Erprobung eines Klassifikationsverfahrens*. Zugriff am 03.04.2021 unter https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_VV_Digital-Health-Anwendungen_2016.pdf.
- Koch, A., Cascorbi, I., Westhofen, M., Dafotakis, M., Klapa, S. & Kuhtz-Buschbeck, J. P. (2018). The Neurophysiology and Treatment of Motion Sickness. *Deutsches Arzteblatt international*, 115(41), 687–696. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0687>.
- Koethke, R. (2010). *Psychologische Aspekte von Senioren im Strassenverkehr*. Zugriff am 20.04.2023 unter <https://trid.trb.org/view/927517>.
- Kohlbacher, F., Gudorf, P. & Herstatt, C. (2011). Japan's growing silver market – an attractive business opportunity for foreign companies? In: Michael Boppel, Stephan Boehm & Sven Kunisch (eds.): *From grey to silver: managing the demographic change successfully*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Kohlbrunn, Y. & Scheytt, C. (2020). *Qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz*. RUB Methodenzentrum. Zugriff am 25.03.2022 unter <https://methodenzentrum.ruhr-uni-bochum.de/e-learning/qualitative-auswertungsmethoden/qualitative-inhaltsanalyse/qualitative-inhaltsanalyse-nach-kuckartz/>.
- Kohlbrunn, Y. (2020). *Qualitative Auswertungsmethoden*. RUB Methodenzentrum. Zugriff am 25.03.2022 unter <https://methodenzentrum.ruhr-uni-bochum.de/e-learning/qualitative-auswertungsmethoden/>.
- Kohli, M. (2001). Alter und Altern der Gesellschaft. In: Schäfers, B., Zapf, W. (Hrsg.), *Handwörterbuch zur Gesellschaft Deutschlands*. (S. 1-11). Wiesbaden: Springer Verlag.

- Kötter, J. & Kohlbrunn, Y. (2020). *Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring. RUB Methoden-zentrum*. Zugriff am 25.03.2022 unter <https://methodenzentrum.ruhr-uni-bochum.de/e-learning/qualitative-auswertungsmethoden/qualitative-inhaltsanalyse/qualitative-inhaltsanalyse-nach-mayring/>.
- Kourtesis, P., Collina, S., Dumas, L. A. A., & MacPherson, S. E. (2019). Technological Competence Is a Pre-condition for Effective Implementation of Virtual Reality Head Mounted Displays in Human Neuroscience: A Technological Review and Meta-Analysis. *Frontiers in human neuroscience*, 13, 342. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00342>.
- Kourtesis, P., Korre, D., Collina, S., Dumas, L.A.A. & MacPherson, S.E. (2020). Guidelines for the Development of Immersive Virtual Reality Software for Cognitive Neuroscience and Neuropsychology: The Development of Virtual Reality Everyday Assessment Lab (VR-EAL), a Neuropsychological Test Battery in Immersive Virtual Reality. *Front. Comput. Sci.* 1,12. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2019.00012>.
- Kucharski, A. & Merkel, S. (2018). Partizipative Technikentwicklung von Gerontotechnologie. Zugriff am 03.12.2021 unter <https://www.iat.eu/forschung-aktuell/2018/fa2018-06.pdf>.
- Kuhn-Rahloff, C. (2012). Einleitung: Grundlegende Begriffe und Messprozesse. In C. Kuhn-Rahloff (Hrsg.), *Realitätstreue, Natürlichkeit, Plausibilität: Perzeptive Beurteilungen in der Elektroakustik; ein Beitrag zum Verständnis der "inneren Referenz" am Beispiel der Plausibilität ausgewählter Wiedergabesysteme*. (S. 1–29). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Künemund, H. (2016). Wovon hängt die Nutzung technischer Assistenzsysteme ab? Expertise zum Siebten Altenbericht der Bundesregierung. Zugriff am 03.12.202 unter https://www.siebter-altenbericht.de/fileadmin/altenbericht/pdf/Expertise_Kuenemund.pdf.
- Kyaw, B. M., Saxena, N., Posadzki, P., Vseteckova, J., Nikolaou, C.K., George, P.P., et al. (2019). Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *Journal of Medical Internet Research*, 21(1):e12959.
- Lamnek, S. (2005). *Qualitative Sozialforschung: Lehrbuch*. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Lancaster, G.A., Dodd, S. & Williamson, P.R. (2004). Design and analysis of pilot studies: recommendations for good practice. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 10(2), 307-12.
- Lauer, N., Giordano, K., Kreiter, D., Leusch, V., Corsten, S. et al., (2021). „Mach mal ´ne App“: Qualitätssicherung digitaler Entwicklungen am Beispiel der App BaSeTaLK. *forum:logopädie*, 35 (3), 20-27.
- LaValle, S.M. (2015). *Virtual Reality*. Zugriff am 31.03.2021 unter <http://lavalle.pl/vr/>.
- Lee, J.J. (2007). Emotion and Sense of Telepresence: The Effects of Screen Viewpoint, Self-transcendence Style, and NPC in a 3D Game Environment. In: Jacko, J.A. (eds.), *Human-Computer Interaction. HCI Intelligent Multimodal Interaction Environments*. Berlin: Springer Verlag.

- Lee, L. N., Kim, M. J., & Hwang, W. J. (2019). Potential of Augmented Reality and Virtual Reality Technologies to Promote Wellbeing in Older Adults. *Applied Sciences*, 9(17), 3556. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/app9173556>.
- Lee, N., Choi, W. & Lee, S. (2021). Development of an 360-degree virtual reality video-based immersive cycle training system for physical enhancement in older adults: a feasibility study. *BMC Geriatr* 21, 325. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02263-1>.
- Leeuwen, V.J., Hermans, K., Quanjer, A.J., Jylhä, A., & Nijman, H. (2018). *Using virtual reality to increase civic participation in designing public spaces*. Conference Paper, European Conference on Digital Government, Santiago de Compostela, Spain.
- Levac, D., Colquhoun, H., & O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: advancing the methodology. *Implementation science: IS*, 5, 69. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69>.
- Lin, C. X., Lee, C., Lally, D., & Coughlin, J. F. (2018). Impact of virtual reality (VR) experience on older adults' well-being. In Human Aspects of IT for the Aged Population. Applications in Health, Assistance, and Entertainment: 4th International Conference, ITAP 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, USA, July 15–20, 2018, Proceedings, Part II 4 (pp. 89-100). New York: Springer International Publishing.
- Lindau, A. (2010). Methodisches Vorgehen. In Lindau, A. (Hrsg.), *Verhandelte Vielfalt*. (S. 83-106). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Lippa, B. & Seiffert, S. (2019). *Leitfaden – Digitale Kompetenzen für ältere Menschen: So plane und gestalte ich Angebote zur Unterstützung von Senioren*. Zugriff am 03.12.2021 unter https://www.telefonica.de/file/public/1693/Leitfaden-Digitale-Kompetenzen-fuer-aeltere-MenschenAuflage-2_mitCheckliste.pdf?attachment=1.
- Lobjois, R., & Cavallo, V. (2007). Age-related differences in street-crossing decisions: the effects of vehicle speed and time constraints on gap selection in an estimation task. *Accident; analysis and prevention*, 39(5), 934–943. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.12.013>.
- Lobjois, R., & Cavallo, V. (2009). The effects of aging on street-crossing behavior: from estimation to actual crossing. *Accident; analysis and prevention*, 41(2), 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.12.001>.
- Loureiro, B., & Rodrigues, R.A. (2014). *Design Guidelines and Design Recommendations of Multi-Touch Interfaces for Elders*. Conference Paper, International Conference on Advances in Computer-Human Interaction, Barcelona, Spain.
- Madary, M. & Metzinger, T.K. (2016). Real Virtuality: A Code of Ethical Conduct. Recommendations for Good Scientific Practice and the Consumers of VR-Technology. *Front. Robot. AI*, 16(3), 1-23. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00003>.
- Mahani A. & Leslie, M. (2018). Policies supporting informal caregivers across Canada: a scoping review protocol. *BMJ Open* 2018, 8(6):e019220. doi: 10.1136/bmjopen-2017-019220.
- Maier, R. & Enke, M. (2009). *Ergänzungsauftrag zum FE 82.278/2004: „Bewertung von Ortsumgehungen aus Verkehrssicherheitssicht“*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.

- Manis, K.T., & Choi, D.W. (2019). The virtual reality hardware acceptance model (VR-HAM): Extending and individuating the technology acceptance model (TAM) for virtual reality hardware. *Journal of Business Research*. 100:503-513.
- Mascaret, N., Delbes, L., Voron, A., Temprado, J. J., & Montagne, G. (2020). Acceptance of a Virtual Reality Headset Designed for Fall Prevention in Older Adults: Questionnaire Study. *Journal of medical Internet research*, 22(12), e20691. <https://doi.org/10.2196/20691>.
- Mazloumi Gavgani, A., Walker, F.R., Hodgson, D.M. & Nalivaiko, E. (2018). A comparative study of cybersickness during exposure to virtual reality and "classic" motion sickness: are they different?. *Journal of Applied Physiology*, 125(6), 1670-1680. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00338.2018>.
- McComas, J., MacKay, M., & Pivik, J. (2002). Effectiveness of virtual reality for teaching pedestrian safety. *Cyberpsychology & behavior: the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*, 5(3), 185–190. <https://doi.org/10.1089/109493102760147150>.
- Meister, L. (2021). *Generationenübergreifender Austausch über das Metaverse und digitale Stolpersteine für Senioren*. Zugriff am 01.02.2023 unter <https://www.caru-care.com/blogs/magazin/metaverse-und-digitale-stolpersteine-fur-senioren>.
- Meister, S., Deiters, W., Hellwig, A. & Pantförder, M. (2018). Digitale Gesundheit: Wie digitale Medien zur Unterstützung der Gesundheit eingesetzt werden. *Online Zeitschrift für Wissenschaft und Praxis: Medienproduktion*, 12, 2-5.
- Melenhorst, A. S., Rogers, W. A. & Caylor, E. C. (2001). The use of communication technologies by older adults: Exploring the benefits from the user's perspective. *Human Factors and Ergonomics Society*, 45(3), 221-225.
- Menzel, A., Weber, B. (2022). Genetik und Epigenetik des Alterns. In: Kleine-Gunk, B., Wolf, A. (Hrsg.), *Präventionsmedizin und Anti-Aging-Medizin*. (S. 209-246). Berlin: Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61417-4_10.
- Merdian, J. (2011). *Arbeitsschutzaudits: Leitfaden für die betriebliche Praxis*. Berlin: Beuth Verlag.
- Meta (2020). *Controllers and tracking*. Zugriff am 20.12.2022 unter <https://www.meta.com/en-gb/help/quest/articles/headsets-and-accessories/controllers-and-hand-tracking/>.
- Meyer, M. & Lüttig, A. (2011). *Die praktische Umsetzung des PDCA-Zyklus*. Zugriff am 15.04.2023 unter <https://www.pqsg.de/seiten/openpqsg/hintergrund-standard-pdca.htm>.
- Miller, K. J., Adair, B. S., Pearce, A. J., Said, C. M., Ozanne, E., & Morris, M. M. (2014). Effectiveness and feasibility of virtual reality and gaming system use at home by older adults for enabling physical activity to improve health-related domains: a systematic review. *Age and ageing*, 43(2), 188–195. <https://doi.org/10.1093/ageing/aft194>.

- Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen [MAGS NRW] (2019). Selbstbestimmt Leben – Gemeinsam Teilhabe ermöglichen. Landesförderplan „Alter und Pflege“ des Landes Nordrhein-Westfalen. Zugriff am 03.12.2021 unter https://broschuerenservice.nrw.de/default/shop/Selbstbestimmt_Leben_-_Gemeinsam_Teilhabe_erm%C3%B6glichen.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A. et al. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic reviews*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>.
- Möhrle, M.G., Specht, D. & Haric, P. (o.D.). *Gabler Wirtschaftslexikon: Technologie*. Zugriff am 18.02.2023 unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/technologie-48435>.
- Molina, K. I., Ricci, N. A., de Moraes, S. A., & Perracini, M. R. (2014). Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 11, 156. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-156>.
- Morat, M., Morat, T., Zijlstra, W., & Donath, L. (2021). Effects of multimodal agility-like exercise training compared to inactive controls and alternative training on physical performance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *European review of aging and physical activity: official journal of the European Group for Research into Elderly and Physical Activity*, 18(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s11556-021-00256-y>.
- Morgenstern, U. & Kraft, K. (2014). *Biomedizinische Technik – Faszination, Einführung, Überblick*. Berlin: De Gruyter Verlag.
- Müller, M. (2019). *Statistik für die Pflege: Handbuch für Pflegeforschung und Pflegewissenschaft*. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Nakas, K., & Reinfeld, P. (2022). *Bildhafte Räume, begehbare Bilder*. Paderborn: Fink Verlag.
- Napetschnig, A. & Deiters, W. (2021). Der Einsatz von Virtual Reality in der Physiotherapie. *pt-Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 73(7), 24-31.
- Napetschnig, A., Brixius, K. & Deiters, W. (2023). Development of a Core Set of Quality Criteria for Virtual Reality Applications Designed for Older Adults: Multistep Qualitative Study. *Interactive Journal of Medical Research* 2023;12:e45433. <http://dx.doi.org/10.2196/45433>.
- National Health Service Digital (2018). *Digital Assessment Questionnaire V2.1*. Zugriff am 21.10.2021 unter <https://digital.nhs.uk/search?query=digital+assessment+questionnaire>.
- Navarro, M. D., Lloréns, R., Noé, E., Ferri, J., & Alcañiz, M. (2013). Validation of a low-cost virtual reality system for training street-crossing. A comparative study in healthy, neglected and non-neglected stroke individuals. *Neuropsychological rehabilitation*, 23(4), 597–618. <https://doi.org/10.1080/09602011.2013.806269>.
- Nicholls, V. I., Wiener, J. M., Meso, A. I., & Mielle, S. (2022). The Relative Contribution of Executive Functions and Aging on Attentional Control During Road Crossing. *Frontiers in psychology*, 13, 912446. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.912446>.

- Nishchyk, A., Chen, W., Pripp, A. H., & Bergland, A. (2021). The Effect of Mixed Reality Technologies for Falls Prevention Among Older Adults: Systematic Review and Meta-analysis. *JMIR aging*, 4(2), e27972. <https://doi.org/10.2196/27972>.
- Oh, H., & Son, W. (2022). Cybersickness and Its Severity Arising from Virtual Reality Content: A Comprehensive Study. *Sensors* (Basel, Switzerland), 22(4), 1314. <https://doi.org/10.3390/s22041314>.
- Okoli, C. & Schabram, K. (2010). Working Papers on Information Systems. A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. *SSRN Electronic Journal*, 10, 26.
- Orsolits, H. & Lackner, M. (2020). *Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Ott, U. (2012). *Ergotherapie Prüfungswissen: Sozialwissenschaften*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Parkinson, S., Eatough, V., Holmes, J., Stapley, E., & Midgley, N. (2016). Framework analysis: A worked example of a study exploring young people's experiences of depression. *Qualitative Research in Psychology*, 13(2), 109–129. <https://doi.org/10.1080/14780887.2015.1119228>.
- Pehl, T. (2021). *Qualitative Inhaltsanalyse nach Gläser und Laudel – einfach in 3 Schritten zusammengefasst*. Zugriff am 25.04.2022 unter <https://www.audiotranskription.de/qualitative-inhaltsanalyse-glaeser-und-laudel/>.
- Peters, M.D., Godfrey, C., Kahil, H., McInerney, P., Baldini Soares, C. & Parker, D. (2017). Scoping Reviews. In Aromataris, E. & Munn, Z. (eds.). *Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual*. (S. 406-451). Adelaide: The Joanna Briggs Institute.
- Petry, T. & Jäger, W. (2018). *Digital HR: Smarte und agile Systeme, Prozesse und Strukturen im Personalmanagement*. Freiburg im Breisgau: Haufe Verlag.
- Petzoldt, T. (2014). On the relationship between pedestrian gap acceptance and time to arrival estimates. *Accident; analysis and prevention*, 72, 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.06.01>.
- Pfaff, H., Neugebauer, E., Glaeske, G. & Schrappe, M. (2017). *Lehrbuch Versorgungsforschung: Systematik - Methodik - Anwendung*. Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Pfannstiel, M.A., Da-Cruz, P. & Mehlich, H. (2019). *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen V: Impulse für die Rehabilitation*. Berlin: Springer Verlag.
- Pfeuffer, K., Geiger, M.J., Prange, S., Mecke, L., Buschek, D., & Alt, F. (2019). *Behavioural Biometrics in VR: Identifying People from Body Motion and Relations in Virtual Reality*. Conference Paper, CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Glasgow, UK.
- Pichler, M. (2015). *Subjektives Wohlbefinden im Alter und seine Bedeutung für gesundheitsbezogene Lebensqualität*. Augsburg: ZKS Verlag.
- Pillai, A. (2017). *NEVS – Autonomous vehicles*. Zugriff am 18.12.2022 unter <https://akpillai.com/posts/nevs/>.

- Plechátá, A., Sahula, V., Fayette, D. & Fajnerová, I. (2019). Age-Related Differences With Immersive and Non-immersive Virtual Reality in Memory Assessment. *Front. Psychol.*, 10:1330. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01330.
- Plotzky, C., Lindwedel, U., Sorber, M., Loessl, B., König, P., Kunze, C. et al. (2021). Virtual reality simulations in nurse education: A systematic mapping review. *Nurse education today*, 101, 104868. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2021.104868>.
- Pluto, L. (2007). *Partizipation in den Hilfen zur Erziehung. Eine empirische Studie*. München: DJI Verlag.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>.
- Pontow, H. (2017). *Interorganisationale Informationssysteme in der maritimen Transportkette: Eine informationsökonomische Untersuchung im Bereich containerisierter Hinterlandtransporte*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Pope, C., Ziebland, S. & Mays, N. (2000). Qualitative research in health care. Analysing qualitative data. *BMJ*. 320, 114-116.
- Prithul, A., Adhanom, I.B. & Folmer, E. (2021). Teleportation in Virtual Reality; A Mini-Review. *Front. Virtual Real.* 2:730792. <http://dx.doi.org/10.3389/frvir.2021.730792>.
- Prüß, J. (2023). *Welchen Effekt hat die Implementierung von Virtual-Reality-Anwendungen auf die subjektive und objektive Sicherheit während einer Straßenüberquerung bei Senior:innen?* Köln: Universität zu Köln.
- Przyborski, A. & Wohlrab-Sahr, M. (2014). *Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch*. München: Oldenbourg Verlag.
- Pschyrembel Redaktion (2022). *Definition Chronologisches Alter*. Zugriff am 19.02.2023 unter <https://www.pschyrembel.de/Chronologisches%20Alter/B1D42>.
- Rademacher, M.H. (2014). *Virtual Reality in der Produktentwicklung: Instrumentarium zur Bewertung der Einsatzmöglichkeiten am Beispiel der Automobilindustrie*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Rand, K. (2022). *How Seniors Are Creating An Inclusive Metaverse*. Zugriff am 09.05.2023 unter <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2022/08/25/how-seniors-are-creating-an-inclusive-metaverse/>.
- Redaktions Netzwerk Deutschland [RND] (2022). *Statistisches Bundesamt: Zahl der Toten und Verletzten bei Verkehrsunfällen steigt*. Zugriff am 20.04.2023 unter <https://www.rnd.de/panorama/mehr-verkehrstote-in-deutschland-nach-corona-tief-steigen-die-zahlen-wieder-5IEEUY4AMXXFRPY3OSPEH3PKVI.html>.
- Reichwald, R. (1978). *Zur Notwendigkeit der Akzeptanzforschung bei der Entwicklung neuer Systeme der Bürotechnologie*. München: Hochschule der Bundeswehr.
- Richter, E. (2020). *Seniorenendemokratie: Die Überalterung der Gesellschaft und ihre Folgen für die Politik*. Berlin: Suhrkamp Verlag.

- Ries, W. (2022). *Methoden und Erkenntnisse der Altersforschung*. Berlin: De Gruyter Verlag.
- Ritchie, J. & Lewis, J. (2005). *Qualitative Research Practice. A Guide for Social Science Students and researchers*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Robert Koch-Institut [RKI] (2015). *Gesundheit in Deutschland*. Zugriff am 03.04.2021 unter https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GesInDtld/gesundheit_in_deutschland_2015.html.
- Rogan, S. & Karstens, S. (2018). Verwendung der Begriffe Machbarkeits- bzw. Pilotstudien. *physioscience* 2018; 14(01):1-2.
- Rogers, W. A. & Fisk, A. D. (2010). Toward a psychological science of advanced technology design for older adults. *The Journals of Gerontology, Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 65B(6), 645-653.
- Rose, T., Chang, S. N. & Chen, K.B. (2018). Immersion of virtual reality for rehabilitation – Review. *Applied Ergonomics*, 69, 153-161. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.01.009>.
- Rosenbusch, A., (2019). *User-Centered Design in sieben Punkten kurz erklärt*. Zugriff am 12.02.2023 unter <https://zeix.com/durchdacht/2011/04/01/user-centered-design-in-sieben-punkten-kurz-erklart/>.
- Rudd, J., Stern, K & Isensee, S. (1996). Low vs. high-fidelity prototyping debate. *Interactions*, 3(1), 76-85.
- Rudinger, G. & Kocherscheid, K. (2011). *Ältere Verkehrsteilnehmer – Gefährdet oder gefährlich? Defizite, Kompensationsmechanismen und Präventionsmöglichkeiten*. Göttingen: V&R unipress GmbH.
- Salwasser, M., Dittrich, F., Melzer, A. & Müller, S., (2019). Virtuelle Technologien für das User-Centered-Design (VR for UCD). Einsatzmöglichkeiten von Virtual Reality bei der nutzerzentrierten Entwicklung. In Fischer, H. & Hess, S. (Hrsg.), *Mensch und Computer 2019 - Usability Professionals*. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. und German UPA e.V.
- Sannemann, W. (2014). *Partizipation: Stufe für Stufe – Schritt für Schritt*. Zugriff am 31.03.2023 unter https://www.lzg.nrw.de/_media/pdf/service/Veranst/140320_ws_2/sannemann_partizipation_workshop_20-03-2014_bochum.pdf.
- Sarodnick, F & Brau, H. (2011). *Methoden der Usability Evaluation: Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung (2nd. ed.)*. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Schäfer, M. & Keppler, D. (2013). *Modelle der technikorientierten Akzeptanzforschung - Überblick und Reflexion am Beispiel eines Forschungsprojekts zur Implementierung innovativer technischer Energieeffizienz-Maßnahmen*. Zugriff am 11.02.2023 unter <https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/item/BGAMI5M7O7LJF3UXTQX645FGGXYPW2CV>.
- Schell, R. & Kaufman, D. (2016). *Cognitive Benefits of Digital Games for Older Adults - Strategies for Increasing Participation*. Conference Paper, 8th International Conference on Computer Supported Education, Rome, Italy.

- Schlag, B., Petermann, I., Weller, G. & Schulze, C. (2009). *Mehr Licht — mehr Sicht — mehr Sicherheit?* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schleuter, S. & Röhrig, A. (2008). *Time Get-Up and Go Test/Timed „Up and Go“-Test (TGUG/TUG)*. Zugriff am 12.11.2021 unter von <http://www.assessment-info.de/assessment/seiten/datenbank/vollanzeige/vollanzeige-de.asp?vid=370>.
- Schmidt, L. R. (1998). Zur Dimensionalität von Gesundheit (und Krankheit). *Z Gesundh* 6(4):61–178.
- Schmidt, T. (2016). *Potentialbewertung generativer Fertigungsverfahren für Leichtbauteile*. Berlin: Springer Verlag.
- Schnepf, J., & Groeben, N. (2019). Lokale-Agenda-21-Prozesse: förderliche und hinderliche Bedingungen. *Ökologisches Wirtschaften - Fachzeitschrift*, 33(1), 41–46. <https://doi.org/10.14512/OEW340141>.
- Schönecker, H. G. (1980). *Bedienerakzeptanz und technische Innovationen – akzeptanzrelevante Aspekte bei der Einführung neuer Bürotechniksysteme*. München: Minerva Verlag.
- Schönhuth, M. & Jerrentrup, M.T. (2019). *Toolbox: Partizipative Forschungs- und Beratungsinstrumente*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Schönsleben, P. (2016). *Integriertes Logistikmanagement: Operations und Supply Chain Management innerhalb des Unternehmens und unternehmensübergreifend*. Berlin: Springer Verlag.
- Schrems, B., Panfil, E., Mayer, H. & Brandenburg, H. (2023). *Pflegewissenschaft 2: Lehr- und Arbeitsbuch zur Einführung in die Methoden der Pflegeforschung*. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Schuir, J., Behne, A. & Teuteberg, F. (2019). *Chancen und Herausforderungen von Virtual Reality in der Aus- und Weiterbildung im Gesundheitswesen*. Conference Paper, Informatik 2019, Bonn, Germany.
- Schüller, H., Niestegge, M., Knörr, L., Medicus, M. & Schreiber, M. (2022). *Verkehrssicherheit an Fußgängerquerungen. Forschungsbericht Nr. 82*. Zugriff am 08.12.2022 unter <https://www.udv.de/resource/blob/85770/4e8eb6e9877d8078bf99daada2bdc97b/82-vs-an-fussgaengerquerungen-data.pdf>.
- Schüller, H., Niestegge, M., Roßmerkel, M., Schade, J., Rößger, L. & Rehberg, K. (2020). *Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanten Fußgängerverhaltens*. Zugriff am 08.12.2022 unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/files/2461/M299_barrfreiPDF.pdf.
- Schwarz, S. (2007). *Geschäftsprozessoptimierung im Rahmen der DIN ISO/TS 16949 - Beschaffung und Lenkung personeller Ressourcen am Beispiel der Fa. Mustermann GmbH Musterstadt*. München: GRIN Verlag.
- Schweinschwaller, T. (2015). Partizipative Entwicklungsprozesse: Forschung und Praxis. *Zeitschrift für Beratungs- und Managementwissenschaften*, 2, 15–24.
- Seifert, A. & Schlomann, A. (2021). The Use of Virtual and Augmented Reality by Older Adults: Potentials and Challenges. *Front. Virtual Real.* 2:639718. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.639718>.

- Sharples, J., & Flechter, J. (2001). *Tourist accidents in rural Scotland*. Zugriff am 03.04.2021 unter <https://trid.trb.org/view/709902>.
- Siripanich, S. (2017). *Crossing the road in the world of autonomous cars*. Zugriff am 18.12.2022 unter <https://medium.com/teague-labs/crossing-the-road-in-the-world-of-autonomous-cars-e14827bfa301>.
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6, 603-616.
- Sozialgesetzbuch [SGB] (2022). *Sozialgesetzbuch (SGB V) Fünftes Buch, Gesetzliche Krankenversicherung*. Zugriff am 01.12.2022 unter https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_5/BJNR024820988.html.
- Spektrum Akademischer Verlag (1999). *Lexikon der Biologie: Interaktion*. Zugriff am 01.03.2023 unter <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/interaktion/34267>.
- Spirduso, W. W., Francis, K. L. & MacRae, P. G. (2005). *Physical Dimensions of Aging*. Lidcombe: Booktopia Publisher Services.
- Stach, M., Kraft, R., Probst, T., Messner, E.M., Terhorst, Y., Baumeister, H., et al. (2020). *Mobile Health App Database - A Repository for Quality Ratings of mHealth Apps*. Zugriff am 31.10.2021 unter <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/1913/>.
- Stachwitz, P. & Debatin, J.F. (2023). Digitalisierung im Gesundheitswesen: heute und in Zukunft. *Bundesgesundheitsbl* 66, 105–113. <https://doi.org/10.1007/s00103-022-03642-8>.
- Staßburger, G. & Rieger, J. (2014). *Die Partizipationspyramide*. Zugriff am 15.04.2023 unter <http://www.partizipationspyramide.de/>.
- Statistisches Bundesamt – Destatis (2020). *Verkehrsunfälle: Unfälle von Senior*innen im Straßenverkehr 2019*. Zugriff am 08.10.2020 unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Publikationen/Downloads-Verkehrsunfaelle/unfaelle-Senior*innen-5462409197004.pdf?__blob=publicationFile.
- Statistisches Bundesamt – Destatis (2021). *Verkehrsunfälle: Unfälle von Senior*innen im Straßenverkehr 2020*. Zugriff am 18.12.2022 unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Publikationen/Downloads-Verkehrsunfaelle/unfaelle-senioren-5462409207004.pdf?__blob=publicationFile.
- Steffen, J.H., Gaskin, J.E., Meservy, T.O., Jenkins, J.L., & Wolman, I. (2019). Framework of Affordances for Virtual Reality and Augmented Reality. *Journal of Management Information Systems*, 36, 683-729.
- Stegbauer, C. (2010). *Handbuch Netzwerkforschung*. Wiesbaden: VS Verlag.
- Steinke, I. (2007). Qualitätssicherung in der qualitativen Forschung. In Kuckartz, U., Grunenberg, H. & Dresing, T. (Hrsg.), *Qualitative Datenanalyse: computergestützt*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Stoyanov, S. R., Hides, L., Kavanagh, D. J., Zelenko, O., Tjondronegoro, D., & Mani, M. (2015). Mobile app rating scale: a new tool for assessing the quality of health mobile apps. *JMIR mHealth and uHealth*, 3(1), e27. <https://doi.org/10.2196/mhealth.3422>.

- Strübing, J. (2018). Grounded Theory: Methodische und methodologische Grundlagen. In Pentzold, C., Bischof, A., Heise, N. (Hrsg.), *Praxis Grounded Theory*. (S. 27-52). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Struve, D. (2010). *Instruktionsdesign für ältere Nutzer interaktiver Systeme: Gestaltungsaspekte modellbasierter Lernvideos in multimedialen Bedientrainings*. Berlin: Logos Verlag.
- Subramanyam, V. S. (2021). *Basics of Bounding Boxes*. Zugriff am 17.10.2022 unter <https://medium.com/analytics-vidhya/basics-of-bounding-boxes-94e583b5e16c>.
- Sutherland, I.E. (1968). A head-mounted three dimensional display. In Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I (AFIPS '68 (Fall, part I)). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 757–764. <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>.
- Syed-Abdul, S., Malwade, S., Nursetyo, A. A., Sood, M., Bhatia, M., Barsasella, D., Liu, M. F., Chang, C. C., Srinivasan, K., M, R., & Li, Y. J. (2019). Virtual reality among the elderly: a usefulness and acceptance study from Taiwan. *BMC geriatrics*, 19(1), 223. <https://doi.org/10.1186/s12877-019-1218-8>.
- Tarnanas, I., Schlee, W., Tsolaki, M., Müri, R., Mosimann, U., & Nef, T. (2013). Ecological validity of virtual reality daily living activities screening for early dementia: longitudinal study. *JMIR serious games*, 1(1), e1. <https://doi.org/10.2196/games.2778>.
- Taylor, M. J., McNicholas, C., Nicolay, C., Darzi, A., Bell, D., & Reed, J. E. (2014). Systematic review of the application of the plan-do-study-act method to improve quality in healthcare. *BMJ quality & safety*, 23(4), 290–298. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2013-001862>.
- Tesch, G. (2019). *Die neue ISO 9241-11 (2018): Usability: Definitions and concepts*. Zugriff am 19.08.2020 unter <https://www.procontext.de/aktuelles/2019/12/die-neue-iso-9241-11-usability-definitions-and-concepts.html>.
- Theis, F. (2011). *Digitale Lernwelt - Serious games: Einsatz in der beruflichen Weiterbildung*. München: Bertelsmann Verlag.
- Thranberend, T. (2017). Digital-Health-Anwendungen für die Versorgung nutzbar machen. Zugriff am 03.12.2021 unter <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/unsere-projekte/der-digitale-patient/transfer-von-digital-health-anwendungen-in-den-versorgungsalltag>.
- Trübswetter, N.M. (2015). Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren älterer Autofahrer im Umgang mit Fahrerassistenzsystemen. München: Technische Universität München.
- Tuena, C., Pedroli, E., Trimarchi, P. D., Gallucci, A., Chiappini, M., Goulene, K., et al. (2020). Usability Issues of Clinical and Research Applications of Virtual Reality in Older People: A Systematic Review. *Frontiers in human neuroscience*, 14, 93. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00093>.
- Turner, S. M., Singh, R., Quinn, P., & Allatt, T. (2011). *Benefits of new and improved pedestrian facilities: before and after studies*. Zugriff am 15.07.2022 unter <https://www.nzta.govt.nz/resources/research/reports/436/>.

- Umweltbundesamt (2023). *Tempolimit*. Zugriff am 29.04.2023 unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/nachhaltige-mobilitaet/tempolimit>.
- Unfallforschung der Versicherer (2022). *Verkehrssicherheit an Fußgängerquerungen*. Zugriff am 05.12.2022 unter <https://www.udv.de/resource/blob/85792/241867171af652c4ceaafb6a6661487a/40-vs-an-fussgaengerquerungen-data.pdf>.
- Universität Augsburg (2023). *Validität qualitativer Forschung: Der Validitätsbegriff*. Zugriff am 04.03.2023 unter <https://onlinekurslabor.phil.uni-augsburg.de/course/text/3618/3503>.
- Universität Ulm (2021). *Mobile health-App Datenbank: Laufende Studien*. Zugriff am 21.10.2021 unter <http://www.mhad.science/research>.
- Universitäts- und Landesbibliothek Münster (2017). *Skript zu den Tutorials: Vom Thema zu den Suchbegriffen. Von den Suchbegriffen zur Literatur: Thematische Literatursuche I + II*. Zugriff am 31.10.2021 unter https://www.ulb.uni-muenster.de/ulb-tutor/tutorials/suchstrategien/literatursuche_kommunikationswissenschaft/index.html.
- Universitätsklinikum Freiburg (2013). *Gesundheits- und Versorgungs-Apps*. Zugriff am 21.10.2021 unter https://www.uniklinik-freiburg.de/suche-is.html?tx_asaddsearch_result%5Bcontroller%5D=Result&cHash=0844e093f6e2d911a4828f3314cad1e2.
- Vanden Abeele, V., Schraepen, B., Huygelier, H., Gillebert, C., Gerling, K., & Van Ee, R. (2021). Immersive Virtual Reality for Older Adults: Empirically Grounded Design Guidelines. *ACM Transactions on Accessible Computing*, 14 (3), 1-30. <https://doi.org/10.1145/3470743>.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3):425-478.
- Vogel, J., Schuir, J., Thomas, O. & Teuteberg, F. (2020). Gestaltung und Erprobung einer Virtual-Reality-Anwendung zur Unterstützung des Prototypings in Design-Thinking-Prozessen. *HMD* 57, 432–450 (2020). <https://doi.org/10.1365/s40702-020-00608-9>.
- von Elm, E., Schreiber, G. & Haupt, C.C. (2019). Methodische Anleitung für Scoping Reviews (JBI-Methodologie). *Evidenz in der Gesundheitsversorgung/ Evidence in Health Care*, 143, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.zefq.2019.05.004>.
- Vrana, J. & Singh, R. (2021). Digitization, Digitalization, and Digital Transformation. In Meyendorf, N., Ida, N., Singh, R. & Vrana, J. (eds.). *Handbook of Nondestructive Evaluation 4.0*. (S. 1-17). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Wagner, R. (2019). *Kooperative Technologieentwicklung: Eine Mehrebenenanalyse von Absorptive Capacity Praktiken*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Wagner, S. (2006). *Sensitivitätsanalyse quantitativer Modelle. Präsentation. Software & Systems Engineering. Technische Universität München*. Zugriff am 08.12.2022 unter https://www.broy.in.tum.de/misc/perlen/perlen-folien/2006_wagner.pdf.
- Walther, B. (2022). *Stichprobengröße beim t-Test mit verbundenen Stichproben mit G*Power*. Zugriff am 19.04.2023 unter <https://bjoernwalther.com/stichprobengroesse-beim-t-test-mit-verbundenen-stichproben-mit-gpower/>.

- Ward, D. J., Furber, C., Tierney, S., & Swallow, V. (2013). Using Framework Analysis in nursing research: a worked example. *Journal of advanced nursing*, 69(11), 2423–2431. <https://doi.org/10.1111/jan.12127>.
- Waschbusch, L. M. (2018). *Videospiele im Alter: Warum immer mehr Senioren spielen*. Zugriff am 01.02.2023 unter <https://www.industry-of-things.de/warum-immer-mehr-senioren-spielen-a-724935/>.
- Welzel, F.D., Schladitz, K., Förster, F., Löbner, M. & Riedel-Heller, S.G. (2021). Gesundheitliche Folgen sozialer Isolation: Qualitative Studie zu psychosozialen Belastungen und Ressourcen älterer Menschen im Zusammenhang mit der COVID-19-Pandemie. *Bundesgesundheitsbl* 64, 334–341. <https://doi.org/10.1007/s00103-021-03281-5>.
- Wiederhold, B. K. (2020). How Virtual Reality Is Changing the Reality of Aging. *Cyberpsychology, behavior and social networking*, 23(3), 141–142. <https://doi.org/10.1089/cyber.2020.29176.bkw>.
- Wiemeyer, J. (2016). *Serious Games für die Gesundheit*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- 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>.
- Witzmann, H. (2007). *Game-Controller vom Paddle zur gestenbasierten Steuerung*. Boizenburg: Hülsbüsch Verlag.
- World Health Organization [WHO] (1948). *Regional Office for Europe. Constitution of the World Health Organization*. Zugriff am 21.11.2021 unter https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0019/156214/euro_series_40.pdf.
- World Health Organization [WHO] (2015). *Altern in Gesundheit setzt einen Lebensverlauf voraus*. Zugriff am 29.11.2020 unter <https://www.euro.who.int/de/health-topics/Life-stages/healthy-ageing/news/news/2015/09/healthy-ageing-requires-a-life-course-approach>.
- World Health Organization [WHO] (2016). *Summary: World report on ageing and health*. Zugriff am 21.11.2021 unter <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565042>.
- World Health Organization [WHO] (2016). *Weltbericht über Altern und Gesundheit*. Zugriff am 03.11.2020 unter https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67215/WHO_NMH_NPH_02.8_ger.pdf.
- World Health Organization [WHO] (2018). *Classification of digital health interventions v1.0: a shared language to describe the uses of digital technology for health*. World Health Organization. Zugriff am 29.11.2020 unter <https://apps.who.int/iris/handle/10665/260480>. Lizenz: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- World Health Organization [WHO] (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. Zugriff am 29.11.2020 unter <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>.
- Wright, M. T., Unger, H. & Block, M. (2010). Partizipation der Zielgruppe in der Gesundheitsförderung und Prävention. In: Wright, M. T. (Hrsg.), *Partizipative Qualitätsentwicklung in der Gesundheitsförderung und Prävention*. (S. 1-5). Bern: Huber Verlag.

- Wu, H., Calabrèse, A., & Kornprobst, P. (2021). Towards accessible news reading design in virtual reality for low vision. *Multim. Tools Appl.*, 80, 27259-27278.
- Yuan, Y. (2018). Paving the Road for Virtual and Augmented Reality [Standards], *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 7(1), 117-128.
- Zangemeister, C. (2012). *Mit intelligenter Technik zu neuen Dienstleistungen für Senioren (MIDIS): Leitfaden und Instrumente zur kooperativen Entwicklung mikrosystemtechnisch basierten Dienstleistungen*. Norderstedt: Books on Demand.
- Zauner, P. (2007). *Der Autofahrer der Generation Plus*. München: Technische Universität München.
- Zhan, T., Yin, K., Xiong, J., He, Z., & Wu, S. T. (2020). Augmented Reality and Virtual Reality Displays: Perspectives and Challenges. *iScience*, 23(8), 101397. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2020.101397>.
- Ziefle, M. (2002). *Lesen am Bildschirm: Eine Analyse visueller Faktoren*. Münster: Waxmann Verlag.
- Ziefle, M. (2013). Ungewissheit und Unsicherheit bei der Einführung neuer Technologien. Nutzungsbarrieren am Beispiel von Medizintechnologien im häuslichen Umfeld. In S. Jeschke, E.-M. Jakobs & A. Dröge (Hrsg.), *Exploring Uncertainty*. (S. 83-104). Wiesbaden: Springer Verlag.
- Zulfabli, H.M., Ismalina, H.N., Amarul, T., & Ahmad, S. (2019). Product development of mechanical practice: Augmented reality (AR) approach. *AIP Conference Proceedings*, 2129(1):020055.

8 Anhang

Aus dem Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin

der Deutschen Sporthochschule Köln

Geschäftsführender Leiter: Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Bloch

Anhang zur Monographie

Nutzer*innenorientierte Gestaltung und Bewertung von Virtual Reality-Anwendungen für Senior*innen unter der Berücksichtigung von Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren

Von der Deutschen Sporthochschule Köln

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der Sportwissenschaft

eingereichte Dissertation

vorgelegt von

Alina Napetschnig

aus

Troisdorf

Köln 2024

Erste Gutachterin:	Prof. Dr. Klara Brixius
Zweiter Gutachter:	Prof. Dr. Wolfgang Deiters
Vorsitzender des Promotionsausschusses:	Univ.-Prof. Dr. Mario Thevis
Datum der Disputation:	12.12.2023

Eidesstattliche Versicherungen gem. § 7 Abs. 2 Nr. 9 der Promotionsordnung der Deutschen Sporthochschule Köln, 30.03.2020:

Hierdurch versichere ich:

Ich habe diese Arbeit selbständig und nur unter Benutzung der angegebenen Quellen und technischen Hilfen angefertigt; sie hat noch keiner anderen Stelle zur Prüfung vorgelegen. Wörtlich übernommene Textstellen, auch Einzelsätze oder Teile davon, sind als Zitate kenntlich gemacht worden.

Hierdurch erkläre ich, dass ich die „Leitlinien guter wissenschaftlicher Praxis“ der Deutschen Sporthochschule Köln eingehalten habe.

03.01.2024 *Alina Napetschnig*

Datum, Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

Anhang A Abbildungen

Abbildung 52: Screenshot Miro-Board "Allgemeine Kriterien" des Gütekriterienkernsets zur Workshopvorbereitung (eigene Darstellung).	5
Abbildung 53: Screenshot Miro-Board "Spezifische Kriterien" des Gütekriterienkernsets zur Workshopvorbereitung (eigene Darstellung).	6
Abbildung 54: Visualisierung der Workshopergebnisse auf Miro zu „Allgemeinen Kriterien“ des ersten Expert*innenworkshops (eigene Darstellung). ...	7
Abbildung 55: Visualisierung der Workshopergebnisse auf Miro zu "Spezifischen Kriterien" des ersten Expertinnenworkshops (eigene Darstellung).	8
Abbildung 56: Trainingsraum Pfarrsaal ev. Friedenskirche Düsseldorf (eigene Aufnahme).	9
Abbildung 57: Trainingsraum RKM Düsseldorf (eigene Aufnahme).	9
Abbildung 58: Trainingsraum Köln (eigene Aufnahme).	10

Anhang B Tabellen

Tabelle 64: Wortlisten-Tabelle für Suchterms in deutscher Sprache zu UF4.	11
Tabelle 65: Input der Workshopteilnehmer*innen des ersten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 2.-7. des ersten Parts. ...	12
Tabelle 66: Input der Workshopteilnehmer*innen des ersten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 2.-5. des zweiten Parts.	14
Tabelle 67: Exkludierte Kriterien bzw. Erläuterungen der Workshopergebnisse des ersten Expert*innenworkshops.	16
Tabelle 68: Darstellung des Transferprozesses der Ergebnisse des ersten Expert*innenworkshops.	20
Tabelle 69: Input der Workshopteilnehmer*innen des zweiten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 1.-7. des ersten Parts.	24
Tabelle 70: Input der Workshopteilnehmer*innen des zweiten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 1.-5. des zweiten Parts.	26
Tabelle 71: Darstellung des Transferprozesses der Ergebnisse des zweiten Expert*innenworkshops.	29
Tabelle 72: Exkludierte Kriterien bzw. Erläuterungen der Workshopergebnisse des zweiten Expert*innenworkshops.	34
Tabelle 73: Darstellung der Szenenkonfigurationen der einzelnen Iterationen von TE 2-8.	37
Tabelle 74: Input der Workshopteilnehmer*innen des dritten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 1.-5. des ersten Kapitels.	38
Tabelle 75: Input der Workshopteilnehmer*innen des dritten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 1.-6. des zweiten Kapitels.	39
Tabelle 76: Darstellung des Transferprozesses der Ergebnisse des dritten Expert*innenworkshops.	41
Tabelle 77: Exkludierte Kriterien bzw. Erläuterungen der Workshopergebnisse des dritten Expert*innenworkshops.	46

Anhang C Dokumente

Einladungsschreiben	52
Kooperationszusage	53
Proband*inneninformation	55
Einwilligungserklärung und Datenschutzbestimmungen	56
Anamnesebogen der Proband*innen.....	58
Falls Efficacy Scale-I (FES-I).....	61
Motion Sickness Fragebogen	62
Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)	63
Montreal Cognitive Assessment (MoCA)	65
Bewilligter Ethikantrag.....	66

Anhang D Versionen des Gütekriterienkernsets

Gütekriterienkernset V1 _{final}	67
Gütekriterienkernset V2 _{draft}	69
Gütekriterienkernset V2 _{final}	74
Gütekriterienkernset V3 _{draft}	83
Gütekriterienkernset V3 _{final}	100
Gütekriterienkernset V4 _{draft}	118
Gütekriterienkernset V4 _{final}	135

Anhang A Abbildungen

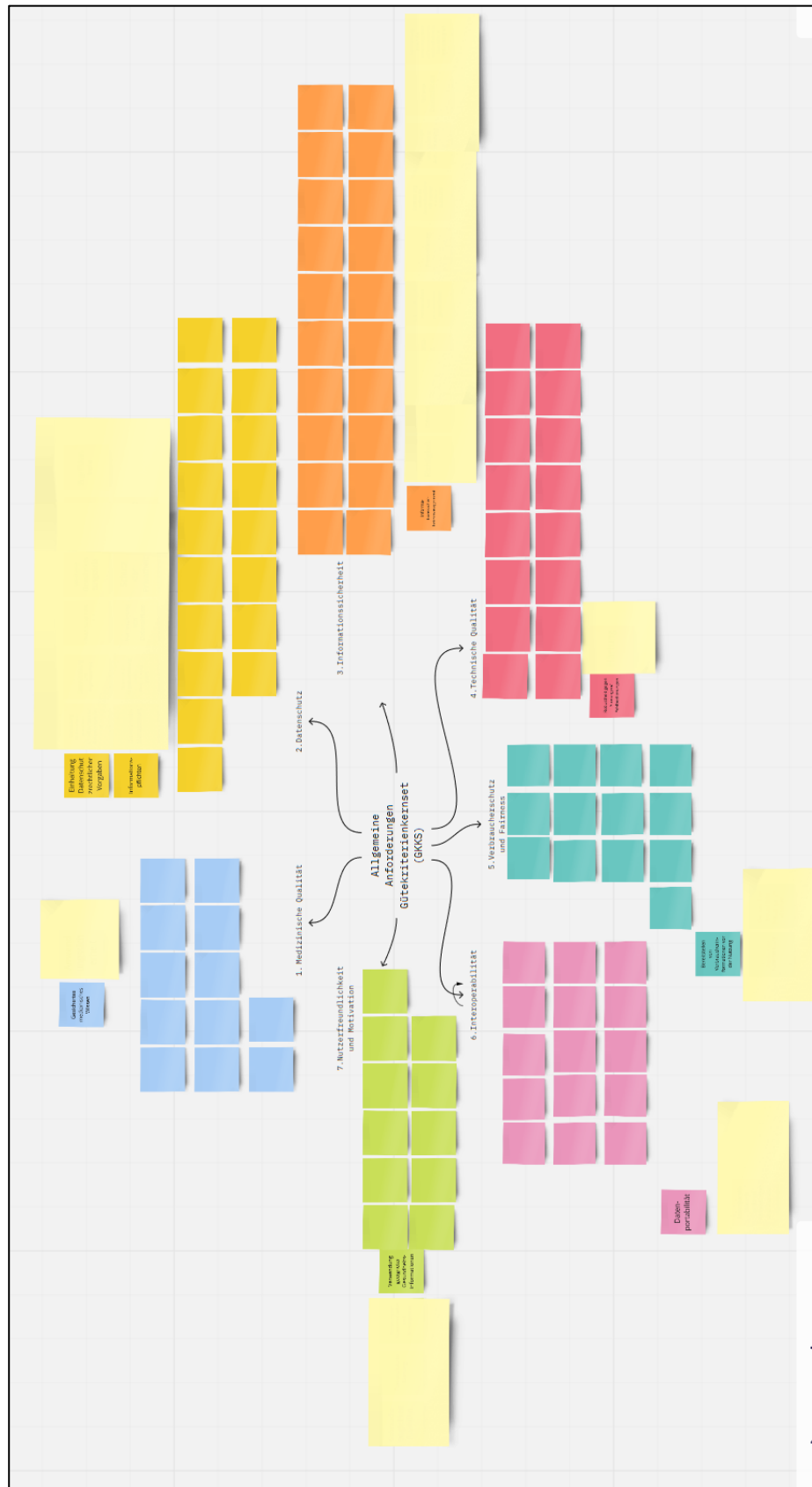


Abbildung 52: Screenshot Miro-Board "Allgemeine Kriterien" des Gütekriterienkernsets zur Workshopvorbereitung (eigene Darstellung).

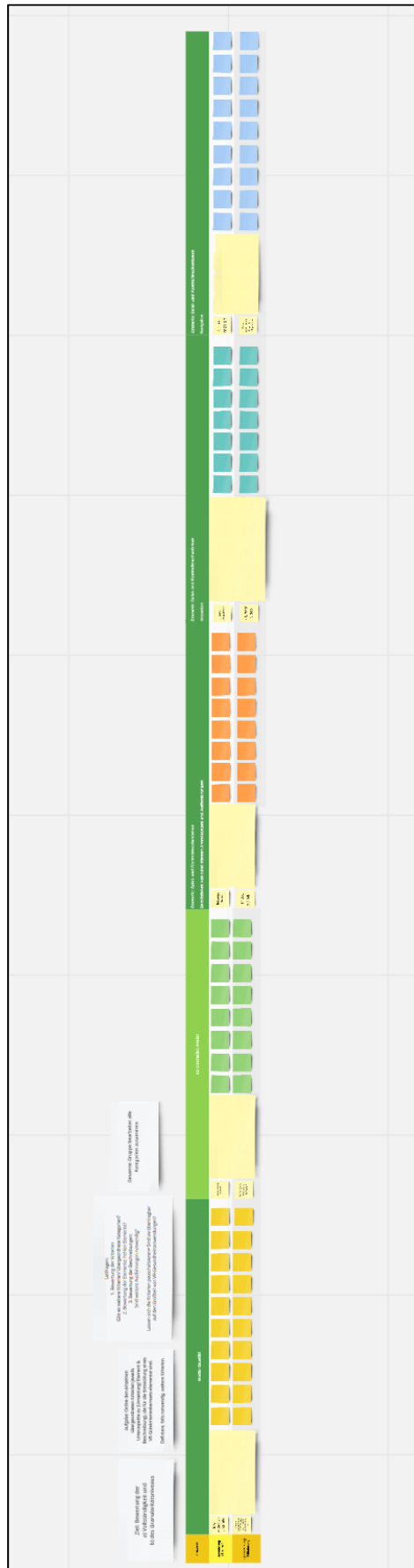


Abbildung 53: Screenshot Miro-Board "Spezifische Kriterien" des Gütekriterienkernsets zur Workshopvorbereitung (eigene Darstellung).



7

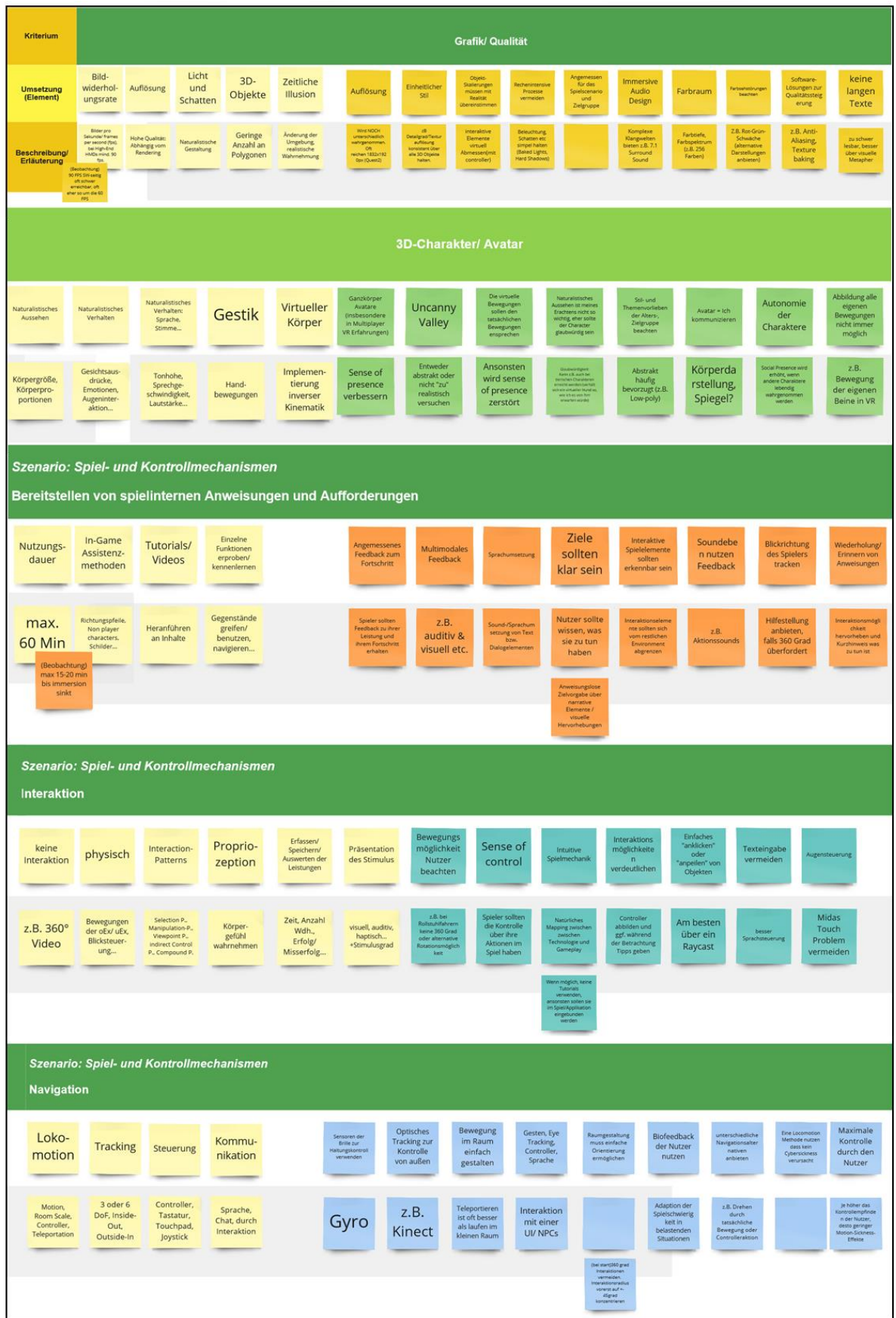


Abbildung 55: Visualisierung der Workshopergebnisse auf Miro zu "Spezifischen Kriterien" des ersten Expertinnenworkshops (eigene Darstellung).



Abbildung 56: Trainingsraum Pfarrsaal ev. Friedenskirche Düsseldorf (eigene Aufnahme).



Abbildung 57: Trainingsraum RKM Düsseldorf (eigene Aufnahme).

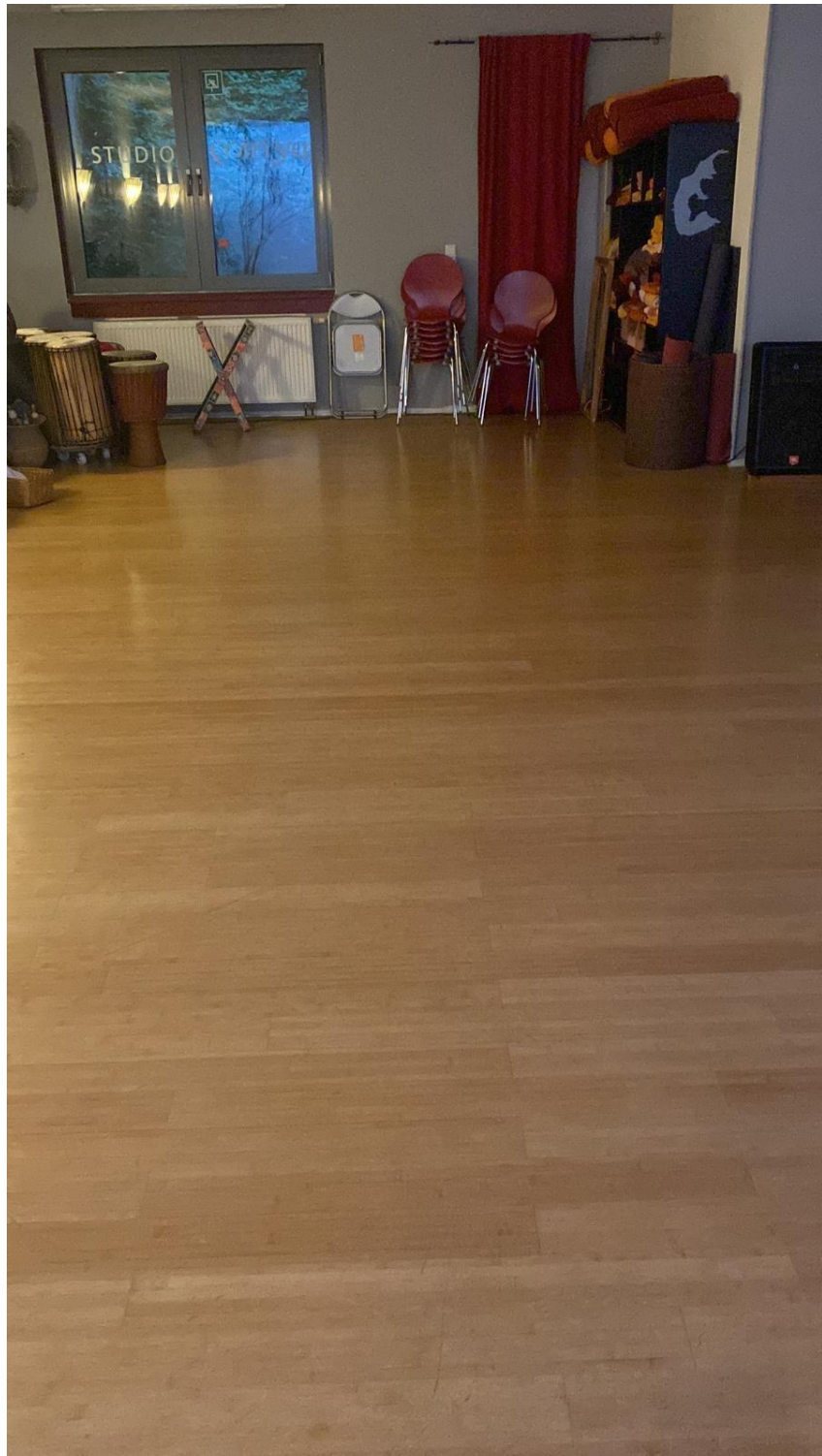


Abbildung 58: Trainingsraum Köln (eigene Aufnahme).

Anhang B Tabellen

Tabelle 64: Wortlisten-Tabelle für Suchterms in deutscher Sprache zu UF4.

Thema	UF4: Welche Einflussfaktoren sollten für die Entwicklung einer VR-Anwendung zum Training des Straßenüberquerens für Senior*innen berücksichtigt werden?									
Kernbegriffe des Themas	Straßen-verkehr	Querungshilfe	Fahrspurig-keit	Tageszeit	Verkehrs-aufkommen	Geschwin-digkeit	Elektro-mobilität	Fahrrad-fahrer	Schwierig-keitslevel	Senior*innen
Synonyme	Autoverkehr; Durchgangs-verkehr, Verkehr	Straßen-übergang, Straßen-überführung, Querungs-anlage	Fahrspuren, Spuren, Spurigkeit, Fahrstreifen, Straße	Zeitlicher Abstand, Dauer	Fahrzeug-durchsatz pro Zeit-spanne,	Schnellig-keit, Takt, Zügigkeit	E-Mobilität, elektrischer Antrieb, Elektro-antrieb	Radler	Schwierigkeits-stufen/ -grad/ -skala	Senior Seniorin, Ältere, Alte, alter Mann, alte Frau
Oberbegriffe	Verkehrs-wesen	Straßenüberqu-erung	Spur	Zeitspanne	Verkehrs-dichte/ -stärke/ -menge	Tempo	Mobilität	Rad- (fahrer)	Schwierig-keit	Alle Menschen/ Personen, Ältere Menschen/ Personen
Unterbegriffe	Mobilität, Fahrzeuge, Beförderung, Fußgänger*-innen	(Fußgänger) Ampel, Lichtsignal-anlage, Verkehrs-ampel, Zebrastreifen, Fußgänger-überweg, Verkehrinsel, Sprunginsel	Einspurig, zweispurig, dreispurig, Taxi-/ Busspur, Fahrrad-weg	Früh(e), Morgen, Morgen-stund(e), Helligkeit, Tag, Dämmerung, Nachmittag, Dunkelheit, Nacht, Abend, Abend-stund(e)	Anzahl Autos/ Verkehrs-elemente, Befahrene Straße	Höchstge-schwindig-keit, Höchst-tempo,	E-Auto, erneuerbare Energien	Fahrrad, Rad, Biker	Heraus-forderung, schwierige Aufgabe, Zuordnung von Schwierig-keiten/ verschie-den Anforder-ungen, Level	Alter, Ältern, Gerontologie, Geriatric
Verwandte Begriffe	Personen-kraftwagen, Personen-wagen	Ampelmän-nchen, Ampelweib-chen	Bundesver-kehrswege, Landstra-ße, Spiel-strä-ße, Autobahn	Beleuchtung, Lichtverhält-nisse	Sicherheit Verkehrs-ablauf	Eile, hastig, hektisch	Verkehrs-wende, Fahrzeuge	Velo-fahrer, peda-lieren	Challenge, Problem	Best Ager, Silver Ager Generation 70 plus

Tabelle 65: Input der Workshopteilnehmer*innen des ersten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 2.-7. des ersten Parts.

Kategorie 2. Datenschutz
Wahrung der Persönlichkeitsrechte
Privacy by Design / Privacy by default
Möglichkeit zur Datenspende durch freie Entscheidung des Endnutzers
DSGVO-konforme Datenerfassung und Konzeption zur Datenübertragung erforderlich: Daten in Echtzeit senden vs. Daten lokal verarbeiten und speichern
Datenminimierung
Transparenz Datenerfassung: Was wird erfasst? Wo wird es gespeichert? Personalisierte Datenerfassung? Eigentumsrechte?
Einsicht und Recht auf Löschung?
personalisierte Datensammlung nur mit Begründung (Zweckbindung)
Kategorie 3. Informationssicherheit
Vertraulichkeit (Zugänge und Zugriffsrechte)
Security by Design
Verfügbarkeit (Systeme müssen immer wie vorgesehen zur Verfügung stehen)
ISO 27001 Zertifizierung
Schulung der Mitarbeiter / Entwickler über sicherheitsrelevante Themen (zur Vermeidung der Sicherheitslücke Mensch)
Sicherheitsaspekte beachten bei Zugriffen auf Online-Datenbanken
Schutz vor Missbrauch / Malware
Authentizität der Daten: Ursprung der Daten muss klar sein, Änderungen nachvollziehbar
Automatische Sicherheitsupdates
Verschlüsselung der Speicherdaten
Lokale Speicherung und persistente Speicherung in einem geschützten Umfeld. Synchronisierung beider Systeme.
Up To Date bleiben.
Kategorie 4. Technische Sicherheit
Fehlerbehebung sollte möglichst intuitiv sein
Hygienisch reinigbar
Barrierefreie Anwendungen
min 90Hz, hoher FOV
Sicheres Locomotion-System
Min 30 FPS
Tragekomfort
Leistung vs Mobilität
Anwendungsgestaltung zielgruppenorientiert
Vielleicht eher technische EINRICHTUNGEN?
Technische Einstellungen sollten möglichst vermieden werden
Usecase spezifische Controller/Steuerung
Möglichkeit Gerät mit Brille zu bedienen
Cybersickness vermeiden, kleine Latenz, schnelle Synchronization
Interaktionstechnologie muss für die Zielgruppe geeignet sein (d.h. deren körperliche und geistige Leistungsfähigkeit und Zweck)

Falls Nutzung zu Hause: Anwendungen, die nicht zwingend Wlan benötigen, da meist nicht vorhanden
Falls Nutzung zu Hause: Mobile VR Brillen, da PCs meist nicht vorhanden
Sturzsicherheit des technologischen Systems
Immersion verbessern: Zusätzliche Hardware nutzen um multimodale sensorische Stimulationen zu ermöglichen: sound, auch haptik, eventuell Geruchspender --> (Alle menschliche Sinne ansprechen)
Kamera, sodass ich zwischenzeitlich in die reale Welt switchen kann
Hohe Auflösung
Streamen von Brilleninhalte für eine begleitende Person
Sturzsicherheit des Nutzers
Kategorie 5. Verbraucherschutz und Fairness
KEIN FACEBOOK ACCOUNT für die Nutzung von gekaufter Hardware
Login möglich machen
Senioren sind nicht zwingend bereit eigene VR Brille zu erwerben
Möglichkeit zur 'Vorschau' auf Bildschirmen bzw. Zuschauen bei anderen, die die SW nutzen, um Ängste / Unsicherheiten abzubauen
Bereitstellung von Anwendungen in (halb)öffentlichen Räumen, z.B. Gesundheitszentren, Gesundheitskiosk
Plattform-Abhängige Konditionen beachten? -> Was erlaubt welcher Brillenhersteller? Muss man darüber die Anwendung vertreiben? (runterladen)
VR Brillen als Leihgerät / VR Brillen vom Nutzern bespielen?
Persönliche Daten einfach einsehbar machen
Ausrichtung der Anwendung auf verschiedene Zielgruppen (z.B. Schriftgröße, leichte Sprache, mehrsprachig)
LTS für Software/Hardware
Perzeption von VR-Medien (DiGa-Status) wird von den Krankenkassen bezuschusst
Kategorie 6. Interoperabilität
Klare einheitliche Schnittstellen
Verbraucherschutztransparenz (wer bekommt die Daten)
Unterschiedlicher Zugriff für verschiedene Rollen
Gängige Datenformate nutzen (z.B. XML, JSON).
Verifizierung des Nutzers
Übertragbarkeit der Daten in Primärsysteme bzw. elektronische Akten als "Killer Kriterium" für Gesundheitsberufe
Möglichkeit zur Datenverarbeitung ohne Programmierkenntnisse
Taxonomie für Gerätespezifikation (Genaue Definition FOV, MR, XR, Mobile vs PC vs HMD)
Kategorie 7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation
Intensive Betreuung und Anleitung bei der ersten Nutzung
Player engagement und experience sicherstellen
Ansprechendes Anwendungssetting
soziale Interaktion in der VR (direkt oder indirekt)
Belohnungssystem
Hohes Maß an Interaktion
Motivation kommt in der vr (Erste interaktion mit digitalem Content sehr ausschlaggebend. muss klar sein.)

Fortbewegung in VR kann schwierig sein für Senioren -> stationäre Anwendungen besser? - Motion Sickness vermeiden - Fortbewegung vielleicht über "Teleportation"
Bewegungen in VR an die jeweilige gesetzte Aufgabe anpassen.
Feedback über eigenes Handeln
Tippen schwierig
Hardware darf nicht als Fremdkörper wirken
Selbsterklärende Interaktionen oder Tutorials anbieten
Plug and Play: kein langes Einrichten und Setup
Saubere Devices
Zielgruppengerechtes Game Design mit kurz- und langfristigen Therapie- und Spielzielen
motivationale Features einbauen (challenges, social media features)
Flow
Adaption des Spiels bzw. der Anwendung durch das individuelle Biofeedback von Nutzern.

Tabelle 66: Input der Workshopteilnehmer*innen des ersten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 2.-5. des zweiten Parts.

Kategorie 2. 3D-Charakter/ Avatar	
Umsetzung	Beschreibung
Naturalistisches Aussehen	Körpergröße, Körperproportionen
Naturalistisches Verhalten	Gesichtsausdrücke, Emotionen, Augeninteraktion...
Naturalistisches Verhalten: Sprache, Stimme...	Tonhöhe, Sprechgeschwindigkeit, Lautstärke...
Gestik	Handbewegungen
Virtueller Körper	Implementierung inverser Kinematik
Ganzkörper Avatare (insbesondere in Multiplayer VR Erfahrungen)	Sense of presence verbessern
Uncanny Valley	Entweder abstrakt oder nicht "zu" realistisch versuchen
Die virtuelle Bewegungen sollen den tatsächlichen Bewegungen entsprechen	Ansonsten wird sense of presence zerstört
Naturalistisches Aussehen ist meines Erachtens nicht so wichtig, eher sollte der Charakter glaubwürdig sein	Glaubwürdigkeit: Kann z.B. auch bei tierischen Charakteren erreicht werden (verhält sich ein virtueller Hund so, wie ich es von ihm erwarten würde)
Stil- und Themenvorlieben der Alters-, Zielgruppe beachten	Abstrakt häufig bevorzugt (z.B. Low-poly)
Avatar = Ich kommunizieren	Körperdarstellung, Spiegel?
Autonomie der Charaktere	Social Presence wird erhöht, wenn andere Charaktere lebendig wahrgenommen werden
Abbildung alle eigenen Bewegungen nicht immer möglich	z.B. Bewegung der eigenen Beine in VR

Kategorie 3. Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen	
Umsetzung	Beschreibung
Nutzungsdauer	max. 60 Min
In-Game Assistenz-methoden	Richtungspfeile, Non player characters, Schilder...
Tutorials/ Videos	Heranführen an Inhalte
Einzelne Funktionen erproben/ kennenlernen	Gegenstände greifen/ benutzen, navigieren...
Angemessenes Feedback zum Fortschritt	Spieler sollten Feedback zu ihrer Leistung und ihrem Fortschritt erhalten
Multimodales Feedback	z.B. auditiv & visuell etc.
Sprachumsetzung	Sound-/Sprachumsetzung von Text bzw. Dialogelementen
Ziele sollten klar sein	Nutzer sollte wissen, was sie zu tun haben
Interaktive Spielelemente sollten erkennbar sein	Interaktionselemente sollten sich vom restlichen Environment abgrenzen
Soundebenen nutzen Feedback	z.B. Aktionssounds
Blickrichtung des Spielers tracken	Hilfestellung anbieten, falls 360 Grad überfordert
Wiederholung/ Erinnern von Anweisungen	Interaktionsmöglichkeit hervorheben und Kurz Hinweis was zu tun ist
Kategorie 4. Interaktion	
Umsetzung	Beschreibung
keine Interaktion	z.B. 360° Video
physisch	Bewegungen der oEx/ uEx, Blicksteuerung...
Interaction-Patterns	Selection P., Manipulation-P., Viewpoint P., indirect Control P., Compound P.
Propriozeption	Körpergefühl wahrnehmen
Erfassen/ Speichern/ Auswerten der Leistungen	Zeit, Anzahl Wdh., Erfolg/ Misserfolg...
Präsentation des Stimulus	visuell, auditiv, haptisch... +Stimulusgrad
Bewegungsmöglichkeit Nutzer beachten	z.B. bei Rollstuhlfahrern keine 360 Grad oder alternative Rotationsmöglichkeit
Sense of control	Spieler sollten die Kontrolle über ihre Aktionen im Spiel haben
Intuitive Spielmechanik	Natürliches Mapping zwischen Technologie und Gameplay
Interaktionsmöglichkeiten verdeutlichen	Controller abbilden und ggf. während der Betrachtung Tipps geben
Einfaches "anklicken" oder "anpeilen" von Objekten	Am besten über ein Raycast
Texteingabe vermeiden	besser Sprachsteuerung
Augensteuerung	Midas Touch Problem vermeiden
Kategorie 5. Navigation	
Umsetzung	Beschreibung
Lokomotion	Motion, Room Scale, Controller, Teleportation
Tracking	3 oder 6 DoF, Inside-Out, Outside-In
Steuerung	Controller, Tastatur, Touchpad, Joystick

<i>Kommunikation</i>	<i>Sprache, Chat, durch Interaktion</i>
<i>Sensoren der Brille zur Hal- tungskontroll verwenden</i>	<i>Gyro</i>
<i>Optisches Tracking zur Kon- trolle von außen</i>	<i>z.B. Kinect</i>
<i>Bewegung im Raum einfach gestalten</i>	<i>Teleportieren ist oft besser als laufen im kleinen Raum</i>
<i>Gesten, Eye Tracking, Con- troller, Sprache</i>	<i>Interaktion mit einer UI/ NPCs</i>
<i>Raumgestaltung muss einfa- che Orientierung ermögli- chen</i>	<i>(bei start)360 grad Interaktionen vermeiden. In- teraktionsradius vorerst auf +- 45grad konzentrieren</i>
<i>Biofeedback der Nutzer nut- zen</i>	<i>Adaption der Spielschwierigkeit in belastenden Si- tuationen</i>
<i>unterschiedliche Navigati- onsalternativen anbieten</i>	<i>z.B. Drehen durch tatsächliche Bewegung oder Controlleraktion</i>
<i>Eine Locomotion Methode nutzen dass kein Cybersick- ness verursacht</i>	<i>-</i>
<i>Maximale Kontrolle durch den Nutzer</i>	<i>Je höher das Kontrollempfinden der Nutzer, desto geringer Motion-Sickness-Effekte</i>

Tabelle 67: Exkludierte Kriterien bzw. Erläuterungen der Workshopergebnisse des ersten Ex-
pert*innenworkshops.

Part 1: Allgemeine Kriterien		
Kategorie	Ergebnis: Kriterium bzw. Erläute- rung	Grund der Exklusion
1. Medizinische Qualität	Ergonomische Prinzipien nach ISO 9241 berücksichtigen (z.B. kognitive Last)	Angabe zu fachspezifisch; Generalisierbarkeit ungültig; Übertragbarkeit fraglich
	Angebot derselben Software auf verschiedenen Geräten, um auch Patienten mit Einschränkungen (z.B. Motion Sickness) zugänglich zu sein	Fokussierung auf eine Technologiegruppe (Entscheidung entweder VR mit HMD- oder Desktop-basiert); technisch teilw. nicht umsetzbar; Vergleichbarkeit fraglich
2. Datenschutz	Nachweispflicht	zu allgemeine Formulierung
	Integrität und Vertraulichkeit	keine/ kaum Überprüfung möglich; es muss davon ausgegangen werden, dass Personen ihre wahren Daten angeben
	Datenschutz-Management	Dopplung, vgl. „Informationssicherheit“

	Datenschutz-Folgeabschätzung und Risikomanagement	Bestandteil der DSGVO
3. Informationssicherheit	Datenportabilität	Dopplung, vgl. „Datenportabilität“ bei 5. <i>Interoperabilität</i>
	Sicherstellung der Vertraulichkeit von personenbezogenen Daten	s.o. (keine/ kaum Überprüfung möglich; es muss davon ausgegangen werden, dass Personen ihre wahren Daten angeben)
	Verfügbarkeit (Systeme müssen immer wie vorgesehen zur Verfügung stehen)	Organisationsaspekt; Bewertung als unpassend für Inhalt des Gütekriterienkernsets
	ISO 27001 Zertifizierung	Angabe zu fachspezifisch
	Authentizität der Daten: Ursprung der Daten muss klar sein, Änderungen nachvollziehbar	Dopplung, vgl. "Authentisierung"
	Up To Date bleiben.	zu allgemeine Formulierung
4. Technische Qualität	Hygienisch reinigbar	Dopplung, vgl. „Hygiene“
	min 90Hz, hoher FOV	Angabe zu spezifisch
	Min 30 FPS	Dopplung, vgl. „Bildwiederholungsrate“; Einigung auf mind. 60 FPS
	Leistung vs Mobilität	zu allgemeine Formulierung
	Anwendungsgestaltung zielgruppenorientiert	Dopplung, vgl. "Nutzer*innenorientierte Entwicklung"
	Vielleicht eher technische EINRICHTUNGEN?	Unklare Formulierung
	Cybersickness vermeiden, kleine Latenz, schnelle Synchronization	Dopplung, vgl. "Vermeidung von Latenz"
	Hohe Auflösung	Dopplung, vgl. „Auflösung“
	Streamen von Brilleninhalte für eine begleitende Person	Dopplung, vgl. "Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation"

	Sturzsicherheit des Nutzers	Dopplung, vgl. "Anwendungssicherheit"
5. Verbraucherschutz und Fairness	Möglichkeit zur 'Vorschau' auf Bildschirmen bzw. Zuschauen bei anderen, die die SW nutzen, um Ängste / Unsicherheiten abzubauen	Dopplung, vgl. "Anwendungsvorschau"
	Bereitstellung von Anwendungen in (halb)öffentlichen Räumen, z.B. Gesundheitszentren, Gesundheitskiosk	zu allgemeine Formulierung; Bewertung der Umsetzbarkeit als schwierig
	VR Brillen als Leihgerät / VR Brillen vom Nutzern bespielen?	Dopplung, vgl. "Möglichkeit VR-Ausleihe"
	LTS (long term support; langfristige Unterstützung) für Software/Hardware	Dopplung, vgl. "Langfristiger Support"
	Perzeption von VR-Medien (DiGa-Status) wird von den Krankenkassen bezuschusst	kein Kriterium/ inhaltl. Ergänzung, eher Information
6. Interoperabilität	Klare einheitliche Schnittstellen	Dopplung, vgl. "Einheitliche Schnittstellen"
	Verbraucherschutztransparenz (wer bekommt die Daten)	Dopplung, vgl. Subkategorie "Transparenz" in <i>Verbraucherschutz und Fairness</i> sowie <i>Datenschutz</i>
	Übertragbarkeit der Daten in Primärsysteme bzw. elektronische Akten als "Killer Kriterium" für Gesundheitsberufe	Angabe zu spezifisch
	Taxonomie für Gerätespezifikation (Genaue Definition FOV, MR, XR, Mobile vs PC vs HMD)	Angabe zu spezifisch; fehlende Fokussierung auf Inhalte des Gütekriterienkernsets
7. Nutzer*innenfreundlichkeit	(Angemessenes, AN) Hohes Maß an Interaktion	Dopplung, vgl. "Geeignetes Maß an Interaktion"
	Motivation kommt in der vr (Erste interaktion mit digitalem Content sehr ausschlaggebend. muss klar sein.)	Dopplung, vgl. "Klare Zieldefinition"

	Fortbewegung in VR kann schwierig sein für Senioren -> stationäre Anwendungen besser? - Motion Sickness vermeiden - Fortbewegung vielleicht über "Teleportation"	Angabe zu spezifisch
	Feedback über eigenes Handeln	Dopplung, vgl. "Feedback zu korrekten/ falschen Interaktionen"
	Selbsterklärende Interaktionen oder Tutorials anbieten	Dopplung, vgl. "Anfängliches Erlernen" sowie "Bedienung"
	Saubere Devices	zu allgemeine Formulierung
	motivationale Features einbauen (challenges, social media features)	Dopplung, vgl. "Gamification"
Part 2: Spezifische Kriterien		
Kategorie	<i>Ergebnis: Kriterium bzw. Erläuterung</i>	<i>Grund der Exklusion</i>
2- 3D-Charakter/ Avatar	Implementierung inverser Kinematik	Zu allgemeine Formulierung
	Avatar = Ich kommunizieren	Unklare Formulierung
	Abbildung alle eigenen Bewegungen nicht immer möglich	kein Kriterium/ inhaltl. Ergänzung, eher Information
3. Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und	Ziele sollten klar sein: Nutzer sollte wissen, was sie zu tun haben	Dopplung, vgl. "Klare Zieldefinition"
4. Interaktion	Bewegungsmöglichkeit Nutzer beachten: z.B. bei Rollstuhlfahrern keine 360 Grad oder alternative Rotationsmöglichkeit	Dopplung, vgl. "Anwendungssicherheit"
	Synchronisation: schnelle Synchronisation/ keine Latenz, um Cybersickness zu vermeiden	Dopplung; vgl. "Vermeidung von Latenz"

5. Navigation	Optisches Tracking zur Kontrolle von außen: z.B. Kinect	Zu allgemeine Formulierung; individuelle Bewertung notwendig
	Bewegung im Raum einfach gestalten: Teleportieren ist oft besser als laufen im kleinen Raum	Dopplung, vgl. "Wahl einer geeigneten Fortbewegungsart"
	Gesten, Eye Tracking, Controller, Sprache: Interaktion mit einer UI/ NPCs	Zu allgemeine Formulierung
	Raumgestaltung muss einfache Orientierung ermöglichen: (bei start)360 grad Interaktionen vermeiden. Interaktionsradius vorerst auf +- 45grad konzentrieren	Dopplung, vgl. "einfache Raumgestaltung"
	Biofeedback der Nutzer nutzen: Adaption der Spielschwierigkeit in belastenden Situationen	Dopplung, vgl. "Bedienung"

Tabelle 68: Darstellung des Transferprozesses der Ergebnisse des ersten Expert*innen-workshops.

Part 1: Allgemeine Kriterien				
Kategorie	Kriterium (V2_{final})	Ergebnis (W1)	Umformulierung (V2_{final})	Ursprüngliche Kategorie
1. Medizinische Qualität	Anwendungssicherheit	Schulung der Mitarbeiter / Entwickler über sicherheitsrelevante Themen (zur Vermeidung der Sicherheitslücke Mensch)	Schulung durch eine qualifizierte Person zum Anwendungsgebrauch	3. Informationssicherheit (Part 1)
		Interaktionstechnologie muss für die Zielgruppe geeignet sein (d.h. deren körperliche und geistige Leistungsfähigkeit und Zweck)	Beurteilung physischer/ psychischer Eignung	4. Technische Qualität (Part 1)

	Absicherung der Hardware	Schutz vor Missbrauch/ Malware	-	3. Informationssicherheit (Part 1)
2. Datenschutz	Einhaltung Datenschutzrechtlicher Vorgaben	Ver-schlüsselung der Speicherdaten	-	3. Informationssicherheit (Part 1)
		lokale und persistente Speicherung der Daten in einem geschützten Umfeld	-	3. Informationssicherheit (Part 1)
	Zugriffskontrolle	Vertraulichkeit (Zugänge und Zugriffsrechte)	klare Definition von Zugängen und Zugriffsrechten	6. Interoperabilität (Part 1)
	Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation	Blickrichtung des Spielers tracken	Tracking der Blickrichtung	Bereitstellen von spiel-internen Anweisungen und Aufforderungen (Part 2)
	Geeignete Technologie	Hardware darf nicht als Fremdkörper wirken	Akzeptanz der ausgewählten VR-Technologie bei der nutzenden Person	7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation (Part 1)
	Softwareaktualisierung	Automatische Sicherheitsupdates	-	3. Informationssicherheit (Part 1)
6. Interoperabilität	Interoperabilität mit anderen Anwendungen und Diensten	Sicherheitsaspekte beachten bei Zugriffen auf Online-Datenbanken	Beachten von Sicherheitsaspekten bei Zugriffen auf Online-Datenbanken	3. Informationssicherheit (Part 1)
7. Nutzer*innenfreundlichkeit und	Personalisierte Nutzung	Verifizierung des Nutzers	Verifizierung	6. Interoperabilität (Part 1)
		Stil- und Themenvorlieben der Alters-, Zielgruppe beachten	Berücksichtigung von Stil- und Themenvorlieben der Alters-/ Zielgruppe	2. 3D-Charakter/ Avatar (Part 2)

	Individualisierung	Kamera, so- dass ich zwischen- zeitlich in die reale Welt swit- chen kann	Wechsel zwi- schen der vir- tuellen und realen Welt einfach/ un- kompliziert und schnell	<i>4. Technische Qualität (Part 1)</i>
Part 2: Spezifische Kriterien				
Ka- te- go- rie	Kriterium (V2_{final})	Ergeb- nis (W1)	Umfor- mulie- rung (V2_{final})	Ursprüngliche Kate- gorie
1. Grafik/ Qualität	Informations- gabe	Ausrichtung der Anwen- dung auf verschie- dene Ziel- gruppen (z.B. Schrift- größe)	Individuell einstellbare Schriftgröße	<i>5. Verbraucherschutz und Fairness (Part 1)</i>
		Sound- /Sprach- umsetzung von Text bzw. Dialo- gelementen	Sprachumset- zung per Text- bzw. Di- alogelemente	<i>3. Bereitstellen von spielinternen Anwei- sungen und Aufforde- rungen (Part 2)</i>
		Interaktions- elemente sollten sich vom restli- chen En- vironment abgrenzen	Abgrenzung der Interakti- onselemente vom restli- chen Environ- ment	<i>3. Bereitstellen von spielinternen Anwei- sungen und Aufforde- rungen (Part 2)</i>
3. Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen	Tutorials/ Vi- deos	Wenn mög- lich, keine Tutorials verwenden, ansonsten sollen sie im Spiel/Appli- kation ein- gebunden werden	Heranführen an Inhalte: Integration des Tutorials in Anwen- dung	<i>4. Interaktion (Part 2)</i>
	Kennenler- nen/ Erpro- ben einzelner Funktionen	Interaktions- möglichkei- ten verdeut- lichen, Con- troller abbil- den und ggf. während der Betrachtung Tipps geben	Interaktions- möglichkeiten verdeutlichen (z.B. Control- ler abbilden, während der Betrachtung eines Objek- tes Tipps ge- ben)	<i>4. Interaktion (Part 2)</i>

	Klare Zieldefinition	Zielgruppen-gerechtes Game Design mit kurz- und langfristigen Therapie- und Spielzielen	Definition kurz- und langfristiger Ziele	<i>7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation (Part 1)</i>
4. Interaktion	Interaction-Patterns	Bewegungen in VR an die jeweilige gesetzte Aufgabe anpassen.	Geeignete Wahl des Entwurfsmusters von Interaktionen	<i>7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation (Part 1)</i>
	Präsentation des Stimulus	Immersion verbessern: Zusätzliche Hardware nutzen um multimodale sensorische Stimulationen zu ermöglichen: Sound, auch Haptik, eventuell Geruchspender --> (Alle menschliche Sinne ansprechen)	Stimulusart (visuell, auditiv, haptisch, olfaktorisch)	<i>4. Technische Qualität (Part 1)</i>
	Handhabung	Technische Einstellungen sollten möglichst vermieden werden	Unkompliziert	<i>4. Technische Qualität (Part 1)</i>
		Usecase spezifische Controller/Steuerung	Usecase spezifische Steuerung	<i>4. Technische Qualität (Part 1)</i>
		Plug and Play: kein langes Einrichten und Setup	Verzicht auf langes Einrichten und Setup (Plug-and-play)	<i>7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation (Part 1)</i>
		Flow	Flow-Erlebnis	<i>7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation (Part 1)</i>

		Adaption des Spiels bzw. der Anwendung durch das individuelle Biofeedback von Nutzern	Adaption der Anwendungsschwierigkeit durch Einbinden von Feedback-Technologien	7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation (Part 1)
		unterschiedliche Navigationsalternativen anbieten z.B. Drehen durch tatsächliche Bewegung oder Controlleraktion	Navigationsalternativen anbieten z.B. Drehen durch tatsächliche Bewegung oder Controlleraktion	5. Navigation (Part 2)
5. Navigation	Lokomotion	sicheres Lokomotion-System	-	4. Technische Qualität (Part 1)

Tabelle 69: Input der Workshopeteilnehmer*innen des zweiten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 1.-7. des ersten Parts.

Kategorie 1. Medizinische Qualität
Anamnese vor VR-Nutzung
wiss. Grundlage/ interdisziplinäre Entwicklung (Med. + Informatik)
bei Demenz: Inklusion (kognit. Assessment)
Qualifizierte medizinische Schulung des Personals
Abklärung mentale Gesundheit
Validierte Mess-technologien (Eye Tracking, etc.)
Feedbacksystem Nutzer und Betreuer
Wirkungsforschung zu Anwendungen/ Einsatzgebieten
Neurologische und psychologische Validierung
Monitoring von Parameter-Verläufen
Berücksichtigung der medizinischen Anamnese (Vorerkrankungen, insb. visuelle Beeinträchtigungen)
Frühwarn-Systematik
Stringente Kuratierung der Inhalte
Umgang mit/ Beachtung von Cybersickness
Bei Anwendungen im Stehen Sturzgefahr beachten
Kategorie 2. Datenschutz
Wahrung Persönlichkeitsrechte
Zugriffskontrolle
Data Locker - Freigabe der Daten durch User
realistische Umsetzung in der Praxis möglich

Kontrolle über "Auswertungsgrad" der eigenen Daten --> z.B. bei möglicher Früherkennung von Krankheitsbildern
verständliche Aufklärung
Aufklärung der Nutzer und der Angehörigen / gesetzl. Betreuer
Datensparsamkeit
Transparenz
Nutzerrollen Pfleger, Ärzte, Angehörige
Stufensystem (desto sensibler desto mehr DS)
Unterscheidung privater Kontext / Einrichtungskontext notwendig?
Datenschutz zielgruppengerecht erläutern
"Privacy by default"
"barrierefreier" Zugang für die Senioren zur eigenständigen Einstellung der Datenschutzoptionen
Kategorie 3. Informationssicherheit
Benutzerführung: Bereitstellung von Hilfesystemen (z.B. Online-Handbuch)
Automatische Sicherheits-updates
Abhängig vom Datenschutzkonzept
Visuelle Benutzerführung im System
Arbeiten mit vereinheitlichten Symbolen
Verwendung von Seniorengerechten Begrifflichkeiten
Abgrenzung Online/Offline
transparente und sichere Bezahlssysteme
Verschlüsselung
Kategorie 4. Technische Qualität
Sichere (virtuelle) Umgebung (Guardian)
Barrierefreie Anwendung (Inhalt + Nutzung)
Geräte sollten desinfizierbar sein
Von User für User
Passende Ergonomie (Gewicht, etc.)
Wechsel zwischen Bedienung durch Nutzer und Begleitperson einfach möglich
Interaktions-elemente wahrnehmungs- gemäß (Größe Buttons, akustisch, etc.)
Visueller Detailgrad (übersichtlich)
Nachvollziehbarkeit von außen, was der Nutzer sieht und tut
gute UI/UX
schnell abnehmbar
möglichst leicht
Einhändige Bedienung
Sprachsteuerung
Bedienung von außen, z.B. App
Seniorengerechtes Audio
Wartezeiten minimieren
Anpassbarkeit/ Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen
intuitive Bedienung möglich (Augen/Gesten)
Handtracking oder sehr einfache Controller bzw. keine Controller
Sprache leicht verständlich, Z.B. keine englischen Begriffe
Darstellbarkeit auf Beamer/ Tablet für Begleitperson

Kategorie 5. Verbraucherschutz und Fairness	
<i>Eingabe(fehler) leicht korrigierbar</i>	
<i>Angebot zur Nutzerbetreuung</i>	
<i>barrierefreier Support</i>	
<i>kostenlos oder günstig</i>	
<i>Gender-gerechter Content (Videos u.ä.)</i>	
<i>realisierbare Update Strategien</i>	
<i>transparente Geschäftsmodelle</i>	
<i>Testmöglichkeiten & kurze Vertragslaufzeiten bei Abomodellen</i>	
<i>keine versehentlichen In-App-Käufe</i>	
<i>langfristige Angebote & Support</i>	
Kategorie 6. Interoperabilität	
<i>Möglichkeit zur Datenverarbeitung ohne Programmier-kenntnisse</i>	
<i>Gewährleistung guter Schnittstellentauglichkeit bei Nutzung mehrerer Technologien</i>	
<i>Offenheit des Quellcodes und der Inhalte</i>	
<i>Verbindung AR/VR</i>	
<i>Verwendung auf mehreren "Generationen" von Systemen</i>	
Kategorie 7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation	
<i>Versch. Level -> Ziel</i>	
<i>Belohnungs-system</i>	
<i>Einhändige Bedienung</i>	
<i>Sprachsteuerung</i>	
<i>Vielfalt</i>	
<i>Zielgruppenspezifische Angebote / Anwendungen</i>	
<i>Gamification</i>	
<i>Individualisierung</i>	
<i>Erlebnisse in der Gruppe (soziale M.)</i>	
<i>Trainingspläne</i>	
<i>Anpassungen: Dauer Tempo Wiederholungen</i>	
<i>Einbezug von Angehörigen, z.B. Enkeln</i>	
<i>Verständliche Sprache</i>	
<i>Auswahlmöglichkeiten neigungsentsprechend</i>	
<i>AI Implementierung zur Anwendungsoptimierung</i>	
<i>Lebenswelt-nah oder besondere Erlebnisse?</i>	
<i>Teilnahme in der Gruppe, gemeinsame Erlebnisse</i>	
<i>Automatische, dynamische Anpassung von Schwierigkeitsgraden an die Nutzer*innen</i>	

Tabelle 70: Input der Workshopteilnehmer*innen des zweiten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 1.-5. des zweiten Parts.

Kategorie 1. Grafik/ Qualität	
Umsetzung	Beschreibung
<i>Keine langen Texte</i>	<i>Kurze, verständliche Informationsgabe</i>
<i>Starker Kontrast zwischen Vorder- & Hintergrund</i>	<i>Räumliche Zuordnung, Immersion</i>
<i>Farbraum: Warme Farben wählen</i>	<i>Farbpsychologie, wohliges Gefühl</i>

<i>stereoskopischer Content</i>	<i>optimale Immersion</i>
<i>Größe der Interaktionselemente</i>	<i>senso-motorische Unschärfe bei Senior*innen</i>
<i>vereinheitlichte Symboliken</i>	-
<i>einfache Sprache</i>	<i>möglichst Voraussetzungsfrei oder über Piktogramme, Vermeidung von engl. Begriffen</i>
<i>deutsche Beschreibung</i>	<i>keine englischen Begriffe</i>
<i>Grafische Qualität an Bedarf anpassbar</i>	<i>Unschärfe kann unterstützen zwischen Realität und VR weiterhin unterscheiden zu können</i>
<i>Übersichtliche Menüstruktur</i>	<i>Intuitives Mapping</i>
<i>zielgruppengerechte Symbole</i>	<i>z.B. Plattenspieler statt mp3-Player</i>
<i>Interaktionsmodus der Generation anpassen</i>	<i>früher eher mechanische Interaktion, iPhone-Generation kam später</i>
<i>Größe und Kontrast der Schrift einstellbar</i>	
<i>Geringe Latenz</i>	-
Kategorie 2. 3D-Charakter/ Avatar	
Umsetzung	Beschreibung
<i>Avatar: Nicht zu ernst, empathisch</i>	<i>Akzeptanz des Avatars/ deren Anweisungen</i>
<i>Virtuelle Bew. entsprechen tatsächlichen Bew.</i>	<i>sense of presence</i>
<i>Glaubwürdiger Charakter</i>	<i>Akzeptanz, Identifikation, Wiedererkennung</i>
<i>Frequenz der Interaktion</i>	<i>Störung vs. Langeweile</i>
<i>Avatar selbst wählbar</i>	<i>schafft Verbundenheit</i>
<i>uncanny valley-Effekt vermeiden</i>	<i>eher abstrahiert als zu menschenähnlich</i>
<i>Tonus und Stimmlage</i>	<i>ruhig, langsam, freundlich</i>
<i>Gender- und generationengerechte Auswahl</i>	-
<i>verständliche Ausdrucksweise</i>	-
<i>Individualdistanz wahren</i>	<i>nicht in Nutzer*in "reinlaufen" etc.</i>
<i>Bewegungen des Avatars individualisierbar</i>	<i>Schnelligkeit / Ruhe</i>
<i>Keine allzu plötzliches Auftreten</i>	<i>kann ängstigen</i>
Kategorie 3. Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen	
Umsetzung	Beschreibung
<i>Nutzungsdauer</i>	<i>max. 30 Min</i>
<i>In-Game Assistenz-methoden</i>	<i>Richtungspfeile, Non player characters, Schilder...</i>
<i>Tutorials/ Videos</i>	<i>Heranführen an Inhalte</i>
<i>Wiederholung/ Erinnern von Anweisungen</i>	<i>Interaktionsmöglichkeiten hervorheben, Kurzhinweis</i>
<i>Zielgruppenspezifische Anwendungsdauer</i>	<i>Berücksichtigung von Konzentrations- und Auffassungsgabe / Ressourcen - Vermeidung von Überforderung / Unterforderung</i>

<i>schnell erreichbare Hilfefunktion</i>	<i>ohne das laufende Programm beenden zu müssen</i>
<i>jederzeit Pause-Möglichkeit</i>	-
<i>Durchführung im Sitzen ermöglichen</i>	-
<i>In-Game Assistenzmethoden</i>	<i>Assistenz durch "Mitspieler"</i>
<i>eher akustische als visuelle Anweisungen bzw. Optionen anbieten</i>	<i>visuelle Anleitungen lenken eher ab wenn Inhalte visuellgeprägt sind</i>
<i>Feedback einholen</i>	<i>geht es Ihnen gut?</i>
<i>Online Asssistenzsysteme</i>	-
Kategorie 4. Interaktion	
Umsetzung	Beschreibung
<i>Intuitive Bedienung</i>	<i>Für Ausführung: kein techn. Fachwissen nötig</i>
<i>Erfassen/ Speichern/ Auswerten der Leistungen</i>	<i>Zeit, Anzahl Wdh., Erfolg/ Misserfolg...</i>
<i>Beachten persönl. Faktoren</i>	<i>physische/ psychische Einschr., Cybersickness</i>
<i>Interaktion durch Handerkennung</i>	<i>Anwenderfreundlich</i>
<i>Wettbewerbs-charakter</i>	<i>gegen andere spielen</i>
<i>Entwicklungen anzeigen</i>	<i>verbessern/verschlechtern sich Leistungen?</i>
<i>Soziale Interaktionen</i>	-
Kategorie 5. Navigation	
Umsetzung	Beschreibung
<i>Bestätigungen platzieren</i>	<i>Änderungen, Abbruch etc.</i>
<i>Menü-Nav.</i>	<i>wenige Eingaben, möglichst kein Tippen</i>
<i>Steuerung</i>	<i>Joystick nicht empfohlen</i>
<i>Spiegeln</i>	<i>Hilfestellungen von außen möglich</i>
<i>Egomotion virtuell vermeiden</i>	<i>deckt sich nicht mit eigenem statischen Verhalten > Cybersickness</i>
<i>Einfachheit</i>	<i>Sprache, Gesten, Augen</i>
<i>Intuitive Menüführung entsprechend bereits allgemeingültiger User Führungen</i>	-

Tabelle 71: Darstellung des Transferprozesses der Ergebnisse des zweiten Expert*innen-workshops.

Part 1: Allgemeine Kriterien					
Katego- rie	Subka- tegorie	Kriterium (V3 _{fi- nal})	Ergebnis (W2)	Umformulie- rung (V3 _{final})	Ur- sprüngli- che Kate- gorie
3. Qualitätsanforderungen	3.2 Nutzer*innenbezogene Sicherheit	3.2.2 Passende Brillenergonomie	Passende Er- gonomie (Ge- wicht, etc.)	Die VR-Brille sollte mög- lichst leicht und schnell abnehmbar sein	4. Techni- sche Qua- lität (Part 1)
			möglichst leicht		
			schnell ab- nehmbar		
		3.2.3 Wechsel der Bedienbar- keit	Wechsel zwi- schen Bedie- nung durch Nutzer und Be- gleitperson ein- fach möglich	Es sollte ein Wechsel zwi- schen der nut- zenden Per- son und einer außenstehen- den Person möglich sein, sodass die außenste- hende Person Zugriff auf die Inhalte hat und möglich- erweise Hilfe- stellungen ge- ben kann/ Än- derungen vor- nehmen kann, ohne dass die nutzende Per- son die VR- Brille/ das VR- Headset able- gen muss.	4. Techni- sche Qua- lität (Part 1)
			Bedienung von außen, z.B. App		
4. Verbrau- cherschutz	4.2 Transpa- renz	4.2.2 Transpa- rente Ge- schäftsmodelle	transparente und sichere Be- zahlssysteme	Bei Nutzung von Bezahl- systemen soll- ten diese transparent und sicher sein.	3. Infor- mationssi- cherheit (Part 1)

Part 2: VR-spezifische Kriterien					
Katego- rie	Subka- tegorie	Kriterium (V3_{fi- nal})	Ergebnis (W2)	Umformulie- rung (V3_{final})	Ur- sprüngli- che Kate- gorie
1. Grafik/ Qualität	1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen	1.1.5 Content Design	Wartezeiten minimieren	Zeiträume, in denen die nutzende Person warten muss (z.B. wenn die Anwendung lädt), sollte möglichst auf einem Minimum gehalten werden	4. Technische Qualität (Part 1)
			2D vs. 3D; 3D: Größere Immersion, stärkeres Präsenzgefühl und größere Akzeptanz (Man fühlt sich angesprochen, Teil der Welt, Aufgabe wird ernster genommen..)	Mit 3D wird eine größere Immersion erreicht im Vergleich zu 2D. Dadurch ist das Präsenzgefühl stärker.	5. Navigation (Part 2)
	1.2 Nutzer*innenbezogen	1.2.2 Interaktionselemente	Interaktionselemente wahrnehmungsgemäß (Größe Buttons, akustisch, etc.)	Aufgrund von teilw. vorliegender sensorischer Unschärfe bei Senior*innen sollten die Interaktionselemente groß sein.	4. Technische Qualität (Part 1)
		1.2.2 Interaktionselemente	Arbeiten mit vereinheitlichten Symbolen	Zudem sollte mit vereinheitlichten Symbolen gearbeitet werden.	3. Informationssicherheit (Part 1)
		1.2.3 Sprache	Verwendung von Senioren-gerechten Begrifflichkeiten	Es sollten senior*innengerechten Begrifflichkeiten verwendet werden.	3. Informationssicherheit (Part 1)

		1.2.3 Sprache	Sprache leicht verständlich, Z.B. keine englischen Begriffe	Fremdsprachige, nicht eingedeutschte Begriffe sollten vermieden werden.	4. Technische Qualität (Part 1)
		1.2.4 Benutzeroberfläche	Visuelle Benutzerführung im System	Die Benutzerführung sollte deutlich sein, sodass Auswahlmöglichkeiten sowie erfolgte Auswahlen für die nutzende Person ersichtlich werden.	3. Informationssicherheit (Part 1)
		1.2.5 Audio	Seniorengerechtes Audio	Die Audioeinstellung sollte individuell sein, sodass sie nach Belieben gewählt werden kann. Ablenkungen durch unerwünschte Geräusche sollten vermieden werden.	4. Technische Qualität (Part 1)
2. 3D Charakter/ Avatar	2.2 Behaviorismus	2.2.2 Tonus und Stimmlage	Verständliche Sprache	Die Ausdrucksweise sollte altersgerecht und verständlich sein	7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation (Part 1)
3. Bereitstellen von spielinternen Anweisen	3.1 Didaktik	3.1.4 Feedback	Feedbacksystem Nutzer und Betreuer	Es sollte vor, während und nach Anwendungsnutzung die Frage nach dem Befinden der nutzenden Person geklärt werden.	1. Medizinische Qualität (Part 1)

4. Interaktion	4.1 Funktionalitäten	4.1.1 Bedienung	Einhändige Bedienung	Die Bedienung sollte je nach Use Case einhändig erfolgen, um einfache, unkomplizierte und schnelle Interaktionen durchführen zu können.	4. Technische Qualität (Part 1) und 7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation (Part 1)
			Sprachsteuerung	Sofern der Anwendungskontext es anbietet, kann mit einer Sprachsteuerung gearbeitet werden.	4. Technische Qualität (Part 1) und 7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation (Part 1)
			intuitive Bedienung möglich (Augen/Gesten)	Die Bedienung mit dem VR-Headset/ mit der VR-Hardware (Steuerung Controller, Handtracking, An-/ Ausschalten) sowie die Bedienung in der virtuellen Umgebung (Interaktionsmechanismen) sollte intuitiv und anwender*innenfreundlich sein.	4. Technische Qualität (Part 1)
			Handtracking oder sehr einfache Controller bzw. keine Controller	Es sollte das Handtracking oder eine einfache Controllerbedienung gewählt werden.	4. Technische Qualität (Part 1)
			Motorische Lernfunktionen einbauen; Aktivierung motorische Gehirnareale, gezielte	Es sollten motorische Lernfunktionen eingebaut werden, um motorische	7. Navigation (Part 2)

6. Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue			Stimulierung, teilw. Reorganisation des sensomotorischen Kortex	Gehirnareale zu aktivieren. Die Stimulierung sollte gezielt erfolgen und den sensomotorischen Kortex ansprechen.	
			Repetitives Training	Handlungen sollten repetitiv bzw. ähnlich sein, ohne nervend zu wirken	7. Navigation (Part 2)
	4.2 Regulierung	4.2.1 Auswertung/ Entwicklungen	Monitoring von Parameter-Verläufen	Die Anwendung könnte daraufhin adaptiv angepasst werden. Verschiedene Parameter sollten hierzu zuverlässig getrackt werden.	1. Medizinische Qualität (Part 1)
	6.1 Nutzbarkeit	6.1.3 Konfiguration	Frühwarn-Systematik	Es sollte auf Über-/ Unterforderung der nutzenden Person geachtet werden (z.B. mittels Parameter-Monitoring, Frühwarn-Systematik).	1. Medizinische Qualität (Part 1)
	6.2 Zielgruppenorientierung	6.2.1 Anpassbarkeit/ Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen	Gender-gerechter Content (Videos u.ä.)	Der Content sollte gendergerecht gewählt werden.	5. Verbraucherschutz und Fairness (Part 1)
		6.2.3 Nutzerfreundlichkeit	Soziale Interaktionen	Es sollte eine soziale Interaktion (direkt oder Indirekt) ermöglicht werden.	4. Interaktion (Part 2)

Tabelle 72: Exkludierte Kriterien bzw. Erläuterungen der Workshopergebnisse des zweiten Expert*innenworkshops.

Part 1: Allgemeine Kriterien		
Kategorie	Ergebnis: Kriterium bzw. Erläuterung	Grund der Exklusion
1. Medizinische Qualität	bei Demenz: Inklusion (kognit. Assessment)	Dopplung bzw. Verallgemeinerung mit vgl. „Abklärung mentale Gesundheit“
	Validierte Mess-technologien (Eye Tracking, etc.)	Angabe zu spezifisch
	Stringente Kurantierung der Inhalte	unklare Formulierung
	Umgang mit/ Beachtung von Cybersickness	Dopplung, vgl. "Beachtung von Nebenwirkungen"
2. Datenschutz	Data Locker - Freigabe der Daten durch User	Dopplung, vgl. "Abgabe der Einwilligung durch aktive Handlung"
	realistische Umsetzung in der Praxis möglich	unklare Formulierung
	Kontrolle über "Auswertungsgrad" der eigenen Daten --> z.B. bei möglicher Früherkennung von Krankheitsbildern	Angabe zu spezifisch
	Datensparsamkeit	Dopplung, vgl. "Datenminimierung und Angemessenheit"
	Transparenz	Dopplung, vgl. "Transparente Darstellung zur Datenverarbeitung/ -verwertung"
	Nutzerrollen Pfleger, Ärzte, Angehörige	Dopplung, vgl. "Zugriffskontrolle"
	Stufensystem (desto sensibler desto mehr DS)	unklare Formulierung
	Unterscheidung privater Kontext / Einrichtungskontext notwendig?	unklare Formulierung
	"Privacy by default"	Dopplung, vgl. "Einhaltung Datenschutzrechtlicher Vorgaben"
3. Informationssi-	Abhängig vom Datenschutzkonzept	unklare Formulierung
	Abgrenzung Online/Offline	unklare Formulierung
	Verschlüsselung	Dopplung, vgl. "2.1.4 Datensicherheit"
4. Technische Qualität	Geräte sollten desinfizierbar sein	Dopplung, vgl. "3.1.2 Hygiene"
	Von User für User	unklare Formulierung
	Visueller Detailgrad (übersichtlich)	unklare Formulierung

	Nachvollziehbarkeit von außen, was der Nutzer sieht und tut	Dopplung, vgl. "3.2.4 Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation"
	gute UI/UX	zu allgemeine Formulierung
	Anpassbarkeit/ Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen	Dopplung, vgl. "6.2.1 Anpassbarkeit/ Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen"
5. Verbraucher-schutz und Fair-	realisierbare Update Strategien	zu unkonkrete Formulierung
	transparente Geschäftsmodelle	Dopplung, vgl. "4.2.2 Transparente Geschäftsmodelle"
6. In-terope-	Verbindung AR/VR	Unklare Formulierung
7. Nutzer*innenfreundlichkeit und Motivation	Auswahlmöglichkeiten neigungsent-sprechend	Dopplung, vgl. "6.2.1 Anpassbarkeit/ Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen"
	Lebenswelt-nah oder besondere Er-lebnisse?	Unklare Formulierung
	Teilnahme in der Gruppe, gemein-same Erlebnisse	Dopplung, vgl. "6.1.2 Protokollie-rung"
	Automatische, dynamische Anpas-sung von Schwierigkeitsgraden an die Nutzer*innen	Dopplung, vgl. "6.1.3 Konfiguration"
Part 2: Spezifische Kriterien		
Kategorie	Ergebnis: Kriterium bzw. Erläute-rung	Grund der Exklusion
1. Grafik/ Qualität	Geringe Latenz	Dopplung, vgl. "Vermeidung von Latenz"

2- 3D-Charakter/ Avatar	Frequenz der Interaktion; Störung vs. Langeweile	Angabe zu unspezifisch
	uncanny valley-Effekt vermeiden, eher abstrahiert als zu menschenähnlich	Dopplung, vgl. "Naturalistisches Aussehen"
	Bewegungen des Avatars individualisierbar; Schnelligkeit / Ruhe	Angabe zu unspezifisch
3. Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und	Durchführung im Sitzen ermöglichen	zu allgemeine Angabe, kann/ soll nicht immer erfüllt werden
	In-Game Assistenzmethoden; Assistenz durch "Mitspieler"	Dopplung, vgl. "In-Game Assistenzmethoden"
	Online Assistenzsysteme	Dopplung, vgl. "Langfristiger Support"
4. Interaktion	Interaktion durch Handerkennung; Anwenderfreundlich	Dopplung, vgl. "Bewertung Handtracking vs. Controller"
	Wettbewerbscharakter; gegen andere spielen	Dopplung, vgl. "Leistungsvergleich"
	Entwicklungen anzeigen; verbessern/verschlechtern sich Leistungen?	Dopplung, vgl. "Leistungsvergleich"
5. Navigation	Einfachheit; Sprache, Gesten, Augen	Dopplung, vgl. "Handhabung"
	Zusammenführung von visuellen und propriozeptiven Informationen, sodass Senior*innen ihren Körper neu wahrnehmen	Dopplung, vgl. "Propriozeption"
	Adaption (Anpassen Schwierigkeitsgrad)	Dopplung, vgl. "Handhabung"
	Integration exekutiver Funktionen und neuromuskulärer/ motorischer Funktionen	zu spezifische Angabe
	Berücksichtigung kognitiver und physischer Limitationen	Dopplung, vgl. "(Vor-)erkrankungen beachten"

Tabelle 73: Darstellung der Szenenkonfigurationen der einzelnen Iterationen von TE 2-8.

	FS	GK	QH	TL	VA	EM	
TE Zwei							
Szene	1	1	1	2	1	1	2
							8
2	1	2	2	1	2	2	10
3	2	1	2	1	2	2	10
4	2	1	2	2	2	1	10
5	1	2	3	1	2	2	11
6	3	1	2	2	2	1	11
7	3	2	2	2	1	1	11
							71
Drei							
1	3	2	1	1	2	1	10
2	2	1	2	2	2	2	11
3	3	2	2	1	1	2	11
4	1	1	3	2	2	3	12
5	2	2	2	1	3	2	12
6	2	2	2	2	2	2	12
7	2	2	3	2	2	2	13
							81
Vier							
1	4	1	2	1	1	1	10
2	3	1	2	1	2	3	12
3	2	3	3	2	1	2	13
4	3	2	3	1	2	2	13
5	1	2	3	2	3	3	14
6	2	2	3	2	2	3	14
7	3	2	4	2	2	2	15
							91
Fünf							
1	3	1	3	2	2	2	13
2	4	2	2	1	1	3	13
3	3	2	3	2	2	2	14
4	4	2	3	1	1	3	14
5	2	2	4	2	2	3	15
6	2	3	4	2	3	2	16
7	3	2	4	3	2	2	16
Sechs							
1	2	2	3	3	2	3	15
2	3	3	2	2	2	3	15
3	3	3	2	2	3	2	15
4	3	2	4	2	3	2	16
5	4	2	3	3	2	2	16
6	2	3	4	2	3	3	17
7	4	2	3	2	3	3	17
							111
Sieben							
1	2	3	3	1	3	3	15
2	3	2	3	2	3	3	16
3	3	3	3	2	3	3	17
4	4	2	4	3	2	2	17
5	4	3	4	2	3	2	18
6	3	3	4	3	3	3	19
7	4	3	4	3	2	3	19
							121
Acht							
1	4	3	4	1	3	3	18
2	4	3	4	3	1	3	18
3	4	3	4	3	3	1	18
4	4	3	4	2	3	3	19
5	4	3	4	3	2	3	19
6	4	3	4	3	3	2	19
7	4	3	4	3	3	3	20
							131

Tabelle 74: Input der Workshopteilnehmer*innen des dritten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 1.-5. des ersten Kapitels.

Kategorie 1. Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte
Abgesichertes Wissen der Inhalte
Wissen med. Inhalte → Quellen/ Nachweise woher
Aktualität
Leitlinien/ Empfehlungen
Quellen angeben
Abgesichertes Wissen der Inhalte
Anamnese/ Abfrage Gesundheitsstatus, Erfahrungen, Befinden
Medikamentenabfrage
Mobilitätsabfrage/ -test
VR-Erfahrungen
Technik/ Anschlüsse/ Verbindungen bekannt
Gutes VR-Brillenmodell
Virenschutz o.Ä.
Entspannung
Wichtigkeit des Themas z.B. Geschichtliches und Typisches für eine Episode etc.
Kategorie 2. Datenschutzbestimmungen
Zwecke für die Speicherung
Welche Daten? Wie viele Daten? Wo Speicherung?
Freiwillige Zustimmung
DSGVO!
Überprüfung/ Aktualisierung
Speicherziel u. Zweck
Zustimmung
Schriftl. Freiwillige Einwilligung und Widerruf möglich
Zugang
Anwendung und persönliche Daten bei den Ergebnissen trennen
Wer entscheidet ob Daten gesammelt werden dürfen?
Datensammlung für welche Zwecke mit welchen Konsequenzen
Kategorie 3. Qualitätsanforderungen
Technische Sicherheit
Strapazierfähigkeit Technik/ Unempfindlichkeit
Reinigung
Nutzer*innenbezogene Sicherheit
Irgendwo Gegenlaufen vermeiden/ Sicherheit
Angenehm zu tragen (Hörgeräte, Brille...)
Hilfe von Trainerin
Spiegelung
Gute Audioqualität, deutliche Sprache
Mehrwert der VR
Bildschärfe
Knöpfe müssen zu ertasten sein! (Form, Oberfläche)

Kategorie 4. Verbraucherschutz
Service (z.B. Hotline...)
Hotline Service-Center
Youtube Anwendungen erklären häufige Fehler
Hilfe im Laden
Zusätzliche Anforderungen für Nutzung klar kommunizieren, damit VR-System funktioniert.
Aktuelle Versionen → auf den neusten Stand: einfach; automatisch
Abo-Fallen vermeiden
Newsletter
Kategorie 5. Interoperabilität
(Gesundheits-)Daten einheitlich überführen/ speichern
Kombination mit anderen Technologien
Anschlüssen einheitlich
Nicht nur berieseln lassen, den Zuschauer interaktiv mit einbeziehen
Nicht suchen, wo man die VR anwenden kann sondern entwickeln, was die Zielgruppe braucht

Tabelle 75: Input der Workshopteilnehmer*innen des dritten Expert*innenworkshops zu den Kategorien 1.-6. des zweiten Kapitels.

Kategorie 1. Grafik/ Qualität
Die Dimensionen waren gut dargestellt.
Die Farben waren schön gewählt. Sehr passend.
Farbgestaltung? Realistisch? Märchenhaft?
Sehr detaillierte Objektgestaltung → „reale Wirkung“
Hoher Detailgrad
Szenen wirkten echt.
Direkte Reaktionen auf Aktionen. Kein Verzug.
Geschwindigkeit Bilderfolge
HD Qualität High Definition
Bildschärfe
Keine langen Texte, das war gut.
Große Knöpfe
Gut verständlich
Verständliche Sprache
Einheitliche Gestaltung
Man konnte die (Umgebungs-)Geräusche alle gut hören
Schwindelgefühl
Perspektive
Kategorie 2. 3D-Charakter/ Avata
Empathie
Schön war, dass der Mann im Übungslevel „echt“ war und keine Comicfigur
Natürlich
realistisch
Der Mann im Übungslevel wirkte sympathisch
Verständliche Ansagen

Gut verständlich
Kategorie 3. Anwendungsinterne Anweisungen/ Aufforderungen
Das Üben am Anfang war hilfreich
Übungssequenz gab Sicherheit
Durch Hinweise → Nicht geschafft + Kreise wusste man wohin man gehen muss
Ziel der Anwendung war gut verständlich
Die Fragen gaben einem die Möglichkeit sich zu äußern. Das war gut.
Schön war, dass der Mann in der Übungsszene viel gelobt hat (wenn man erfolgreich den Kreis passiert hat).
Informationen waren klar
Dauer war gut
Guter schöner Raum
Angenehme Atmosphäre (Räumlichkeiten → gut erreichbar, Fahrstuhl etc.)
Klare Menüauswahl
Unterschied zwischen realen Controller und dargestelltem Bedienfeld
Kategorie 4. Interaktion
Bedienung mit der Hand war gut
Die Knöpfe konnte man leicht anklicken, das war gut.
Schnelle Reaktion der Technik → Knöpfe
Man konnte sich so bewegen, wie man wollte und konnte
Straßenanwendung = sehr wichtiges Beispiel (für uns alle relevant)
Leistungsspeicherung
Körperempfinden
Hilfestellung als Stimme im Hintergrund
Kategorie 5. Navigation
Das Knöpfe drücken war gut → weniger techn. Schnick Schnack
Kreise gaben gute Hinweise
Man brauchte viel Platz aber ging gut
Große Bewegungsvielfalt ohne Schwindel o.Ä.
Das kontinuierliche Bewegen fand ich gut
Gutes Bewegungsempfinden, Brille könnte Bewegungen auswerten → wäre noch besser
Wunsch: Returntaste
Liste der Gebärdensprache für Handtracking
Einführung in die verschiedenen Funktionen
Funktionen Stichwörter im Display anzeigen
Kategorie 6. Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue
Es sollte motivierend sein und Freude bereiten
Rückmeldung wie gut/ schlecht ich war
Abfrage des aktuellen Befindens (an dem Tag)
Automat. Anpassung vom Schwierigkeitslevel
Hilfestellung geben, wenn notwendig
Unsere (Senioren)-Interessen beachten
Nicht zu lange, nicht zu kurz
Vielleicht gibt es sowas auch für Zuhause?
Kostenlos! Oder nur geringe Kosten
Genug Informationen, Anleitung und auch einen Ansprechpartner für Fragen

<i>Streaming/ Abomodell statt Programmkauf</i>
<i>Verzicht auf sofortige Bewertung</i>
<i>Nach der ersten begeisterten Anwendung wird das Gerät immer mehr herumstehen, weil es kompliziert in der Anwendung ist</i>
<i>Ausleihen in Büchereien, nicht nur kaufen</i>

Tabelle 76: Darstellung des Transferprozesses der Ergebnisse des dritten Expert*innen-workshops.

Kategorie	Subkategorie	Kriterium (V4_{final})	Ergebnis (W3)	Umformulierung (V4_{final})	Ursprüngliche Kategorie
1. Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte	1.2 Anwendungssicherheit (vor/ während der Nutzung)	1.2.3 Beurteilung Cyber-/ Motionsickness	Schwindelgefühl	Exklusion aufgrund von Dopplung, vgl. „1.2.3 Beurteilung Cyber-/ Motionsickness“	1. Grafik/ Qualität (Kapitel 2)
3. Qualitätsanforderungen	3.2 Nutzer*innenbezogene Sicherheit	3.2.3 Wechsel der Bedienbarkeit	Hilfestellung als Stimme im Hintergrund	Exklusion aufgrund von Dopplung, vgl. „3.2.3 Wechsel der Bedienbarkeit“	4. Interaktion (Kapitel 2)
		3.2.4 Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation	Perspektive	Exklusion aufgrund von Dopplung, vgl. „3.2.4 Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation“	1. Grafik/ Qualität (Kapitel 2)

4. Verbraucherschutz	4.1 Zugänglichkeit	4.1.2 Nutzungs-konditionen	Ausleihen in Büche-reien, nicht nur kaufen	Neben dem Erwerb der Anwendung sollte die Op-tion des Streamings bzw. Auslei-hens über-dacht wer-den. Das Auslei-hen kann sich neben VR-Anwen-dungen auch möglicher-weise auf VR-Techno-logien bezie-hen.	6. Förde-rung der Nutzer*in-nenmotiva-tion und Nutzungs-treue (Kapi-tel 2)
			Streaming/ Abomodell statt Pro-grammkauf	Neben dem Erwerb der Anwendung sollte die Op-tion des Streamings bzw. Auslei-hens über-dacht wer-den.	6. Förde-rung der Nutzer*in-nenmotiva-tion und Nutzungs-treue (Kapi-tel 2)
		Kapitel 2: VR-spezifische Kriterien			
Kategorie	Subkate-gorie	Kriterium (V4 _{final})	Ergebnis (W3)	Umformulie-rung (V4 _{final})	Ursprüngli-che Kate-gorie
1. Grafik/ Qualität	1.1 Objektbezogen/ Umge-bungsbezogen	1.1.5 Content De-sign	Bildschärfe	Exklusion aufgrund von Dopplung, vgl. „1.1.5 Content De-sign“	3. Qualitäts-anforderun-gen (Kapitel 1)

	1.2 Nutzer*innen-bezogen	1.2.5 Audio	Gute Audioqualität, deutliche Sprache	Exklusion aufgrund von Dopplung, vgl. „1.2.5 Audio“	3. Qualitätsanforderungen (Kapitel 1)
3. Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen	3.1 Didaktik	3.1.4 Feedback	Abfrage des aktuellen Befindens (an dem Tag)	Exklusion aufgrund von Dopplung, vgl. „3.1.4 Feedback“	6. Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue (Kapitel 2)
			Verzicht auf sofortige Bewertung	Von einer Bewertung der VR-Anwendung nach erster Nutzung sollte abgesehen werden	
4. Interaktion	4.1 Funktionalitäten	4.1.1 Handhabung	Entspannung	Exklusion aufgrund von Dopplung, vgl. „4.1.1 Handhabung“	1. Qualitätssicherung med./ ges. Inhalte (Kapitel 1)
			Unterschied zwischen realen Controller und dargestelltem Bedienfeld		3. Anwendungsinterne Anweisungen/Aufforderungen (Kapitel 2)
			Liste der Gebärdensprache für Handtracking	Bei der Verwendung des Handtrackings sollte über die Gestensteuerung aufgeklärt werden, indem die einzelnen Befehle vermittelt werden.	5. Navigation (Kapitel 2)

		4 1.2 Gestaltung/ Funktionalität	Nicht nur berieseln lassen, den Zuschauer interaktiv mit einbe- ziehen	Exklusion aufgrund von Dopplung, vgl. „4 1.2 Gestaltung/ Funktionali- tät“	5. Interope- rabilität (Ka- pitel 1)
		4.1.3 Bewertung der Relevanz	Mehrwert der VR	Es sollte die Güte bzw. Adäquatheit von VR be- wertet wer- den und, ob VR als ge- eignetes Me- dium im Ver- gleich zu an- deren Tech- nologien/ Darstellungs- möglichkei- ten für das Vorhaben gilt	3. Qualitäts- anforderun- gen (Kapitel 1)
			Wichtigkeit des The- mas z.B. Geschichtli- ches und Typisches für eine Episode etc.	Exklusion aufgrund von Dopplung, vgl. „4.1.3 Bewertung der Rele- vanz“	1. Qualitäts- sicherung med./ ges. Inhalte (Ka- pitel 1)
	5. Navigation	5.1.1 Menü-Steue- rung	Klare Me- nüauswahl	Exklusion aufgrund von Dopplung, vgl. „5.1.1 Menü-Steue- rung“	3. Anwen- dungsinterne An- weisungen/ Aufforde- rungen (Ka- pitel 2)
		5.1.2 Systeme der Steuerung	Knöpfe müssen zu ertasten sein! (Form, Oberfläche)	Exklusion aufgrund von Dopplung, vgl. „5.1.2 Systeme der Steuerung“	3. Qualitäts- anforderun- gen (Kapitel 1)

6. Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue	6.1 Nutzbarkeit	6.1.1 Motivation	Newsletter	Durch die Bereitstellung von Neuigkeiten im VR-Kontext (z.B. in Form eines Newsletters) bleibt die nutzende Person informiert.	4. Verbraucherschutz (Kapitel 1)
	6.2 Zielgruppenorientierung	6.2.1 Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen	Nicht suchen, wo man die VR anwenden kann sondern entwickeln, was die Zielgruppe braucht	Es sollte eine Interessensbekundung erfolgen, sodass Themen und Bedarfe, die die Senior*innen berühren, berücksichtigt werden.	5. Interoperabilität (Kapitel 1)

Tabelle 77: Exkludierte Kriterien bzw. Erläuterungen der Workshopergebnisse des dritten Expert*innenworkshops.

Kapitel 1: Allgemeine Kriterien		
Kategorie	Ergebnis: Kriterium bzw. Erläuterung	Grund der Exklusion
1. Medizinische Qualität	Abgesichertes Wissen der Inhalte	Dopplung, vgl. „1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert“
	Wissen med. Inhalte à Quellen/ Nachweise woher	Dopplung, vgl. „1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert“
	Aktualität	Dopplung, vgl. „1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards“
	Leitlinien/ Empfehlungen	Dopplung, vgl. „1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren“
	Quellen angeben	Dopplung, vgl. „1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung“
	Anamnese/ Abfrage Gesundheitsstatus, Erfahrungen, Befinden	Dopplung, vgl. „1.2.1 Beurteilung des Gesundheitsstatus und 1.2.4 Beurteilung von Sturz-/ Verletzungsrisiko bei VR-Anwendungsgebrauch“
	Medikamentenabfrage	Dopplung, vgl. „1.2.1 Beurteilung des Gesundheitsstatus“
	Mobilitätsabfrage/ -test	Dopplung, vgl. „1.2.2 Beurteilung physisch/ psychischer Eignung“
	VR-Erfahrungen	Dopplung, vgl. „1.2.3 Beurteilung Cyber-/ Motionsickness“
	Schwindelgefühl	Dopplung, vgl. „1.2.3 Beurteilung Cyber-/ Motionsickness“
	Technik/ Anschlüsse/ Verbindungen bekannt	Dopplung, vgl. „1.2.5 Angemessener Umgang mit Technologie“
	Gutes VR-Brillenmodell	Dopplung, vgl. „1.2.6 Absicherung der Hardware“
	Virenschutz o.Ä.	Dopplung, vgl. „1.2.7 Absicherung der Inhalte“
2. Datenschutz	Zwecke für die Speicherung	Dopplung, vgl. „2.1.1 Zweckbindung“
	Welche Daten? Wie viele Daten? Wo Speicherung?	Dopplung, vgl. „2.1.2 Erforderlichkeit und Datensparsamkeit“

	Freiwillige Zustimmung	Dopplung, vgl. „2.1.3 Einwilligung“
	DSGVO!	Dopplung, vgl. „2.1.4 Datensicherheit“
	Überprüfung/ Aktualisierung	Dopplung, vgl. „2.1.5 Gewährleistung der Authentizität der Daten“
	Speicherziel u. Zweck	Dopplung, vgl. „2.1.6 Informationssicherheit“
	Wer entscheidet ob Daten gesammelt werden dürfen?	Dopplung, vgl. „2.1.2 Erforderlichkeit und Datensparsamkeit“
	Zustimmung	Dopplung, vgl. „2.2.1 Datenschutzrecht“
	Anwendung und persönliche Daten bei den Ergebnissen trennen	Dopplung, vgl. „2.2.1 Datenschutzrecht“
	Schriftl. Freiwillige Einwilligung und Widerruf möglich	Dopplung, vgl. „2.2.2 Betroffenenrechte“
	Zugang	Dopplung, vgl. „2.2.3 Zugänge und Zugriffsrechte“
	Datensammlung für welche Zwecke mit welchen Konsequenzen	Dopplung, vgl. „2.2.2 Betroffenenrechte“
	Strapazierfähigkeit Technik/ Unempfindlichkeit	Dopplung, vgl. „3.1.1 Robustheit gegen Störungen“
3. Qualitätsanforderungen	Reinigung	Dopplung, vgl. „3.1.2 Hygiene“
	Irgendwo Gegenlaufen vermeiden/ Sicherheit	Dopplung, vgl. „3.2.1 Vermeidung Kollisionsgefahr“
	Angenehm zu tragen (Hörgeräte, Brille...)	Dopplung, vgl. „3.2.2 Passende Technologie-Auswahl“
	Hilfe von Trainerin	Dopplung, vgl. „3.2.3 Wechsel der Bedienbarkeit“
	Hilfestellung als Stimme im Hintergrund	Dopplung, vgl. „3.2.3 Wechsel der Bedienbarkeit“
	Perspektive	Dopplung, vgl. „3.2.4 Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation“
	Spiegelung	Dopplung, vgl. „3.2.4 Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation“
4. Verbraucherschutz	Service (z.B. Hotline...)	Dopplung, vgl. „4.1.1 Nutzer*innenbetreuung“
	Hotline Service-Center	Dopplung, vgl. „4.1.1 Nutzer*innenbetreuung“
	Hilfe im Laden	Dopplung, vgl. „4.1.1 Nutzer*innenbetreuung“
	Zusätzliche Anforderungen für Nutzung klar kommunizieren, damit VR-System funktioniert.	Dopplung, vgl. „4.1.2 Nutzungskonditionen“
	Aktuelle Versionen → auf den neuesten Stand: einfach; automatisch	Dopplung, vgl. „4.1.2 Nutzungskonditionen“

	Abo-Fallen vermeiden	Dopplung, vgl. „4.2.2 Transparente Geschäftsmodelle“
5. Interoperabilität	(Gesundheits-)Daten einheitlich überführen/ speichern	Dopplung, vgl. „5.1.2 Datenweiterverarbeitung“
	Kombination mit anderen Technologien	Dopplung, vgl. „5.2 1 Anbindung externer Technologien“
	Anschlüsse einheitlich	Dopplung, vgl. „5.2.2 Generationsübergreifende Technologieverwendung“
Kapitel 2: VR-spezifische Kriterien		
Kategorie	Ergebnis: Kriterium bzw. Erläuterung	Grund der Exklusion
1. Grafik/ Qualität	Die Dimensionen waren gut dargestellt.	Dopplung, vgl. „1.1.1 Räumliche Zuordnung“
	Die Farben waren schön gewählt. Sehr passend.	Dopplung, vgl. „1.1.2 Farbraum“
	Sehr detaillierte Objektgestaltung à „reale Wirkung“	Dopplung, vgl. „1.1.3 Objekte“
	Hoher Detailgrad	Dopplung, vgl. „1.1.3 Objekte“
	Szenen wirkten echt.	Dopplung, vgl. „1.1.4 Szenario“
	Direkte Reaktionen auf Aktionen. Kein Verzug.	Dopplung, vgl. „1.1.5 Content Design“
	Geschwindigkeit Bilderfolge	Dopplung, vgl. „1.1.5 Content Design“
	Bildschärfe	Dopplung, vgl. „1.1.5 Content Design“
	Keine langen Texte, das war gut.	Dopplung, vgl. „1.2.1 Informationsgabe“
	Große Knöpfe	Dopplung, vgl. „1.2.2 Interaktionselemente“
	Gut verständlich	Dopplung, vgl. „1.2.3 Sprache“
	Verständliche Sprache	Dopplung, vgl. „1.2.3 Sprache“
	Einheitliche Gestaltung	Dopplung, vgl. „1.2.4 Benutzeroberfläche“
	Man konnte die (Umgebungs-)Geräusche alle gut hören	Dopplung, vgl. „1.2.5 Audio“
	Gute Audioqualität, deutliche Sprache	Dopplung, vgl. „1.2.5 Audio“

2- 3D-Charakter/ Avatar	Empathie	Dopplung, vgl. „2.1.1 Charakter“
	Schön war, dass der Mann im Übungslevel „echt“ war und keine Comicfigur	Dopplung, vgl. „2.1.2 Aussehen/ Optik/ Optische Darstellung“
	Natürlich	Dopplung, vgl. „2.1.2 Aussehen/ Optik/ Optische Darstellung“
	realistisch	Dopplung, vgl. „2.1.2 Aussehen/ Optik/ Optische Darstellung“
	Der Mann im Übungslevel wirkte sympathisch	Dopplung, vgl. „2.2.2 Tonus und Stimmlage“
	Verständliche Ansagen	Dopplung, vgl. „2.2.2 Tonus und Stimmlage“
	Gut verständlich	Dopplung, vgl. „2.2.2 Tonus und Stimmlage“
3. Anwendungsinterne Anweisungen/ Aufforderungen	Das Üben am Anfang war hilfreich	Dopplung, vgl. „3.1.1 Anfängliches Erlernen“
	Übungssequenz gab Sicherheit	Dopplung, vgl. „3.1.1 Anfängliches Erlernen“
	Durch Hinweise→Nicht geschafft + Kreise wusste man wohin man gehen muss	Dopplung, vgl. „3.1.2 Anweisungen“
	Ziel der Anwendung war gut verständlich	Dopplung, vgl. „3.1.3 Ziel- und Aufgabengestaltung“
	Die Fragen gaben einem die Möglichkeit sich zu äußern. Das war gut.	Dopplung, vgl. „3.1.4 Feedback“
	Schön war, dass der Mann in der Übungsszene viel gelobt hat (wenn man erfolgreich den Kreis passiert hat).	Dopplung, vgl. „3.1.4 Feedback“
	Abfrage des aktuellen Befindens (an dem Tag)	Dopplung, vgl. „3.1.4 Feedback“
	Informationen waren klar	Dopplung, vgl. „3.1.5 Informationsübermittlung“
	Dauer war gut	Dopplung, vgl. „3.2.1 Nutzungsdauer“
	Guter schöner Raum	Dopplung, vgl. „3.2.2 Örtliche Gegebenheiten“
	Angenehme Atmosphäre (Räumlichkeiten → gut erreichbar, Fahrstuhl etc.)	Dopplung, vgl. „3.2.2 Örtliche Gegebenheiten“
4. Interaktion	Bedienung mit der Hand war gut	Dopplung, vgl. „4.1.1 Handhabung“
	Die Knöpfe konnte man leicht anklicken, das war gut.	Dopplung, vgl. „4.1.1 Handhabung“

	Entspannung	Dopplung, vgl. „4.1.1 Handhabung“
	Unterschied zwischen realen Controller und dargestelltem Bedienfeld	Dopplung, vgl. „4.1.1 Handhabung“
	Schnelle Reaktion der Technik → Knöpfe	Dopplung, vgl. „4.1.2 Gestaltung/ Funktionalität“
	Man konnte sich so bewegen, wie man wollte und konnte	Dopplung, vgl. „4.1.2 Gestaltung/ Funktionalität“
	Straßenanwendung = sehr wichtiges Beispiel (für uns alle relevant)	Dopplung, vgl. „4.1.2 Gestaltung/ Funktionalität“
	Nicht nur berieseln lassen, den Zuschauer interaktiv mit einbeziehen	Dopplung, vgl. „4.1.2 Gestaltung/ Funktionalität“
	Wichtigkeit des Themas z.B. Geschichtliches und Typisches für eine Episode etc.	Dopplung, vgl. „4.1.3 Bewertung der Relevanz“
	Leistungsspeicherung	Dopplung, vgl. „4.2.1 Auswertung/ Entwicklungen“
	Körperempfinden	Dopplung, vgl. „4.2.2 Wahrnehmung/ Propriozeption“
5. Navigation	Das Knöpfe drücken war gut → weniger techn. Schnick Schnack	Dopplung, vgl. „5.1.1 Menü-Steuerung“
	Klare Menüauswahl	Dopplung, vgl. „5.1.1 Menü-Steuerung“
	Kreise gaben gute Hinweise	Dopplung, vgl. „5.1.2 Systeme der Steuerung“
	Einführung in die verschiedenen Funktionen	Dopplung, vgl. „5.1.2 Systeme der Steuerung“
	Knöpfe müssen zu ertasten sein! (Form, Oberfläche)	Dopplung, vgl. „5.1.2 Systeme der Steuerung“
	Man brauchte viel Platz aber ging gut	Dopplung, vgl. „5.1.3 Raumgestaltung“
	Große Bewegungsvielfalt ohne Schwindel o.Ä.	Dopplung, vgl. „5.2.1 Lokomotion“
	Das kontinuierliche Bewegen fand ich gut	Dopplung, vgl. „5.2.1 Lokomotion“
	Gutes Bewegungsempfinden, Brille könnte Bewegungen auswerten → wäre noch besser	Dopplung, vgl. „5.2.1 Lokomotion“
6. Förderung der Nutzer*innenmotivation	Es sollte motivierend sein und Freude bereiten	Dopplung, vgl. „6.1.1 Motivation“
	Rückmeldung wie gut/ schlecht ich war	Dopplung, vgl. „6.1.2 Protokollierung“

	Automat. Anpassung vom Schwierigkeitslevel	Dopplung, vgl. „6.1.3 Konfiguration“
	Hilfestellung geben, wenn notwendig	Dopplung, vgl. „6.1.3 Konfiguration“
	Unsere (Senioren)-Interessen beachten	Dopplung, vgl. „6.2.1 Anpassbarkeit/ Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen“
	Nicht zu lange, nicht zu kurz	Dopplung, vgl. „6.2.1 Anpassbarkeit/ Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen“
	Vielleicht gibt es sowas auch für Zuhause?	Dopplung, vgl. „6.2.2 Praktikabilität“
	Kostenlos! Oder nur geringe Kosten	Dopplung, vgl. „6.2.2 Praktikabilität“
	Genug Informationen, Anleitung und auch einen Ansprechpartner für Fragen	Dopplung, vgl. „6.2.3 Nutzerfreundlichkeit“

Anhang C Dokumente

Einladungsschreiben



Einladung zur Teilnahme an einer wissenschaftlichen Studie

Sie sind über 70 Jahre alt und möchten

- sich sicherer bei der Überquerung einer Straße fühlen?
- ein selbstbestimmteres Leben führen?
- ein für Sie individualisiertes Training durchführen?
- innovative Technologien kennenlernen?

Dann ist das Training mit WEGFEST genau das Richtige für Sie!

Inhalt der Studie

Die Teilnahme am Straßenverkehr kann mit zunehmendem Alter zu einer Herausforderung werden. Insbesondere das Überqueren einer Straße führt häufig zu Unsicherheiten und möglicherweise dadurch auch zu Einschränkungen im Alltag.

Im Rahmen einer Doktorarbeit an der Deutschen Sporthochschule Köln wird in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Gesundheit sowie der Universität Köln eine Studie zum Thema „sichere Straßenüberquerung für Senior*innen“ durchgeführt. In einer für Senior*innen entwickelten Trainingsanwendung mittels Virtual Reality (dt: Virtuelle Realität) werden verschiedene Straßenszenarien abgebildet und sollen möglichst unfallfrei überquert werden.

Was erwartet Sie?

Die Simulation diverser Situationen (z.B. bei Tag/ Dämmerung/ Nacht, mit oder ohne Elektromobilität, in einer 30 km/h, 50 km/h oder 70 km/h-Zone) ermöglicht ein sicheres Training und soll Ihnen mehr Sicherheit bei der Straßenüberquerung geben. Sie trainieren in einem sicheren Umfeld und werden von erfahrenen Physiotherapeut*innen bzw. Gerontolog*innen individuell betreut.

Wann?

Beginn: 01.10.2022

Ende: 31.12.2022

Ort: Düsseldorf, Köln

Die 8 Trainingseinheiten finden nach individueller Absprache 2x/Woche statt. Die Dauer des Trainings umfasst ca. 30 Minuten. Die Teilnahme ist kostenlos. Die erhobenen Daten werden pseudonymisiert nur im Rahmen der Studie verwendet, um den Effekt der Trainingsanwendung empirisch zu bestätigen.

Bei Interesse und Fragen kontaktieren Sie uns gerne!

Alina Napetschnig

Tel.: 0151 234 804 09

E-Mail: alina.napetschnig@gmail.com

Jennifer Prüss

Tel.: 0173 8860943

E-Mail: jenniferpruess91@web.de

Kooperationszusage

Anlage 1

**Landesamt
für Zentrale Polizeiliche Dienste
Nordrhein-Westfalen**



LZPD NRW, Postfach 210765, 47029 Duisburg

10. Juni 2022

Seite 1 von 2

- Elektronische Post -

Kreispolizeibehörden
Bochum und Dortmund

Aktenzeichen:

44 - 61.05.06

(bei Antwort bitte angeben)

Billen, POK

nachrichtlich

Ministerium des Innern des
Landes Nordrhein-Westfalen

Telefon 0203 4175 - 4422

Fax 0203 4175 -

44dez.lzpd

@polizei.nrw.de

Verkehrsunfallprävention

Projekt zur Erprobung von Virtual-Reality Brillen in der Verkehrsunfall-
prävention der Polizei NRW

Wissenschaftliche Kooperationen - Anfrage der Hochschule für Ge-
sundheit in Bochum

1. Bericht LZPD NRW vom 21.05.2021- 44 - 61.05.06
2. Erlass IM NRW vom 04.06.2021 - 414 - 61.05.06
3. Email Frau Napetschnig, Hochschule für Gesundheit vom 16.05.2022
4. Bericht LZPD NRW vom 18.05.2022 - 44-61.05.06
5. Erlass IM NRW vom 08.06.2022 - 414-61.05.06 (nur an mich)
6. Telefonat POR Gesthüsen (LZPD NRW) mit PHK'in Jahn (KPB Dortmund) vom 09.06.2022
7. Telefonat POR Gesthüsen (LZPD NRW) mit EPHK Kastening (KPB Bochum) vom 10.06.2022

Dienstgebäude und

Lieferanschrift:

Schifferstraße 10

47059 Duisburg

Telefon 0203 4175 - 0

Telefax 0203 4175 - 7299

poststelle.lzpd@polizei.nrw.de

lzpd.polizei.nrw

Zahlungen an :

Landeshauptkasse NRW

IBAN :

DE27 3005 0000 0004 0047 19

BIC : WELADED3

Öffentliche Verkehrsmittel :

Straßenbahn 901

Haltestelle Landesarchiv NRW

Bus 933

Haltestelle Landesarchiv NRW

Im Rahmen des Promotionsvorhabens von Frau Napetschnig der Hochschule für Gesundheit in Bochum zum Thema „Nutzer und Nutzerinnen orientierte Gestaltung und Bewertung von Virtual Reality-Anwendungen für Senioren und Seniorinnen unter der Berücksichtigung von Akzeptanzkriterien und Nutzungsbarrieren“ wird mittels einer Virtual Reality (VR)-Anwendung das sichere Straßenüberqueren mit der Zielgruppe

Seniorinnen und Senioren trainiert. Die VR-Anwendung trägt den Namen Wegfest.

Die Entwicklung verschiedener Straßenszenarien in der VR-Trainingsanwendung soll auf die altersbezogenen Veränderungen exekutiver und motorischer Funktionen sowie auf die Selbstwirksamkeit der Seniorinnen und Senioren positiv einwirken und das Unfallrisiko beim Überqueren einer Straße in einer realen Situation verringern.

In einer Interventionsstudie soll die VR-Trainingsanwendung mit Seniorinnen und Senioren in Senioreneinrichtungen evaluiert werden. Die Anwendung wurde dem Projekt VR-Brillen am 11.05.2022 vorgestellt. In diesem Zusammenhang wurde eine Kooperation mit der Polizei NRW angefragt.

Mit Bezug zu 5. wurde einer Kooperation mit dem Projekt „VR-Brillen in der Verkehrsunfallprävention“ zugestimmt.

Die KPB Dortmund bitte ich PHK Sascha Schlusemann und POK Kamilus Lihs zu entsenden, um das Projekt bei der Kooperation mit der Hochschule für Gesundheit zu unterstützen.

Die KPB Bochum bitte ich ebenfalls das Projekt bei der Kooperation mit der Hochschule für Gesundheit zu unterstützen, in Absprache mit dem Projekt potentielle Termine bei der erforderlichen Zielgruppe zu identifizieren und diese Termine ebenfalls mit Verkehrssicherheitsberaterinnen/Verkehrssicherheitsberatern zu begleiten.

Die erforderlichen weiteren Abstimmungen (Ort/Zeit) werden bilateral durch das Projekt, der Hochschule für Gesundheit und den beteiligten Verkehrssicherheitsberaterinnen/Verkehrssicherheitsberatern erfolgen.

Auf die persönlichen Absprachen nehme ich Bezug.

Ich möchte mich im Vorfeld bereits für die Unterstützung ausdrücklich bedanken.

Im Auftrag
gez.
Gesthüsen, POR

Proband*inneninformation



Proband*inneninformation zu der Studie „Interventionsstudie zur Evaluierung der Virtual Reality-Anwendung WEGFEST – ein Vorhaben im Rahmen der Promotion von Alina Napetschnig

Inhalt der Studie

Die Studie beschäftigt sich mit dem Thema „sichere Straßenüberquerung“ mittels eines Technologie-gestützten Trainings. Die Technologie, die im Rahmen der Studie verwendet wird, ist Virtual Reality (dt.: Virtuelle Realität). Eine Virtual Reality (VR)-Brille ist ein technisches Medium, das eine computergenerierte Umgebung in Form einer virtuell geschaffenen Welt abbildet. Durch das Tragen der VR-Brille wird suggeriert, dass man sich in der virtuellen Welt bewegen und mit dieser interagieren kann.

Die virtuelle Welt ist in der geplanten Studie ein Abbild verschiedener Straßensituationen, die es sicher zu überqueren gilt. Sie stehen am Straßenrand bzw. auf dem Bürgersteig und bekommen ein Ziel auf der gegenüberliegenden Straßenseite angezeigt. Nun sollen Sie durch die VR-Anwendung WEGFEST möglichst die Straße unfallfrei und sicher überqueren. Verschiedene Gegebenheiten, wie beispielsweise eine unterschiedliche Querungshilfen, Fahrspurigkeit (einspurig, mehrspurig), Geschwindigkeitszonen (30-, 50-, 70 km/h), Tageszustände (Tag, Dämmerung, Nacht) sowie Geräuschkulissen (kraftstoff- oder elektrobetriebene Fahrzeuge) werden in den Szenen dargestellt. Jeder Durchlauf wird individuell auf die nutzende Person eingestellt und engmaschig durch eine Physiotherapeutin betreut.

Ziel der Studie ist die Selbstsicherheit bei der Straßenüberquerung zu steigern. Sie sollen sich sicherer bei der Überquerung einer Straße fühlen, indem Sie lernen Ihre eigenen Fähigkeiten besser einzuschätzen. Situationen, die für Sie im Alltag herausfordernd sind und in denen sie einige Straßen überqueren müssen, (wie beispielsweise der Gang zum Bäcker, Arzt oder Supermarkt), sollen Sie nach dem Durchlauf der VR-Anwendung (selbst)sicherer meistern können. Zudem zielt die Anwendung darauf ab, dass Sie Ihre Selbstständigkeit präventiv erhalten, um im Alltag möglichst lange fit zu bleiben.

Ablauf des VR-Trainings

Die VR-Anwendung wird an verschiedenen Terminen in Absprache mit den Seniorenbüros Bochum durchgeführt. Vor Beginn der Anwendungsdurchführung wird eine ausführliche Anamnese durchgeführt, um mögliche Kontraindikationen ausschließen zu können. Pro Person ist eine Durchführungsdauer von 30 Minuten angesetzt, davon werden 10 Minuten für die Anamnese benötigt. Die Örtlichkeiten zur Anwendungsdurchführung befinden sich in den Seniorenbüros in Bochum.

Bei Interesse melden Sie sich gerne telefonisch oder per E-Mail bei der Ansprechpartnerin.

Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme!

Ansprechpartnerin:

Alina Napetschnig

Tel.: 0151 23480409

E-Mail: alina.napetschnig@gmail.com

Einwilligungserklärung und Datenschutzbestimmungen



Einwilligungserklärung zur Teilnahme und Datenschutzbestimmungen

Im Rahmen einer Studie der Deutschen Sporthochschule Köln werden im Zeitraum vom 01.10.2022 bis 31.12.2022 Parameter im Rahmen einer Virtual Reality (VR)-Intervention gesammelt. Die VR-Anwendung trägt den Namen *Wegfest* und bildet verschiedene Straßenszenarien in der virtuellen Welt ab. Im Zuge dessen werden Daten erhoben, die sich auf folgende Parameter beschränken: Orientierungszeit (Zeit Szenenstart – erster Schritt), Querungszeit (Zeit erster Schritt – letzter Schritt bis Zielobjekt), Unfälle (Zusammenstoß mit einem Fahrzeug; Szene friert ein und Neustart der Szene), Gefahrensituationen (Beinahe-Zusammenstoß mit einem Fahrzeug; Szene friert ein und Neustart der Szene), Querungsversuche (Anzahl Versuche in der jeweiligen Szene), Tag und Zeit des jeweiligen Trainings sowie Proband*innennummer (Zuordnung zur jeweiligen Person in pseudonymisierter Form). Zudem werden die Antworten des in die VR-Anwendung integrierten Fragebogens zur Selbstsicherheit in pseudonymisierter Form ausgewertet.

Das Training findet zweimal pro Woche in einem 4-Wöchigen Zeitraum statt. Die 8 Trainingseinheiten finden nach individueller Absprache statt. Die Dauer des Trainings umfasst ca. 30 Minuten. Die Teilnahme ist kostenlos.

Die Interventionsdurchführung erfolgt unter der Leitung von Alina Napetschnig. Als Proband*in haben Sie das Recht, jederzeit Fragen zu stellen.

Mögliche Risiken, die in Einzelfällen auftreten könnten, wären z.B. ein Sturz oder Fall während der Test- bzw. Interventionsdurchführung. Diesbezüglich wurden Sicherheitsvorkehrungen durch eine Schulung der durchführenden Testleiterin getroffen, dennoch kann ein Restrisiko nicht ausgeschlossen werden.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Personendaten gesondert gespeichert und in pseudonymisierter Form weitergegeben werden. Alle personenbezogenen Daten werden nur für dieses Forschungsvorhaben verwendet. Die Datenspeicherung erfolgt auf einem separaten PC, der unter Verschluss steht und nur für die Studienleitung Alina Napetschnig zugänglich ist. Der PC befindet sich im Datenschutzraum der Hochschule für Gesundheit. Der Datenschutzraum ist verschlossen, der Zugang hierzu ist lediglich mit einem personalisierten Code möglich. Die Auswertung der Daten erfolgt ebenfalls im Datenschutzraum. Sobald es der Forschungszweck erlaubt, werden die Informationen, mit denen ein Personenbezug hergestellt werden kann, gesondert ge-

speichert. Sobald es der Forschungszweck zulässt, werden die personenbezogenen Daten gelöscht. Primärdaten als Grundlagen für Veröffentlichungen sollen auf haltbaren und gesicherten Trägern in der Institution, wo sie entstanden sind, für zehn Jahre aufbewahrt werden. Im Anschluss werden diese vernichtet, soweit nicht gesetzliche und satzungsmäßige Aufbewahrungsfristen entgegenstehen. Die zugehörigen datenschutz-rechtlichen Bestimmungen für wissenschaftliche Untersuchungen des Landes Nordrhein-Westfalen (§28 DSGVO-NRW) und das Bundesdatenschutzgesetz (§40 BDSG) werden voll beachtet.

Mir ist außerdem bekannt, dass die Teilnahme freiwillig ist und ich diese jederzeit ohne Angabe von Gründen und ohne persönlichen Nachteil widerrufen kann. Meine Daten werden dann vollständig gelöscht, worüber ich eine Nachricht erhalte.

Ich versichere, dass ich eigenverantwortlich und freiwillig an der Intervention teilnehme. Mit meiner Unterschrift versichere ich darüber hinaus, dass ich der Untersuchungsleiterin bei Auftreten von Schwindel, Unwohlsein, Schmerzen, einer sich andeutenden Erkrankung oder einer sonstigen Verschlechterung meines Wohlbefindens unverzüglich informieren werde.

Ich wurde außerdem darauf hingewiesen, dass ich im Rahmen der Veranstaltung nicht gesetzlich über die Deutsche Sporthochschule Köln unfallversichert bin und daher auf eigenes gesundheitliches und sozialversicherungsrechtliches Risiko an der Untersuchung teilnehme. Mir ist bekannt, dass für die Studienteilnehmer*innen dieser Studie keine Probandenversicherung abgeschlossen wurde.

Ich versichere, dass ich über die Absicht, Durchführung, Nutzen und Risiken des Projekts mündlich und schriftlich informiert worden bin, alles verstanden habe und der Teilnahme zustimme.

Name: _____ Vorname: _____

Köln/ Düsseldorf, den _____
(Unterschrift)

Anamnesebogen der Proband*innen

Anamnesebogen

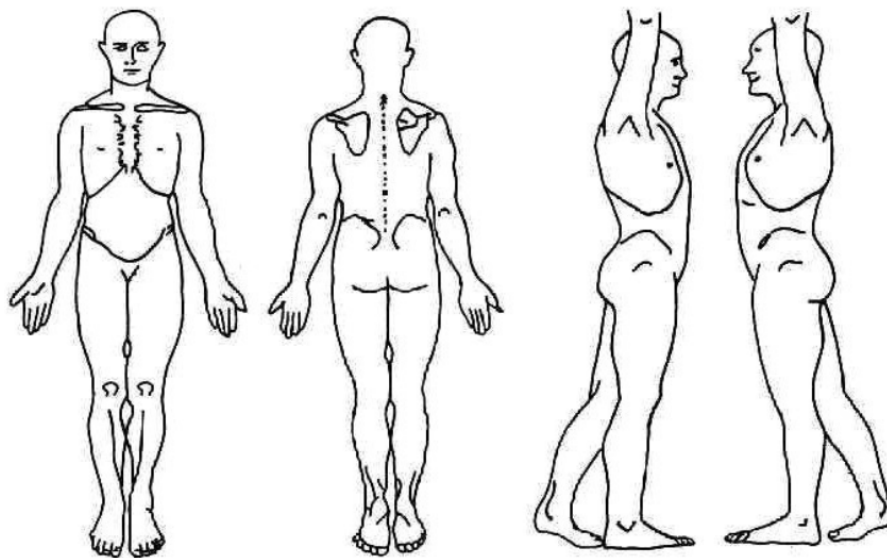
1. Angaben zur Person

Name _____ Geburtsdatum _____
E-Mail _____ Geschlecht _____

2. Körpertabelle und Angabe Schmerzsymptomatik

Haben Sie Schmerzen (bei Bewegung und/ oder in Ruhe)?
Wenn ja, bitte markieren in welcher Körperregion unter Angabe der VAS (1-10):

Sonstige Anmerkungen:



3. Weitere Angaben zum Gesundheitszustand

Haben Sie in den letzten 24 Std. Medikamente eingenommen?

- ☐ Ja
☐ Nein

Wenn ja, welche und nehmen Sie diese regelmäßig ein?

Haben Sie in den letzten 24 Std. Alkohol konsumiert?

- ☐ Ja
☐ Nein

3.1 Leiden Sie AKTUELL unter:

Erkältung oder Grippe?	☐ Ja	☐ Nein
Erkrankungen der Atemwege? (z. B. Nasennebenhöhlenentzündung, Bronchitis, etc.)	☐ Ja	☐ Nein
Infektionen der Ohren? (z. B. Mittelohrentzündung)	☐ Ja	☐ Nein
Schlafmangel?	☐ Ja	☐ Nein

3.2 Leiden Sie ALLGEMEIN unter:

Kreislaufproblemen?	☐ Ja	☐ Nein
Herzerkrankungen?	☐ Ja	☐ Nein
Diabetes Mellitus?	☐ Ja	☐ Nein
Arthrose?	☐ Ja	☐ Nein
Osteoporose?	☐ Ja	☐ Nein
Schlaganfall?	☐ Ja	☐ Nein
Morbus Parkinson?	☐ Ja	☐ Nein
Spinalkanalstenose?	☐ Ja	☐ Nein
Operationen an Hüfte-/ Kniegelenken?	☐ Ja	☐ Nein
Einschränkungen des Hörvermögens?	☐ Ja	☐ Nein
Einschränkungen des Gleichgewichtssystems? (z. B. Schwindel, gestörtes Gleichgewicht, gestörte räumliche Orientierung. etc.)	☐ Ja	☐ Nein
Erkrankungen der Augen? (z. B. Grüner Star, Netzhautablösung etc.)	☐ Ja	☐ Nein
Wenn ja, an welcher? _____		

Einschränkungen des Sehvermögens? (gestörte Augenbewegung, Schielen, Fehlsichtigkeit, etc.)	☐ Ja	☐ Nein
Wenn ja, an welcher? 		

Wurde Ihnen in den letzten 4 Wochen eine neue Brille verschrieben?

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Ja, ich trage diese heute.

Nutzen Sie gelegentlich oder permanent Gehhilfen? (z.B. Rollator, Gehstock etc.)

- ☐ Ja
- ☐ Nein

Wie oft leiden Sie unter Kopfschmerzen in Form von Migränen?

- ☐ Nie
- ☐ selten
- ☐ häufig
- ☐ sehr häufig

Wie oft leiden Sie unter Magenbeschwerden?

- ☐ Nie
- ☐ selten
- ☐ häufig
- ☐ sehr häufig

Falls Efficacy Scale-I (FES-I)

4. Falls Efficacy Scale- international Version

Wir würden Ihnen gerne einige Fragen darüber stellen, welche Bedenken Sie haben, wenn Sie bestimmte Aktivitäten ausführen. Bitte denken Sie noch einmal darüber nach, wie Sie diese Aktivitäten normalerweise ausführen. Wenn Sie die Aktivitäten z. Zt. nicht ausführen (z. B. wenn jemand Ihren Einkauf erledigt), geben Sie bitte trotzdem eine Antwort, um anzuzeigen, ob Sie Bedenken hätten zu stürzen, wenn Sie Aktivität ausführen würden. Markieren Sie bitte diejenigen Angaben, die am ehesten Ihrem eigenen Empfinden entspricht, um anzuzeigen, welche Bedenken Sie haben zu stürzen, wenn Sie diese Aktivität ausüben.

	Keine Bedenken	Einige Bedenken	Ziemliche Bedenken	Sehr große Bedenken
Den Hausputz machen. (z. B. kehren, staubsaugen oder wischen)	☐	☐	☐	☐
Sich an- oder ausziehen.	☐	☐	☐	☐
Einfache Mahlzeiten zubereiten.	☐	☐	☐	☐
Ein Bad nehmen oder duschen.	☐	☐	☐	☐
In einem Laden einkaufen.	☐	☐	☐	☐
Von einem Stuhl aufstehen oder hinsetzen.	☐	☐	☐	☐
Eine Treppe hinauf- oder hinuntergehen.	☐	☐	☐	☐
In der Nähe der Wohnung umhergehen.	☐	☐	☐	☐
Etwas erreichen, was sich oberhalb des Kopfes oder auf dem Boden befindet.	☐	☐	☐	☐
Das Telefon erreichen, bevor es aufhört zu klingeln.	☐	☐	☐	☐
Auf einer rutschigen Oberfläche gehen. (z. B., wenn es nass oder vereist ist)	☐	☐	☐	☐
Einen Freund oder Verwandten besuchen	☐	☐	☐	☐
In einer Menschenmenge umhergehen.	☐	☐	☐	☐
Auf unebenem Boden gehen. (z. B. Kopfsteinpflaster, ungepflegter Gehweg)	☐	☐	☐	☐
Eine Steigung hinauf oder hinunter gehen.	☐	☐	☐	☐
Eine Veranstaltung besuchen. (z. B. ein Familientreffen, eine Vereinsversammlung oder einen Gottesdienst)	☐	☐	☐	☐

Motion Sickness Fragebogen

5. Motion Sickness

Bei der Nutzung von Fortbewegungsmitteln kann es zu Problemen kommen. Im Folgenden finden Sie eine Auswahl an Tätigkeiten, welche Übelkeit verursachen können.

(Bitte markieren Sie das Feld, das am ehesten auf Sie zutrifft.)

	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu
Beim Autofahren wird mir als Mitfahrer schlecht.	☐	☐	☐	☐
Beim Lesen als Mitfahrer wird mir schlecht.	☐	☐	☐	☐
Beim Schifffahren wird mir schlecht.	☐	☐	☐	☐
Auf kleinen Booten wird mir schlecht.	☐	☐	☐	☐
Beim Zugfahren wird mir schlecht.	☐	☐	☐	☐
Beim Zugfahren <u>rückwärts</u> wird mir schlecht.	☐	☐	☐	☐
Beim Busfahren wird mir schlecht.	☐	☐	☐	☐
Beim Busfahren <u>rückwärts</u> wird mir schlecht.	☐	☐	☐	☐
Beim Fliegen in einem Flugzeug wird mir schlecht.	☐	☐	☐	☐
Auf sich drehenden Drehstühlen wird mir schlecht.	☐	☐	☐	☐
Auf Achterbahnen wurde mir früher schlecht.	☐	☐	☐	☐
Auf Karussells wurde mir früher schlecht.	☐	☐	☐	☐
Beim Schaukeln auf einer Schaukel wurde mir früher schlecht.	☐	☐	☐	☐

Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)

6. SSQ – Simulator Sickness Questionnaire

Um Ihre Verfassung vor den anstehenden Übungen bestmöglich einschätzen zu können, füllen Sie bitte folgende Liste mit Symptomen aus. Bitte beziehen Sie sich auf Ihr **AKTUELLES** Befinden.

(Bitte markieren Sie jeweils das Feld, das am ehesten auf Sie zutrifft.)

	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu
Ich fühle mich unwohl.	☐	☐	☐	☐
Ich verspüre vermehrten Speichelfluss.	☐	☐	☐	☐
Ich schwitze vermehrt.	☐	☐	☐	☐
Ich verspüre Übelkeit.	☐	☐	☐	☐
Mein Magen macht sich bemerkbar.	☐	☐	☐	☐
Ich verspüre den Drang aufzustoßen.	☐	☐	☐	☐
Ich bin erschöpft.	☐	☐	☐	☐
Ich verspüre Kopfschmerzen.	☐	☐	☐	☐
Meine Augen sind sehr angestrengt.	☐	☐	☐	☐
Ich habe Konzentrationsschwierigkeiten.	☐	☐	☐	☐
Ich habe Probleme scharf zu sehen.	☐	☐	☐	☐
Ich verspüre Schwindel mit geschlossenen Augen.	☐	☐	☐	☐
Ich verspüre Schwindel mit geöffneten Augen.	☐	☐	☐	☐
Ich habe Probleme mit dem Gleichgewicht.	☐	☐	☐	☐
Ich sehe verschwommen.	☐	☐	☐	☐
Ich verspüre Druck auf meinem Kopf.	☐	☐	☐	☐

7 Virtual Reality

Wie oft nutzen Sie Virtual Reality (VR)?

(Bitte beziehen sie sich auf die Nutzung von VR-Brillen oder Simulatoren z.B. Fahrsimulatoren, Flugsimulatoren etc.)

- ☐ **Nie**
- ☐ **Selten**
- ☐ **Häufig**
- ☐ **Sehr häufig**

Bitte melden Sie sich beim Experimentleiter.

Montreal Cognitive Assessment (MoCA)

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)

NAME :

Ausbildung :

Geschlecht :

Geburtsdatum :

DATUM :

VISUOSPATIAL / EXEKUTIV		Würfel nachzeichnen		Eine Uhr zeichnen (Zehn nach elf) (3 Punkte)		PUNKTE	
				☐ Kontur ☐ Zahlen ☐ Zeiger		___/5	
BENENNEN							
						___/3	
GEDÄCHTNIS							
Wortliste vorlesen, wiederholen lassen. 2 Durchgänge. Nach 5 Minuten überprüfen (s.u.)		GESICHT	SAMT	KIRCHE	TULPE	ROT	Keine Punkte
		1. Versuch					
		2. Versuch					
AUFMERKSAMKEIT							
Zahlenliste vorlesen (1 Zahl/ Sek.)		In der vorgegebenen Reihenfolge wiederholen [] 2 1 8 5 4					___/2
		Rückwärts wiederholen [] 7 4 2					
Buchstabenliste vorlesen (1 Buchst./Sek.). Patient soll bei jedem Buchstaben „A“ mit der Hand klopfen. Keine Punkte bei 2 oder mehr Fehlern		[] FBACMNAAJKLBAFAKDEAAAJAMOF AAB					___/1
Fortlaufendes Abziehen von 7, mit 100 anfangen [] 93		[] 86	[] 79	[] 72	[] 65		___/3
		4 oder 5 korrekte Ergebnisse: 3 P., 2 oder 3 korrekt: 2 P., 1 korrekt: 1 P., 0 korrekt: 0 P.					
SPRACHE							
Wiederholen: „Ich weiß lediglich, dass Hans heute an der Reihe ist zu helfen.“		[]					___/2
„Die Katze versteckte sich immer unter der Couch, wenn die Hunde im Zimmer waren.“		[]					
Möglichst viele Wörter in einer Minute benennen, die mit dem Buchstaben F beginnen		[] _____ (N ≥ 11 Wörter)					___/1
ABSTRAKTION							
Gemeinsamkeit von z.B. Banane und Apfelsine = Frucht		[] Eisenbahn - Fahrrad	[] Uhr - Lineal				___/2
ERINNERUNG							
Worte erinnern OHNE HINWEIS		GESICHT	SAMT	KIRCHE	TULPE	ROT	Punkte nur bei richtigem Nennen OHNE Hinweis
		[]	[]	[]	[]	[]	
Optional		Hinweis zu Kategorie					
		Mehrfachauswahl					
ORIENTIERUNG							
[] Datum		[] Monat	[] Jahr	[] Wochentag	[] Ort	[] Stadt	___/6
© Z Nasreddine MD Version 7. Nov. 2004 deutsche Übersetzung: SM Bartusch, SG Zipper www.mocatest.org Untersucher: _____						TOTAL _____/30 + 1 Punkt wenn ≤ 12 Jahre Ausbildung	

Bewilligter Ethikantrag



**Deutsche
Sporthochschule Köln**
German Sport University Cologne

Institut für Pädagogik und Philosophie
Institute of Pedagogy and Philosophy

Deutsche Sporthochschule Köln · 50927 Köln

Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin

Frau Alina Napetschnig

Prof. Dr. Dr. h.c. Eckhard Meinberg
Vorsitzender der Ethikkommission

Am Sportpark Müngersdorf 6
50933 Köln · Deutschland
Telefon +49(0)221 4982-4520
meinberg@dshs-koeln.de
www.dshs-koeln.de

Köln, den 15.06.2022

Ethikantrag Nr. 095/2022

Interventionsstudie zur Evaluierung der Virtual Reality-Anwendung Wegfest

Sehr geehrte Frau Napetschnig,

hiermit darf ich Ihnen mitteilen, dass die Ethikkommission gegenüber Ihrem geplanten Forschungsvorhaben keinerlei Bedenken erhebt.

Hinweis: Die Ethikkommission beurteilt nicht die Einhaltung gängiger Datenschutz-Vorschriften!

Ich wünsche Ihnen für die Durchführung viel Erfolg!

Mit besten Grüßen

Prof. Dr. Dr. h.c. E. Meinberg

Anhang D Versionen des Gütekriterienkernsets

Gütekriterienkernset V1_{final}

Part 1: Allgemeine Kriterien

Kategorie	Kriterium
1. Medizinische Qualität	Gesichertes medizinisches Wissen
	Anwendungssicherheit
	Einbezug von Fachexpert*innen
	Beachtung von Nebenwirkungen
2. Datenschutz	Einhaltung Datenschutzrechtlicher Vorgaben
	Umsetzung Datenschutzgerechter Einwilligungen zur Datenverarbeitung
	Informationspflichten
	weitere Gewährleistungsziele
	Datenminimierung und Angemessenheit
	Zugriffskontrolle
	Authentisierung
	Verhinderung von Datenabfluss
3. Informationssicherheit	Schutz der Privatheit
	Informationssicherheitsmanagement
	Richtigkeit
	Erforderlichkeit
	Datenportabilität
	Protokollierung
	Sicherstellung, sofern die Anwendung Daten mit externer Hardware austauscht
	Regelmäßige und sichere Aktualisierung
4. Technische Qualität	Sichere Deinstallation
	Robustheit gegen Störungen/ Fehlbedienungen
	Härtung
	Fehlerbehebung
	Widerstandsfähigkeit des VR-Systems
5. Verbraucherschutz und Fairness	Einzeichnen virtueller Begrenzungen (Guardian)
	Bereitstellen von Verbraucher*inneninformationen vor der Nutzung
	Angebote zur Nutzer*innenbetreuung
	Verbraucherfreundliche Nutzungskonditionen
	Langfristiger Support
	Anwendungsvorschau
6. Interoperabilität	Transparente Geschäftsmodelle
	Datenportabilität
	Interoperabilität mit anderen Anwendungen und Diensten
	Nutzung bewährter Datenformate
7. Nutzer*innenfreundlichkeit und Motivation	Einheitliche Schnittstellen
	Gebrauchstauglichkeit
	Personalisierte Nutzung
	Förderung der Nutzermotivation und Nutzungstreue
	Gamification

	Individualisierung
	Austausch in der Community
	Leistungsvergleich

Part 2: VR-spezifische Kriterien

Kategorie	Kriterium
1. Grafik/ Qualität	Bildwiederholungsrate
	Auflösung
	Licht und Schatten
	3D-Objekte
	Zeitliche Illusion
	Geeignete Farbwahl
2. 3D-Charakter/ Avatar	Naturalistisches Aussehen
	Naturalistisches Verhalten
	Naturalistisches Verhalten: Sprache/ Stimme
	Gestik
	Virtueller Körper
3. Bereitstellen von spielinter- nen Anweisungen und Auffor- derungen	Nutzungsdauer
	In-Game Assistenzmethoden
	Tutorials/ Videos
	Kennenlernen/ Erproben einzelner Funktionen
	Klare Zieldefinition
4. Interaktion	Feedback zu korrekten/ falschen Interaktionen
	Geeignetes Maß an Interaktion
	Physische Ausführung
	Interaction-Patterns
	Propriozeption
	Erfassen/ Speichern/ Auswerten der Leistun- gen
5. Navigation	Präsentation des Stimulus
	Lokomotion
	Tracking
	Steuerung
	Kommunikation
	Einfache Raumgestaltung

Gütekriterienkernset V2_{draft}

Part 1: Allgemeine Kriterien

Kategorie	Kriterium	Erläuterung
1. Medizinische Qualität	Gesichertes medizinisches Wissen	Leitlinien, Quellenangaben
	Anwendungssicherheit	Versch. Aspekte vor/ während der Nutzung beachten
	Einbezug von Fachexpert*innen	Interdisziplinäre VR-Anwendungsentwicklung
	Beachtung von Nebenwirkungen	Motion-/ Cyber Sickness
	Abfrage Medikamenteneinnahme vor VR-Nutzung	Gefahr möglicher Nebenwirkungen, wie Schwindel o.Ä.
	(Vor-)erkrankungen beachten	Ggf. Kontraindikation bei der Ausführung bestimmter Bewegungen
2. Datenschutz	Einhaltung Datenschutzrechtlicher Vorgaben	DSGVO
	Umsetzung Datenschutzge-rechter Einwilligungen zur Datenverarbeitung	Detaillierte Informations-gabe
	Informationspflichten	Aufklärung Datennut-zung(szwecken)
	Datenminimierung und Ange-messenheit	Bewertung, welche Da-ten wofür erhoben wer-den müssen
	Zugriffskontrolle	Zugriff nur durch befugte Personen
	Authentisierung	Nachvollziehbarkeit des Datenursprungs
	Verhinderung von Datenab-fluss	Sicherstellung durch eingeschränkte Kommu-nikation/ Vermeidung ungewollter Datenkom-munikation
	Freiwillige Einwilligung	Ohne Zwang
	Abgabe der Einwilligung durch aktive Handlung	Aushändigung der un-terschiedenen Doku-mente
3. Informationssicher-heit	Informationssicherheitsma-nagement	Zuständige Person, die die Dateverarbeitung verantwortet
	Richtigkeit	Korrektheit der Daten
	Erforderlichkeit	Abfrage nur benötigter Informationen
	Datenportabilität	Übertragbarkeit der Da-ten
	Protokollierung	Aufzeichnungen von z.B. Zugriffen

	Sicherstellung, sofern die Anwendung Daten mit externer Hardware austauscht	Verhinderung von Malware
	Regelmäßige und sichere Aktualisierung	Updates durchführen
	Sichere Deinstallation	Löschen aller die Person betroffenen Daten
	Automatische Sicherheitsupdates	Unkomplizierte, regelmäßige Absicherung
	Transparente Darstellung zur Datenverarbeitung/ -verwertung	Offenlegung, welche Daten für welche Zwecke verwendet werden
4. Technische Qualität	Robustheit gegen Störungen/ Fehlbedienungen	Gewährleistung einer stabilen Leistung bei fälschlicher Ausführung
	Härtung	Schließen von Sicherheitslücken
	Fehlerbehebung	Systematischer Lösungsansatz bei Problemen
	Widerstandsfähigkeit des VR-Systems	Stabilität/ Unempfindlichkeit
	Einzeichnen virtueller Begrenzungen (Guardian)	Äußere Begrenzungslinie
	Einfache Bedienung	Intuitiv
	Vermeidung von Latenz	Vermeidung von Verzögerungszeiten
5. Verbraucherschutz und Fairness	Bereitstellen von Verbraucher*inneninformationen vor der Nutzung	Ausführliche Informationsgabe
	Angebote zur Nutzer*innenbetreuung	Ansprechpartner*in/ Kontakt bei Fragen
	Verbraucherfreundliche Nutzungskonditionen	Aufklärung nutzungsbedingter Gegebenheiten
	Langfristiger Support	Unterstützungsmöglichkeiten über einen längerfristigen Zeitraum nach Erstnutzung
	Anwendungsvorschau	Darstellung des VR-Inhalts
	Transparente Geschäftsmodelle	Offenlegung der Nutzungsbedingungen
	Werbefreie VR-Anwendungsnutzung	Verzicht auf Werbung
6. Interoperabilität	Datenportabilität	Übertragbarkeit von Daten
	Interoperabilität mit anderen Anwendungen und Diensten	Konnektivität zu anderen Anwendungen/ Diensten
	Nutzung bewährter Datenformate	z.B. XML
	Einheitliche Schnittstellen	Komplikationslose Verbindungsmöglichkeiten

	Kompatibilität bei Verwendung mehrerer Technologien	z.B. übereinstimmende Anschlüsse
7. Nutzer*innen-freundlichkeit und Motivation	Gebrauchstauglichkeit	Benutzerfreundlichkeit
	Personalisierte Nutzung	z.B. per Login-Funktion
	Förderung der Nutzermotivation und Nutzungstreue	Anreize schaffen für ein gutes VR-Erlebnis
	Gamification	Einbinden spielerischer Elemente
	Individualisierung	auf die nutzende Person ausgerichtet
	Austausch in der Community	Konversationen mit anderen VR-Nutzer*innen führen
	Leistungsvergleich	In einen Wettbewerb mit sich selbst oder anderen treten; Verlaufskontrolle
	Senior*inneninteressen in VR abbilden	Themen aufgreifen, die Senior*innen interessieren
	Geeignete VR-Technologie-wahl	z.B. VR-HMD, VR-Screen etc.bzw. geeignetes Modell

Part 2: VR-spezifische Kriterien

Kategorie	Kriterium	Erläuterung
1. Grafik/ Qualität	Bildwiederholungsrate	Bilder pro Sekunde/ Frames per second (fps)
	Auflösung	Hohe Qualität, abhängig vom Rendering
	Licht und Schatten	Naturalistische Gestaltung
	3D-Objekte	Geringe Anzahl an Polygonen
	Zeitliche Illusion	Änderung der Umgebung, realistische Wahrnehmung
	Geeignete Farbwahl	z.B. Farbtiefe und -spektrum
	Einheitlicher Stil	Konsistenz
	Kontraste	z.B. zur Unterscheidung von Objekten
2. 3D-Charakter/ Avatar	Naturalistisches Aussehen	Menschenähnliches Erscheinungsbild

	Naturalistisches Verhalten	Menschenähnliches Verhalten
	Naturalistisches Verhalten: Sprache/ Stimme	Menschenähnliches Sprechverhalten
	Gestik	Menschenähnliche Körpersprache
	Virtueller Körper	Menschenähnliche Gestaltung (z.B. Proportionen)
	Akzeptanz des virtuellen Charakters	Naturalistisches Erscheinungsbild/ Auftreten für die Annahme des virtuellen Charakters
	Verzicht hochabstrakter Gestaltung	Realitätsferne Darstellung
3. Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen	Nutzungsdauer	in Minuten (min)
	In-Game Assistenzmethoden	z.B. Pfeile
	Tutorials/ Videos	Zur Erprobung der VR-Anwendung
	Kennenlernen/ Erproben einzelner Funktionen	Zur Förderung des sicheren Umgang in VR
	Klare Zieldefinition	Angabe darüber, was der Sinn/ das Ziel der VR-Anwendung ist
	Feedback zu korrekten/ falschen Interaktionen	Lob/ Kritik als richtungsweisender Faktor
	Anfängliches Erlernen	VR-Anwendung und z.B. deren Interaktionen verstehen
	Erläuterung von Interaktionsmechanismen	Übe Funktionalitäten und Regulierung dieser informiert sein
4. Interaktion	Geeignetes Maß an Interaktion	Keine Über-/ Unterforderung
	Physische Ausführung	z.B. natürliche Bewegungsmuster
	Interaction-Patterns	Entwurfsmuster von Interaktionen
	Propriozeption	Die nutzende Person sollte das eigene Bewegungsempfinden nachvollziehen können
	Erfassen/ Speichern/ Auswerten der Leistungen	Leistungsüberblick/ -kontrolle; Vergleich und Auswertung über die Zeit
	Präsentation des Stimulus	Gezielte Reizsetzung
	Bewertung Handtracking vs. Controller	Je nach Anwendungskontext bewerten

5. Navigation	Lokomotion	Bestimmung der Fortbewegungsart
	Tracking	Erfassung der Position der nutzenden Person
	Steuerung	z.B. durch Drücken von Controllertasten
	Kommunikation	z.B. per Anklicken von Objekten, per Sprachauswahl
	Einfache Raumgestaltung	Gute Orientierung gewährleisten
	Übersichtliche Menüdarstellung	Strukturiertes, einheitlich gestaltetes Menü
	Wahl einer geeigneten Fortbewegungsart	z.B. Teleportation

Part 1: Allgemeine Kriterien

<i>Kategorie</i>	<i>Subkategorie</i>	<i>Kriterium</i>	<i>Erläuterung</i>
1. Medizinische Qualität	<i>Evidenz & Zuverlässigkeit</i>	Gesichertes (medizinisches) Wissen	- Leitlinien Quellenangaben - Inhalte sind evidenzbasiert, d.h. durch Studien abgesichert
		Einbezug von Fachexpert*innen	Interdisziplinäre VR-Anwendungsentwicklung
	<i>Sicherheitsgewährleistung</i>	Anwendungssicherheit	- Versch. Aspekte vor/ während der Nutzung beachten - Fehlertoleranz - Hilfestellungen bei Problemen - einfache Handhabung - Schulung durch eine qualifizierte Person zum Anwendungsgebrauch - Beurteilung physischer/ psychischer Eignung
		Beachtung von Nebenwirkungen	- Motion-/ Cyber Sickness - Verhinderung des Unfall- und Verletzungsrisikos
		Abfrage Medikamenteneinnahme vor VR-Nutzung	Gefahr möglicher Nebenwirkungen, wie Schwindel o.Ä.
		(Vor-)erkrankungen beachten	Ggf. Kontraindikation bei der Ausführung bestimmter Bewegungen
		Absicherung der Hardware	- Eingabegeräte: (Medizin-)Zertifizierung erforderlich - Schutz vor Missbrauch/ Malware
		Nutzer*innenorientierte Entwicklung	- Entwicklung nach Human-centered Design durch regelmäßige Qualitätssicherung - Rücksprache mit Fachexpert*innen und Anwender*innengruppen erforderlich
		Bewertung der technischen Relevanz	Bewertung von Güte und Adäquatheit der VR-Technologie
		Hygiene	Desinfizierbarkeit der technischen Geräte
		Datenübertragbarkeit	Gängige und schnelle Datenübertragung zur VR-Brille (z.B. Bluetooth)

2. Datenschutz	Datengenerierung und Datenspeicherung	Einhaltung Datenschutzrechtlicher Vorgaben	• DSGVO • Erfüllen von Privacy by Design (Datenschutz durch Technikgestaltung) • Privacy by Default (Datenschutz durch datenschutzfreundliche Voreinstellungen) • Zweckbindung • Verschlüsselung der Speicherdaten • lokale und persistente Speicherung der Daten in einem geschützten Umfeld
		Umsetzung Datenschutzgerechter Einwilligungen zur Datenverarbeitung	• Detaillierte Informationsgabe
		Informationspflichten	• Aufklärung Datennutzung(szwecken)
		Datenminimierung und Angemessenheit	• Bewertung, welche Daten wofür erhoben werden müssen
		Authentisierung	• Nachvollziehbarkeit des Datenursprungs
		Verhinderung von Datenabfluss	• Sicherstellung durch eingeschränkte Kommunikation • Vermeidung ungewollter Datenkommunikation
		Abgabe der Einwilligung durch aktive Handlung	• Aushändigung der unterschiedlichen Ebenen Dokumente
		Regelmäßige und sichere Aktualisierung	• Updates durchführen
		Sichere Deinstallation	• Löschen aller die Person betroffenen Daten
		Automatische Sicherheitsupdates	• Unkomplizierte, regelmäßige Absicherung
		Transparente Darstellung zur Datenverarbeitung/ -verwertung	• Offenlegung, welche Daten für welche Zwecke verwendet werden
		Informationssicherheit	• Zuständige Person, die die Datenverarbeitung verantwortet
	Rechtmäßigkeiten	Zugriffskontrolle	• Zugriff nur durch befugte Personen • klare Definition von Zugängen und Zugriffsrechten
		Freiwillige Einwilligung	• Ohne Zwang
		Datenschutzrecht	• Wahrung der Persönlichkeitsrechte
		Betroffenenrechte	• Möglichkeit zur Datenspende • Verbraucherschutztransparenz

3. Informationssicherheit	<i>Notwendigkeit</i>	Erforderlichkeit	Abfrage nur benötigter Informationen
		Richtigkeit	Korrektheit der Daten
	<i>Schutzmaßnahmen</i>	Informationssicherheitsmanagement	- Transparente Darstellung zur Datenverarbeitung/ -verwertung - Security by Design (Berücksichtigung der Sicherheitsanforderungen von Hard- und Software schon während der Entwicklungsphase)
		Protokollierung	Aufzeichnungen von z.B. Zugriffen
		Sicherstellung, sofern die Anwendung Daten mit externer Hardware austauscht	Verhinderung von Malware
		Regelmäßige und sichere Aktualisierung	Updates durchführen
		Sichere Deinstallation	Löschen aller die Person betroffenen Daten
		Automatische Sicherheitsupdates	Unkomplizierte, regelmäßige Absicherung
		Transparente Darstellung zur Datenverarbeitung/ -verwertung	Offenlegung, welche Daten für welche Zwecke verwendet werden
4. Technische Qualität	<i>Technische Sicherheit</i>	Robustheit gegen Störungen/ Fehlbedienungen	Gewährleistung einer stabilen Leistung bei fälschlicher Ausführung
		Härtung	Schließen von Sicherheitslücken
		Fehlerbehebung	- Systematischer Lösungsansatz bei Problemen - intuitiv
		Widerstandsfähigkeit des VR-Systems	- Stabilität/ Unempfindlichkeit - Sturzsicherheit
		Vermeidung von Latenz	Vermeidung von Verzögerungszeiten
	<i>Nutzer*innen-bezogene Sicherheit</i>	Einzeichnen virtueller Begrenzungen (Guardian)	Äußere Begrenzungslinie
		Einfache Nutzung	- Intuitiv - barrierefrei
		Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation	- Möglichkeit des Spiegeln - Tracking der Blickrichtung
		Geeignete Technologie	Akzeptanz der ausgewählten VR-Technologie bei der nutzenden Person

5. Verbraucherschutz und Fairness	<i>Zugänglichkeit</i>	Bereitstellen von Verbraucher*inneninformationen vor der Nutzung	• Ausführliche Informationsgabe • kein zu erfüllender Konto-zwang für VR-Anwendungsnutzung • ein Login-System für eine personalisierte Nutzung zur Verfügung
		Angebote zur Nutzer*innenbetreuung	• Ansprechpartner*in/ Kontakt bei Fragen
		Verbraucherfreundliche Nutzungskonditionen	• Aufklärung nutzungsbedingter Gegebenheiten
		Langfristiger Support	• Unterstützungsmöglichkeiten über einen längerfristigen Zeitraum nach Erstnutzung
		Anwendungsvorschau	• Darstellung des VR-Inhalts
		Werbefreie VR-Anwendungsnutzung	• Verzicht auf Werbung
		Möglichkeit VR-Ausleihe	• Kein Erwerb des HMDs notwendig
	<i>Transparenz</i>	Transparente Geschäftsmodelle	• Offenlegung der Nutzungsbedingungen
		Softwareaktualisierung	• Automatische Sicherheitsupdates
6. Interoperabilität	<i>Datenportabilität</i>	Interoperabilität mit anderen Anwendungen und Diensten	• Konnektivität zu anderen Anwendungen/ Diensten • Beachten von Sicherheitsaspekten bei Zugriffen auf Online-Datenbanken • Möglichkeit zur Datenverarbeitung ohne Programmierkenntnisse
		Nutzung bewährter Datenformate	• z.B. XML, JSON
	<i>Technologiekompatibilität</i>	Einheitliche Schnittstellen	• Komplikationslose Verbindungsmöglichkeiten
		Kompatibilität bei Verwendung mehrerer Technologien	• z.B. übereinstimmende Anschlüsse
7. Nutzer*innenfreundlichkeit und Motivation	<i>Nutzbarkeit</i>	Personalisierte Nutzung	• z.B. per Login-Funktion • bei Nutzung der Login-Funktion: Einsehbarkeit persönlicher Daten • Verifizierung • Berücksichtigung von Stil- und Themenvorlieben der Alters-/ Zielgruppe
		Gamification	• Einbinden spielerischer Elemente

		Leistungsvergleich	• In einen Wettbewerb mit sich selbst oder anderen treten • Verlaufskontrolle
	<i>Zielgruppenorientierung</i>	Gebrauchstauglichkeit	• Benutzerfreundlichkeit
		Förderung der Nutzer motivation und Nutzungstreue	• Anreize schaffen für ein gutes VR-Erlebnis • intensive Betreuung und Anleitung bei der (ersten) Nutzung • Erfahrungswerte mit der Technologie vor Nutzung sicherstellen • ansprechendes Anwendungsetting • Ermöglichen soziale Interaktion (direkt oder Indirekt) • Ansprache des Belohnungssystems
		Individualisierung	• auf die nutzende Person ausgerichtet • Wechsel zwischen der virtuellen und realen Welt einfach/unkompliziert und schnell
		Austausch in der Community	• Konversationen mit anderen VR-Nutzer*innen führen
		Senior*inneninteressen in VR abbilden	• Themen aufgreifen, die Senior*innen interessieren
		Geeignete VR-Technologiewahl	• z.B. VR-HMD, VR-Screen etc.(geeignetes Modell)
		Praktikabilität	• Nutzung zuhause

Part 2: VR-spezifische Kriterien

<i>Kategorie</i>	<i>Subkategorie</i>	<i>Kriterium</i>	<i>Erläuterung</i>
1. Grafik/ Qualität	<i>Objektbezogen</i>	Bildwiederholungsrate	• Bilder pro Sekunde/ Frames per second (fps) • mindestens 60 fps geeignet
		Auflösung	• Hohe Qualität, abhängig vom Rendering • oft reichen 1832x1920px • rechenintensive Prozesse sollten vermieden werden
		Licht und Schatten	• Naturalistische Gestaltung
		3D-Objekte	• Geringe Anzahl an Polygonen • einheitlicher Stil

2. 3D-Charakter/ Avatar			• Konsistenz bei der Objektgestaltung hinsichtlich Detailgrad und Texturauflösung • Übereinstimmung Objektskalierung mit der Realität • virtuelle Abmessung insb. bei interaktiven Elementen
		Zeitliche Illusion	• Änderung der Umgebung • realistische Wahrnehmung
		Geeignete Farbwahl	• z.B. Farbtiefe und –spektrum (z.B. 256 Farben) • Berücksichtigung von Farbsehstörungen
		Einheitlicher Stil	• Konsistenz
		Kontraste	• z.B. zur Unterscheidung von Objekten
	Nutzer*innenbezogen	Audio	• Immersives Audiodesign • Berücksichtigung komplexer Klangwelten (z.B. 7.1 Surround Sound)
		Informationsgabe	• Vermeidung langer Texte • Individuell einstellbare Schriftgröße • Sprachumsetzung per Text- bzw. Dialogelemente • Abgrenzung der Interaktionselemente vom restlichen Environment
		Brillenergonomie	• Angenehmer Tragekomfort
	Erscheinungsbild	Naturalistisches Aussehen	• Menschenähnliches Erscheinungsbild • Uncanny Valley-Effekt
		Virtueller Körper	• Menschenähnliche Gestaltung (z.B. Proportionen) • Körpergröße
		Akzeptanz des virtuellen Charakters	• Naturalistisches Erscheinungsbild/ Auftreten für die Annahme des virtuellen Charakters • Glaubwürdigkeit • Autonomie
		Verzicht hochabstrakter Gestaltung	• Realitätsferne Darstellung
	Habitus (Verhalten)	Naturalistisches Verhalten	• Menschenähnliches Verhalten • Verhaltensmuster wie Emotionen oder motorisches Verhalten, wie Augeninteraktion • Sense of presence • Virtuelle Bewegungen gleichen den tatsächlichen Bewegungen

3. Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen		Naturalistisches Verhalten: Sprache/ Stimme	• Menschenähnliches Sprechverhalten • Tonhöhe • Sprachgeschwindigkeit • Lautstärke
		Gestik	• Menschenähnliche Körpersprache • Handbewegungen
	Didaktik	In-Game Assistenzmethoden	• z.B. Pfeile • Hinweise zur Nutzung mit Hilfe von In-Game Assistenzmethoden wie Richtungspfeile • Non player characters • Schilder • Wiederholungen bzw. Erinnerungen von Anweisungen
		Tutorials/ Videos	• Zur Erprobung der VR-Anwendung • Heranführen an Inhalte • Integration des Tutorials in Anwendung
		Kennenlernen/ Erproben einzelner Funktionen	• Zur Förderung des sicheren Umgangs in VR • Interaktionsmöglichkeiten verdeutlichen (z.B. Controller abbilden, während der Betrachtung eines Objektes Tipps geben)
		Klare Zieldefinition	• Angabe darüber, was der Sinn/ das Ziel der VR-Anwendung ist • Definition kurz- und langfristiger Ziele
		Feedback zu korrekten/ falschen Interaktionen	• Lob/ Kritik als richtungsweisender Faktor • Feedback zur Leistung/ zum Fortschritt • Multimodales Feedback, z.B. auditiv/ visuell • Feedback-Methode: Aktionssound
		Anfängliches Erlernen	• VR-Anwendung und z.B. deren Interaktionen verstehen • Hinweise zu Interaktionsmechanismen
		Erläuterung von Interaktionsmechanismen	• Über Funktionalitäten und Regulierung dieser informiert sein • Anweisungslose Zielvorgaben über narrative Elemente bzw. visuelle Hervorhebungen

	<i>Rahmenbedingungen</i>	Nutzungsdauer	• in Minuten (min) • max 60 Min • Abnahme der Immersion nach 15-20 Min
4. Interaktion	<i>Funktionalitäten</i>	Geeignetes Maß an Interaktion	• Keine Über-/ Unterforderung; 360° Video
		Physische Ausführung	• z.B. natürliche Bewegungsmuster • Bewegungen der oberen/ unteren Extremitäten, Blicksteuerung
		Interaction-Patterns	• Geeignete Wahl des Entwurfsmusters von Interaktionen • Selection/ Manipulation/ Viewpoint/ indirect Control und Compound Pattern
		Präsentation des Stimulus	• Gezielte Reizsetzung • Stimulusart (visuell, auditiv, haptisch, olfaktorisch) • Stimulusgrad
		Handhabung	• Unkompliziert • Usecase spezifische Steuerung • Verzicht auf langes Einrichten und Setup (Plug-and-play) • Flow-Erlebnis • Adaption der Anwendungsschwierigkeit durch Einbinden von Feedback-Technologien • natürliches Mapping zwischen der Technologie und dem Anwendungsszenario • Ansteuerung interaktiver Objekte (z.B. Nutzung eines Raycasts) • Sofern der Anwendungskontext es anbietet, kann mit einer Sprachsteuerung gearbeitet werden • Wahl der Interaktionsform so, dass ein Midas Touch Problem umgangen wird • Prüfen, ob die Verwendung zusätzlicher Hardware als sinnvoll erscheint • z.B. Drehen durch tatsächliche Bewegung oder Control-Interaktion

5. Navigation	Regulierung	Propriozeption	- Die nutzende Person sollte das eigene Bewegungsempfinden nachvollziehen können; Körpergefühl; - nutzende Person soll die Kontrolle über ihre Aktionen in der Anwendung haben (sense of control)
		Erfassen/ Speichern/ Auswerten der Leistungen	- Leistungsüberblick/ -kontrolle; Vergleich und Auswertung über die Zeit; - Erfassen/ Speichern/ Auswerten der Leistungen (z.B. Zeit, Anzahl Wdh., Erfolg/ Misserfolg)
		Bewertung Handtracking vs. Controller	Je nach Anwendungskontext bewerten
	Bedienung	Kommunikation	- z.B. per Anklicken von Objekten, per Sprachauswahl - Kommunikationsmuster per Sprache, Chat, Interaktion
		Einfache Raumgestaltung	Gute Orientierung gewährleisten
		Steuerung	- z.B. durch Drücken von Controllertasten; - Systeme der Steuerung (z.B. Controller, Tastatur, Touchpad, Joystick)
		Übersichtliche Menüdarstellung	- Strukturiertes, einheitlich gestaltetes Menü - wenig Tipparbeit
	Orientierungsbewegungen	Lokomotion	- Bestimmung der Fortbewegungsart - sicheres Lokomotion-System - Fortbewegungsart (z.B. Teleportation, physisches Bewegen); - Bewertung der benötigten Freiheitsgrade (3 oder 6DoF), - Gyrosensor (o.Ä.) zur Haltungskontrolle - Geeignete Wahl der Fortbewegungsart - Wahl angemessener Lokomotions-Methode zur Vermeidung von Cybersickness - hohes Kontrollempfinden zur Verringerung des Motions-Sickness-Risikos
		Tracking	Erfassung der Position der nutzenden Person
		Wahl einer geeigneten Fortbewegungsart	z.B. Teleportation

Part 1: Allgemeine Kriterien

<i>Kategorie</i>	<i>Subkategorie</i>	<i>Kriterium</i>	<i>Erläuterung</i>
1. Medizinische Qualität	<i>Evidenz & Zuverlässigkeit</i>	Gesichertes (medizinisches) Wissen	• Leitlinien Quellenangaben • Inhalte sind evidenzbasiert, d.h. durch Studien abgesichert • gründliche Bewertung der Studien hinsichtlich Kriterien wie der Aktualität, des Studiendesigns, der Stichprobe, des Untersuchungszeitraumes, der Methodik, sowie der Ergebnisse und Diskussion • Vergleich aktueller Studienergebnisse zur Thematik • Handlungsempfehlungen aus Leitlinien
		Einbezug von Fachexpert*innen	• Interdisziplinäre VR-Anwendungsentwicklung • Lege-Artis-Regel • Berücksichtigung des aktuellen Goldstandards
	<i>Sicherheitsgewährleistung</i>	Anwendungssicherheit	• Versch. Aspekte vor/ während der Nutzung beachten • Fehlertoleranz • Hilfestellungen bei Problemen • einfache Handhabung • Schulung durch eine qualifizierte Person zum Anwendungsgebrauch • Beurteilung physischer/ psychischer Eignung • Überprüfung des individuellen Gesundheitsstatus vor VR-Anwendungsnutzung
		Beachtung von Nebenwirkungen	• Motion-/ Cyber Sickness • Verhinderung des Unfall- und Verletzungsrisikos (Durchführung von Pre-Tests)
		Abfrage Medikamenteneinnahme vor VR-Nutzung	• Gefahr möglicher Nebenwirkungen, wie Schwindel o.Ä.
		(Vor-)erkrankungen beachten	• Ggf. Kontraindikation bei der Ausführung bestimmter Bewegungen
		Absicherung der Hardware	• Eingabegeräte: (Medizin-)Zertifizierung erforderlich • Schutz vor Missbrauch/ Malware • Zertifizierung der Hardware sowie Software

2. Datenschutz		Nutzer*innenorientierte Entwicklung	• Entwicklung nach Human-centered Design durch regelmäßige Qualitätssicherung • Rücksprache mit Fachexpert*innen und Anwender*innengruppen erforderlich
		Bewertung der technischen Relevanz	• Bewertung von Güte und Adäquatheit der VR-Technologie
		Hygiene	• Desinfizierbarkeit der technischen Geräte • Bereitstellung des entsprechenden Reinigungs equipments
		Datenübertragbarkeit	• Gängige und schnelle Datenübertragung zur VR-Brille (z.B. Bluetooth) • Nutzung von Sicherheitstools
	Datengenerierung und Datenspeicherung	Einhaltung Datenschutzrechtlicher Vorgaben	• DSGVO • BDSG • Erfüllen von Privacy by Design (Datenschutz durch Technikgestaltung) • Privacy by Default (Datenschutz durch datenschutzfreundliche Voreinstellungen) • Zweckbindung: spezifische und klare Definition • Verschlüsselung der Speicherdaten • lokale und persistente Speicherung der Daten in einem geschützten Umfeld • keine Speicherung von Gerätenummern oder IP-Adressen außerhalb der Notwendigkeit bzw. den Zweckbestimmungen • Maßnahmen treffen zum Schutz vor unbeabsichtigter oder unzulässiger Zerstörung, Löschung, Verfälschung, Offenbarung oder nicht legitimer Verarbeitung
		Umsetzung Datenschutzgerechter Einwilligungen zur Datenverarbeitung	• Detaillierte Informationsgabe
		Informationspflichten	• Aufklärung Datennutzung(szwecken)
		Datenminimierung und Angemessenheit	• Bewertung, welche Daten wofür erhoben werden müssen • Ausschluss anderer, datensparsamerer Mittel
		Authentisierung	• Nachvollziehbarkeit des Datenursprungs • Klare Kennzeichnung bei Änderung der Daten

		Verhinderung von Datenabfluss	• Sicherstellung durch eingeschränkte Kommunikation • Vermeidung ungewollter Datenkommunikation • Sicherstellung, dass die Anwendung keine ungewollten Log- oder Hilfsdateien schreibt
		Abgabe der Einwilligung durch aktive Handlung	• Aushändigung der unterschriebenen Dokumente • freiwillige, spezifische und informierte Einwilligung
		Regelmäßige und sichere Aktualisierung	• Updates durchführen
		Sichere Deinstallation	• Löschen aller die Person betroffenen Daten, einschließlich Caches und temporärer Dateien
		Automatische Sicherheitsupdates	• Unkomplizierte, regelmäßige Absicherung
		Transparente Darstellung zur Datenverarbeitung/ -verwertung	• Offenlegung, welche Daten für welche Zwecke verwendet werden
		Informationssicherheit	• Zuständige Person, die die Datenverarbeitung verantwortet
	<i>Rechtmäßigkeiten</i>	Zugriffskontrolle	• Zugriff nur durch befugte Personen • klare Definition von Zugängen und Zugriffsrechten
		Freiwillige Einwilligung	• Ohne Zwang
		Datenschutzrecht	• Wahrung der Persönlichkeitsrechte

		Betroffenenrechte	• Möglichkeit zur Datenspende • Verbraucherschutztransparenz • Hinweise zum Zweck der Speicherung, zur möglichen Datenübermittlung an Dritte sowie zu möglichen Folgen bei Verweigerung • Transparente Darstellung über die Geltungsdauer der Einwilligung, die Widerrufsmöglichkeit, das Recht auf Einsicht, Korrektur und Löschung der Daten sowie die Angaben zur Datenspeicherung (Ort, Umfang) • Recht auf Auskunft, Berichtigung, Sperrung bzw. Löschung personenbezogener Daten, Benachrichtigungen bei sich ändernden Gegebenheiten und Recht auf Schadenersatz • Datenspende durch eine freie Entscheidung • Rückzug von Einverständniserklärungen jederzeit und ohne Abgabe von Gründen
3. Informationssicherheit	<i>Notwendigkeit</i>	Erforderlichkeit	• Abfrage nur benötigter Informationen • Ziel bzw. die Zweckmäßigkeit • Wenn Zustand gegeben ist: Einbezug des sozialen Umfeldes bei Verwendung der VR-Anwendung
		Richtigkeit	• Korrektheit der Daten
	<i>Schutzmaßnahmen</i>	Informationssicherheitsmanagement	• Transparente Darstellung zur Datenverarbeitung/ -verwertung • Security by Design (Berücksichtigung der Sicherheitsanforderungen von Hard- und Software schon während der Entwicklungsphase)
		Protokollierung	• Aufzeichnungen von z.B. Zugriffen • Berücksichtigung der Zugriffsrechte Online und Offline • Speicherung der Zugangsdaten verschlüsselt an einem sicheren Ort • Zugangsberechtigte: Unterschreiben einer Verschwiegenheitsverpflichtung • Zugriffe auf Funktionen und Daten der Anwendung nur über sichere Netze und Zugangspunkte

4. Technische Qualität		Sicherstellung, sofern die Anwendung Daten mit externer Hardware austauscht	• Verhinderung von Malware • Rahmenbedingungen zur Installation, Aktivierung, Nutzung und Verwendung von beispielsweise Sensoren • zielgruppenspezifische Beschreibung und Sicherstellung von Fehlbedienungen zu den Abläufen der Installation, Konfiguration, Aktivierung und Deaktivierung der Hardware • Gewährleistung einer wechselseitigen Authentisierung zwischen der Anwendung und externer Hardware • verschlüsselter Datenaustausch zwischen der Anwendung und externer Hardware • lokale und persistente Speicherung der Daten in einem geschützten Umfeld • Synchronisierung beider Systeme • Dokumentation zur sicheren Deaktivierung angebundener Hardware
		Regelmäßige und sichere Aktualisierung	• Updates durchführen
		Sichere Deinstallation	• Löschen aller die Person betroffenen Daten
		Automatische Sicherheitsupdates	• Unkomplizierte, regelmäßige Absicherung
		Transparente Darstellung zur Datenverarbeitung/ -verwertung	• Offenlegung, welche Daten für welche Zwecke verwendet werden • Ausschluss von Datenmissbrauch
	<i>Technische Sicherheit</i>	Robustheit gegen Störungen/ Fehlbedienungen	• Gewährleistung einer stabilen Leistung bei fälschlicher Ausführung • Barrierefreie Inhalte • Nutzung externer Geräte: Erkennen/ Anzeigen von Fehlfunktionen
		Härtung	• Schließen von Sicherheitslücken
		Fehlerbehebung	• Systematischer Lösungsansatz bei Problemen • intuitiv
		Widerstandsfähigkeit des VR-Systems	• Stabilität/ Unempfindlichkeit • Sturzsicherheit
		Vermeidung von Latenz	• Vermeidung von Verzögerungszeiten
	<i>Nutzer*in-</i>	Einzeichnen virtueller Begrenzungen (Guardian)	• Äußere Begrenzungslinie • Nutzungsfläche mind. 2x2m • Sichere Bodenbeschaffenheiten • Keine Hindernisse

5. Verbraucherschutz und Fairness	nenbezogene Sicherheit	Einfache Nutzung	• Intuitiv • Barrierefrei • Angenehmer Tragekomfort
		Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation	• Möglichkeit des Spiegeln • Tracking der Blickrichtung
		Geeignete Technologie	• Akzeptanz der ausgewählten VR-Technologie bei der nutzenden Person
	Zugänglichkeit	Bereitstellen von Verbraucher*inneninformationen vor der Nutzung	• Ausführliche Informationsgabe • kein zu erfüllender Kontozwang für VR-Anwendungsnutzung • ein Login-System für eine personalisierte Nutzung zur Verfügung • Infos über benötigtes (Zusatz-)Equipment/ zu erfüllende Bedingungen; dann möglicherweise zur Verfügung stellen • Anforderungen für sichere Nutzung im Vorfeld definieren (z.B. Mindestraumgröße, Raumbeschaffenheiten, ausführende Position, Ausführungsdauer) • Randbedingungen darstellen • Wenn Nutzung im privaten Umfeld: Nutzung mobiler technischer Systeme, Verzicht auf Komplexität • Autarke Nutzbarkeit • Keine verpflichtende Datenspende
		Angebote zur Nutzer*innenbetreuung	• Ansprechpartner*in/ Kontakt bei Fragen
		Verbraucherfreundliche Nutzungskonditionen	• Aufklärung nutzungsbedingter Gegebenheiten
		Langfristiger Support	• Unterstützungsmöglichkeiten über einen längerfristigen Zeitraum nach Erstnutzung • Per Telefon, E-Mail, Fernwartung, Terminvereinbarung, Versand • Hilfesysteme: Anleitung, (Online-)Handbuch, Online-Assistenzsysteme
		Anwendungsvorschau	• Darstellung des VR-Inhalts
		Werbefreie VR-Anwendungsnutzung	• Verzicht auf Werbung
		Möglichkeit VR-Ausleihe	• Kein Erwerb des HMDs notwendig
	Transparenz	Transparente Geschäftsmodelle	• Offenlegung der Nutzungsbedingungen • Zeitnahe Kündigungszeitraum von max. 1 Monat

		Softwareaktualisierung	• Automatische Sicherheitsupdates • Regelmäßig, komplikationslos • Information z.B. per Push-Mechanismus/ vor Anwendungsstart
6. Interoperabilität	<i>Datenportabilität</i>	Interoperabilität mit anderen Anwendungen und Diensten	• Konnektivität zu anderen Anwendungen/ Diensten • Beachten von Sicherheitsaspekten bei Zugriffen auf Online-Datenbanken • Möglichkeit zur Datenverarbeitung ohne Programmierkenntnisse
		Nutzung bewährter Datenformate	• z.B. XML, JSON • bei Export erhobener Gesundheitsdaten: Berücksichtigung eines im Interoperabilitätsverzeichnis vesta gelisteten IT-Standards oder FHIR-Standards
	<i>Technologiekompatibilität</i>	Einheitliche Schnittstellen	• Komplikationslose Verbindungsmöglichkeiten
		Kompatibilität bei Verwendung mehrerer Technologien	• z.B. übereinstimmende Anschlüsse
7. Nutzer*innenfreundlichkeit und Motivation	<i>Nutzbarkeit</i>	Personalisierte Nutzung	• z.B. per Login-Funktion • bei Nutzung der Login-Funktion: Einsehbarkeit persönlicher Daten • Verifizierung • Berücksichtigung von Stil- und Themenvorlieben der Alters-/ Zielgruppe
		Gamification	• Einbinden spielerischer Elemente
		Leistungsvergleich	• In einen Wettbewerb mit sich selbst oder anderen treten • Verlaufskontrolle
	<i>Zielgruppenorientierung</i>	Gebrauchstauglichkeit	• Benutzerfreundlichkeit • intensive Betreuung und Anleitung bei der (ersten) Nutzung • Sicherstellung der Erfahrungswerte mit der Technologie vor Nutzung • Information über VR-Anwendung und Bedienung • Bedienhilfen für Nutzer*innen mit Einschränkungen

		Förderung der Nutzermotivation und Nutzungstreue	• Anreize schaffen für ein gutes VR-Erlebnis • intensive Betreuung und Anleitung bei der (ersten) Nutzung • Erfahrungswerte mit der Technologie vor Nutzung sicherstellen • ansprechendes Anwendungssetting • Ermöglichen soziale Interaktion (direkt oder Indirekt) • Ansprache des Belohnungssystems • klar definierte Zielvorgabe (in VR und der Nutzen für die Realität) • motivierendes Feedback im angemessenen Maß • Anwendung als Bewertungsinstrument der Benutzerfreundlichkeit und Adhärenz, als Maß können gelten: Verbrachte Zeit, Anzahl Logins, Interaktionsmodalität
		Individualisierung	• auf die nutzende Person ausgerichtet • Wechsel zwischen der virtuellen und realen Welt einfach/ unkompliziert und schnell • zielgruppengerechte, interdisziplinäre, partizipative Anwendungsentwicklung
		Austausch in der Community	• Konversationen mit anderen VR-Nutzer*innen führen
		Senior*inneninteressen in VR abbilden	• Themen aufgreifen, die Senior*innen interessieren • Interessensbekundung (Themen/ Bedarfe) zur Erhöhung der Akzeptanz der VR-Anwendung sowie der Nutzungshäufigkeit und –dauer, da das Ziel, der Sinn und die Zweckhaftigkeit besser wahrgenommen werden • Mit zunehmender Motivation/ Begeisterung/ Sinnhaftigkeit steigt die Wahrscheinlichkeit einer direkten und zielgruppeninternen Weiterempfehlung (von User*innen für User*innen)
		Geeignete VR-Technologiewahl	• z.B. VR-HMD, VR-Screen etc.(geeignetes Modell) • geeignet heißt: entsprechend deren körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit • zweckmäßig
		Praktikabilität	• Nutzung zuhause • Kostengünstiges Konzept

Part 2: VR-spezifische Kriterien

<i>Kategorie</i>	<i>Subkategorie</i>	<i>Kriterium</i>	<i>Erläuterung</i>
1. Grafik/ Qualität	<i>Objektbezogen</i>	Bildwiederholungsrate	- Bilder pro Sekunde/ Frames per second (fps) - mindestens 60 fps geeignet
		Auflösung	- Hohe Qualität, abhängig vom Rendering - oft reichen 1832x1920px - rechenintensive Prozesse sollten vermieden werden
		Licht und Schatten	Naturalistische Gestaltung
		3D-Objekte	- Geringe Anzahl an Polygonen - einheitlicher Stil - Konsistenz bei der Objektgestaltung hinsichtlich Detailgrad und Texturauflösung - Übereinstimmung Objektskalierung mit der Realität - virtuelle Abmessung insb. bei interaktiven Elementen - Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung (z.B. Methoden wie Anti-aliasing, Texture baking) - Hoher visueller/ übersichtlicher Detailgrad - Ökologisch valide Szenarien (keine zu dunkle/ futuristische virtuelle Umgebung, da dies beängstigend wirken könnte)
		Zeitliche Illusion	- Änderung der Umgebung - realistische Wahrnehmung
		Geeignete Farbwahl	- z.B. Farbtiefe und -spektrum (z.B. 256 Farben) - Berücksichtigung von Farbsehstörungen bzw. alternative Darstellungsformen anbieten - Warme Farben wählen für ein wohligeres Gefühl bei Senior*innen
		Einheitlicher Stil	Konsistenz
		Kontraste	- z.B. zur Unterscheidung von Objekten - eindeutige räumliche Zuordnung
	<i>Nutzer*innenbezogen</i>	Audio	- Immersives Audiodesign - Berücksichtigung komplexer Klangwelten (z.B. 7.1 Surround Sound)

			• Individuelle Einstellungen • Ablenkung durch unerwünschte Geräusche vermeiden • Senior*innengerecht (Betonung, Geschwindigkeit etc.)
		Informationsgabe	• Vermeidung langer Texte • Individuell einstellbare Schriftgröße • Sprachumsetzung per Text- bzw. Dialogelemente • Abgrenzung der Interaktionselemente vom restlichen Environment • Verständlich • Wesentliche Inhalte in kurzer Textform und gut lesbar • Mittiges Inhaltlayout • Bildlaufleisten vermeiden • Linksbündiger Text • Nutzung visueller Methaphern • Klar definierter Nutzungskontext • Für Interaktion: Zusammenführen visueller und propriozeptiver Informationen in optimierter Weise für gute Körperwahrnehmung • Cursor o.Ä. bereitstellen (Anzeigen des Ziels z.B. durch helle Umrandung) • Ähnliche Interpunktion/ Ausführung von Befehlen der Benutzeroberfläche • Layout, Terminologie, Navigation: einfach, klar, konsistent • Entfernen von Aufmerksamkeitserregenden Elementen, die nicht (mehr) benötigt werden • Auf Komplexität verzichten (selten verwendete/ nicht notwendige Dinge entfernen) • Veränderung der Elemente der Benutzeroberfläche (z.B. vergrößern) • Deutliche Benutzerführung (Auswahl/-möglichkeiten ersichtlich)
		Brillenergonomie	• Angenehmer Tragekomfort

2. 3D-Charakter/ Avatar	<i>Erscheinungsbild</i>	Naturalistisches Aussehen	• Menschenähnliches Erscheinungsbild • Uncanny Valley-Effekt
		Virtueller Körper	• Menschenähnliche Gestaltung (z.B. Proportionen) • Körpergröße • Naturalistisch • Ganzkörper-Avatar zur Erhöhung des sense of presence
		Akzeptanz des virtuellen Charakters	• Naturalistisches Erscheinungsbild/ Auftreten für die Annahme des virtuellen Charakters • Glaubwürdigkeit • Autonomie • Empathie
		Verzicht hochabstrakter Gestaltung	• Realitätsferne Darstellung
	<i>Habitus (Verhalten)</i>	Naturalistisches Verhalten	• Menschenähnliches Verhalten • Verhaltensmuster wie Emotionen oder motorisches Verhalten, wie Augeninteraktion • Sense of presence • Virtuelle Bewegungen gleichen den tatsächlichen Bewegungen • Naturalistisch • Verhalten entsprechend der Erwartungshaltung der nutzenden Person
		Naturalistisches Verhalten: Sprache/ Stimme	• Menschenähnliches Sprechverhalten • Tonhöhe • Sprachgeschwindigkeit • Lautstärke • Verständlich (ursprünglich aus 7. Nutzerfreundlichkeit und Motivation)
		Gestik	• Menschenähnliche Körpersprache • Handbewegungen
3. Bereitstellen von spielinternen Anweisungen	<i>Didaktik</i>	In-Game Assistenzmethoden	• z.B. Pfeile • Hinweise zur Nutzung mit Hilfe von In-Game Assistenzmethoden wie Richtungspfeile • Non player characters • Schilder • Wiederholungen bzw. Erinnerungen von Anweisungen auch bei Ausbleiben einer geforderten Handlung • Kurzhinweis (was ist zu tun?)

		Tutorials/ Videos	• Zur Erprobung der VR-Anwendung • Heranführen an Inhalte • Integration des Tutorials in Anwendung • Wenige und kompakte Tutorials
		Kennenlernen/ Erproben einzelner Funktionen	• Zur Förderung des sicheren Umgangs in VR • Interaktionsmöglichkeiten verdeutlichen (z.B. Controller abbilden, während der Betrachtung eines Objektes Tipps geben) • Hinweise zu Interaktionsmechanismen • Heranführung an Inhalte in Anwendung integriert
		Klare Zieldefinition	• Angabe darüber, was der Sinn/ das Ziel der VR-Anwendung ist • Definition kurz- und langfristiger Ziele • Klare und adäquate Aufgabenstellung • Verständliche Definition • Klare Struktur der Aufgaben • Jeder Schritt: Leicht erkennbar und verständlich
		Feedback zu korrekten/ falschen Interaktionen	• Lob/ Kritik als richtungsweisender Faktor • Feedback zur Leistung/ zum Fortschritt • Multimodales Feedback, z.B. auditiv/ visuell • Feedback-Methode: Aktionssound • Fehlerbehebung: einfach und aussagekräftige Kommunikation (selbstständige Fehlerbehebung ohne technisches Knowhow) • Entwurf Fehlermeldung: Nutzende Person nicht Ursache des Fehlers • Rückmeldung über erfolgreiche oder auch fehlerhafte Aktionen/ Handlungen rechtzeitig und in einfacher sowie auffälliger Weise • Feedbackgestaltung so, dass es bestimmte Verhaltensweisen der nutzenden Person in einer auffälligen und prägnanten Art und Weise (je nach Kontext/ Situation) fördert oder hemmt
		Anfängliches Erlernen	• VR-Anwendung und z.B. deren Interaktionen verstehen • Hinweise zu Interaktionsmechanismen

		Erläuterung von Interaktionsmechanismen	• Über Funktionalitäten und Regulierung dieser informiert sein • Anweisungslose Zielvorgaben über narrative Elemente bzw. visuelle Hervorhebungen • Bei visueller Darstellung von Informationen: Genügend Lesezeit einplanen • Komprimierte Texte • Vermeidung, dass Nutzer*in gezwungen wird in sehr kurzen Abständen lesen zu müssen • Informationsübermittlung: Konsistent • Informationsanordnung: Vermeidung von Widersprüchen und Ungereimtheiten • Output-Message so kurz wie möglich halten • Auswahlmöglichkeiten reduzieren • Navigations-/ Menüleiste • Intuitive Bedienung vergleichbarer Funktionsweisen
	Rahmenbedingungen	Nutzungsdauer	• in Minuten (min) • max 60 Min • Abnahme der Immersion nach 15-20 Min • Örtliche Rahmenbedingungen: Gegebenheiten an Inhalten/ Voraussetzung der VR-Anwendung orientieren (z.B. Interaktionsmuster, stehende/ sitzende/ wechselnde Position, Nutzung von Trackingsystemen/ externer Sensorik/ zusätzlicher Hardware etc.) • Mindestmaß von 2 x 2m • Nicht zu helle Umgebung (z.B. starke Sonneneinstrahlung), da sonst kein reibungsloses Tracking möglich • Gute Bodenbeschaffenheiten, keine Stolperfallen, Beseitigen von Hindernissen • Ebene, gleichmäßige Fläche mit ggf. Referenzen bzw. Markierungen als Orientierungspunkte • Ungestörte Durchführung im Raum • Ruhige Umgebung • Keine Beobachtung durch Externe (könne Nutzende hemmen/ Schamgefühl auslösen)

4. Interaktion	<i>Funktionalitäten</i>	Geeignetes Maß an Interaktion	• Keine Über-/ Unterforderung; 360° Video • Multi-Touch Interaktion • Tippgesten (einfach zu verstehen/ zu merken) • Ikonische Gesten können ansprechend sein • Angemessenes Interaktionsausmaß (keine Überforderung) • Ablenken durch Interaktionen vom eigentlichen Zustand (krank, unsicher, Schmerzempfindend) • Förderung von positiven Gedanken durch Interaktion • Förderung der posturalen Kontrolle •
		Physische Ausführung	• z.B. natürliche Bewegungsmuster • Bewegungen der oberen/ unteren Extremitäten, Blicksteuerung • Bewertung der technischen und inhaltlichen Relevanz
		Interaction-Patterns	• Geeignete Wahl des Entwurfsmusters von Interaktionen • Selection/ Manipulation/ Viewpoint/ indirect Control und Compound Pattern • Range of Motion der nutzenden Person beachten • Auf angemessene Bewegungsausführung achten (z.B. bei Personen im Rollstuhl keine 360 Grad oder alternative Rotationsmöglichkeit wählen) • Funktionelle und aufgabenbezogene Gestaltung (praktische Relevanz für Alltag und Übertragung der von in VR gelernten Fertigkeiten) • (Basic) ADL Bezug
		Präsentation des Stimulus	• Gezielte Reizsetzung • Stimulusart (visuell, auditiv, haptisch, olfaktorisch) • Stimulusgrad • Möglichkeit der Ansteuerung/ Anklicken interaktiver Objekte (z.B. per Blicksteuerung und Fokuspunkt; Controller bzw. Handtracking und Laserstrahl); hierfür Verwendung Raycast

		Handhabung	• Unkompliziert • Usecase spezifische Steuerung • Verzicht auf langes Einrichten und Setup (Plug-and-play) • Flow-Erlebnis • Adaption der Anwendungsschwierigkeit durch Einbinden von Feedback-Technologien • natürliches Mapping zwischen der Technologie und dem Anwendungsszenario • Ansteuerung interaktiver Objekte (z.B. Nutzung eines Raycasts) • Sofern der Anwendungskontext es anbietet, kann mit einer Sprachsteuerung gearbeitet werden • Wahl der Interaktionsform so, dass ein Midas Touch Problem umgangen wird • Prüfen, ob die Verwendung zusätzlicher Hardware als sinnvoll erscheint • z.B. Drehen durch tatsächliche Bewegung oder Controlleraktion • für Nutzung: Technisches Fachwissen nicht als Voraussetzung • Selbsterklärende Anwendungsmechanik • Unkomplizierte Bedienung/ Steuerung • Wahl des Interaktionsmusters so, dass selbstständige/ sichere Durchführung ermöglicht wird
	Regulierung	Propriozeption	• Die nutzende Person sollte das eigene Bewegungsempfinden nachvollziehen können; Körpergefühl; • nutzende Person soll die Kontrolle über ihre Aktionen in der Anwendung haben (sense of control)
		Erfassen/ Speichern/ Auswerten der Leistungen	• Leistungsüberblick/ -kontrolle; Vergleich und Auswertung über die Zeit; • Erfassen/ Speichern/ Auswerten der Leistungen (z.B. Zeit, Anzahl Wdh., Erfolg/ Misserfolg) • Personalisierte Nutzung (Formulierung individueller Ziele; Freischalten von Funktionen) • Möglichkeit, Angehörige von Gesundheitsberufen einzubeziehen (Einsicht ins Verlaufsprotokoll).

		Bewertung Handtracking vs. Controller	• Je nach Anwendungskontext bewerten
5. Navigation	Bedienung	Kommunikation	• z.B. per Anklicken von Objekten, per Sprachauswahl • Kommunikationsmuster per Sprache, Chat, Interaktion
		Einfache Raumgestaltung	• Gute Orientierung gewährleisten • Einfache räumliche Gestaltung • Geeigneten Interaktionsradius wählen z.B. bei Anwendungsstart 360 Grad-Interaktionen vermeiden, Interaktionsradius vorerst auf ca. 45 Grad konzentrieren) • Raum sollte keine Barrieren für Nutzung darstellen (z.B. Raumgröße, Flächenbeschaffenheit, Hindernisse...)
		Steuerung	• z.B. durch Drücken von Controller-tasten; • Systeme der Steuerung (z.B. Controller, Tastatur, Touchpad, Joystick) • Leichte Korrektur von Eingaben (bei Fehlern) • Einfache Funktionszuordnung • Wiederholte Nutzung von Interaktionsmustern mit selben/ ähnlichem Effekt • Bestätigungen nach Eingaben/ der Bedienung eines Knopfes (z.B. hinterfragen Änderungen von Einstellungen, Abbrechen der Anwendung) • Angemessene, einfache, komfortable Navigation • Leichte Steuerung (z.B. wird ein Joystick nicht empfohlen, da die Navigation hiermit schwerfällt) •
		Übersichtliche Menüdarstellung	• Strukturiertes, einheitlich gestaltetes Menü • wenig Tipparbeit, alternativ Auswahl anhand vorgegebener Antworten • Menü- bzw. Anwendungssteuerung möglichst wenig komplex

	<i>Orientierungsbewegungen</i>	Lokomotion	• Bestimmung der Fortbewegungsart • sicheres Lokomotion-System • Fortbewegungsart (z.B. Teleportation, physisches Bewegen; • Bewertung der benötigten Freiheitsgrade (3 oder 6DoF), • Gyrosensor (o.Ä.) zur Haltungskontrolle • Geeignete Wahl der Fortbewegungsart • Wahl angemessener Lokomotions-Methode zur Vermeidung von Cybersickness • hohes Kontrollempfinden zur Verringerung des Motions-Sickness-Risikos • Ermöglichung von Bewegungen in VR • Auswahl Fortbewegungsart/ Steuerung zur Fortbewegung vorab prüfen • Geeignete Auswahl der Fortbewegungsart (z.B. Teleportation, physisches Bewegen) sowie damit einhergehende Bedingungen (z.B. Einzeichnen eines Room Scales, Gewährleistung des Bewegungstrackings externer Sensorik/ Kamerasysteme) • Unterscheidung zwischen kurzen, mittleren und langen Distanzen • Bewertung, ob externe Tracking-Systeme genutzt werden sollten
		Tracking	• Erfassung der Position der nutzenden Person • Wahl des passenden Tracking-Verfahrens (z.B. räumliches Scanning/ optische Verfahren wie Inside-Out, Outside-In)
		Wahl einer geeigneten Fortbewegungsart	• z.B. Teleportation

Gütekriterienkernset für senior*innengerechte Virtual Reality-Anwendungen – Version 3 (V3_{final})

Verfasserin: Alina Napetschnig

Vorwort

Das Gütekriterienkernset enthält Kriterien, die für die Entwicklung von Virtual Reality-Anwendungen für Senior*innen relevant sind. Die Kriterien wurden im Rahmen von Literaturrecherchen sowie Workshops partizipativ mit VR-Anwendungs- bzw. Entwicklungsexpert*innen entwickelt. Die Ergebnisse der Methoden fielen unterschiedlich aus, sodass die Ausführung der Kriterien in der Ausführungslänge und im Detailgrad variiert. Das Dokument dient als Leitfaden für senior*innengerechte VR-Anwendungsentwicklungen.

Die Gültigkeit, Vollständigkeit sowie Aktualität des Gütekriterienkernset basiert auf Erkenntnissen, die sich auf den Zeitraum von September 2020 bis September 2022 beschränken. Die Durchführung von Anpassungen der Kriterien aufgrund weiterer bzw. aktuellerer Ergebnisse zu VR-Qualitätskriterien für Senior*innen sowie technologische Fortschritte hinsichtlich Soft- sowie Hardware kann nicht ausgeschlossen werden.

Das Gütekriterienkernset bildet zwei Parts ab: Der erste Part umfasst allgemeine Rahmenbedingungen für VR-Anwendungen, der zweite Part stellt spezifische Kriterien zur VR-Gestaltung und –Nutzung für die Zielgruppe Senior*innen dar. Die Kriterien beziehen sich sowohl auf Inhalte, die in der virtuellen Welt abgebildet werden, als auch auf Methoden, die für die Entwicklung von VR-Content verwendet werden.

1. Part des Gütekriterienkernsets: Rahmenbedingungen für die Entwicklung von senior*innengerechten VR-Anwendungen

1. Kategorie: Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte

Die Kategorie bildet Kriterien ab, die die Sicherung der Qualität von Inhalten im medizinischen bzw. gesundheitlichen Kontext umfassen. Hierunter sind Kriterien gefasst, die die Qualität der Versorgung der Senior*innen mit VR-Anwendungen sichert.

1.1 Evidenz

1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert
Die Inhalte müssen durch Studien, die thematisch identisch bzw. mindestens vergleichbar sind, abgesichert werden. Dabei gilt es eine gründliche Bewertung der Studien hinsichtlich Kriterien wie der Aktualität, des Studiendesigns, der Stichprobe, des Untersuchungszeitraumes, der Methodik, sowie der Ergebnisse und Diskussion vorzunehmen. Die Literaturrecherche sollte den gängigen Standards entsprechen. Ein Vergleich aktueller Studienergebnisse zur Thematik sollte berücksichtigt werden. Die Beurteilung der Vergleichbarkeit von Studien(ergebnissen) und die Übertragung auf das eigene Vorhaben sollte verlässlich sein. Zudem sollte der Einbezug von Fachliteratur erfolgen.
1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards
Die Umsetzung von (medizinischen/ gesundheitsrelevanten) Inhalten und Verfahren sollte auf der der Lege-Artis-Regel beruhen. Dabei findet eine Berücksichtigung des aktuellen Goldstandards statt. Fachexpert*innen sollten bei der VR-Entwicklung miteinbezogen werden.
1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren
Die Handlungsempfehlungen aus Leitlinien zu den Inhalten bzw. zu den Verfahren werden befolgt.
1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung
Angabe/ Veröffentlichung eines Quellenverzeichnisses, das die verwendeten Quellen in ihrer Lesbarkeit gut kenntlich macht und gängige Zitierweisen/ Standards berücksichtigt.

1.2 Anwendungssicherheit (vor/ während der Nutzung)

1.2.1 Beurteilung des Gesundheitsstatus
Vor der Nutzung der VR-Anwendung sollte der Gesundheitsstatus der nutzenden Person individuell überprüft werden. Physische und psychische (Vor-)Erkrankungen bzw. Einschränkungen, die Einfluss auf die VR-Nutzung haben könnten, sollten im Rahmen einer Anamnese abgeklärt werden. Des Weiteren sollten Faktoren wie Medikamente (bzw. deren Nebenwirkungen) berücksichtigt werden. Zudem gilt es Kontraindikationen für die Nutzung der VR-Anwendung auszuschließen. Die Verwendung von möglichen Hilfsmitteln (Brille, Gehstock, Hörgerät, Rollator etc.) während der VR-Nutzung muss beachtet bzw. auf Eignung geprüft werden. Es sollte geprüft werden, ob medizinisches Personal (ggf. mit entsprechenden Qualifikationen) als Betreuung bei der Nutzung anwesend sein sollte.
1.2.2 Beurteilung physisch/ psychischer Eignung

Physische Faktoren, wie der Mobilitätsstatus bzw. die Beweglichkeit, sollten mittels geeigneter Assessments überprüft werden. Für die Beurteilung der psychischen Verfassung sollten ebenfalls Assessments durchgeführt werden.
1.2.3 Beurteilung Cyber-/ Motionsickness
Die nutzende Person sollte über VR im Allgemeinen bzw. über die zu nutzende VR-Anwendung aufgeklärt werden. Anhand eines Pre-Tests soll die Cyber- bzw. Motionsickness der nutzenden Person eingeschätzt werden können. Für eine weitere Beurteilung von Cyber-/ Motionsickness können spezielle Assessments dienen.
1.2.4 Beurteilung von Sturz-/ Verletzungsrisiko bei VR-Anwendungsgebrauch
Die (Sturz-)Sicherheit der nutzenden Person sollte bestmöglich gewährleistet sein. Das Sturz- bzw. Verletzungsrisiko der nutzenden Person während der VR-Nutzung sollte vorab überprüft werden. Neben einer gezielten Aufklärung, der durchgeführten Anamnese, der Durchführung physischer sowie psychischer Assessments, liefert ein Pre-Test unter Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung einer Sturz-/ Verletzungsgefahr erste Hinweise. Auch können je nach Anwendung und Interaktionsformen gezielte Assessments zur Beurteilung des Sturzrisikos durchgeführt werden. Des Weiteren sollte ein Ethikantrag in Betracht gezogen werden. Zudem sollte das Versicherungsverhältnis geklärt sein.
1.2.5 Angemessener Umgang mit Technologie
Für den angemessenen Umgang mit der VR-Technologie bzw. weiteren für die Nutzung notwendigen Technologien sollte eine Schulung durch eine qualifizierte Person zum Anwendungsgebrauch für die beteiligten Personen erfolgen. Hierbei gilt es die Bedienung von VR hinsichtlich Hardware und Software sowie der Umgang mit der Hygiene zu lernen. Sofern den Senior*innen der Umgang gelehrt wird, ist auf eine zielgruppengerechte Anleitung zu achten.
1.2.6 Absicherung der Hardware
Das Eingabegerät sollte zertifiziert sein.
1.2.7 Absicherung der Inhalte
Die Software sollte zertifiziert sein. Es sollte eine bestmögliche Gewährleistung zum Schutz vor Missbrauch/ Malware erfüllt werden, indem z.B. Sicherheitstools genutzt werden. Es sollte auf eine schnelle Datenübertragung mittels gängiger Verfahren geachtet werden.

2. Kategorie: Datenschutzbestimmungen

Die Kriterien zum Thema Datenschutzbestimmungen beziehen sich auf die Erfüllung Datenschutzrechtlicher Vorgaben. Ziel ist es, den Einzelnen vor Beeinträchtigungen seines Persönlichkeitsrechts durch den Umgang mit personenbezogenen Daten zu schützen (vgl. §1Abs. 1 BDSG).

2.1 Datengenerierung und Datenspeicherung

2.1.1 Zweckbindung
Der Zweck, für den die Erlaubnis zur Datennutzung erteilt wurde, muss spezifisch und klar definiert sein. Eine Vorratsdatenspeicherung gilt es zu vermeiden. Die Speicherung der erhobenen personenbezogenen Daten sollte in einem festgelegten Zeitraum, der für die Erbringung der zugesagten Funktionalitäten oder zu anderen, aus rechtlichen Verpflichtungen resultierenden Zwecken zwingend erforderlich ist, erfolgen. Zudem sollte eine Begründung über die Zwecke der Speicherung sowie die maximale Speicherdauer vorliegen.

2.1.2 Erforderlichkeit und Datensparsamkeit

Eine für den Datenschutz beauftragte Person sollte über die Erforderlichkeit und Zweckmäßigkeit der Datensammlung aufklären. Diese Person gilt als Entscheidungsträger*in und verantwortet den gesamten Prozess der Datenschutzbestimmungen.

Es sollte eine Datenminimierung gegeben sein, indem die Datenverarbeitung/ -speicherung von Daten, die für die Beantwortung der Fragestellung notwendig sind und zuvor den Senior*innen zielgruppengerecht erläutert wurden, exakt festgelegt werden. Somit obliegt eine Beschränkung der verarbeiteten personenbezogenen Daten durch die Anwendung dem Zweck angemessen sowie auf das für die Zwecke der Verarbeitung notwendige Maß. Es sollte sichergestellt werden, dass eine angemessene Datenerhebung personenbezogener Daten durch Ausschluss anderer, datensparsamerer Mittel erfolgt.

2.1.3 Einwilligung

Über die erforderliche Einwilligung zur Verarbeitung personenbezogener Daten ist ein Nachweis zu erbringen. Es gilt eine freiwillige, spezifische und informierte Einwilligung der nutzenden Person einzuholen. Die Abgabe von Einwilligungen bzw. Erklärungen muss durchgängig ausdrücklich erfolgen und somit eine aktive und eindeutige Handlung der betroffenen Person beinhalten. Nur in Ausnahmefällen, wie z.B. bei einer Vormundschaft, gilt dies nicht.

Vor Abgabe einer Einwilligung sollte eine klare, verständliche, nutzer*innenfreundliche und der Zielgruppe angemessene Informationsgabe über die Datenverarbeitung (z.B. Art und Zweck) an die nutzende Person erfolgen.

2.1.4 Datensicherheit

Die Verarbeitung der Daten erfolgt nach der DSGVO und dem BDSG. Bei der Datensammlung sowie –verarbeitung personenbezogener Daten sollte eine Begründung vorliegen. Es sollten keine Gerätenummern oder IP-Adressen außerhalb der Notwendigkeit bzw. den Zweckbestimmungen gespeichert werden. Es sollten angemessene technische sowie organisatorische Maßnahmen getroffen werden, die dem Schutz vor unbeabsichtigter oder unzulässiger Zerstörung, Löschung, Verfälschung, Offenbarung oder nicht legitimierter Verarbeitung dienen.

Das Erfüllen von Privacy by Design (Datenschutz durch Technikgestaltung), Privacy by Default (Datenschutz durch datenschutzfreundliche Voreinstellungen) sowie Security by Design (Berücksichtigung der Sicherheitsanforderungen von Hard- und Software schon während der Entwicklungsphase) sollte vorausgesetzt sein. Der Austausch bzw. die Speicherung personenbezogener Daten sollte verschlüsselt sein. Es sollte ein durchgängig gemäß dem Stand der Technik verschlüsselter Austausch von Daten zwischen dem Endgerät der nutzenden Person und externen Systemen bestehen. Es gilt die Verhinderung von Datenabfluss durch Sicherstellung der eingeschränkten Kommunikation der Anwendung mit anderen Diensten, sodass es zu keiner ungewollten Datenkommunikation (insb. über personenbezogene Daten) kommt. Zudem sollte sichergestellt werden, dass die Anwendung keine ungewollten Log- oder Hilfsdateien schreibt. Zudem sollte eine sichere Deinstallation erfolgen, indem aller auf IT-Systemen in der Verfügung der betroffenen Person gespeicherten, durch die VR-Anwendung angelegten Daten und Dateien – einschließlich Caches und temporärer Dateien, gelöscht werden. Es sollte eine Sicherung der Daten bei einem plötzlichen Ausfall des Betriebssystems/ des Geräteakkus/ der Verbindung o. Ä. erfolgen.

Sofern die Anwendung direkt auf Sensoren eines mobilen Endgeräts und/ oder externe Hardware zugreift, sollten die Rahmenbedingungen zur Installation, Aktivierung, Nutzung und Verwendung von Sensoren oder angebundenen Geräten festgelegt und das Bestehen der Rahmenbedingungen vor der Ausführung entsprechender Funktionalitäten sichergestellt werden.

Sofern die Anwendung Daten mit externer Hardware austauscht, sollte eine zielgruppenspezifische Beschreibung und Sicherstellung von Fehlbedienungen zu den Abläufen der Installation, Konfiguration, Aktivierung und Deaktivierung der Hardware vorliegen. Es sollte die Gewährleistung einer wechselseitigen Authentisierung zwischen der Anwendung und externer Hardware sowie ein verschlüsselter Datenaustausch zwischen der Anwendung und externer Hardware bestehen.

Die Speicherung der Daten sollte verschlüsselt sein. Zudem sollte eine lokale und persistente Speicherung der Daten in einem geschützten Umfeld vorliegen sowie eine Synchronisierung beider Systeme erfolgen. Außerdem sollte eine Dokumentation zur sicheren Deaktivierung angebundener Hardware erfolgen, sodass sichergestellt ist, dass keine Daten verloren gehen und keine sensiblen Daten auf dem Gerät verbleiben.

2.1.5 Gewährleistung der Authentizität der Daten

Der Ursprung der Daten sollte nachvollziehbar sein. Bei einer Änderung der Daten soll diese klar gekennzeichnet werden. Auch sollte eine regelmäßige und sichere Aktualisierung der Daten sowie der genutzten technischen Systeme erfolgen.

2.1.6 Informationssicherheit

Alle beteiligten Personen sollten über das Ziel bzw. die Zweckmäßigkeit informiert sein. Die Informationen zur Datenverarbeitung bzw. -verwertung sollten transparent dargestellt werden. Die zuständige Person versichert, dass alle nötigen Maßnahmen getroffen werden, um eine sichere Datenverarbeitung gewährleisten zu können. Alle beteiligten Personen geben ihre Zusicherung, dass mit den Daten derart umgegangen wird, sodass ein Datenmissbrauch ausgeschlossen werden kann. Aufklärung über den Einsatz der Anwendung im Kontext der aktuellen Versorgungssituation der nutzenden Person. Das soziale Umfeld kann bei Bedarf über die Nutzung der VR-Anwendung per Informationsschreiben informiert werden.

2.2 Rechtmäßigkeiten

2.2.1 Datenschutzrecht

Zur Wahrung der Persönlichkeitsrechte bedarf die Verarbeitung personenbezogener Daten der expliziten Zustimmung. Von einer impliziten Zustimmung (opt-out) sollte abgesehen werden. Zudem sollten Informationen zur Datenverarbeitung und der Verwertungsrechte der Daten bereitgestellt werden. Die Informationen sollten zielgruppengerecht und transparent aufbereitet sein.

Persönliche Daten sollten anonymisiert, mindestens aber pseudoanonymisiert gespeichert werden, sodass eine Rückführung der in VR gesammelten Daten nur über einen Benutzernamen oder Vergleichbarem möglich ist, nicht aber auf die Person selbst.

2.2.2 Betroffenenrechte

In Form einer schriftlichen Einwilligungserklärung, die freiwillig erfolgt, werden alle relevanten Hinweise zum Zweck der Speicherung, zur möglichen Datenübermittlung an Dritte sowie zu möglichen Folgen bei Verweigerung festgehalten. Zudem werden die Geltungsdauer der Einwilligung, die Widerrufsmöglichkeit, das Recht auf Einsicht, Korrektur und Löschung der Daten sowie die Angaben zur Datenspeicherung (Ort, Umfang) transparent aufgeführt. Es besteht jederzeit das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Sperrung bzw. Löschung personenbezogener Daten. Auch besteht das Recht auf Benachrichtigungen bei sich ändernden Gegebenheiten sowie das Recht auf Schadenersatz.

Es sollte die Möglichkeit zur Datenspende durch eine freie Entscheidung der nutzenden Person erfolgen. Die Verbraucherschutztransparenz sollte erfüllt werden, sodass die nutzende Person zur jeder Zeit Informationen zur Datenerfassung, -speicherung und -verarbeitung nachvollziehen kann. Es besteht die Möglichkeit

des uneingeschränkten Abrufs der abgegebenen Einwilligungen bzw. Erklärungen. Auch können Einverständniserklärungen jederzeit und ohne Abgabe von Gründen zurückgezogen werden. Für die Seniorin bzw. den Senior sollte ein barrierefreier Zugang zur eigenständigen Einstellung der Datenschutzooptionen vorliegen. Die Erläuterung aller Rechte sollte zielgruppengerecht formuliert bzw. erläutert werden. Die Konsequenzen bei Verstoß gegen die Datenschutzbestimmungen bzw. Rechtmäßigkeiten sollten transparent dargestellt werden.

2.2.3 Zugänge und Zugriffsrechte

Die Zugänge und Zugriffsrechte sollten klar definiert sein. Hierbei gilt eine Berücksichtigung der Zugriffsrechte Online und Offline. Die Zugangsdaten sollten an einem sicheren Ort verschlüsselt gespeichert sein. Personen, die Zugriff auf personenbezogene Daten haben, sollten eine Verschwiegenheitsverpflichtung unterschreiben. Es sollte sichergestellt sein, dass Zugriffe auf Funktionen und Daten der Anwendung nur über sichere Netze und Zugangspunkte möglich sind. Gegebenenfalls sollte eine Schulung/ Aufklärung für die beteiligten Personen über sicherheitsrelevante Themen erfolgen.

3. Kategorie: Qualitätsanforderungen

Die Kategorie umfasst wesentliche Kriterien zum Thema Sicherheit. Dies umfasst sowohl technische Sicherheitsmaßnahmen, als auch jene, die auf die Nutzung bzw. die nutzende Person bezogen werden können.

3.1 Technische Sicherheit

3.1.1 Robustheit gegen Störungen

Die Anwendung sollte möglichst barrierefrei hinsichtlich ihres Inhaltes sein. Das VR-System sollte eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegenüber der nutzenden Person verfügen.

Die Fehlerbehebung sollte möglichst intuitiv sein.

Werden externe Geräte/ Sensoren verwendet, erkennt das System Fehlfunktionen dieser und zeigt diese an.

3.1.2 Hygiene

Die Geräte sollten desinfizierbar bzw. gut zu reinigen sein. Entsprechendes Reinigungsequipment sollte bereitgestellt werden.

3.2 Nutzer*innenbezogene Sicherheit

3.2.1 Vermeidung Kollisionsgefahr

Für eine verletzungsfreie Nutzung der VR-Brille, ist eine sichere (virtuelle) Umgebung notwendig. Die Nutzungsfläche sollte mindestens 2m x 2m umfassen und sichere Bodenbeschaffenheiten aufweisen. Faktoren, die bei der Nutzung hinderlich sind, sollten außerhalb der zuvor definierten Zone platziert werden. Die Verwendung eines Guardians trägt zur Sicherheit bei, indem eine exakte Raumgrenze des virtuellen Anwendungsfeldes gekennzeichnet wird. Sollte kein Guardian verwendet werden, so sollten weitere Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden.

3.2.2 Passende Brillenergonomie

Die Anwendung sollte möglichst barrierefrei hinsichtlich ihrer Nutzung sein. Der Tragekomfort sollte angenehm sein. Die VR-Brille sollte möglichst leicht und schnell abnehmbar sein. Zudem sollte sie für Brillenträger*innen geeignet sein. Das technologische System sollte sturzsicher sein.

3.2.3 Wechsel der Bedienbarkeit
Es sollte ein Wechsel zwischen der nutzenden Person und einer außenstehenden Person möglich sein, sodass die außenstehende Person Zugriff auf die Inhalte hat und möglicherweise Hilfestellungen geben kann/ Änderungen vornehmen kann, ohne dass die nutzende Person die VR-Brille/ das VR-Headset ablegen muss. Auch kann die Gabe von Hilfestellungen per Sprachassistenten in VR erfolgen.
3.2.4 Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation
Um die Situation der nutzenden Person in der virtuellen Welt nachvollziehen zu können und um somit eingreifen zu können, sollte die Anwendung über die Möglichkeit des Spiegelns/ Streamens verfügen. Die Blickrichtung der nutzenden Person sollte getrackt werden, um Hilfestellungen anzubieten (z.B. bei Überforderung der 360°-Sicht).

4. Kategorie: Verbraucherschutz

Diese Kategorie beinhaltet Kriterien, die verbraucherfreundliche Nutzungskonditionen beschreiben und zur Fairness beitragen.

4.1 Zugänglichkeit

4.1.1 Nutzer*innenbetreuung
Es sollte ein kostenfreier Support für technische bzw. organisatorische Anfragen bereitgestellt werden. Dieser sollte langfristig ausgelegt sein. Der Service sollte kosten- sowie barrierefrei sein, d.h. bestmöglich über direkte Kontaktmöglichkeiten (persönlich, vor Ort) oder alternativ über elektronische Kanäle, wie Telefon, E-Mail, Fernwartung, Terminvereinbarung oder Versand genutzt werden können. Zudem sollte eine Bereitstellung von Hilfesystemen, wie z.B. eine Anleitung oder ein (On-line-)Handbuch gegeben sein. Es bietet sich zudem die Verwendung von Online-Assistenzsystemen an. Auch können Hilfestellungen gegeben werden, indem häufige Fehler und Ähnliches mit Lösungsvorschlägen angeleitet werden (z.B. per Videokanal).
4.1.2 Nutzungskonditionen
Die nutzende Person sollte über für die Anwendungsnutzung benötigtes (Zusatz-)Equipment bzw. über zu erfüllende Bedingungen informiert/ aufgeklärt werden. Wenn möglich, sollte dieses zur Verfügung gestellt werden. Es sollten Aspekte berücksichtigt werden, die die Zugänglichkeit/ Nutzung gewährleisten. Hilfsmittel, die die Nutzung ermöglichen, sollten bereitgestellt werden. Die Anforderungen für eine sichere Nutzung der VR-Anwendung sollten definiert und vor Anwendungsgebrauch erfüllt werden. Dies bezieht sich u.a. auf Angaben zur Mindestraumgröße und Raumbeschaffenheiten, zur ausführenden Position und zur Ausführungsdauer. Es sollten Informationen bereitgestellt werden, die die Randbedingungen für das bestimmungsgemäße Funktionieren darstellen/ beschreiben. Die Anwendung sollte werbefrei sein. Sofern eine Nutzung in der privaten Umgebung einer Person erfolgt, sollten mobile technische Systeme genutzt werden und auf komplexe Voraussetzungen für die Nutzung verzichtet werden. Die Anwendung sollte autark nutzbar sein. Von einer verpflichtenden Datenspende durch die Nutzung von gekaufter Ware ist abzusehen. Die nutzende Person sollte sich verifizieren können. Zudem sollte eine Möglichkeit zur Anwendungsvorschau zur Beschreibung/ Visualisierung insbesondere bei Ängsten/ Unsicherheiten der nutzenden Person bestehen. Neben dem Erwerb der Anwendung sollte die Option des Streamings bzw. Ausleihens überdacht werden. Das Ausleihen kann sich neben VR-Anwendungen auch möglicherweise auf VR-Technologien beziehen.

4.2 Transparenz

4.2.1 Daten-/Softwareaktualisierung

Es sollten regelmäßige und komplikationslose Updates durchgeführt werden. Die Ausführung von Sicherheitsupdates sollten automatisch geschehen. Über die Ausführung eines sicherheitsrelevanten Updates der Anwendung sollte informiert werden (z.B. über Push-Mechanismen oder vor dem Start der Anwendung).

4.2.2 Transparente Geschäftsmodelle

Die Allgemeinen Geschäfts- bzw. Nutzungsbedingungen sollten der nutzenden Person transparent dargestellt werden. Es sollten Testmöglichkeiten der VR-Anwendung gegeben sein sowie kurze Vertragslaufzeiten bei Abonnementmodellen. Auf Kostenfallen sowie versehentliche In-App-Käufe sollte verzichtet werden. Informationen über initial verfügbare sowie kostenpflichtige Leistungen sollten bereitgestellt werden. Sofern ein Abonnement angeboten wird, sollte ein zeitnaher Kündigungszeitraum von max. einem Monat erfüllt werden können. Bei Nutzung von Bezahlssystemen sollten diese transparent und sicher sein.

5. Kategorie: Interoperabilität

In dieser Kategorie geht es um Kriterien, die im Zusammenhang mit der Datenportabilität gebracht werden.

5.1 Datenportabilität

5.1.1 Datenextraktion

Die Verwendung gängiger Datenformate (z.B.: XML, JSON) ist ratsam. Es sollte die Möglichkeit bestehen, die Daten (möglichst einfach und ohne Programmierkenntnisse) weiterverarbeiten zu können.

Sofern ein Export von erhobenen Gesundheitsdaten erfolgt, sollten dies nach einem nach einem im Interoperabilitätsverzeichnis vesta gelisteten IT-Standard oder FHIR-Standard erfolgen. Bei Zugriffen auf Online-Datenbanken sollten die Sicherheitsaspekte beachtet werden.

5.2 Technologiekompatibilität

5.2.1 Anbindung externer Technologien

Bei der Nutzung externer Technologie ist auf eine gute Schnittstellentauglichkeit zu achten. Es sollten klare einheitliche Schnittstellen gewährleistet sein.

5.2.2 Generationsübergreifende Technologieverwendung

Es sollte eine konsistente Oberfläche für verschiedene Softwareversionen vorliegen. Verschiedene Anschluss-/ Verbindungsmöglichkeiten (Adapter o.Ä.) sowie die technischen Qualitätsansprüche sollten geprüft werden.

2. Part des Gütekriterienkernsets: Spezifische Kriterien für die Entwicklung von senior*innengerechten VR-Anwendungen

1. Kategorie: Grafik/ Qualität

Diese Kategorie umfasst Kriterien, die Anforderungen hinsichtlich der grafischen und qualitativen Entwicklung von VR-Anwendungen abbilden. Die Beschreibung der Kriterien zielt u.a. darauf ab, die psychische Belastung der nutzenden Person möglichst gering zu halten.

1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen

1.1.1 Räumliche Zuordnung
Die Räumliche Zuordnung sollte eindeutig sein. Es sollte ein starker Kontrast zwischen dem Vorder- und Hintergrund gewählt werden. Dies trägt zur Immersion bei. Je nach Bedarf kann Unschärfe unterstützend wirken, um zwischen der Realität und der virtuellen Realität unterscheiden zu können.
1.1.2 Farbraum
Es sollten möglichst die im Sinne der Farbpsychologie warme Farben gewählt werden, um ein wohligeres Gefühl bei den Senior*innen zu erreichen. Die Farbtiefe und das Farbspektrum (z.B. 256 Farben) sollte mit Bedacht gewählt werden. Bei der Farbwahl sollten zudem Farbsehstörungen berücksichtigt werden bzw. alternative Darstellungen angeboten werden.
1.1.3 Objekte
Die Objekte sollten über eine geringe Anzahl an Polygonen verfügen. Der Stil sollte einheitlich sein, sodass eine gewisse Konsistenz bei der Objektgestaltung hinsichtlich Detailgrad und Texturauflösung vorliegt. Zudem sollte die Objektskalierung mit der Realität übereinstimmen, insb. interaktive Elemente sollten virtuell abgemessen werden. Um unerwünschte Effekte bei Grafiken zu vermindern, sollte auf Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung zurückgegriffen werden (z.B. Methoden wie Anti-Aliasing, Texture baking). Der visuelle Detailgrad sollte hoch und gleichzeitig übersichtlich sein.
1.1.4 Szenario
Es sollten möglichst ökologisch valide Szenen gestaltet sein. Die virtuelle Umgebung sollte nicht zu dunkel bzw. zu futuristisch o.ä. sein, sodass sie beängstigend auf die nutzende Person wirkt.
1.1.5 Content Design
Der Content sollte stereoskopisch sein, um eine hohe Immersion zu erreichen. Mit 3D wird eine größere Immersion erreicht im Vergleich zu 2D. Dadurch ist das Präsenzgefühl stärker. Die Latenz sollte möglichst gering sein. Die Bildwiederholungsrate sollte mind. 60 fps betragen. Die Auflösung sollte möglichst hoch sein, empfohlen werden mind. 1832x1920px. Eine gute Bildschärfe sollte entsprechend berücksichtigt werden. Die Gestaltung sollte möglichst naturalistisch sein, d.h. es sollte mit Licht und Schatten gearbeitet werden. Zudem sollte der Realismus erhöht werden, indem eine zeitliche Illusion durch eine Änderung der Umgebung vorliegt. Rechenintensive Prozesse sollten vermieden werden. Zeiträume, in denen die nutzende Person warten muss (z.B. wenn die Anwendung lädt), sollte möglichst auf einem Minimum gehalten werden.

1.2 Nutzer*innenbezogen

1.2.1 Informationsgabe

Die Informationsgabe in VR sollte kurz und verständlich sein. Die Verwendung langer Texte in der VR-Anwendung sollte vermieden werden. Es sollten nur wesentliche Inhalte in kurzer Textform und gut lesbar wiedergegeben werden.

Die Größe sowie der Kontrast der Schrift sollten individuell einstellbar. Das Inhaltslayout sollte mittig sein. Bildlaufleisten sollten vermieden werden.

Es sollte eine leicht zu lesende bzw. große Schriftart gewählt werden. Der Text sollte linksbündig sein.

Nach Möglichkeit sollten visuelle Metaphern eingebunden werden.

Der Nutzungskontext sollte klar definiert sein.

1.2.2 Interaktionselemente

Aufgrund von teilw. vorliegender sensomotorischer Unschärfe bei Senior*innen sollten die Interaktionselemente groß sein. Zudem sollte mit vereinheitlichten Symboliken gearbeitet werden.

Die Objekte in VR sollten zielgruppengerecht sein.

Der Interaktionsmodus sollte an die jeweilige Generation angepasst werden und demnach eher eine mechanische Interaktion beinhalten.

Für eine gute Körperwahrnehmung der nutzenden Person sollten visuelle und propriozeptive Informationen in optimierter Weise zusammengeführt werden.

Es sollte ein Cursor oder Vergleichbares bereitgestellt werden, sodass das ausgewählte Ziel deutlich angezeigt wird (z.B. helle Umrandung bei Auswahl eines Objektes).

1.2.3 Sprache

Die Sprache sollte einfach gehalten sein und möglichst voraussetzungsfrei. Fremdsprachige, nicht eingedeutschte Begriffe sollten vermieden werden. Es sollten senior*innengerechten Begrifflichkeiten verwendet werden. Piktogramme könnten anstelle von Sprache oder unterstützend eingesetzt werden.

Die Sprache sollte natürlich und zugänglich für die nutzende Person sein. Die Formulierungen sollten eher positiv als negativ sein. Die Anrede sollte aktiv und nicht passiv sein.

Die Sprachumsetzung sollte anhand von Text- bzw. Dialogelementen erfolgen.

1.2.4 Benutzeroberfläche

Die Struktur des Menüs sollte übersichtlich sein und ein intuitives Mapping beinhalten. Die Interpunktion sowie die Ausführung von Befehlen sollte ähnlich sein. Das Layout, die Navigation und die verwendete Terminologie sollten einfach, klar und konsistent sein. Aufmerksamkeitserregende Elemente, die nicht (mehr) benötigt werden, sollten entfernt werden.

Auf Komplexität sollte möglichst verzichtet werden, indem Dinge, die selten verwendet werden oder nicht notwendig sind, entfernt werden.

Die Elemente der Benutzeroberfläche sollten durch die nutzende Person einfach veränderbar sein (z.B. vergrößern).

Die Benutzerführung sollte deutlich sein, sodass Auswahlmöglichkeiten sowie erfolgte Auswahlen für die nutzende Person ersichtlich werden.

1.2.5 Audio

Die Audioeinstellung sollte individuell sein, sodass sie nach Belieben gewählt werden kann. Ablenkungen durch unerwünschte Geräusche sollten vermieden werden.

Das Audiodesign sollte immersiv sein und komplexe Klangwelten berücksichtigen (z.B. 7.1 Surround Sound). Das Audio sollte senior*innengerecht sein (z.B. Betonung, Geschwindigkeit aber auch Formulierungen). Die Qualität des Audios sollte gut und durch Nutzung deutlicher Sprache verständlich sein.

2.Kategorie: 3D-Charakter/ Avatar

Die Kategorie stellt die Anforderungen des in der VR-Anwendung abgebildeten virtuellen Charakters. Dabei wird auf die Gestaltung sowie auf die Verhaltensmuster eingegangen.

2.1 Erscheinungsbild

2.1.1 Charakter
Der Charakter sollte glaubwürdig sein, um eine große Akzeptanz, Identifikation bzw. Wiedererkennung erreichen zu können. Seine Art sollte nicht zu ernst sein, sondern empathisch. Der Charakter sollte über Autonomie verfügen
2.1.2 Aussehen/ Optik/ Optische Darstellung
Das Aussehen des Avatars sollte naturalistisch sein, d.h. die Körpergröße und –proportionen sollten denen des realen Lebens entsprechen. Sofern der Körper bzw. Körperteile der nutzenden Person in VR abgebildet werden, sollte auf eine proportionale Körperdarstellung geachtet werden. Es sollte möglichst ein Ganzkörper-Avatar gewählt werden, um den sense of presence zu erhöhen. Der Avatar sollte möglichst selbst gewählt werden können und gender- bzw. generationengerecht sein, um eine größere Verbundenheit zu der nutzenden Person schaffen zu können. Es sollte darauf geachtet werden, dass ein Uncanny Valley-Effekt vermieden wird, der Avatar sollte demnach eher abstrahiert als hochabstrakt/ fotorealistisch/ zu menschenähnlich gestaltet sein.

2.2 Behaviorismus

2.2.1 Verhalten (Mimik/ Gestik)
Die virtuellen Bewegungen des Avatars bzw. Charakters sollten den tatsächlichen Bewegungen einer Person entsprechen, um den sense of presence zu erhöhen. Es sollte darauf geachtet werden, dass das Bewegungsverhalten in VR realistisch für die nutzende Person ist, individuelle Einschränkungen sollten demnach Berücksichtigung finden. Das Auftreten des Avatars bzw. Charakters sollte nicht allzu plötzlich sein, um die nutzende Person nicht zu verängstigen. Auch gilt es die Individualdistanz zu bewahren, der Avatar sollte Abstand zur nutzenden Person halten. Die Bewegungen und Verhaltensweisen des Avatars bzw. Charakters sollten naturalistisch ausfallen. Verhaltensmuster wie Emotionen oder motorisches Verhalten, wie Augeninteraktion und Handbewegungen sollten einem naturalistischen Verhalten entsprechen. Das Verhalten des Avatars bzw. des Charakters sollte der Erwartungshaltung der nutzenden Person entsprechen.
2.2.2 Tonus und Stimmlage
Die Stimme des Avatars bzw. Charakters sollte ruhig, langsam und freundlich ausfallen. Die Ausdrucksweise sollte altersgerecht und verständlich sein. Die Tonhöhe, Sprachgeschwindigkeit und Lautstärke sollte angemessen sein.

3. Kategorie: Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen

Die Kategorie umfasst Kriterien zum Nutzer*innenerlebnis (UX Design) sowie zu Anwendungs- und Kontrollmechanismen.

3.1 Didaktik

3.1.1 Anfängliches Erlernen

Die nutzende Person sollte an die Inhalte der VR-Anwendung sicher herangeführt werden. In Form eines Videos oder ähnlichen Formaten können Inhalte vorab dargestellt werden. Mit Hilfe von Tutorials kann die VR und Interaktionen in dieser erprobt und gelernt werden. Es sollten nach Möglichkeit wenige und kompakte Tutorials bereitgestellt werden. Es sollten Hinweise zu Interaktionsmechanismen bereitgestellt werden.

Die Heranführung an Inhalte soll in der Anwendung integriert werden. Es soll Vertrauen geschaffen werden und das Handling erlernt/ verbessert werden.

3.1.2 Anweisungen

Anweisungen dienen als Hilfestellung zur Anwendungsnutzung bzw. zur Zielführung. Anweisungen könnten visuell oder akustisch erfolgen. Anweisungslose Zielvorgaben können über narrative Elemente bzw. visuelle Hervorhebungen gegeben werden.

Die Interaktionsmöglichkeiten sollen verdeutlicht werden (z.B. Controller abbilden; während der Betrachtung eines Objektes Tipps geben).

Mit Hilfe von In-Game Assistenzmethoden wie Richtungspfeile, Non player characters, Schildern o.Ä. können Hinweise zur Nutzung gegeben werden. Interaktionsmöglichkeiten sollten hervorgehoben werden. Es sollte ein Kurzhinweis gegeben werden, aus dem hervorgeht, was zu tun ist. Beim Ausbleiben einer geforderten Handlung sollten Wiederholungen bzw. Erinnerungen der Anweisungen erfolgen.

Hilfefunktionen sollten schnell erreichbar sein, ohne das laufende Programm/ die laufende Anwendung beenden zu müssen.

Anweisungen zur Fehlerbehebung sollten einfach und aussagekräftig kommuniziert werden, sodass die nutzende Person ohne großes technisches Know-How diese befolgen kann und den Fehler selbstständig beheben kann.

Fehlermeldungen sollten so entworfen werden, dass deutlich gemacht wird, dass die nutzende Person nicht die Ursache des Fehlers ist

Die Interaktionselemente sollen gut erkennbar sein und sich vom restlichen Environment abgrenzen.

Sofern Informationen/ Anweisungen visuell dargestellt werden, sollte genügend Leszeit eingeplant werden. Die Texte sollten in einer komprimierten Form dargestellt werden. Es sollte möglichst vermieden werden, dass die nutzende Person gezwungen wird in sehr kurzen Abständen zu lesen.

3.1.3 Ziel- und Aufgabengestaltung

Die Aufgaben- und Zielstellung sollte klar und adäquat sein. Das Ziel der Anwendung sollte verständlich definiert sein, sodass die nutzende Person weiß, was sie zu tun hat und mit welcher Absicht. Es sollte eine klare Struktur der Aufgaben vorliegen. Jeder Schritt sollte leicht zu erkennen und zu verstehen sein.

Es sollte kurz- und langfristige Ziele definiert werden.

3.1.4 Feedback

Es sollte vor, während und nach Anwendungsnutzung die Frage nach dem Befinden der nutzenden Person geklärt werden. Die Rückmeldung über erfolgreiche oder auch fehlerhafte Aktionen/ Handlungen sollte in einer einfachen und auffälligen Weise sowie rechtzeitig geschehen. Das Feedback sollte so gestaltet werden, sodass es bestimmte Verhaltensweisen der nutzenden Person in einer auffälligen und prägnanten Art und Weise (je nach Kontext/ Situation) fördert oder hemmt. Das Feedback sollte schnell und eindeutig sein.

Die nutzende Person soll angemessenes Feedback zu ihrer Leistung und zum Fortschritt erhalten, um eine Rückmeldung über das eigene Können zu ermöglichen. Dies trägt zur Motivationsförderung bei. Das Feedback kann multimodal gegeben werden. Feedback-Methoden können z.B. auditiv oder visuell erfolgen.

Von einer Bewertung der VR-Anwendung nach erster Nutzung sollte abgesehen werden.
3.1.5 Informationsübermittlung
Es sollte auf die Konsistenz der Informationen geachtet werden. Bei der Informationsanordnung sollten Widersprüche und Ungereimtheiten vermieden werden. Die Output-Message sollte so kurz wie möglich gehalten sein. Auswahlmöglichkeiten sollten möglichst reduziert dargestellt werden (nicht zu viel anbieten). Es sollte eine Navigations- bzw. Menüleiste vorhanden sein. Die Bedienung zur Steuerung bzw. zum Befolgen von Befehlen sollte intuitiv sein, d.h. wenn ein Befehl auf bekannte Weise funktioniert, sollte die nutzende Person in der Lage sein die Funktionsweise vergleichbarer Befehle vorherzusagen.

3.2 Rahmenbedingungen

3.2.1 Nutzungsdauer
Die Anwendungsdauer sollte zielgruppenspezifisch sein, die Ressourcen der nutzenden Person berücksichtigen (Vermeidung von Über-/ Unterforderung) und sich nach der Konzentrations- und Auffassungsgabe der nutzenden Person orientieren. Es sollte eine Nutzungsdauer bei Senior*innen von 30 Minuten nicht überschritten werden. Nach etwa 15-20 Min- erfolgt eine Abnahme der Immersion. Ein Pausieren der Anwendung sollte jederzeit möglich sein.
3.2.2 Örtliche Rahmenbedingungen
Die örtlichen Gegebenheiten für eine optimierte VR-Anwendung sollten sich an den Inhalten bzw. den Voraussetzungen zur Nutzung der VR-Anwendung orientieren (z.B. Interaktionsmuster, stehende/ sitzende/ wechselnde Position, Nutzung von Trackingsystemen/ externer Sensorik/ zusätzlicher Hardware etc.). Es sollte darauf geachtet werden, dass die Umgebung nicht zu hell ist (z.B. starke Sonneneinstrahlung), da je nach Head Mounted Display-Modell bei einer zu hellen Umgebung das Tracking nicht reibungslos funktioniert. Zudem ist auf gute Bodenbeschaffenheiten zu achten, sodass keine Stolperfallen vorhanden sind. Auch sollten mögliche Hindernisse beseitigt werden. Diese sollten möglichst eben und gleichmäßig gestaltet sein und ggf. über Referenzen bzw. Markierungen verfügen, sodass Orientierungspunkte für das Head Mounted Display entstehen. Zudem sollte darauf geachtet werden, dass die nutzende Person die VR-Anwendung in einem Raum durchführen kann, in dem sie ungestört ist und über eine ruhige Umgebung verfügt. Auch sollte der Raum so gestaltet sein, dass keine Beobachtungsmöglichkeiten externer Personen möglich sind, da VR-Nutzende ggf. während der VR-Anwendungsnutzung gehemmt sind bzw. ein Schamgefühl ausgelöst werden kann.

4. Interaktion

Die vierte Kategorie umfasst Kriterien, die sich auf die Benutzeroberfläche bzw. Wechselwirkungen der VR beziehen.

4.1 Funktionalitäten

4.1.1 Bedienung
Die Bedienung mit dem VR-Headset/ mit der VR-Hardware (Steuerung Controller, Handtracking, An-/ Ausschalten) sowie die Bedienung in der virtuellen Umgebung (Interaktionsmechanismen) sollte intuitiv und anwender*innenfreundlich sein. Für die Nutzung sollte kein technisches Fachwissen vorausgesetzt werden. Die Anwendungsmechanik sollte selbsterklärend sein, indem ein natürliches Mapping zwischen der Technologie und dem Anwendungsszenario vorhanden ist.

Die Bedienung/ Steuerung (per Augen, Gesten, Sprache u.A.) soll unkompliziert sein. Die Interaktionsmuster sollten so gewählt sein, dass eine selbstständige und sichere Durchführung durch die Senior*innen gewährleistet ist.

Es sollte das Handtracking oder eine einfache Controllerbedienung gewählt werden. Es sollte eine Usecase spezifische Steuerung gewählt werden, die eine unkomplizierte Handlungsweise hergibt (Controller, Handtracking, Blicksteuerung etc.). Die Bedienung sollte je nach Use Case einhändig erfolgen, um einfache, unkomplizierte und schnelle Interaktionen durchführen zu können. Sofern der Anwendungskontext es anbietet, kann mit einer Sprachsteuerung gearbeitet werden.

Es sollte eine Multi-Touch-Interaktion ausgeübt werden können. Es wird empfohlen mit Tippgesten zu arbeiten, da diese bei einer Anwendung auf gut erkannten Objekten einfach zu verstehen und zu merken sind. Ikonische Gesten können je nach Anwendungskontext sehr ansprechend sein. Das Interaktionsausmaß sollte für die nutzende Person angemessen hoch, aber nicht überfordernd sein. Die Interaktionen sollten zum Ziel haben vom eigentlichen Zustand (krank, unsicher, Schmerzempfindend) abzulenken und die Aufmerksamkeit/ Konzentration auf das Erreichen des Ziels zu lenken. Die Interaktion soll positive Gedanken fördern, die Freude und die Motivation erhöhen und negatives Empfinden lindern. Zudem dient die Interaktion der Stärkung des eigenen Bewegungsempfindens und fördert die posturale Kontrolle.

Es sollten motorische Lernfunktionen eingebaut werden, um motorische Gehirnareale zu aktivieren. Die Stimulierung sollte gezielt erfolgen und den sensomotorischen Kortex ansprechen. Handlungen sollten repetitiv bzw. ähnlich sein, ohne nervend zu wirken. Die Aufgabenstellungen sollten funktionell gestaltet sein, sodass ein Training funktioneller Fähigkeiten erfolgt.

Es sollte möglichst auf langes Einrichten und Setup verzichtet werden (Plug-and-play).

Es sollte ein Flow-Erlebnis geschaffen werden.

Die Anwendung in VR sollten nicht überfordernd, sondern in der Bedienung einfach durchführbar sein.

Bei der Verwendung des Handtrackings sollte über die Gestensteuerung aufgeklärt werden, indem die einzelnen Befehle vermittelt werden.

4.1.2 Gestaltung/ Funktionalität

Die Präsentation des Stimulus sollte für Senior*innen angemessen sein. Es sollten Reaktionen durch gezielte Reizsetzungen hervorgerufen werden. Hierfür ist eine geeignete Wahl der Art und des Grades des Stimulus erforderlich (z.B. visuell, auditiv, haptisch bzw. kurz, lang; schwach, intensiv).

Die Interaktion sollte einfach gehalten sein, interaktive Objekte sollten angesteuert (z.B. per Blicksteuerung und Fokuspunkt; Controller bzw. Handtracking und Laserstrahl) bzw. angeklickt werden können. Hierbei sollte ein Raycast genutzt werden. Die nutzende Person sollte je nach Anwendungskontext interaktiv einbezogen werden.

Es sollte auf die geeignete Wahl des Interaktionsmusters geachtet werden. Beispiele hierfür sind keine Interaktion (z.B. 360° Video), die physische Interaktion (z.B. Bewegungen der oberen/ unteren Extremitäten, Blicksteuerung) bzw. die Wahl eines Interaction-Patterns (z.B. Selection P., Manipulation-P., Viewpoint P., indirect Control P., Compound P.).

Es sollte die Bewegungsfähigkeit der nutzenden Person berücksichtigt werden. Hierbei gilt es den Grad der Bewegungsausführung (Range of Motion) für die in der VR-Anwendung geforderte Interaktion zu bewerten sowie auf eine angemessene Bewegungsausführung zu achten (z.B. bei Personen im Rollstuhl keine 360 Grad oder alternative Rotationsmöglichkeit wählen).

Die Interaktionsform sollte so gewählt werden, dass ein Midas Touch Problem umgangen wird.

Die Anwendung sollte Inhalte abbilden, die funktionell gestaltet sind und entsprechende Funktionen zur gezielten Förderung integrieren. Die Anwendung sollte funktionell und aufgabenbezogen gestaltet sein und über eine für den Alltag praktische Relevanz verfügen, sodass bestenfalls eine Förderung von Fertigkeiten in der Realität übertragen werden kann. Anwendung sollte einige, wenige Entscheidungsmöglichkeiten (engl. decision making opportunities) beinhalten. Es sollten auf die ADLs eingegangen werden: In VR sollten die (Basic) ADLs trainiert werden bzw. Fähigkeiten, die im Alltag eine praktische Relevanz haben. Es sollte geprüft werden, ob die Verwendung zusätzlicher Hardware als sinnvoll erscheint. Bei einer Verbesserung/ Steigerung der Immersion kann der Einsatz weiterer Hardware zur Ermöglichung multimodaler sensorischer Stimulationen (z.B. auditiv, haptisch, olfaktorisch) förderlich sein, indem mehrere menschlichen Sinne angesprochen werden. Der Inhalt der VR-Anwendung sollte so gestaltet werden, dass er als leichtverständlich bewertet wird und kein Gefühl der Überforderung auftritt.
4.1.3 Bewertung der Relevanz Es gilt zu unterscheiden zwischen der technischen sowie inhaltlichen Relevanz: Es sollte bewertet werden, ob VR als geeignetes Medium im Vergleich zu anderen Technologien/ Darstellungsmöglichkeiten für das Vorhaben gilt (technische Relevanz). Eine Bewertung der inhaltlichen Relevanz obliegt der Bewertung der in VR abgebildeten Inhalte. Die Inhalte sollten mit Bedacht gewählt werden, sodass diese für die Zielgruppe als angemessen beurteilt werden können.

4.2 Regulierung

4.2.1 Auswertung/ Entwicklungen Leistungen in VR sollten erfasst, gespeichert und ausgewertet werden können, sodass eine Entwicklungstendenz über einen gewissen Zeitraum ersichtlich wird (z.B. Anzahl Wdh., Erfolg/ Misserfolg). Die Anwendung könnte daraufhin adaptiv angepasst werden. Verschiedene Parameter sollten hierzu zuverlässig getrackt werden. Es sollte eine personalisierte Nutzung zur Verfügung stehen, sodass die Möglichkeit besteht, individuelle Ziele zu definieren sowie ein Freischalten von Funktionen erfolgen, wenn sie für die nutzende Person geeignet sind. Es sollte die Möglichkeit bestehen, Angehörige von Gesundheitsberufen einzubeziehen (Einsicht ins Verlaufsprotokoll).
4.2.2 Wahrnehmung/ Propriozeption Je nach Anwendungskontext sollte mittels gezielter Stimulation über auditive, visuelle bzw. haptische Reize die Körperwahrnehmung der nutzenden Person gefördert werden. Die nutzende Person soll die Kontrolle über ihre Aktionen in der Anwendung haben (sense of control).

5. Navigation

Die fünfte Kategorie bezieht sich auf die Bedienelemente bzw. Steuerung.

5.1 Bedienung

5.1.1 Menü-Steuerung Die Navigation im Menü sollte intuitiv sein. Es sollte in der Eingabemaske bzw. Menü-Steuerung wenig Eingaben/ wenig Tipparbeit durch die nutzende Person verrichtet werden. Alternativ kann eine Auswahl von vorgegebenen Antworten genutzt werden oder die Eingaben per Sprachsteuerung erfolgen. Die Menü- bzw.
--

Anwendungssteuerung soll möglichst nicht komplex sein und sich an Kommunikationsmuster per Sprache, Gestik oder Augen/ Blick orientieren.
 Es sollten Eingaben (bei Fehlern) leicht korrigierbar sein.
 Auch sollte eine einfache Funktionszuordnung vorhanden sein, sodass bestimmte Muster ersichtlich werden (z.B. Zuordnung von Interaktionsbefehlen anhand eines bestimmter Knopfes am Controller/ bestimmter Bewegungsausführung), Repetition von Interaktionsmustern mit selben/ ähnlichem Effekt sollten genutzt werden.
 Es sollten Bestätigungen nach Eingaben bzw. bei der Bedienung eines Knopfes platziert werden, die z.B. Änderungen von Einstellungen oder das Abbrechen der Anwendung hinterfragen.
 Die Egomotion soll bestmöglich vermieden werden, da diese sich nicht mit dem statischen Verhalten der nutzenden Person deckt und die Gefahr der Cybersickness erhöhen kann.

5.1.2 Systeme der Steuerung

Es sollte eine angemessene, einfache und komfortable Navigation vorliegen. Die Steuerung sollte der nutzenden Person möglichst leichtfallen (z.B. wird ein Joystick nicht empfohlen, da die Navigation hiermit schwerfällt). Die nutzende Person sollte über die Funktionalitäten bzw. Bedienungsoptionen vor Anwendungsnutzung aufgeklärt werden.
 Es sollte eine geeignete Wahl der Interaktionsmöglichkeiten zur Navigation getroffen werden (z.B. Controller, Tastatur, Touchpad, Joystick).
 Dabei sollte auf die Beschaffenheit der Controller (Steuerungselemente) geachtet werden, sodass die unterschiedlichen Knöpfe zur Bedienung eindeutig anhand der Unterschiede in beispielsweise Form bzw. Oberfläche ersichtlich werden.
 Es sollten unterschiedliche Navigationsalternativen angeboten werden (z.B. Drehen durch tatsächliche Bewegung oder Controlleraktion).
 Es sollte eine geeignete Wahl zur Kommunikation/ Verständigung in der Anwendung getroffen werden (z.B. Chat, Sprache, Interaktion).
 Es könnte ggf. Feedback-Technologien (Bio-/ Neurofeedback) eingebunden werden, um z.B. eine Adaption der Anwendungsschwierigkeit in belastenden Situationen vorzunehmen/ zur Anwendungskontrolle.

5.1.3 Raumgestaltung

Es sollte eine gute und einfache räumliche Gestaltung in VR vorliegen, sodass eine gute Orientierung gegeben ist. Hierbei ist darauf zu achten, dass ein geeigneter Interaktionsradius gewählt wird (z.B. bei Anwendungsstart 360 Grad-Interaktionen vermeiden, Interaktionsradius vorerst auf ca. 45 Grad konzentrieren).
 Die reale Raumgestaltung sollte keine Barrieren für die Nutzung der VR-Anwendung darstellen (z.B. Raumgröße, Flächenbeschaffenheit, Hindernisse...).

5.2 Taxis

5.2.1 Lokomotion

Je nach Anwendungskontext sollten in VR Bewegungen ermöglicht werden. Die Auswahl der Fortbewegungsart und die entsprechende Steuerung zur Fortbewegung sollten vorab geklärt/ überprüft werden. Zudem sollte die Fortbewegungsart (z.B. Teleportation, physisches Bewegen) sowie damit einhergehende Bedingungen (z.B. Einzeichnen eines Room Scales, Gewährleistung des Bewegungstrackings externer Sensorik/ Kamerasysteme) geeignet sein.
 Die Lokomotions-Methoden sollten angemessen sein und die Cyber-/ Motionsickness geringhalten.
 Die nutzende Person sollte über eine maximale Kontrolle der Lokomotion verfügen, da mit Zunahme des Kontrollempfindens der nutzenden Person Motion-Sickness-Effekte geringer ausfallen.

Die Lokomotionssysteme sollten für die nutzende Person geeignet sein, sodass eine einfache Durchführung bzw. Steuerung der Bewegung möglich ist. Hierbei sollte ggf. zwischen kurzen, mittleren und langen Distanzen unterschieden werden. Es sollten ein Gyrosensor verwendet werden, um die Haltungskontrolle zu bewahren bzw. das Bewegungsverhalten zu identifizieren und zu verarbeiten. Es sollte bewertet werden, ob die Erfassung bzw. das Aufzeichnen der Bewegungskontrolle von extern mittels Tracking-Systeme für die Nutzung der VR-Anwendung sinnvoll ist. Es sollte bewertet werden, mit wie vielen Freiheitsgraden (Degrees of freedom, DoF) gearbeitet werden soll (z.B. 3 oder 6 DoF).

5.2.2 Tracking

Die Position der nutzenden Person bzw. die Position der Extremitäten sollte genau erfasst werden. Es sollte ein passendes Tracking-Verfahren gewählt werden (z.B. räumliches Scanning/ optische Verfahren wie Inside-Out, Outside-In).

6. Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue

Die sechste Kategorie bezieht sich auf Kriterien, die die Bedarfe der Zielgruppe Senior*innen abdecken. Dabei wird auf motivierende sowie anwenderfreundliche Inhalte eingegangen.

6.1 Nutzbarkeit

6.1.1 Motivation

Es sollte eine klar definierte Zielvorgabe (in VR und der Nutzen für die Realität) vorhanden sein. Ggf. sollten motivationale Features wie verschiedene Level/ Challenges (für ein abwechslungsreiches Erlebnis und zur Verlaufskontrolle) zur Verfügung stehen. Es sollte eine vielfältige Auswahl einzelner Aktionen (z.B. Auswahl/ Erstellung eines Avatars, Darstellung versch. Szenarien) vorhanden sein, um die Auswahlmöglichkeiten anbieten zu können.

Es sollten gamifizierende Elemente in der Anwendung enthalten sein, die die Motivation bzw. Beteiligung der nutzenden Person steigern.

Es sollten je nach Anwendungsbereich und –ziel weitere Personen bzw. Angehörige (z.B. Enkel) miteinbezogen werden.

Das Anwendungssetting solle ansprechend sein, es sollten Stil- und Themenvorlieben der Alters-/ Zielgruppe berücksichtigt werden.

Nach korrekter Interaktion sollte das Belohnungssystem angesprochen werden (motivierendes Feedback), dies sollte in einem angemessenen Maß erfolgen.

Für eine längerfristige Nutzung sollte die Bedingung der VR-Anwendung bzw. des VR-Systems einfach verständlich und intuitiv sein.

6.1.2 Protokollierung

Die Leistungen sollten aufgezeichnet werden können, damit der Vergleich der Leistungen über die Zeit ausgewertet werden kann. Auch kann eine Rückmeldung über die Bewegungsausführung der nutzenden Person sinnvoll sein.

Ggf. ist eine Nutzung in einer Gruppe (Mehrspielermodus) sinnvoll bzw. ein Vergleich zu anderen nutzenden Personen.

Die Anwendung kann auch zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit und Adhärenz verwendet werden, indem die verbrachte Zeit, die Anzahl der Logins oder die Interaktionsmodalität herangezogen werden.

6.1.3 Konfiguration

Es sollte eine regelmäßige Anwendungsnutzung vereinbart werden, die sich an dem Zustand/ an der Verfassung der nutzenden Person orientiert. Die Anwendung sollte an die Fähigkeiten der nutzenden Person angemessen konfiguriert werden (Adaption), z.B. sollten Parameter, wie die Nutzungsdauer, der Schwierigkeitsgrad und die Nutzungshäufigkeit, sinnvoll bestimmt werden.

Es sollte eine KI-Implementierung (oder Kontrolle) zur Anwendungsoptimierung vorhanden sein: Wo immer möglich, sollten die vom System generierten Meldungen den aktuellen Kontext der nutzenden Person widerspiegeln. Soweit es möglich ist, sollte das System wissen, was die nutzende Person gerade tut und sollte Meldungen generieren, die für die aktuelle Tätigkeit der nutzenden Person relevant sind. Es sollte eine automatische, dynamische Anpassung von Schwierigkeitsgraden an die nutzende Person erfolgen, sodass eine adaptive Gestaltung der Aufgabe(n), die sich an den Fähigkeiten orientiert, möglich ist. Die Gabe von Hilfestellung(en) orientiert sich am Erfahrungswert bzw. Qualifikationsniveau der nutzenden Person. Es sollte auf Über-/ Unterforderung der nutzenden Person geachtet werden (z.B. mittels Parameter-Monitoring, Frühwarn-Systematik).

6.2 Zielgruppenorientierung

6.2.1 Anpassbarkeit/ Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen

Es sollte eine zielgruppengerechte, interdisziplinäre, partizipative Anwendungsentwicklung erfolgen. Es sollte eine Interessensbekundung erfolgen, sodass Themen und Bedarfe, die die Senior*innen berühren, berücksichtigt werden. Dies dient der Erhöhung der Akzeptanz der VR-Anwendung sowie der Nutzungshäufigkeit und –dauer, da das Ziel, der Sinn und die Zweckhaftigkeit besser wahrgenommen werden. Mit zunehmender Motivation/ Begeisterung/ Sinnhaftigkeit steigt die Wahrscheinlichkeit einer direkten und zielgruppeninternen Weiterempfehlung (von User*innen für User*innen).

Die Interaktionstechnologie (z.B. Head-Mounted Display und andere) sollte für die Zielgruppe geeignet (d.h. entsprechend deren körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit) und zweckmäßig sein.

Ein Wechsel zwischen der virtuellen und realen Welt sollte einfach/ unkompliziert und schnell ermöglicht werden können.

Der Content sollte gendergerecht gewählt werden.

Es sollten kulturelle Unterschiede der Nutzer*innen berücksichtigt werden können.

6.2.2 Praktikabilität

Es wäre schön, wenn die Anwendung zuhause und eigenständig nutzbar wäre (orts- und zeitunabhängig). Auch wäre wünschenswert, wenn ein kostengünstiges Konzept vorliegen würde.

6.2.3 Nutzerfreundlichkeit

Es sollte eine intensive Betreuung und Anleitung bei der (ersten) Nutzung erfolgen. Außerdem sollte eine Sicherstellung der Erfahrungswerte mit der Technologie vor Nutzung erfolgen. Vorzugsweise sollte eine soziale Interaktion (direkt oder Indirekt) ermöglicht werden. Die nutzende Person sollte über die VR-Anwendung und über die Bedienung dieser informiert werden.

Zudem sollten Austauschmöglichkeiten zwischen Nutzer*innen in einer Community bestehen. Auch sollten Bedienhilfen für Nutzer*innen mit Einschränkungen zur Verfügung stehen.

Gütekriterienkernset für senior*innengerechte Virtual Reality-Anwendungen (Beispiel *Wegfest*) – V4_{draft}

Verfasserin: Alina Napetschnig

Vorwort

Das Gütekriterienkernset enthält Kriterien, die für die Entwicklung von Virtual Reality-Anwendungen für Senior*innen relevant sind. Die Kriterien wurden im Rahmen von Literaturrecherchen sowie Workshops partizipativ mit VR-Anwendungs- bzw. Entwicklungsexpert*innen entwickelt. Die Ergebnisse der Methoden fielen unterschiedlich aus, sodass die Ausführung der Kriterien in der Ausführungslänge und im Detailgrad variiert. Das Dokument dient als Leitfaden für senior*innengerechte VR-Anwendungsentwicklungen.

Die Gültigkeit, Vollständigkeit sowie Aktualität des Gütekriterienkernset basiert auf Erkenntnissen, die sich auf den Zeitraum von September 2020 bis September 2022 beschränken. Die Durchführung von Anpassungen der Kriterien aufgrund weiterer bzw. aktuellerer Ergebnisse zu VR-Qualitätskriterien für Senior*innen sowie technologische Fortschritte hinsichtlich Soft- sowie Hardware kann nicht ausgeschlossen werden.

Das Gütekriterienkernset bildet zwei Parts ab: Der erste Part umfasst allgemeine Rahmenbedingungen für VR-Anwendungen, der zweite Part stellt spezifische Kriterien zur VR-Gestaltung und –Nutzung für die Zielgruppe Senior*innen dar. Die Kriterien beziehen sich sowohl auf Inhalte, die in der virtuellen Welt abgebildet werden, als auch auf Methoden, die für die Entwicklung von VR-Content verwendet werden.

Das Gütekriterienkernset V4_{draft} beschreibt die Berücksichtigung der einzelnen Kriterien. Hierfür werden teilweise Beispiele aufgeführt (vgl. in kursiver Schriftart aufgeführte Inhalte).

1. Part des Gütekriterienkernsets: Rahmenbedingungen für die Entwicklung von senior*innengerechten VR-Anwendungen

1. Kategorie: Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte

Die Kategorie bildet Kriterien ab, die die Sicherung der Qualität von Inhalten im medizinischen bzw. gesundheitlichen Kontext umfassen. Hierunter sind Kriterien gefasst, die die Qualität der Versorgung der Senior*innen mit VR-Anwendungen sichert.

1.1 Evidenz

1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert
<i>Wegfest</i> wird unter Einbezug der Fachliteratur entwickelt. Anhand eines Scoping Reviews werden die Parameter bestimmt bzw. gewichtet. Weitere für die VR-Anwendung relevante Faktoren, wie bspw. die Angabe zur durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von gesunden Senior*innen basieren auf Ergebnissen aus der Fachliteratur. <i>Die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von gesunden Senior*innen liegt im Bereich von 1,1–1,5 m/s (Judge, 2019).</i>
1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards
Straßengegebenheiten (z.B. Breite Straße/ Radweg/ Bürgersteig), Assessmentdurchführung vor VR-Nutzung, <i>TuG, FES-I, MoCA</i>
1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren
Bewertung geeigneter bzw. validierten Assessments/ Inhalte <i>Testspezifische Reliabilität/ Validität</i>
1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung
Verwendung des Literaturverzeichnisses laut APA-Richtlinien

1.2 Anwendungssicherheit (vor/ während der Nutzung)

1.2.1 Beurteilung des Gesundheitsstatus
Durchführung einer ausführlichen Anamnese (in Form eines <i>Anamnesebogens</i>) vor Interventionsbeginn: Abfrage bzw. Berücksichtigung individueller Faktoren; Abfrage zur Nutzung von Hilfsmitteln; Überprüfung der Notwendigkeit von medizinischen Personals vor Ort
1.2.2 Beurteilung physisch/ psychischer Eignung
Verwendung physischer (<i>TUG, FES-I</i>) und psychischer (<i>MoCA</i>) Assessments vor Interventionsbeginn; Onboarding zur Überprüfung der physischen Fähigkeiten (Gehen und Interaktion mit den Händen) während des Tragens eines VR-Headsets
1.2.3 Beurteilung Cyber-/ Motionsickness
Zeigen einer VR-Beispielanwendung; Fragebogen mit Fragen zu Cyber-/ Motionsickness im Rahmen der Anamnese (<i>angelehnt an Cybersickness Susceptibility Questionnaire (CSSQ) und Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)</i>). Durchführung mehrerer Pre-Tests mit der Zielgruppe Senior*innen
1.2.4 Beurteilung von Sturz-/ Verletzungsrisiko bei VR-Anwendungsgebrauch
Durchführung des Sturz-Assessments <i>FES-I</i> sowie weiterer motorischer Assessments zur Beurteilung des Sturz-/ Verletzungsrisikos; Einschätzung des Risikos anhand langjähriger Berufserfahrung als Physiotherapeutin; Onboarding-Prozess

1.2.5 Angemessener Umgang mit Technologie
Expertise zum angemessenen Umgang mit der VR-Technologie vorhanden, Erfahrungswerte (>3 Jahre), Entwicklung von Lernkarten zur Nutzung der VR-Technologie
1.2.6 Absicherung der Hardware
Wahl der Hardware: Meta Quest 2: Prüfung der Produkt- und Sicherheitsinformationen (s. https://www.meta.com/de/legal/quest/product-information-sheet-oculus-quest/)
1.2.7 Absicherung der Inhalte
Die Software bzw. Anwendung <i>Wegfest</i> ist eine prototypische Anwendung. Eine Zertifizierung der Software ist daher nicht möglich. Die VR-Anwendung ist nicht frei zugänglich, ein Bespielen des VR-Headsets ist lediglich per direkter Übertragung durch die Entwickler möglich. Somit wird ein bestmöglicher Schutz vor Malware/Missbrauch erfüllt.

2. Kategorie: Datenschutzbestimmungen

Die Kriterien zum Thema Datenschutzbestimmungen beziehen sich auf die Erfüllung Datenschutzrechtlicher Vorgaben. Ziel ist es, den Einzelnen vor Beeinträchtigungen seines Persönlichkeitsrechts durch den Umgang mit personenbezogenen Daten zu schützen (vgl. §1 Abs. 1 BDSG).

2.1 Datengenerierung und Datenspeicherung

2.1.1 Zweckbindung
Verständliches und transparentes <i>Datenschutzinformationsblatt</i> mit unterschriebener <i>Einverständniserklärung</i> zur Datenverarbeitung, Erläuterung des Anwendungsziels und –zwecks anhand eines <i>Proband*inneninformationsblatts</i>
2.1.2 Erforderlichkeit und Datensparsamkeit
Verständliches und transparentes <i>Datenschutzinformationsblatt</i> mit unterschriebener <i>Einverständniserklärung</i> zur Datenverarbeitung, <i>Erläuterung</i> der Erforderlichkeit zur Datenerhebung
2.1.3 Einwilligung
<i>Einwilligungserklärung</i>
2.1.4 Datensicherheit
Die Datensammlung erfolgt lediglich zur Speicherung der Ergebnisse der nutzen- den Person. Hierfür werden externe und kostenpflichtige Server in Deutschland von Mongo DB genutzt. MongoDB ist ein quelloffenes NoSQL-Datenbankverwaltungs- programm und bietet verschiedene Funktionen wie Authentifizierung, Zugriffskontrolle und Verschlüsselung, um die MongoDB-Implementierungen zu sichern (vgl. https://www.mongodb.com/docs/manual/security/).
Für die Nutzung der Meta Quest 2 muss ein Account angelegt werden. Der Account wurde von der Besitzerin des VR-Headsets angelegt. Dabei muss der „Privacy Policy“ zugestimmt werden. Die Daten weiterer nutzender Personen werden nicht verlangt.
Die Bereiche Privacy by Design, Privacy by Default sowie Security by Design werden als erfüllt angesehen.
Der Austausch bzw. die Speicherung personenbezogener Daten ist verschlüsselt (pseudoanonymisiert)/ und erfolgt in pseudoanonymer Form.
Das Schreiben ungewollter Log- bzw. Hilfsdateien wird durch die Entwickler ausgeschlossen.

Bei sicherer Deinstallation werden alle durch die VR-Anwendung angelegten Daten und Dateien gelöscht. Eine Sicherung der Daten bei plötzlichem Ausfall des Betriebssystems/ des Geräteakkus/ der Verbindung o.Ä. erfolgt durch automatisches Speichern und eine direkte Datenübertragung bzw. -speicherung bei MongoDB. Durch das Spiegeln auf ein mobiles Endgerät wird externe Hardware verwendet. Die Funktionalitäten wurden vor Anwendungsbeginn sichergestellt. Die Nutzung externer Hardware ist nicht erforderlich für die Senior*innen, die Studienleitung stellt die notwendige Hardware zur Verfügung. Eine wechselseitige Authentisierung zwischen der Anwendung und externer Hardware ist gewährleistet, ebenso wie ein verschlüsselter Datenaustausch. Auf der externen Hardware findet keine Datenspeicherung statt.
2.1.5 Gewährleistung der Authentizität der Daten
Es erfolgt keine Überschreibung von Daten sondern gesonderte Speicherung von Daten (csv Datei, Datenerhebung unter Angabe der Bedingungen (Nutzer*in, Geschlecht, Uhrzeit, Level etc.)
2.1.6 Informationssicherheit
<i>Proband*innenaufklärung, Datenschutzinformationsblatt</i>

2.2 Rechtmäßigkeiten

2.2.1 Datenschutzrecht
Verständliches und transparentes <i>Datenschutzinformationsblatt</i> mit unterschriebener <i>Einverständniserklärung</i> zur Datenverarbeitung
2.2.2 Betroffenenrechte
<i>Einwilligungserklärung</i>; zielgruppengerechte Formulierung: Orientierung an vorangegangenen Einwilligungserklärungen für Senior*innen aus vorangegangenen Forschungsarbeiten, die keinerlei Unklarheiten bzw. Unverständlichkeiten der Informationsgabe aufwiesen
2.2.3 Zugänge und Zugriffsrechte
Die Nutzung des VR-Headsets sowie die Nutzung der Plattform zur erfolgt über Login-System, das einen Benutzernamen sowie ein Passwort erfordert. Die Zugangsdaten sind an einem sicheren Ort verschlüsselt gespeichert. Keine weitere Person außer den Testleiter*innen hat Zugriff auf personenbezogene Daten. Für die Nutzung von Wegfest wird ein separates, sicheres Netzwerk mittels eigenen Router und einer separaten SIM-Karte genutzt.

3. Kategorie: Qualitätsanforderungen

Die Kategorie umfasst wesentliche Kriterien zum Thema Sicherheit. Dies umfasst sowohl technische Sicherheitsmaßnahmen, als auch jene, die auf die Nutzung bzw. die nutzende Person bezogen werden können.

3.1 Technische Sicherheit

3.1.1 Robustheit gegen Störungen
inhaltliche Barrierefreiheit: Flüssige Bildgebung, Rückgängig machen von Aktionen wie beispielsweise bei einer falschen Auswahl der Antwort zu den Fragen (erst Auswahl der Antwort mit rotem Knopf, dann Login mit grünem Knopf), mehrfache Bestätigung bei Abbruch der Anwendung, bei einem Abbruch des Streamings wird dieses angezeigt (roter Punkt in VR verschwindet, sowie Rückmeldung des mobilen Endgerätes/ der Meta-App, dass die Verbindung abgebrochen wurde, Erstellen einer neuen Verbindung per einmaliger Auswahl)

3.1.2 Hygiene

Die Hygienevorschriften werden befolgt. Für die Reinigung werden Brillenputztücher für Brillengläser, Desinfektionstücher für Kunststoffgehäuse sowie den extra Silikonüberzug und Einwegmasken als zusätzlicher Schutz genutzt.

3.2 Nutzer*innenbezogene Sicherheit

3.2.1 Vermeidung Kollisionsgefahr

Nutzung einer großen ebenen Fläche (Trainingsfläche, Pfarrsaal, Konferenzsaal), Maße etwa 27m x 45m bzw. 25m x 20m. Die Bodenbeschaffenheiten sind eben, der Boden ist gleichmäßig und aus einem Material (Boden Trainingsfläche: PVC Sportbodenbelag, Boden Pfarrsaal: Holzboden, Boden Konferenzsaal: Teppichboden). Auf die Verwendung eines Guardians wird verzichtet, da das Maximum des Guardians eine zu geringe Fläche für das Vorhaben von Wegfest einfasst. Durch eine direkte Betreuung während der Anwendungsausführung durch Physiotherapeut*innen, die hinsichtlich einer Sturzgefahr geschult sind, werden weitere Sicherheitsvorkehrungen berücksichtigt. Zudem ermöglicht das Spiegeln der Anwendung auf ein mobiles Endgerät das Nachvollziehen der VR-Situation für Außenstehende bzw. für die betreuende Person. Die Ausrichtung von Wegfest erfolgt anhand einer geradlinigen Ausrichtung, die in ihrer Länge variiert (unterschiedliche Straßendis-tanzen). Seitliche Variationen sind kaum vorhaben (vgl. Pre-Tests).

3.2.2 Passende Brillenergonomie

Die Anwendung sollte möglichst barrierefrei hinsichtlich ihrer Nutzung sein. Der Tragekomfort sollte angenehm sein. Die VR-Brille sollte möglichst leicht und schnell abnehmbar sein. Zudem sollte sie für Brillenträger*innen geeignet sein. Das technologische System sollte sturzsicher sein.

Die ergonomische Barrierefreiheit umfasst eine Nutzung des VR-Headsets auch für Brillenträger, indem ein für die Meta Quest 2 passender Abstandshalter genutzt wird. Die Nutzung des VR-Headsets ist ohne Einschränkungen für Personen mit einem Hörgerät gewährleistet. Das VR-Headset verfügt über einen extra angebrachten „Head Strap“ / Kopfband, der einen besseren Tragekomfort durch flexible Klettverschlüsse, einen Drehmechanismus für präzises und einfaches Einstellen der Passform sowie eine umfassende Polsterung gewährleistet. Das VR-Headset ist bei Bedarf schnell abnehmbar. Die Sturzsicherheit ist durch eine stabile Verarbeitung gewährleistet.

3.2.3 Wechsel der Bedienbarkeit

Eine Bedienung der Wegfest-Anwendung ist von einer außenstehenden Person über verschiedene Schnittstellen möglich: Über die Meta-App lassen sich Einstellungen zu dem Streaming vornehmen. Die für Wegfest konfigurierte Datenbank ermöglicht ein direktes Eingreifen in die einzelnen Szenen der jeweiligen nutzenden Person. Die Szenen können ad-hoc verändert bzw. für die nutzende Person individuell angepasst werden. Ebenso lassen sich Inhalte per einfachen Knopfdruck des Controllers starten.

3.2.4 Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation

Per Streaming-Funktion lässt sich die VR-Anwendung Wegfest auf ein mobiles Endgerät (z.B. Tablet oder Smartphone) spiegeln. Interaktionsmöglichkeiten in Form von möglichen Hilfestellungen o.Ä. können somit ausgeführt werden.

4. Kategorie: Verbraucherschutz

Diese Kategorie beinhaltet Kriterien, die verbraucherfreundliche Nutzungskonditionen beschreiben und zur Fairness beitragen.

4.1 Zugänglichkeit

4.1.1 Nutzer*innenbetreuung
Da Wegfest als prototypische Anwendung fungiert und nicht auf dem kommerziellen Markt zur Verfügung steht, ist die Bereitstellung eines Supports nicht notwendig. Dennoch können Fragen während der Anwendungsnutzung seitens der Senior*innen jederzeit persönlich über verschiedene Kommunikationskanäle (vor Ort, E-Mail, Telefon) beantwortet werden.
4.1.2 Nutzungskonditionen
Die Anforderungen für eine sichere Nutzung von Wegfest werden im Vorfeld definiert. Anhand der Ein-/ Ausschlusskriterien sowie im Rahmen der Anamnese werden Nutzungsaspekte beurteilt. Des Weiteren werden weitere Rahmenbedingungen bestimmt, wie der Gebrauch von Hilfsmitteln (Brille, Hörgerät, Gehstock, Rollator etc.). Die Anwendungsnutzung erfolgt über ein Login-System zur Datenbank, deren Zugangsdaten lediglich über eine verschlüsselte Speicherung an einem sicheren Ort von der Interventionsleitung eingesehen werden können. Es erfolgt vor Anwendungsnutzung eine mündliche Aufklärung zu der Thematik VR und das Erleben von VR durch die Nutzung von unterschiedlichen Medialitäten (Videomaterial, Nutzung Cardboards, Teaser zu Wegfest).

4.2 Transparenz

4.2.1 Daten-/Softwareaktualisierung
Wegfest fungiert als prototypische Anwendung, die zum Zeitpunkt der Evaluierung keine Updates bereitstellt. Im Rahmen der Pre-Tests –Phase werden die einzelnen Versionen von Wegfest erprobt, sodass Mängel seitens der Entwickler behoben werden können. Eine aktualisierte Version wird folglich von den Entwicklern bereitgestellt.
4.2.2 Transparente Geschäftsmodelle
Wegfest verfügt als prototypische Anwendung über kein Geschäftsmodell. Die Rechte der Anwendung liegen bei der Urheberin.

5. Kategorie: Interoperabilität

In dieser Kategorie geht es um Kriterien, die im Zusammenhang mit der Datenportabilität gebracht werden.

5.1 Datenportabilität

Datenextraktion
Schreiben einer csv-Datei, Überführung in Excel

5.2 Technologiekompatibilität

Anbindung externer Technologien
Das Streamen ermöglicht ein Spiegeln der VR-Anwendung auf ein mobiles Endgerät (Smartphone/ Tablet). Zudem wird ein eigenes Netzwerk aufgebaut, sodass eine ständige Kommunikation zwischen der Datenbank und der VR-Anwendung erfolgt.

Generationsübergreifende Technologieverwendung

Die VR-Anwendung erfolgt für die Nutzung der Meta Quest 2, für Anwendungsentwicklung wird die Software Unity genutzt. Dabei wird beachtet, dass die VR-Anwendung auch auf dem Meta Quest-Headset der vorherigen Generation genutzt werden kann. Bei der Anwendungsentwicklung werden aktuell verfügbare Konfigurationen (Handtracking o.Ä.) berücksichtigt, über die auch andere VR-Headset-Anbieter (z.B. HTC, Pico) verfügen.

2. Part des Gütekriterienkernsets: Spezifische Kriterien für die Entwicklung von senior*innengerechten VR-Anwendungen

1. Kategorie: Grafik/ Qualität

Diese Kategorie umfasst Kriterien, die Anforderungen hinsichtlich der grafischen und qualitativen Entwicklung von VR-Anwendungen abbilden. Die Beschreibung der Kriterien zielt u.a. darauf ab, die psychische Belastung der nutzenden Person möglichst gering zu halten.

1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen

1.1.1 Räumliche Zuordnung

Die räumliche Zuordnung wird eindeutig dargestellt, indem ein starker Kontrast zwischen dem Vorder- und Hintergrund gewählt wird. Anhand der Abbildung unterschiedlicher Höhen der Umgebungsobjekte (im Teaser z.B. Berge, in den Szenen z.B. unterschiedlich hohe Häuser etc.) kann eine räumliche Zuordnung erfolgen. Die Abbildung der Objekte orientiert sich bestmöglich an den realen Maßstäben (Straßenbreite /-verläufe, Gebäudehöhe, Avatargröße, Umgebungsobjekte...).

1.1.2 Farbraum

Bei der Gestaltung der einzelnen Objekte wird eine Farbtiefe von 8Bit, also 256 Farben pro Kanal angestrebt. Für das Tutorial werden bewusst kalte Farben gewählt, um einerseits die Senior*innen für die Aufgabenbewältigung in einer eher kühlen Umgebung herauszufordern und andererseits einen guten Kontrast zwischen den in warmen Farben abgebildeten Tutorialinhalten (Farbkreisen) herzustellen. In den Szenen orientiert sich die Farbwahl an warmen Farben bzw. an denen, die ein möglichst realistisches Abbild der Objekte ergeben.

1.1.3 Objekte

Die Objekte sollten werden so gestaltet, dass diese über eine geringe Anzahl an Polygonen verfügen. Auf einen einheitlichen Stil wird geachtet (Personen von RenderPeople, Objekte eines Anbieters etc.). Zudem werden Maßstäbe bzw. Dimensionen berücksichtigt, sodass bei einer möglichen Vergrößerung von Objekten keine qualitativen Einschränkungen vorliegen. Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung werden bei Bedarf genutzt. Auf einen hohen und gleichzeitig übersichtlichen visuellen Detailgrad wird geachtet, indem ein möglichst realistisches Abbild verschiedener Straßensituationen geschaffen wird, die eine Vielzahl der Umgebungsfaktoren miteinschließt.

1.1.4 Szenario

Die Szenarien werden ökologisch valide gestaltet sein und orientieren sich an reale Begebenheiten. Als Vorlage werden Straßensituationen im städtischen Raum (Köln, Düsseldorf, Münster) gewählt, die mittels Google Maps bzw. Google Streetview-Ansicht nachgebaut werden. Die Umgebungsgestaltung ist in der Regel hell,

kann aber aufgrund sich ändernder Tageszeiten entsprechend angepasst werden (halbdunkel bzw. Dämmerung, dunkel bzw. Nacht). Auf futuristische Abbildungen wird verzichtet.

2.1 Nutzer*innenbezogen

2.1.1 Informationsgabe

Die Informationsgabe in VR wird kurz und verständlich sein. Die Verwendung langer Texte in der VR-Anwendung wird vermieden werden. Es wird versucht möglichst per Audiodateien Informationen anzugeben. Es werden nur wesentliche Inhalte in kurzer Textform und gut lesbar wiedergegeben werden (z.B. bei den integrierten Fragen nach jeder Szene).

Die Größe sowie der Kontrast der Schrift werden bestmöglich umgesetzt. Das Inhaltslayout wird mittig sein. Bildlaufleisten werden vermieden.

Es wird eine leicht zu lesende bzw. große Schriftart gewählt.

Es werden visuelle Metaphern eingebunden (Haus, Baum, Auto im Tutorial).

Der Nutzungskontext wird klar definiert (mündlich, schriftlich per Proband*inneninformationsschreiben).

2.1.2 Interaktionselemente

Die Interaktionselemente (z.B. Buttons) werden groß und kontrastreich abgebildet. Es wird mit vereinheitlichten Symbolen gearbeitet (z.B. Haus, Baum, Auto-Symbol im Tutorial).

Die Objekte in VR sind zielgruppengerecht und unterliegen einem möglichst hohen Realismus (keine Comic-Figuren o.Ä.; es wird mit fotorealistischen menschlichen 3D Modellen gearbeitet).

Der Interaktionsmodus wird als leicht bewertet, indem auf das Handtracking zurückgegriffen wird, sodass Interaktionen einfach durchgeführt werden können und demnach eher eine mechanische Interaktion beinhalten. Visuelle und propriozeptive Informationen werden in einer optimierten Weise zusammengeführt (z.B. visueller bzw. auditiver Stimulus bei Erreichen der Zielmarkierung; Zielmarkierung in untersch. Farben im Tutorial; Drücken des Buttons).

Für eine gute Körperwahrnehmung der nutzenden Person sollten visuelle und propriozeptive Informationen in optimierter Weise zusammengeführt werden.

2.1.3 Sprache

Die Sprache der VR-Anwendung/ von Wegfest ist Deutsch und wird einfach und voraussetzungsfrei gehalten sein. Fremdsprachige, nicht eingedeutschte Begriffe werden vermieden. Es werden allgemeinverständliche Begrifflichkeiten verwendet werden. Piktogramme werden unterstützend eingesetzt (z.B. Haus, Baum, Auto-Symbol im Tutorial).

Die Sprache wird natürlich und zugänglich für die nutzende Person sein. Die Formulierungen fallen positiv aus und die Anrede erfolgt aktiv.

Die Sprachumsetzung erfolgt anhand von Text- bzw. Dialogelementen (z.B. im Tutorial).

2.1.4 Benutzeroberfläche

Die Struktur des Menüs der Datenbank ist übersichtlich sein und beinhaltet ein intuitives Mapping. Die Interpunktion sowie die Ausführung von Befehlen ähnelt einander. Das Layout, die Navigation und die verwendete Terminologie werden einfach, klar und konsistent sein. Aufmerksamkeitserregende Elemente, die nicht (mehr) benötigt werden, werden entfernt (z.B. bei Unfall/ Gefahrensituation: Entfernen der Säule mit dem Button nach Drücken des Buttons).

Die Elemente werden durch die nutzende Person deutlicher / besser erkennbar sein, indem sich auf die Objekte durch physisches Gehen näher zubewegt werden kann. Die Benutzerführung wird deutlich sein, sodass Auswahlmöglichkeiten sowie erfolgte Auswahlen für die nutzende Person ersichtlich werden (in der Datenbank:

Auswahlmöglichkeiten und erfolgte Auswahlen zur Einstellung der Szenen ersichtlich; in der VR-Anwendung Wegfest: Auswahl der Antwortmöglichkeit durch Visualisierung (Button und Antwortoption)).

2.1.5 Audio

Die Audioeinstellung kann nach Belieben individuell am Headset angepasst werden. Ablenkungen durch unerwünschte Geräusche werden vermieden. Das Audiodesign wird immersiv sein und komplexe Klangwelten werden berücksichtigt (z.B. versch. Motorengeräusche, Umgebungsgeräusche, Einbezug der Entfernungen). Das Audio wird senior*innengerecht sein (z.B. Betonung, Geschwindigkeit und Formulierungen im Tutorial).

2.Kategorie: 3D-Charakter/ Avatar

Die Kategorie stellt die Anforderungen des in der VR-Anwendung abgebildeten virtuellen Charakters. Dabei wird auf die Gestaltung sowie auf die Verhaltensmuster eingegangen.

2.1 Erscheinungsbild

2.1.1 Charakter

Der Charakter wird glaubwürdig sein, indem eine Videoaufnahme gemacht wird. Der geeignete Wert an Empathie und Autonomie des Charakters wird berücksichtigt.

2.1.2 Aussehen/ Optik/ Optische Darstellung

Da das Handtracking genutzt wird, wird auf ein Abbild der nutzenden Person als Avatar verzichtet. Die entsprechenden Gliedmaßen lassen sich so individuell vorstellen und imaginär anpassen. Der Charakter im Tutorial wird in Form der Videoaufnahme dargestellt und schließt ein naturalistisches Erscheinungsbild ein. Die Videoaufnahme umfasst den Bereich am der Brust aufwärts, da eine Ganzkörperaufnahme die Mimik des Charakters nicht deutlich abbilden würde.

2.2 Behaviorismus

2.2.1 Verhalten (Mimik/ Gestik)

Die virtuellen Bewegungen des Charakters werden den tatsächlichen Bewegungen einer Person entsprechen, um den sense of presence zu erhöhen. Durch natürliche Bewegungen (z.B. Drücken des Buttons, physisches Gehen) wird gewährleistet, dass das das Bewegungsverhalten in VR realistisch für die nutzende Person ist und individuelle Einschränkungen berücksichtigt werden können.

Das Auftreten des Charakters wird bei Anwendungsbeginn verzögert erfolgen. Die Bewegungen und Verhaltensweisen des Charakters fallen aufgrund der Videoaufnahme naturalistisch aus.

Verhaltensmuster wie Emotionen oder motorisches Verhalten, wie Augeninteraktion und Handbewegungen werden einem naturalistischen Verhalten entsprechen. Es wird darauf geachtet, dass das Verhalten des Charakters der Erwartungshaltung der nutzenden Person entspricht.

2.2.2 Tonus und Stimmlage

Die Stimme des Charakters wird ruhig, langsam und freundlich ausfallen. Die Ausdrucksweise wird altersgerecht und verständlich sein. Die Tonhöhe, Sprachgeschwindigkeit und Lautstärke wird angemessen sein.

3. Kategorie: Bereitstellen von spielinternen Anweisungen und Aufforderungen

Die Kategorie umfasst Kriterien zum Nutzerinnenerlebnis (UX Design) sowie zu Anwendungs- und Kontrollmechanismen.

3.1 Didaktik

3.1.1 Anfängliches Erlernen
Vor Anwendungsnutzung werden die Senior*innen niederschwellig durch die Nutzung von Cardboards zu der Thematik aufgeklärt. Zudem wird ein Tutorial entwickelt, dass die in der VR-Anwendung Wegfest geforderten Interaktionen (z.B. Button drücken, physisches Gehen) beinhaltet und dort ohne Zeitdruck erlernt werden kann. Durch eine Vertonung werden Hinweise zu Interaktionsmustern gegeben.
3.1.2 Anweisungen
Die Anweisungen werden visuell sowie akustisch erfolgen. Anweisungslose Zielvorgaben werden über visuelle Hervorhebungen gegeben (z.B. Zielmarkierung). Die Interaktionsmöglichkeiten (bezogen auf das physische Gehen sowie das Drücken des Buttons) werden verdeutlicht, indem diese durch eine Vertonung im Tutorial erklärt werden. Die Nutzung von In-Game Assistenzmethoden (z.B. Non player characters, Straßengestaltung, Objekte im Straßenverkehr) werden Hinweise zur Nutzung gegeben. Ein Kurzhinweis wird verdeutlichen, was zu tun ist (z.B. vertonte Kurz-Anweisungen im Tutorial). Beim Ausbleiben einer geforderten Handlung werden Wiederholungen bzw. Erinnerungen der Anweisungen erfolgen. Hilfefunktionen werden über die Nutzung der Datenbank schnell erreichbar sein, ohne das laufende Programm/ die laufende Anwendung beenden zu müssen. Anweisungen zur Fehlerbehebung werden einfach und aussagekräftig kommuniziert werden, sodass die nutzende Person ohne großes technisches Know-How diese befolgen kann und den Fehler selbstständig beheben kann (z.B. Hinweis „Leider nicht geschafft“ und Drücken des roten Buttons bei einer Gefahrensituation bzw. einem Unfallgeschehen). Auf direkte Fehlermeldungen zur Anwendung, die für die nutzende Person sichtbar sind, wird verzichtet. Die Interaktionselemente werden gut erkennbar sein und sich vom restlichen Environment abgrenzen (z.B. Säule und roter Button). Für Informationen, die visuell dargestellt werden, wird genügend Lesezeit eingeplant (z.B. Darstellung der Fragen und Antworten). Die Texte werden in einer komprimierten Form dargestellt werden. Die nutzende Person wird sich individuell viel Zeit zum Lesen der Texte (z.B. Fragen und Antworten) lassen können.
3.1.3 Ziel- und Aufgabengestaltung
Die Aufgaben- und Zielstellung wird klar und adäquat sein. Das Ziel der Anwendung wird verständlich definiert sein, sodass die nutzende Person weiß, was sie zu tun hat und mit welcher Absicht. Dies wird mündlich im vorangestellten Informationsgespräch sowie in dem Informationsschreiben für die Proband*innen erläutert. Es wird eine klare Struktur der Aufgaben vorliegen (vgl. adaptive Trainingsgestaltung). Es werden im Rahmen des Informationsgesprächs individuelle kurz- und langfristige Ziele definiert.
3.1.4 Feedback
Es wird vor, während und nach Anwendungsnutzung die Frage nach dem Befinden der nutzenden Person geklärt (z.B. u.a. mittels des in VR-integrierten Fragebogens). Die Rückmeldung über erfolgreiche oder auch fehlerhafte Aktionen/ Handlungen werden in einer einfachen und auffälligen Weise sowie rechtzeitig geschehen (z.B. bei erfolgreicher Aktion: Widergabe eines Tons bei Erreichen der Zielmarkierung, der die erfolgreiche Handlung in Form der unfallfreien Straßenquerung unterstreicht; bei nicht erfolgreicher Aktion: Einfrieren der Szene sowie unmittelbare

Anzeige des Hinweises sowie Buttons zum Wiederholen). Das Feedback erfolgt in visueller sowie auditiver Form. Es wird somit schnell und eindeutig erfolgen und zielt darauf ab die Verhaltensweisen zu fördern. Die nutzende Person wird ein angemessenes Feedback zu ihrer Leistung und zum Fortschritt erhalten, indem der individuelle Trainingsverlauf ausgewertet wird und den Proband*innen zur Verfügung gestellt wird.

3.1.5 Informationsgabe

Es wird auf die Konsistenz der Informationen geachtet (z.B. im Tutorial einheitliche Informationsgabe). Bei der Informationsanordnung werden Widersprüche und Ungereimtheiten vermieden werden. Die Output-Message wird so kurz wie möglich gehalten sein (z.B. bei einem Unfallgeschehen/ einer Gefahrensituation: „Leider nicht geschafft!“). Die Auswahlmöglichkeiten werden möglichst reduziert dargestellt (z.B. max. fünf Antwortmöglichkeiten).

Die Nutzung einer Navigations- bzw. Menüleiste wird nicht nötig sein. Die Bedienung zur Steuerung bzw. zum Befolgen von Befehlen wird intuitiv sein, d.h. wenn ein Befehl auf bekannte Weise funktioniert, sollte die nutzende Person in der Lage sein die Funktionsweise vergleichbarer Befehle vorherzusagen (z.B. Drücken eines Buttons).

3.2 Rahmenbedingungen

3.2.1 Nutzungsdauer

Die Anwendungsdauer wird sich nach den individuellen Ressourcen der nutzenden Person richten (Vermeidung von Über-/ Unterforderung) und sich nach der Konzentrations- und Auffassungsgabe der nutzenden Person orientieren. Es wird eine Nutzungsdauer von ca. 15-20 Minuten pro Trainingseinheit angestrebt.

Ein Pausieren der VR-Anwendung wird jederzeit möglich sein.

3.2.2 Örtliche Rahmenbedingungen

Als örtlichen Gegebenheiten wird ein großer Konferenzsaal, ein Pfarrsaal bzw. eine Trainingsfläche genutzt, in denen die geforderten Interaktionen (Drücken des virtuellen Buttons; physisches Gehen) gut ausgeführt werden können. Die Helligkeit der Umgebung lässt sich anhand von Rollläden an den Fenstern individuell einstellen lassen können. Der Boden in den Räumlichkeiten wird eben gestaltet sein und über einen melierten Untergrund verfügen, sodass Referenzpunkte für das Head Mounted Display gegeben sind. Mögliche Stolperfallen werden vor Nutzung beseitigt. Der Raum wird nur von einer Person genutzt, sodass diese ungestört und ohne Möglichkeiten externer Beobachter*innen die Intervention durchlaufen kann.

4. Interaktion

Die vierte Kategorie umfasst Kriterien, die sich auf die Benutzeroberfläche bzw. Wechselwirkungen der VR beziehen.

4.1 Funktionalitäten

4.1.1 Bedienung

Die Bedienung mit dem VR-Headset sowie die Bedienung in der virtuellen Umgebung (Interaktionsmechanismen) wird intuitiv und anwenderfreundlich sein, indem auf eine einfache VR-Headset Technologie zurückgegriffen wird und natürliche Interaktionsmuster gewählt werden. Für die Nutzung wird kein technisches Fachwissen vorausgesetzt werden, die technisch notwendigen Einstellung werden von der Projektleitung vorgenommen.

Die Anwendungsmechanik wird durch die Nutzung des Handtrackings bzw. mittels des physiologischen Gehens selbsterklärend sein und über ein natürliches Mapping zwischen der Technologie und dem Anwendungsszenario verfügen. Es wird eine nahezu direkte Bewegungsübertragung der realen Interaktionen in die virtuelle Welt erfolgen, sodass keine Verzögerungen auftreten.

Die Bedienung/ Steuerung per Handtracking wird unkompliziert ausfallen, indem die einzelnen Finger abgebildet und in ihrer feinmotorischen Gestikulation getrackt werden. Die gewählten Interaktionsmuster werden so gewählt, dass eine selbstständige und sichere Durchführung durch die Senior*innen bestmöglich gewährleistet ist. Diese wird als unkompliziert für die Senior*innen bewertet. Die Durchführung von Interaktionen wird einhändig ausfallen können, wobei die Wahl der Hand den Nutzer*innen freisteht. Es wird eine Multi-Touch-Interaktion ausgeübt werden können, indem eine Mehrfingergestenerkennung durch das Handtracking gewährleistet wird. Es werden Tippgesten bzw. für das Drücken des Buttons entsprechende Push-Gesten empfohlen, der nutzenden Person wird die Wahl der Gestik zur Durchführung der Interaktion (Drücken des Buttons) selbst überlassen.

Mittels Pre-Tests werden u.a. diese Faktoren erprobt

Das geforderte Interaktionsausmaß variiert je nach Szene und obliegt der adaptiven Trainingssteuerung. Anhand der im Vorfeld durchgeführten Assessments wird das Interaktionsausmaß als angemessen hoch eingeschätzt. Dennoch wird von Abweichungen aufgrund differenter Szenen ausgegangen werden müssen.

Die Interaktionen in Form des physischen Gehens wird zum Ziel haben vom eigentlichen Zustand (krank, unsicher, Schmerzempfindend) abzulenken und die Aufmerksamkeit/ Konzentration auf das Erreichen des Ziels in Form der Zielmarkierung auf der anderen Straßenseite zu lenken. Es wird angestrebt die Senior*innen durch die Intervention zu empower und somit die Freude und die Motivation zu erhöhen und negatives Empfinden zu lindern. Zudem wird angestrebt, dass die Intervention zur Stärkung des eigenen Bewegungsempfindens (Propriozeption) beiträgt und die posturale Kontrolle fördert.

Es werden motorische Lernfunktionen berücksichtigt, indem das eigene Gangbild bzw. –verhalten reflektiert werden kann. Die Interaktionsmuster werden sich auf das Drücken des Buttons sowie das physische Gehen beschränken. Die Aufgabenstellungen umfasst das sichere Überqueren verschiedener Straßensituationen wird funktionell gestaltet sein, sodass ein Training funktioneller Fähigkeiten erfolgt.

Durch die Datenbank werden die Szenen vor Beginn des Trainings für die jeweilige nutzende Person eingestellt, sodass auf langes Einrichten und Setup verzichtet werden kann. Durch das Abbilden verschiedener Straßenumgebungen wird ein Flow-Erlebnis geschaffen werden.

4.1.2 Gestaltung/ Funktionalität

Die Präsentation des Stimulus wird so erbracht, dass diese als geeignet empfunden wird. Die Wahl eines visuellen sowie auditiven Inputs mit unterschiedlichen Längen und Intensitäten wird als geeignet empfunden. Es wird ein Raycast genutzt, interaktive Objekte werden angepeilt bzw. angeklickt werden können (z.B. Button). Für die Wahl des Interaktionsmusters wird eine physische Interaktion inklusive der Bewegungen der oberen sowie unteren Extremitäten als geeignet angesehen. Als Interaction-Pattern wird das Selection Pattern für die Auswahl der Antwortmöglichkeiten im der Befragung gewählt. Im Rahmen des Screening-Verfahrens (Anamnese; Assessments) wird die Bewegungsfähigkeit der Proband*innen überprüft. Eine Einschätzung seitens der Studienleitung sowie die Berücksichtigung der Ein- bzw. Ausschlusskriterien wird darüber entscheiden, ob die Person für das Interventionsvorhaben geeignet ist. Auf das Midas Touch Problem, das laut Literatur vornehmlich während der Verwendung von Eye-Tracking bei VR auftritt, wird bei der Anwendungsentwicklung geachtet. Im Rahmen der Pre-Tests werden die definierten Angaben zu den Kriterien in ihrer Gültigkeit bzw. Eignung überprüft. Die Anwendung bzw. einzelnen Szenarien stellen ein funktionelles Training dar, bei dem

exekutive Funktionen und neuromuskuläre/ motorische Funktionen integriert werden. Die Anwendung wird funktionell und aufgabenbezogen gestaltet sein. Decision making opportunities werden berücksichtigt, indem eine Auswahl diverser Antwortmöglichkeiten abgebildet werden sowie die Entscheidung der Straßenquerung (Art und Weise, Zeit, Dauer etc.) bei jeder Szene der nutzenden Person obliegt. Mit der Thematik der sicheren Straßenquerung wird eine ADL aufgegriffen, die im Alltag eine hohe Relevanz darstellt. Aus zusätzliche Hardware wird aufgrund der erstmaligen Interventionsdurchführung verzichtet.

4.1.3 Bewertung der Relevanz

Die inhaltliche Relevanz wurde bereits in Kapitel 3.6.1 erläutert, indem aufgeführt wird, dass die ADL in Form der Straßenüberquerung das Thema der Anwendung darstellt. Die Relevanz ergibt sich aus den in Kapitel 3.6.1 dargestellten Statistiken. Die technische Relevanz, die die Wahl des HMDs begründet, wird mit der fehlenden Alternative zur Darstellung des Szenarios und gleichzeitigen physiologischen Gehens begründet. Alternativen, wie die Darstellung auf einem Bildschirm, der beispielsweise an ein Laufband gekoppelt ist, werden aufgrund der fehlenden Immersion sowie des veränderten Gangbilds als vergleichsweise schwach eingestuft. Bei der Nutzung AR-gestützter Systeme könnte beispielsweise auf realen Straßenumgebungen trainiert werden, die jedoch ein Sicherheitsrisiko aufgrund des Verkehrsflusses bergen. Auch werden derartige Systeme für Simulationen, wie für das Vorhaben geplant, aufgrund der geringeren Immersion als ungeeignet bewertet.

4.2 Regulierung

4.2.1 Auswertung/ Entwicklungen

Die Leistungen in VR werden erfasst, gespeichert und ausgewertet. Die Datenbank bzw. Ausgabe als csv-Datei ermöglicht einen Vergleich der Leistungen über den Trainingszeitraum jeder einzelnen Person. Das Tracking erfolgt zuverlässig, indem die Daten aus der Datenbank (Einstellungen der Szenen) sowie die Daten der nutzenden Person (Auswahl der Antworten; Zählen der Miss- bzw. Erfolge jeder Szene) gespeichert werden. Eine personalisierte Nutzung wird für das Vorhaben nur eingeschränkt zur Verfügung stehen, da im Rahmen der Intervention ein festgelegter Trainingsplan als Grundlage für jede Person gilt. Grundsätzlich wird es möglich sein eine individuelle Einstellung der Szenenkonfiguration zuzulassen (z.B. Auswahl von Szenen, die einer Person besonders schwer fallen). : Möglichkeit, individuelle Ziele zu definieren sowie Freischalten von Funktionen, wenn sie für die nutzende Person geeignet sind.

Im Rahmen der Interventionsstudie wird die Möglichkeit zum Einbezug von Personen aus den Gesundheitsberufen nur dann erfolgen, wenn der bzw. die jeweilige Proband*in dies ausdrücklich wünscht. Hierfür werden entsprechende Vorkehrungen (Datenschutz etc.) schriftlich bestätigt werden müssen.

4.2.2 Wahrnehmung/ Propriozeption

Über die Verwendung visueller und auditiver Stimuli wird angestrebt die Körperwahrnehmung (insb. die Bewegungsausführung während des Gehens bei der Straßenquerung) der nutzenden Person zu fördern. Die nutzende Person wird die Kontrolle über die Aktionen in der Anwendung haben.

5. Navigation

Die fünfte Kategorie bezieht sich auf die Bedienelemente bzw. Steuerung.

5.1 Bedienung

5.1.1 Menü-Steuerung
Die Navigation im Menü bzw. in der Datenbank ist intuitiv, indem klar gekennzeichnete Abfragen bzw. Auswahlmöglichkeiten definiert und konzipiert werden. In der Datenbank wird wenig Tipparbeit verrichtet, die von der Studienleitung ausgeführt wird. Die nutzende Person muss keine Steuerung im Menü vornehmen. Die Anwendungssteuerung wird übersichtlich und einfach gestaltet. Eingaben werden leicht korrigiert werden können. Die nutzende Person wird ihre Eingabe in Form der Antwort-Auswahl in der virtuellen Befragung einfach korrigieren können, indem sie diese durch das Drücken eines anderen Antwort-Buttons ändert. Erst durch das Bedienen des an der Seite befindlichen grünen Buttons, wird die ausgewählte Antwort übermittelt. Die Interaktionsmuster werden repetitiv gestaltet sein, sodass eine einfache Funktionszuordnung vorhanden ist. Da geplant ist mit dem Handtracking zu arbeiten, werden mögliche Abbruchsituationen durch ein versehentliches Bedienen der Controller-Buttons nicht vorkommen. Weiteres mögliches Fehlbedienen wird ausgeschlossen. Die Egomotion wird bestmöglich vermieden werden, indem keine Bewegungsmuster bzw. Verhaltensmuster vorgeschrieben werden.
5.1.2 Systeme der Steuerung
Es wird eine angemessene, einfache und komfortable Navigation vorliegen, die auf mehrschrittigen Konzeptphasen beruht und Ergebnisse von Pre-Tests beinhaltet (z.B. übersichtlich und klar definierte Datenbank, Anleitung durch Einblenden von Videoaufnahmen, Auswahl geeigneter Interaktionsformen mittels Handtracking und physischen Gehen). Die nutzende Person wird keine Steuerung im Menü vornehmen müssen, da die Einstellung durch die Studienleitung vorgenommen werden. Die Anwendung wird keinen Kommunikationskanal vorsehen. Eine Verständigung bei möglichen Hilfestellungen kann durch eine direkte Ansprache der nebenstehenden Studienleitung erfolgen, die mittels des Streamings die Situation der nutzenden Person einsehen und bestmöglich nachvollziehen kann. Die Adaption der Anwendungsschwierigkeiten wird im Rahmen der Intervention vorbestimmt. Außerhalb der Intervention wird eine Adaption über ein direktes Feedback mittels der Befragung in VR erfolgen können. Hierfür könnte die Fragestellung so gewählt werden, dass diverse Parameter zur Trainingssteuerung bzw. adaptiven Trainingsgestaltung abgefragt werden könnten.
5.1.3 Raumgestaltung
Die räumliche Gestaltung der VR-Umgebungen (versch. Straßenszenarien) wird auf realen Umgebungen basieren. Entsprechende Objektmaße werden bei der Gestaltung der Szenen berücksichtigt, sodass eine gute Orientierung für die nutzende Person gegeben sein wird. Der Interaktionsradius wird im Rahmen von Pre-Tests erprobt, angestrebt werden zwei Interaktionsmuster (Drücken des Buttons, physisches Gehen bei Straßenquerung), die realitätsnah durchgeführt werden sollen. Geplant ist, dass der Interaktionsradius bei der Straßenquerung sich dabei auf eine möglichst geradlinige Bewegungsausführung beschränkt, die max. eine Länge von 15m umfasst (Szene: zweispurig mit Radweg und Verkehrsinsel). Auf eine barrierefreie Nutzung der VR-Anwendung Wegfest und entsprechende Raumbeschaffungen wird geachtet.

5.2 Taxis

5.2.1 Lokomotion

Für die VR-Anwendung *Wegfest* wird als Art der Lokomotion das physische Gehen gewählt. Dies bildet ein naturalistisches Bewegungsempfinden ab und bedarf keiner vorbereitenden Maßnahmen (wie beispielsweise das Erklären der Teleportation für die Senior*innen). Durch das physische Gehen wird die Cyber- bzw. Motion Sickness-Gefahr minimiert. Zudem hat die nutzende Person die maximale Kontrolle über das eigene Bewegungsverhalten. Für die Nutzung der VR-Anwendung wird als Voraussetzung das Ausschalten des Room Scales erforderlich, da dieser eine zu kleine Fläche für das Vorhaben einschließt. Für die Interventionsstudie wird ein Head Mounted Display verwendet, das über einen integrierten Gyrosensor verfügt. Eine Erfassung bzw. Aufzeichnung der Bewegungskontrolle mittels externer Technologien wird als nicht sinnvoll bewertet, (u.a. da keine eindeutigen räumlichen Begrenzungen vorliegen, ein Tracking der Bewegungsabläufe für das Vorhaben nicht vorgesehen ist; eine Installation entsprechender Systeme als zu aufwendig und teuer bewertet wird). Es wird mit 6 DoF gearbeitet, um möglichst viele Bewegungsrichtungen in VR abbilden bzw. nutzen zu können.

5.2.3 Tracking

Die Position der nutzenden Person bzw. die Position der Extremitäten sollte genau erfasst werden. Es sollte ein passendes Tracking-Verfahren gewählt werden (z.B. räumliches Scanning/ optische Verfahren wie Inside-Out, Outside-In).

6. Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue

Die sechste Kategorie bezieht sich auf Kriterien, die die Bedarfe der Zielgruppe Senior*innen abdecken. Dabei wird auf motivierende sowie anwenderfreundliche Inhalte eingegangen.

6.1 Nutzbarkeit

6.1.1 Motivation

Vor Anwendungsbeginn wird eine klare Zielvorgabe für die VR-Anwendung sowie für die mögliche Übertragbarkeit der VR-Anwendungsnutzung auf die Realität angegeben. Die Zielvorgaben werden schriftlich (s. Proband*inneninformation) sowie mündlich erläutert. Es werden versch. Level generiert und genutzt werden können, sodass ein abwechslungsreiches VR-Training geschaffen werden kann. Es werden gamifizierende Elemente berücksichtigt, indem ein kreativer Freiraum (z.B. kein direkter vorgegebener Querungsweg beim Überqueren der Straße) geboten wird. Das Anwendungssetting wird ansprechend gestaltet sein und ein möglichst realistisches Abbild diverser Straßenszenarien abbilden, sodass untersch. Stile (z.B. der Gebäude bzw. Fahrzeugtypen) integriert werden. Motivierendes Feedback wird nach korrekter Interaktion durch das Ertönen eines Signals bei Erreichen der Zielmarkierung erfolgen. Im Tutorial wird zusätzlich ein „Gut gemacht!“ ertönen, sofern die Zielmarkierung erreicht wird. Ergänzend wird seitens der Studienleitung nach individueller Bewertung motivierendes Feedback geäußert.

6.1.2 Protokollierung

Die Leistungen werden mittels Datenbank aufgezeichnet, sodass ein Vergleich der Leistungen über die Zeit ausgewertet werden kann. Je nach Performance wird eine Rückmeldung der Bewegungsausführung an die nutzende Person gegeben. Ein Mehrspielermodus wird als nicht sinnvoll bewertet und die Rahmenbedingungen dies für das Vorhaben nicht zulassen (z.B. individuelle Betreuung, Raumgröße, zu hohe Anforderungen für die VR-Anwendungsentwicklung).

Die Interaktionsmodalität (z.B. Anzahl sichere Straßenüberquerung/ Gefahrensituation/ Unfall) sowie die mit der VR-Anwendung genutzte Zeit wird für individuell aufgezeichnet bzw. ausgewertet werden können.

6.1.3 Konfiguration

Im Rahmen der Intervention wird eine Anwendungsnutzung von 2 Trainingseinheiten pro Woche vorgesehen und orientiert sich dabei an den Empfehlungen des ACSM (2006). Die Dauer der Trainingseinheit umfasst ca. 15-20 Minuten, wird aber vor jeder Trainingseinheit individuell durch Rücksprache mit der nutzenden Person bewertet werden. Die Trainingsgestaltung wird adaptiv entwickelt werden, sodass der Schwierigkeitsgrad sich für jede Trainingseinheit ein wenig erhöht. Die Gabe von Hilfestellung wird sich am Erfahrungswert der nutzenden Person orientieren, indem individuell bewertet wird, wie sich die nutzende Person mit der VR-Technologie sowie in der VR-Umgebung zurechtfindet. Die Nutzung des Tutorials wird sich im Rahmen der Interventionsstudie auf die erste Trainingseinheit beschränken, um ein vergleichbares Ergebnis unter Ausschluss eines Gewöhnungseffektes aufgrund längerem Verweilen in der virtuellen Umgebung zu erhalten. Auf Über- bzw. Unterforderung wird geachtet werden, indem die Trainingsergebnisse nach jeder Einheit bewertet und individuelle Nachfragen gestellt werden.

6.2 Zielgruppenorientierung

6.2.1 Anpassbarkeit/ Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen

Die VR-Anwendungsentwicklung wird in einem interdisziplinären Team erfolgen und durch das Abbild möglichst realistischer Faktoren ein zielgruppengerechtes Ergebnis zeigen, indem Straßenszenarien anhand realer Vorgaben nachgebaut werden. Die Thematik des sicheren Straßeüberquerens wird anhand der Sichtung von Literaturergebnissen als relevant für die Zielgruppe Senior*innen eingestuft. Anhand der in *Wegfest* verwendeten Parameter, wie Spurigkeit, Tageszeit oder das Vorhandensein von Elektromobilität, können individuelle Einstellungen zu den jeweiligen Parametern stufenweise vorgenommen werden.

Die Nutzung eines Head Mounted Displays wurde anhand der Sichtung versch. Studien, in denen die Technologie mit Senior*innen genutzt wurde, als sinnvoll bewertet. Als geeignetes Modell für die Zielgruppe Senior*innen wird die Meta Quest 2 ausgewählt. Mittels der Funktion Passthrough kann ein direkter Wechsel von der virtuellen Welt in die reale Welt, in der das Head Mounted Display die reale Umgebung in schwarz-weiß abbildet, erfolgen. Somit wird der nutzenden Person eine Echtzeitansicht mit nur einem Klick ermöglicht. Der Content des Straßeüberquerens wird als gendergerecht bewertet. Auch kulturelle Unterschiede der Nutzer*innen werden als irrelevant bewertet, mit der Ausnahme, dass ein Abbild deutscher Straßen erfolgt, die nicht unbedingt denen in anderen Ländern gleichen.

6.2.2 Praktikabilität

Im Rahmen der Intervention wird eine orts- sowie zeitgebundene Nutzung der VR-Anwendung erfolgen müssen. Dies ist dem Vorhaben geschuldet. Die Anwendungsnutzung ist kostenfrei.

6.2.3 Nutzerfreundlichkeit

Es wird eine intensive Betreuung und Anleitung bei der (ersten) Nutzung erfolgen, indem die Studienleitung die Proband*innen individuell betreuen wird.

Es wird die Erfahrungswerte mit der Technologie vor Nutzung sichergestellt werden, indem die Studienleitung dies abfragt und entsprechende Antworten berücksichtigt.

Es wird eine soziale Interaktion (direkt oder Indirekt) ermöglicht. Die direkte soziale Interaktion erfolgt u.a. mit der Studienleitung. In der VR-Anwendung erfolgt eine indirekte soziale Interaktion (z.B. per Videoaufnahmen im Tutorial).

Es wird über die VR-Anwendung und über die Bedienung dieser informiert, indem eine individuelle Einweisung durch die Studienleitung vor der ersten Trainingseinheit erfolgt.

Es werden Austauschmöglichkeiten zwischen Nutzer*innen in einer Community bestehen, sofern dies gewünscht ist. Hierzu wird eine Abfrage seitens der Studienleitung erfolgen.

Es werden Bedienhilfen für Nutzer*innen mit Einschränkungen zur Verfügung stehen, die in Form von Hilfestellungen (z.B. bei Unklarheiten, was zu tun ist) gegeben werden. Proband*innen mit größeren Einschränkungen, die möglicherweise für die Teilnahme an der Interventionsstudie gefährdet sind, werden ausgeschlossen (vgl. z.B. Anamnesebogen, Ein-/ Ausschlusskriterien, Cut off-Werte Assessments)

Gütekriterienkernset V4_{final}

Gütekriterienkernset für senior*innengerechte Virtual Reality-Anwendungen

—

Version 4 (V4_{final})

Verfasserin: Alina Napetschnig

Copyright 2023, CC BY-SA

Gütekriterienkernset für senior*innengerechte Virtual Reality- Anwendungen – Version V4_{final}

Alina Napetschnig

Vorwort

Das Gütekriterienkernset enthält Kategorien bzw. Subkategorien, denen Kriterien, die für die Entwicklung von Virtual Reality (VR)-Anwendungen für Senior*innen relevant sind, zugeordnet wurden. Die Kriterien wurden im Rahmen eines multimethodischen und mehrschrittigen qualitativen Forschungsdesigns anhand von Literaturrecherchen sowie Workshops partizipativ entwickelt. Anhand drei verschiedener Workshops mit VR-Entwicklungs-, VR-Anwendungsexpert*innen sowie mit der Zielgruppe Senior*innen als Anwender*innen wurden Ergebnisse generiert. Die Kriterien werden in ihrer inhaltlichen Tiefe unterschiedlich beschrieben, da je nach bewertetem Grad der inhaltlichen Ausführung Variabilität vorliegt. Das Dokument dient als Leitfaden für senior*innengerechte VR-Anwendungsentwicklungen und ist im Rahmen einer Forschungsarbeit entwickelt worden.

Die Gültigkeit, Vollständigkeit sowie Aktualität des Gütekriterienkernset basiert auf Erkenntnissen, die sich auf den Zeitraum von September 2020 bis März 2023 beschränken. Die Durchführung von Anpassungen der Kriterien aufgrund weiterer bzw. aktuellerer Ergebnisse zu VR-Qualitätskriterien für Senior*innen sowie technologische Fortschritte hinsichtlich Soft- sowie Hardware kann nicht ausgeschlossen werden.

Das Gütekriterienkernset bildet zwei Kapitel ab: Das erste Kapitel umfasst allgemeine Rahmenbedingungen für VR-Anwendungen, das zweite Kapitel stellt spezifische Kriterien zur VR-Gestaltung und –Nutzung für die Zielgruppe Senior*innen dar. Die Kriterien beziehen sich sowohl auf Inhalte, die in der virtuellen Welt abgebildet werden, als auch auf Methoden, die für die Entwicklung von VR-Content verwendet werden.

1. Kapitel des Gütekriterienkernsets: Rahmenbedingungen für die Entwicklung von senior*innengerechten VR-Anwendungen/ Allgemeine Kriterien

1. Kategorie: Qualitätssicherung medizinischer/ gesundheitlicher Inhalte

Die Kategorie bildet Kriterien ab, die die Sicherung der Qualität von Inhalten im medizinischen bzw. gesundheitlichen Kontext umfassen. Hierunter sind Kriterien gefasst, die die Qualität der Versorgung der Senior*innen mit VR-Anwendungen sichert.

1.1 Evidenz

1.1.1 Inhalte sind evidenzbasiert Die Inhalte müssen durch Studien, die thematisch identisch bzw. mindestens vergleichbar sind, abgesichert werden. Dabei gilt es eine gründliche Bewertung der Studien hinsichtlich Kriterien wie der Aktualität, des Studiendesigns, der Stichprobe, des Untersuchungszeitraumes, der Methodik, sowie der Ergebnisse und Diskussion vorzunehmen. Die Literaturrecherche sollte den gängigen Standards entsprechen. Ein Vergleich aktueller Studienergebnisse zur Thematik sollte berücksichtigt werden. Die Beurteilung der Vergleichbarkeit von Studien(ergebnissen) und die Übertragung auf das eigene Vorhaben sollte verlässlich sein. Zudem sollte der Einbezug von Fachliteratur erfolgen.
1.1.2 Berücksichtigung allgemein anerkannter fachlicher und aktueller Standards Die Umsetzung von (medizinischen/ gesundheitsrelevanten) Inhalten und Verfahren sollte auf der der Lege-Artis-Regel beruhen. Dabei findet eine Berücksichtigung des aktuellen Goldstandards statt. Fachexpert*innen sollten bei der VR-Entwicklung miteinbezogen werden.
1.1.3 Qualitätssicherung der Inhalte und Verfahren Die Handlungsempfehlungen aus Leitlinien zu den Inhalten bzw. zu den Verfahren werden befolgt.
1.1.4 Veröffentlichung genutzter Quellen für die Inhalte bzw. deren Umsetzung Angabe/ Veröffentlichung eines Quellenverzeichnisses, das die verwendeten Quellen in ihrer Lesbarkeit gut kenntlich macht und gängige Zitierweisen/ Standards berücksichtigt.

Checkliste

- ☐ Absicherung durch Studien
- ☐ Verlässliche Beurteilung vergleichbarer Studien(ergebnisse)
- ☐ Einbezug von Fachliteratur

- ☐ Lege-Artis-Regel als Grundlage
- ☐ Einbezug von Fachexpert*innen

- ☐ Leitlinien beachten

- ☐ Kennzeichnung von Quellen

1.2 Anwendungssicherheit (vor/ während der Nutzung)

1.2.1 Beurteilung des Gesundheitsstatus Vor der Nutzung der VR-Anwendung sollte der Gesundheitsstatus der nutzenden Person individuell überprüft werden. Physische und psychische (Vor-)Erkrankungen bzw. Einschränkungen, die Einfluss auf die VR-Nutzung haben könnten, sollten im Rahmen einer Anamnese abgeklärt werden. Des Weiteren sollten Faktoren wie Medikamente (bzw. deren Nebenwirkungen) berücksichtigt werden. Zudem gilt es Kontraindikationen für die Nutzung der VR-Anwendung auszuschließen. Die Verwendung von möglichen Hilfsmitteln (Brille, Gehstock, Hörgerät, Rollator etc.) während der VR-Nutzung muss beachtet bzw. auf Eignung geprüft werden.

- ☐ Überprüfung Gesundheitsstatus
- ☐ Überprüfung Medikamenteneinnahme, Hilfsmittel etc.
- ☐ Prüfung Anwesenheit med. Personal

Es sollte geprüft werden, ob medizinisches Personal (ggf. mit entsprechenden Qualifikationen) als Betreuung bei der Nutzung anwesend sein sollte.
1.2.2 Beurteilung physisch/ psychischer Eignung
Physische Faktoren, wie der Mobilitätsstatus bzw. die Beweglichkeit, sollten mittels geeigneter Assessments überprüft werden. Für die Beurteilung der psychischen Verfassung sollten ebenfalls Assessments durchgeführt werden.
1.2.3 Beurteilung Cyber-/ Motionsickness
Die nutzende Person sollte über VR im Allgemeinen bzw. über die zu nutzende VR-Anwendung aufgeklärt werden. Anhand eines Pre-Tests soll die Cyber- bzw. Motionsickness der nutzenden Person eingeschätzt werden können. Für eine weitere Beurteilung von Cyber-/ Motionsickness können spezielle Assessments dienen.
1.2.4 Beurteilung von Sturz-/ Verletzungsrisiko bei VR-Anwendungsgebrauch
Die (Sturz-)Sicherheit der nutzenden Person sollte bestmöglich gewährleistet sein. Das Sturz- bzw. Verletzungsrisiko der nutzenden Person während der VR-Nutzung sollte vorab überprüft werden. Neben einer gezielten Aufklärung, der durchgeführten Anamnese, der Durchführung physischer sowie psychischer Assessments, liefert ein Pre-Test unter Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung einer Sturz-/ Verletzungsgefahr erste Hinweise. Auch können je nach Anwendung und Interaktionsformen gezielte Assessments zur Beurteilung des Sturzrisikos durchgeführt werden. Des Weiteren sollte ein Ethikantrag in Betracht gezogen werden. Zudem sollte das Versicherungsverhältnis geklärt sein.
1.2.5 Angemessener Umgang mit Technologie
Für den angemessenen Umgang mit der VR-Technologie bzw. weiteren für die Nutzung notwendigen Technologien sollte eine Schulung durch eine qualifizierte Person zum Anwendungsgebrauch für die beteiligten Personen erfolgen. Hierbei gilt es die Bedienung von VR hinsichtlich Hardware und Software sowie der Umgang mit der Hygiene zu lernen. Sofern den Senior*innen der Umgang gelehrt wird, ist auf eine zielgruppengerechte Anleitung zu achten.
1.2.6 Absicherung der Hardware
Das Eingabegerät sollte zertifiziert sein.
1.2.7 Absicherung der Inhalte
Die Software sollte zertifiziert sein. Es sollte eine bestmögliche Gewährleistung zum Schutz vor Missbrauch/ Malware erfüllt werden, indem z.B. Sicherheitstools genutzt werden. Es sollte auf eine schnelle Datenübertragung mittels gängiger Verfahren geachtet werden.

□ Assessments zur physischen/ psychischen Beurteilung

□ Aufklärung über VR
□ Durchführung Pre-Test zur Einschätzung Cyber-/ Motionsickness

□ Überprüfung Sturz-/ Verletzungsrisiko (Pre-Test)
□ Ggf. Einbezug Sturzassessments
□ Ethikantrag stellen
□ Versicherungsverhältnis abklären

□ Schulung zum Anwendungsgebrauch
□ Zielgruppengerechte Anleitung

□ Zertifizierung

□ Nutzung von Sicherheitstools
□ Schnelle, sichere Datenübertragung

2. Kategorie: Datenschutzbestimmungen

Die Kriterien zum Thema Datenschutzbestimmungen beziehen sich auf die Erfüllung Datenschutzrechtlicher Vorgaben. Ziel ist es, den Einzelnen vor Beeinträchtigungen seines Persönlichkeitsrechts durch den Umgang mit personenbezogenen Daten zu schützen (vgl. §1Abs. 1 BDSG).

2.1 Datengenerierung und Datenspeicherung

2.1.1 Zweckbindung	□ Definition Zweck Datennutzung □ Informationen und Begründung zur Datenspeicherung
2.1.2 Erforderlichkeit und Datensparsamkeit	□ Datenschutzbeauftragte Person □ Datenminimierung □ Angemessene Datenerhebung personenbezogener Daten
2.1.3 Einwilligung	□ Nachweis Verarbeitung personenbezogener Daten □ Ausdrückliche, aktive, eindeutige Einwilligung □ Informationsgabe zur Datenverarbeitung
2.1.4 Datensicherheit	□ Datenverarbeitung nach DSGVO und BDSG □ Keine Speicherung von Gerätenummern/ IP-Adressen

schung, Offenbarung oder nicht legitimer Verarbeitung sollten angemessene technische sowie organisatorische Maßnahmen getroffen werden.

Das Erfüllen von Privacy by Design (Datenschutz durch Technikgestaltung), Privacy by Default (Datenschutz durch datenschutzfreundliche Voreinstellungen) sowie Security by Design (Berücksichtigung der Sicherheitsanforderungen von Hard- und Software schon während der Entwicklungsphase) sollte vorausgesetzt sein. Der Austausch bzw. die Speicherung personenbezogener Daten sollte verschlüsselt sein. Es sollte ein durchgängig gemäß dem Stand der Technik verschlüsselter Austausch von Daten zwischen dem Endgerät der nutzenden Person und externen Systemen bestehen. Auch gilt die Verhinderung von Datenabfluss durch Sicherstellung der eingeschränkten Kommunikation der Anwendung mit anderen Diensten, sodass es zu keiner ungewollten Datenkommunikation (insb. über personenbezogene Daten) kommt. Zudem sollte sichergestellt werden, dass die Anwendung keine ungewollten Log- oder Hilfsdateien schreibt. Auch sollte eine sichere Deinstallation erfolgen, indem aller auf IT-Systemen in der Verfügung der betroffenen Person gespeicherten, durch die VR-Anwendung angelegten Daten und Dateien – einschließlich Caches und temporärer Dateien, gelöscht werden. Es sollte eine Sicherung der Daten bei einem plötzlichen Ausfall des Betriebssystems/ des Geräteakkus/ der Verbindung o. Ä. erfolgen.

Sofern die Anwendung direkt auf Sensoren eines mobilen Endgeräts und/ oder externe Hardware zugreift, sollten die Rahmenbedingungen zur Installation, Aktivierung, Nutzung und Verwendung von Sensoren oder angebundenen Geräten festgelegt und das Bestehen der Rahmenbedingungen vor der Ausführung entsprechender Funktionalitäten sichergestellt werden.

Sofern die Anwendung Daten mit externer Hardware austauscht, sollte eine zielgruppenspezifische Beschreibung und Sicherstellung von Fehlbedienungen zu den Abläufen der Installation, Konfiguration, Aktivierung und Deaktivierung der Hardware vorliegen. Es sollte die Gewährleistung einer wechselseitigen Authentisierung zwischen der Anwendung und externer Hardware sowie ein verschlüsselter Datenaustausch zwischen der Anwendung und externer Hardware bestehen.

Die Speicherung der Daten sollte verschlüsselt sein. Zudem sollte eine lokale und persistente Speicherung der Daten in einem geschützten Umfeld vorliegen sowie eine Synchronisierung beider Systeme erfolgen. Außerdem sollte eine Dokumentation zur sicheren Deaktivierung angegebener Hardware erfolgen, sodass sichergestellt ist, dass keine Daten verloren gehen und keine sensiblen Daten auf dem Gerät verbleiben.

2.1.5 Gewährleistung der Authentizität der Daten

Der Ursprung der Daten sollte nachvollziehbar sein. Bei einer Änderung der Daten soll diese klar gekennzeichnet werden. Auch sollte eine regelmäßige und sichere Aktualisierung der Daten sowie der genutzten technischen Systeme erfolgen.

- ☐ *Privacy by Design/ Default; Security by Design*
- ☐ *Verschlüsselter Datenaustausch*
- ☐ *Verhinderung von Datenabfluss*
- ☐ *Verhinderung gewollter Log-/ Hilfsdateien*
- ☐ *Sichere Deinstallation*
- ☐ *Datensicherung*
- ☐ *Rahmenbedingungen bei Zugriff auf externe Hardware beachten*
- ☐ *Verschlüsselte Datenspeicherung in einem geschützten Umfeld*

- ☐ *Nachvollziehbarer Datenursprung*
- ☐ *Aktualisierung*

2.1.6 Informationssicherheit

Alle beteiligten Personen sollten über das Ziel bzw. die Zweckmäßigkeit informiert sein. Die Informationen zur Datenverarbeitung bzw. –verwertung sollten transparent dargestellt werden. Die zuständige Person versichert, dass alle nötigen Maßnahmen getroffen werden, um eine sichere Datenverarbeitung gewährleisten zu können. Alle beteiligten Personen geben ihre Zusicherung, dass mit den Daten derart umgegangen wird, sodass ein Datenmissbrauch ausgeschlossen werden kann.

Aufklärung über den Einsatz der Anwendung im Kontext der aktuellen Versorgungssituation der nutzenden Person. Das soziale Umfeld kann bei Bedarf über die Nutzung der VR-Anwendung per Informationsschreiben informiert werden.

- ☐ Informationsgabe Ziel-/ zweckmäßigkeit
- ☐ Transparenz
- ☐ Ausschluss Datenmissbrauch
- ☐ Aufklärung Anwendungseinsatz

2.2 Rechtmäßigkeiten

2.2.1 Datenschutzrecht

Zur Wahrung der Persönlichkeitsrechte bedarf die Verarbeitung personenbezogener Daten der expliziten Zustimmung. Von einer impliziten Zustimmung (opt-out) sollte abgesehen werden. Zudem sollten Informationen zur Datenverarbeitung und der Verwertungsrechte der Daten bereitgestellt werden. Die Informationen sollten zielgruppengerecht und transparent aufbereitet sein.

Persönliche Daten sollten anonymisiert, mindestens aber pseudo-anonymisiert gespeichert werden, sodass eine Rückführung der in VR gesammelten Daten nur über einen Benutzernamen oder Vergleichbarem möglich ist, nicht aber auf die Person selbst.

- ☐ Explizite Zustimmung
- ☐ Bereitstellung Informationen Datenverarbeitung
- ☐ (Pseudo-)Anonymisierung persönlicher Daten

2.2.2 Betroffenenrechte

In Form einer schriftlichen Einwilligungserklärung, die freiwillig erfolgt, werden alle relevanten Hinweise zum Zweck der Speicherung, zur möglichen Datenübermittlung an Dritte sowie zu möglichen Folgen bei Verweigerung festgehalten. Zudem werden die Geltungsdauer der Einwilligung, die Widerrufsmöglichkeit, das Recht auf Einsicht, Korrektur und Löschung der Daten sowie die Angaben zur Datenspeicherung (Ort, Umfang) transparent aufgeführt. Es besteht jederzeit das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Sperrung bzw. Löschung personenbezogener Daten. Auch besteht das Recht auf Benachrichtigungen bei sich ändernden Gegebenheiten sowie das Recht auf Schadenersatz.

Es sollte die Möglichkeit zur Datenspende durch eine freie Entscheidung der nutzenden Person erfolgen. Die Verbraucherschutztransparenz sollte erfüllt werden, sodass die nutzende Person zur jeder Zeit Informationen zur Datenerfassung, -speicherung und –verarbeitung nachvollziehen kann. Es besteht die Möglichkeit des uneingeschränkten Abrufs der abgegebenen Einwilligungen bzw. Erklärungen. Auch können Einverständniserklärungen jederzeit und ohne Abgabe von Gründen zurückgezogen werden. Für die Seniorin bzw. den Senior sollte ein barrierefreier Zugang zur eigenständigen Einstellung der Datenschutzooptionen vorliegen.

Die Erläuterung aller Rechte sollte zielgruppengerecht formuliert bzw. erläutert werden.

Die Konsequenzen bei Verstoß gegen die Datenschutzbestimmungen bzw. Rechtmäßigkeiten sollten transparent dargestellt werden.

- ☐ Schriftliche Einwilligungserklärung
- ☐ Freiwillige Datenspende
- ☐ Verbraucherschutztransparenz
- ☐ Zielgruppenspezifische Erläuterungen aller Rechte und Konsequenzen

2.2.3 Zugänge und Zugriffsrechte

Die Zugänge und Zugriffsrechte sollten klar definiert sein. Hierbei gilt eine Berücksichtigung der Zugriffsrechte Online und Offline. Die Zugangsdaten sollten an einem sicheren Ort verschlüsselt gespeichert sein. Personen, die Zugriff auf personenbezogene Daten haben, sollten eine Verschwiegenheitsverpflichtung unterschreiben. Es sollte sichergestellt sein, dass Zugriffe auf Funktionen und Daten der Anwendung nur über sichere Netze und Zugangspunkte möglich sind. Gegebenenfalls sollte eine Schulung/ Aufklärung für die beteiligten Personen über sicherheitsrelevante Themen erfolgen.

- Klare Definition der Zugriffsrechte
- Verschlüsselte Datenspeicherung an einem sicheren Ort

3. Kategorie: Qualitätsanforderungen

Die Kategorie umfasst wesentliche Kriterien zum Thema Sicherheit. Dies beinhaltet sowohl technische Sicherheitsmaßnahmen, als auch jene, die auf die Nutzung bzw. die nutzende Person bezogen werden können.

3.1 Technische Sicherheit

3.1.1 Robustheit gegen Störungen

Die Anwendung sollte möglichst barrierefrei hinsichtlich ihres Inhaltes sein. Das VR-System sollte eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegenüber der nutzenden Person verfügen.

Die Fehlerbehebung sollte möglichst intuitiv sein.

Werden externe Geräte/ Sensoren verwendet, erkennt das System Fehlfunktionen dieser und zeigt diese an. Eine Systemhärtung sollte vorliegen, sodass Sicherheitslücken geschlossen werden und Maßnahmen ergriffen werden können, um Angriffsflächen für z.B. Cyberrattaken zu verkleinern.

Die Latenz sollte möglichst gering sein. Die Datenübertragung sollte schnell und mittels gängiger Übertragungswege (z.B. Bluetooth) erfolgen.

- Inhaltliche Barrierefreiheit
- Widerstandsfähigkeit des VR-Systems
- Intuitive Fehlerbehebung
- Geringe Latenz

3.1.2 Hygiene

Die Geräte sollten desinfizierbar bzw. gut zu reinigen sein. Entsprechendes Reinigungsequipment sollte bereitgestellt werden.

- Desinfizierbarkeit

3.2 Nutzer*innenbezogene Sicherheit

3.2.1 Vermeidung Kollisionsgefahr

Für eine verletzungsfreie Nutzung mit dem VR-Head Mounted Displays (HMD) ist eine sichere (virtuelle) Umgebung notwendig. Die Nutzungsfläche sollte mindestens 2m x 2m umfassen und sichere Bodenbeschaffenheiten aufweisen. Faktoren, die bei der Nutzung hinderlich sind, sollten außerhalb der zuvor definierten Zone platziert werden. Die Verwendung eines Guardians trägt zur Sicherheit bei, indem eine exakte Raumgrenze des virtuellen Anwendungsfeldes gekennzeichnet wird. Sollte kein Guardian verwendet werden, so sollten weitere Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden.

- Angemessene Nutzungsfläche
- Guardian bzw. Sicherheitsvorkehrungen beachten

3.2.2 Passende Technologie-Auswahl Die ausgewählte Technologie sollte von der nutzenden Person akzeptiert sein. Der Tragekomfort sollte angenehm sein. Das VR-HMD sollte möglichst leicht und schnell abnehmbar sein. Zudem sollte sie für Brillenträger*innen geeignet sein. Das technologische System sollte sturzsicher sein. Die Anwendung sollte möglichst barrierefrei hinsichtlich ihrer Nutzung sein.	☐ Akzeptierte VR-Technologie ☐ Barrierefreie Anwendung
3.2.3 Wechsel der Bedienbarkeit Es sollte ein Wechsel zwischen der nutzenden Person und einer außenstehenden Person möglich sein, sodass die außenstehende Person Zugriff auf die Inhalte hat und möglicherweise Hilfestellungen geben kann/ Änderungen vornehmen kann, ohne dass die nutzende Person das VR-HMD ablegen muss. Auch kann die Gabe von Hilfestellungen per Sprachassistentz in VR erfolgen.	☐ Wechsel der Bedienbarkeit ☐ Gabe von Hilfestellungen
3.2.4 Nachvollziehbarkeit Anwendungssituation Um die Situation der nutzenden Person in der virtuellen Welt nachvollziehen zu können und um somit eingreifen zu können, sollte die Anwendung über die Möglichkeit des Spiegeln/ Streamens verfügen. Die Blickrichtung der nutzenden Person sollte getrackt werden, um Hilfestellungen anzubieten (z.B. bei Überforderung der 360°-Sicht).	☐ Spiegeln/ Streaming ☐ Tracking der Blickrichtung

4. Kategorie: Verbraucherschutz

Diese Kategorie beinhaltet Kriterien, die verbraucherfreundliche Nutzungskonditionen beschreiben und zur Fairness beitragen.

4.1 Zugänglichkeit

4.1.1 Nutzer*innenbetreuung Es sollte ein kostenfreier, langfristiger Support für technische bzw. organisatorische Anfragen bereitgestellt werden. Dieser sollte langfristig ausgelegt sein. Der Service sollte kosten- sowie barrierefrei sein, d.h. bestmöglich über direkte Kontaktmöglichkeiten (persönlich, vor Ort) oder alternativ über elektronische Kanäle, wie Telefon, E-Mail, Fernwartung, Terminvereinbarung oder Versand genutzt werden können. Zudem sollte eine Bereitstellung von Hilfesystemen, wie z.B. eine Anleitung oder ein (Online-)Handbuch gegeben sein. Es bietet sich zudem die Verwendung von Online-Assistenzsystemen an. Auch können Hilfestellungen gegeben werden, indem häufige Fehler und Ähnliches mit Lösungsvorschlägen angeleitet werden (z.B. per Videokanal).	☐ Kostenfreier, langfristiger Support ☐ Bereitstellung von Hilfesystemen ☐ Online-Assistenzsysteme
--	---

4.1.2 Nutzungskonditionen

Die nutzende Person sollte über für die Anwendungsnutzung benötigtes (Zusatz-)Equipment bzw. über zu erfüllende Bedingungen informiert/ aufgeklärt werden. Wenn möglich, sollte dieses zur Verfügung gestellt werden. Es sollte zur Verifizierung ein Login-System für eine personalisierte Nutzung zur Verfügung stehen. Jedoch sollte kein Kontozwang (z.B. Facebook-Konto) für die Nutzung der VR-Anwendung erfüllt werden müssen. Per sicherem Login-Systems sollten persönliche Daten einfach einsehbar zur Verfügung gestellt werden.

Es sollten Aspekte berücksichtigt werden, die die Zugänglichkeit/ Nutzung gewährleisten. Hilfsmittel, die die Nutzung ermöglichen, sollten bereitgestellt werden.

Die Anforderungen für eine sichere Nutzung der VR-Anwendung sollten definiert und vor Anwendungsgebrauch erfüllt werden. Dies bezieht sich u.a. auf Angaben zur Mindestraumgröße und Raumbeschaffenheiten, zur ausführenden Position und zur Ausführungsdauer.

Es sollten Informationen bereitgestellt werden, die die Randbedingungen für das bestimmungsgemäße Funktionieren darstellen/ beschreiben.

Die Anwendung sollte werbefrei sein.

Sofern eine Nutzung in der privaten Umgebung einer Person erfolgt, sollten mobile technische Systeme genutzt werden und auf komplexe Voraussetzungen für die Nutzung verzichtet werden. Die Anwendung sollte autark nutzbar sein.

Von einer verpflichtenden Datenspende durch die Nutzung von gekaufter Ware ist abzusehen.

Zudem sollte eine Möglichkeit zur Anwendungsvorschau zur Beschreibung/ Visualisierung insbesondere bei Ängsten/ Unsicherheiten der nutzenden Person bestehen.

Neben dem Erwerb der Anwendung sollte die Option des Streamings bzw. Ausleihens überdacht werden.

Das Ausleihen kann sich neben VR-Anwendungen auch auf VR-Technologien beziehen.

- ☐ Aufklärung über (Zusatz-)Equipment
- ☐ Verifizierung
- ☐ Gewährleistung der Nutzung
- ☐ Definition von Sicherheitsanforderungen
- ☐ Werbefreie Anwendung
- ☐ Autarke, unkomplizierte Nutzung
- ☐ Anwendungsvorschau
- ☐ Möglichkeit Streaming/ Ausleihen

4.2 Transparenz

4.2.1 Daten-/Softwareaktualisierung

Es sollten regelmäßige und komplikationslose Updates durchgeführt werden. Die Ausführung von Sicherheitsupdates sollten automatisch geschehen. Über die Ausführung eines sicherheitsrelevanten Updates der Anwendung sollte informiert werden (z.B. über Push-Mechanismen oder vor dem Start der Anwendung).

- ☐ Sicherheitsupdates

4.2.2 Transparente Geschäftsmodelle

Die Allgemeinen Geschäfts- bzw. Nutzungsbedingungen sollten der nutzenden Person transparent dargestellt werden. Es sollten Testmöglichkeiten der VR-Anwendung gegeben sein sowie kurze Vertragslaufzeiten bei Abonnementmodellen. Auf Kostenfallen sowie versehentliche In-App-Käufe sollte verzichtet werden. Informationen über initial verfügbare sowie kostenpflichtige Leistungen sollten bereitgestellt werden. Sofern ein Abonnements angeboten wird, sollte

- ☐ Darstellung AGBs
- ☐ (Test-)Abonnement
- ☐ Verzicht von Kostenfallen

ein zeitnaher Kündigungszeitraum von max. einem Monat erfüllt werden können. Bei Nutzung von Bezahlssystemen sollten diese transparent und sicher sein.

5. Kategorie: Interoperabilität

In dieser Kategorie geht es um Kriterien, die im Zusammenhang mit der Übertragbarkeit von Daten gebracht werden.

5.1 Datenportabilität

5.1.1 Datenextraktion
Die Verwendung gängiger Datenformate (z.B. XML, JSON) ist ratsam.
5.1.2 Datenweiterverarbeitung
Es sollte die Möglichkeit bestehen, die Daten (möglichst einfach und ohne Programmierkenntnisse) weiterverarbeiten zu können. Sofern ein Export von erhobenen Gesundheitsdaten erfolgt, sollten dies nach einem nach einem im Interoperabilitätsverzeichnis vesta gelisteten IT-Standard oder FHIR-Standard erfolgen. Bei Zugriffen auf Online-Datenbanken sollten die Sicherheitsaspekte beachtet werden.

☐ Gängige Datenformate

☐ Einfache Datenweiterverarbeitung

☐ Sicherheitsaspekte

5.2 Technologiekompatibilität

5.2.1 Anbindung externer Technologien
Bei der Nutzung externer Technologie ist auf eine gute Schnittstellentauglichkeit zu achten. Es sollten klare einheitliche Schnittstellen gewährleistet sein.
5.2.2 Generationsübergreifende Technologieverwendung
Es sollte eine konsistente Oberfläche für verschiedene Softwareversionen vorliegen. Verschiedene Anschluss-/ Verbindungsmöglichkeiten (Adapter o.Ä.) sowie die technischen Qualitätsansprüche sollten geprüft werden.

☐ Einheitliche Schnittstellen

☐ Konsistente Oberfläche

2. Kapitel des Gütekriterienkernsets: Spezifische Kriterien für die Entwicklung von senior*innengerechten VR-Anwendungen

1. Kategorie: Grafik/ Qualität

Diese Kategorie umfasst Kriterien, die Anforderungen hinsichtlich der grafischen und qualitativen Entwicklung von VR-Anwendungen abbilden. Die Beschreibung der Kriterien zielt u.a. darauf ab, die psychische Belastung der nutzenden Person möglichst gering zu halten.

1.1 Objektbezogen/ Umgebungsbezogen

1.1.1 Räumliche Zuordnung Die Räumliche Zuordnung sollte eindeutig sein. Es sollte ein starker Kontrast zwischen dem Vorder- und Hintergrund gewählt werden. Dies trägt zur Immersion bei. Je nach Bedarf kann Unschärfe unterstützend wirken, um zwischen der Realität und der virtuellen Realität unterscheiden zu können.	☐ Kontrast Vorder-/Hintergrund
1.1.2 Farbraum Es sollten möglichst die im Sinne der Farbpsychologie warme Farben gewählt werden, um ein wohligeres Gefühl bei den Senior*innen zu erreichen. Die Farben von Objekten und anderem sollten realistisch gewählt werden, sodass sie ein reales Abbild erzeugen. Die Farbtiefe und das Farbspektrum (z.B. 256 Farben) sollte mit Bedacht gewählt werden. Bei der Farbwahl sollten zudem Farbsehstörungen berücksichtigt werden bzw. alternative Darstellungen angeboten werden.	☐ Warme Farben ☐ Reales Abbild
1.1.3 Objekte Die Objekte sollten über eine geringe Anzahl an Polygonen verfügen. Der Stil sollte einheitlich sein, sodass eine gewisse Konsistenz bei der Objektgestaltung hinsichtlich Detailgrad und Texturauflösung vorliegt. Zudem sollte die Objektskalierung mit der Realität übereinstimmen, insb. interaktive Elemente sollten virtuell abgemessen werden. Um unerwünschte Effekte bei Grafiken zu vermindern, sollte auf Software-Lösungen zur Qualitätssteigerung zurückgegriffen werden (z.B. Methoden wie Anti-Aliasing, Texture baking). Der visuelle Detailgrad sollte hoch und gleichzeitig übersichtlich sein.	☐ Geringe Anzahl an Polygonen ☐ Realitätsgetreue Objektskalierung ☐ Hoher visueller Detailgrad
1.1.4 Szenario Es sollten möglichst ökologisch valide Szenen gestaltet sein. Die virtuelle Umgebung sollte nicht zu dunkel bzw. zu futuristisch o.ä. sein, sodass sie beängstigend auf die nutzende Person wirkt.	☐ Ökologisch valide Szenarien
1.1.5 Content Design Der Content sollte stereoskopisch sein, um eine hohe Immersion zu erreichen. Mit 3D wird eine größere Immersion erreicht im Vergleich zu 2D. Dadurch ist das Präsenzgefühl stärker. Die Bildwiederholungsrate sollte bei mind. 60 fps betragen. Es sollte auf eine qualitativ hohe sowie leistungsstarkes VR Medium genutzt werden, das über eine möglichst hohe Bildauflösung verfügt (High Definition, HD). Die Auflösung sollte möglichst hoch sein, empfohlen werden mind. 1832x1920px. Eine gute Bildschärfe sollte entsprechend berücksichtigt werden.	☐ Stereoskopischer Content ☐ Bildwiederholungsrate mind. 60 fps ☐ Hohe Auflösung ☐ Naturalistische Gestaltung

Die Gestaltung sollte möglichst naturalistisch sein, d.h. es sollte mit Licht und Schatten gearbeitet werden. Zudem sollte der Realismus erhöht werden, indem eine zeitliche Illusion durch eine Änderung der Umgebung vorliegt.

Rechenintensive Prozesse sollten vermieden werden. Zeiträume, in denen die nutzende Person warten muss (z.B. wenn die Anwendung lädt), sollte möglichst auf einem Minimum gehalten werden.

- Vermeidung rechenintensiver Prozesse

1.2 Nutzer*innenbezogen

1.2.1 Informationsgabe

Die Informationsgabe in VR sollte kurz und verständlich sein. Die Verwendung langer Texte in der VR-Anwendung sollte vermieden werden. Es sollten nur wesentliche Inhalte in kurzer Textform und gut lesbar wiedergegeben werden.

Die Größe sowie der Kontrast der Schrift sollten individuell einstellbar sein. Das Inhaltslayout sollte mittig sein. Bildlaufleisten sollten vermieden werden.

Es sollte eine leicht zu lesende bzw. große Schriftart gewählt werden. Der Text sollte linksbündig sein. Nach Möglichkeit sollten visuelle Metaphern eingebunden werden.

Der Nutzungskontext sollte klar definiert sein.

- Kurze, verständliche Informationsgabe
- Gut lesbare, kurze Texte
- Definition Nutzungskontext

1.2.2 Interaktionselemente

Aufgrund von teilw. vorliegender sensomotorischer Unschärfe bei Senior*innen sollten die Interaktionselemente groß sein. Zudem sollte mit vereinheitlichten Symboliken gearbeitet werden.

Die Objekte in VR sollten zielgruppengerecht sein.

Der Interaktionsmodus sollte an die jeweilige Generation angepasst werden und demnach eher eine mechanische Interaktion beinhalten. Für eine gute Körperwahrnehmung der nutzenden Person sollten visuelle und propriozeptive Informationen in optimierter Weise zusammengeführt werden.

Es sollte ein Cursor oder Vergleichbares bereitgestellt werden, so dass das ausgewählte Ziel deutlich angezeigt wird (z.B. helle Umrandung bei Auswahl eines Objektes). Interaktionselemente sollten sich vom restlichen Environment abgrenzen.

- Große Interaktionselemente
- Zielgruppengerechte Objekte
- Zielgruppengerechter Interaktionsmodus

1.2.3 Sprache

Die Sprache sollte gut verständlich, einfach gehalten und möglichst voraussetzungsfrei sein. Fremdsprachige, nicht eingedeutschte Begriffe sollten vermieden werden. Es sollten senior*innengerechte Begrifflichkeiten verwendet werden. Piktogramme könnten anstelle von Sprache oder unterstützend eingesetzt werden.

Die Sprache sollte natürlich und zugänglich für die nutzende Person sein. Die Formulierungen sollten eher positiv als negativ sein. Die Anrede sollte aktiv und nicht passiv sein.

Die Sprachumsetzung sollte anhand von Text- bzw. Dialogelementen erfolgen.

- Senior*innengerechte Sprache
- Positive Formulierungen
- Aktive Anrede

1.2.4 Benutzeroberfläche

Die Struktur des Menüs sollte übersichtlich sein und ein intuitives Mapping beinhalten. Die Interpunktion sowie die Ausführung von Befehlen sollte ähnlich sein. Das Layout, die Navigation und die verwendete Terminologie sollten einfach, klar und konsistent sein. Aufmerksamkeitserregende Elemente, die nicht (mehr) benötigt werden, sollten entfernt werden.

- Übersichtliche Menüstruktur
- Einfache Terminologie

Auf Komplexität sollte möglichst verzichtet werden, indem Dinge, die selten verwendet werden oder nicht notwendig sind, entfernt werden.

Die Elemente der Benutzeroberfläche sollten durch die nutzende Person einfach veränderbar sein (z.B. vergrößern).

Die Benutzerführung sollte deutlich sein, sodass Auswahlmöglichkeiten sowie erfolgte Auswahlen für die nutzende Person ersichtlich werden.

1.2.5 Audio

Die Audioeinstellung sollte individuell sein, sodass sie nach Belieben gewählt werden kann. Ablenkungen durch unerwünschte Geräusche sollten vermieden werden.

Das Audiodesign sollte immersiv sein und komplexe Klangwelten berücksichtigen (z.B. 7.1 Surround Sound). Das Audio sollte senior*innengerecht sein (z.B. Betonung, Geschwindigkeit aber auch Formulierungen). Die Qualität des Audios sollte gut und durch Nutzung deutlicher Sprache verständlich sein.

- ☐ Verzicht auf Komplexität
- ☐ Deutliche Benutzerführung

- ☐ Individuelle Audioeinstellung
- ☐ Senior*innengerechtes Audio

2.Kategorie: 3D-Charakter/ Avatar

Die Kategorie stellt die Anforderungen des in der VR-Anwendung abgebildeten virtuellen Charakters. Dabei wird auf die Gestaltung sowie auf die Verhaltensmuster eingegangen.

2.1 Erscheinungsbild

2.1.1 Charakter

Der Charakter sollte glaubwürdig sein, um eine große Akzeptanz, Identifikation bzw. Wiedererkennung erreichen zu können. Seine Art sollte nicht zu ernst sein, sondern empathisch. Der Charakter sollte über Autonomie verfügen

- ☐ Glaubwürdiger Charakter

2.1.2 Optische Darstellung

Das Aussehen des Avatars sollte naturalistisch sein, d.h. die Körpergröße und -proportionen sollten denen des realen Lebens entsprechen. Sofern der Körper bzw. Körperteile der nutzenden Person in VR abgebildet werden, sollte auf eine proportionale Körperdarstellung geachtet werden.

Es sollte möglichst ein Ganzkörper-Avatar gewählt werden, um den sense of presence zu erhöhen.

Der Avatar sollte möglichst selbst gewählt werden können und gender- bzw. generationengerecht sein, um eine größere Verbundenheit zu der nutzenden Person schaffen zu können. Es sollte darauf geachtet werden, dass ein Uncanny Valley-Effekt vermieden wird, der Avatar sollte demnach eher abstrahiert als hochabstrakt/ fotorealistisch/ zu menschenähnlich gestaltet sein.

- ☐ Naturalistisches Aussehen
- ☐ Proportionale Körperdarstellung
- ☐ Vermeiden des Uncanny Valley-Effektes

2.2 Behaviorismus

2.2.1 Verhalten (Mimik/ Gestik)

Die virtuellen Bewegungen des Avatars bzw. Charakters sollten den tatsächlichen Bewegungen einer Person entsprechen, um den sense of presence zu erhöhen. Es sollte darauf geachtet werden, dass das Bewegungsverhalten in VR realistisch für die nutzende

- ☐ Naturalistische Bewegungen/ Verhaltensweisen

Person ist, individuelle Einschränkungen sollten demnach Berücksichtigung finden.

Das Auftreten des Avatars bzw. Charakters sollte nicht allzu plötzlich sein, um die nutzende Person nicht zu verängstigen. Auch gilt es die Individualdistanz zu bewahren, der Avatar sollte Abstand zur nutzenden Person halten.

Die Bewegungen und Verhaltensweisen des Avatars bzw. Charakters sollten naturalistisch ausfallen.

Verhaltensmuster wie Emotionen oder motorisches Verhalten, wie Augeninteraktion und Handbewegungen sollten einem naturalistischen Verhalten entsprechen.

Das Verhalten des Avatars bzw. des Charakters sollte der Erwartungshaltung der nutzenden Person entsprechen.

2.2.2 Tonus und Stimmlage

Die Stimme des Avatars bzw. Charakters sollte ruhig, langsam und freundlich ausfallen. Die Ausdrucksweise sollte altersgerecht und verständlich sein. Die Tonhöhe, Sprachgeschwindigkeit und Lautstärke sollte angemessen sein.

□ *Realitätsgetreues Bewegungsverhalten*

□ *Bewahren von Individualdistanz*

□ *Angenehme Stimmlage*

□ *Angemessene Ausdrucksweise*

3. Kategorie: Bereitstellen anwendungsintegrierter Anweisungen und Aufforderungen

Die Kategorie umfasst Kriterien zum Nutzer*innenerlebnis (UX Design) sowie zu Anwendungs- und Kontrollmechanismen.

3.1 Didaktik

3.1.1 Anfängliches Erlernen

Die nutzende Person sollte an die Inhalte der VR-Anwendung sicher herangeführt werden. In Form eines Videos oder ähnlichen Formaten können Inhalte vorab dargestellt werden. Mit Hilfe von Tutorials kann die VR und Interaktionen in dieser erprobt und gelernt werden. Es sollten nach Möglichkeit wenige und kompakte Tutorials bereitgestellt werden. Es sollten Hinweise zu Interaktionsmechanismen bereitgestellt werden.

Die Heranführung an Inhalte bzw. das Tutorial soll in der Anwendung integriert sein. Es soll Vertrauen geschaffen werden und das Handling erlernt/ verbessert werden.

□ *Heranführen an VR-Anwendungsinhalte*

□ *Bereitstellung von Tutorials*

3.1.2 Anweisungen

Anweisungen dienen als Hilfestellung zur Anwendungsnutzung bzw. zur Zielführung. Anweisungen könnten visuell oder akustisch erfolgen. Anweisungslose Zielvorgaben können über narrative Elemente bzw. visuelle Hervorhebungen gegeben werden.

Die Interaktionsmöglichkeiten sollen verdeutlicht werden (z.B. Controller abbilden; während der Betrachtung eines Objektes Tipps geben).

Mit Hilfe von In-Game Assistenzmethoden wie Richtungspfeile, Non player characters, Schildern o.Ä. können Hinweise zur Nutzung gegeben werden. Interaktionsmöglichkeiten sollten hervorgehoben werden. Es sollte ein Kurzhinweis gegeben werden, aus dem hervorgeht, was zu tun ist. Beim Ausbleiben einer geforderten Handlung sollten Wiederholungen bzw. Erinnerungen der Anweisungen erfolgen.

□ *Verdeutlichen von Interaktionsmöglichkeiten*

□ *In-Game Assistenzmethoden*

□ *Kurzhinweise*

□ *Schnell erreichbare Hilfsfunktionen*

Hilfefunktionen sollten schnell erreichbar sein, ohne das laufende Programm/ die laufende Anwendung beenden zu müssen. Anweisungen zur Fehlerbehebung sollten einfach und aussagekräftig kommuniziert werden, sodass die nutzende Person ohne großes technisches Know-How diese befolgen kann und den Fehler selbstständig beheben kann. Fehlermeldungen sollten so entworfen werden, dass deutlich gemacht wird, dass die nutzende Person nicht die Ursache des Fehlers ist Die Interaktionselemente sollen gut erkennbar sein und sich vom restlichen Environment abgrenzen. Sofern Informationen/ Anweisungen visuell dargestellt werden, sollte genügend Lesezeit eingeplant werden. Die Texte sollten in einer komprimierten Form dargestellt werden. Es sollte möglichst vermieden werden, dass die nutzende Person gezwungen wird in sehr kurzen Abständen zu lesen.	□ <i>Eigenständige Fehlerbehebung</i> □ <i>Abgrenzung der Interaktionselemente</i>
3.1.3 Ziel- und Aufgabengestaltung Die Aufgaben- und Zielstellung sollte klar und adäquat sein. Das Ziel der Anwendung sollte verständlich definiert sein, sodass die nutzende Person weiß, was sie zu tun hat und mit welcher Absicht. Es sollte eine klare Struktur der Aufgaben vorliegen. Jeder Schritt sollte leicht zu erkennen und zu verstehen sein. Es sollte kurz- und langfristige Ziele definiert werden.	□ <i>Klare Ziel-/ Aufgabenstellung</i> □ <i>Zieldefinition</i>
3.1.4 Feedback Es sollte vor, während und nach Anwendungsnutzung die Frage nach dem Befinden der nutzenden Person geklärt werden. Die Rückmeldung über erfolgreiche oder auch fehlerhafte Aktionen/ Handlungen sollte in einer einfachen und auffälligen Weise sowie rechtzeitig geschehen. Das Feedback sollte so gestaltet werden, sodass es bestimmte Verhaltensweisen der nutzenden Person in einer auffälligen und prägnanten Art und Weise (je nach Kontext/ Situation) fördert oder hemmt (Lob/ Kritik). Das Feedback sollte schnell und eindeutig sein. Die nutzende Person soll angemessenes Feedback zu ihrer Leistung und zum Fortschritt erhalten, um eine Rückmeldung über das eigene Können zu ermöglichen. Dies trägt zur Motivationsförderung bei. Das Feedback kann multimodal gegeben werden. Feedback-Methoden können z.B. auditiv (z.B. Aktionssound) oder visuell (z.B. farbliche Markierung) erfolgen. Von einer Bewertung der VR-Anwendung nach erster Nutzung sollte abgesehen werden.	□ <i>Frage nach dem Befinden</i> □ <i>Rechtzeitige, auffällige Rückmeldung zu Handlungen</i> □ <i>Angemessenes Feedback</i>
3.1.5 Informationsübermittlung Es sollte auf die Konsistenz der Informationen geachtet werden. Bei der Informationsanordnung sollten Widersprüche und Ungereimtheiten vermieden werden. Die Output-Message sollte so kurz wie möglich gehalten sein. Auswahlmöglichkeiten sollten möglichst reduziert dargestellt werden (nicht zu viel anbieten). Auch sollte eine Navigations- bzw. Menüleiste vorhanden sein. Die Bedienung zur Steuerung bzw. zum Befolgen von Befehlen sollte intuitiv sein, d.h. wenn ein Befehl auf bekannte Weise funktioniert, sollte die nutzende Person in der Lage sein die Funktionsweise vergleichbarer Befehle vorherzusagen.	□ <i>Konsistenz der Informationen</i> □ <i>Intuitive Steuerung</i>

3.2 Rahmenbedingungen

3.2.1 Nutzungsdauer

Die Anwendungsdauer sollte zielgruppenspezifisch sein, die Ressourcen der nutzenden Person berücksichtigen (Vermeidung von Über-/ Unterforderung) und sich nach der Konzentrations- und Auffassungsgabe der nutzenden Person orientieren. Es sollte eine Nutzungsdauer bei Senior*innen von 30 Minuten nicht überschritten werden. Nach etwa 15-20 Min- erfolgt eine Abnahme der Immersion. Ein Pausieren der Anwendung sollte jederzeit möglich sein.

- ☐ Angemessene Anwendungsdauer
- ☐ Möglichkeit des Pausierens

3.2.2 Örtliche Gegebenheiten

Die örtlichen Gegebenheiten für eine optimierte VR-Anwendung sollten sich an den Inhalten bzw. den Voraussetzungen zur Nutzung der VR-Anwendung orientieren (z.B. Interaktionsmuster, stehende/ sitzende/ wechselnde Position, Nutzung von Trackingsystemen/ externer Sensorik/ zusätzlicher Hardware etc.). Es sollte darauf geachtet werden, dass die Umgebung nicht zu hell ist (z.B. starke Sonneneinstrahlung), da je nach HMD-Modell bei einer zu hellen Umgebung das Tracking nicht reibungslos funktioniert. Zudem ist auf gute Bodenbeschaffenheiten zu achten, sodass keine Stolperfallen vorhanden sind. Auch sollten mögliche Hindernisse beseitigt werden. Diese sollten möglichst eben und gleichmäßig gestaltet sein und ggf. über Referenzen bzw. Markierungen verfügen, sodass Orientierungspunkte für das HMD entstehen. Zudem sollte darauf geachtet werden, dass die nutzende Person die VR-Anwendung in einem Raum durchführen kann, in dem sie ungestört ist und über eine ruhige Umgebung verfügt. Auch sollte der Raum so gestaltet sein, dass keine Beobachtungsmöglichkeiten externer Personen möglich sind, da VR-Nutzende ggf. während der VR-Anwendungsnutzung gehemmt sind bzw. ein Schamgefühl ausgelöst werden kann.

- ☐ Geeignete Umgebungsfaktoren
- ☐ Beseitigung von Hindernissen
- ☐ Ungestörte VR-Anwendungsnutzung

4. Interaktion

Die vierte Kategorie umfasst Kriterien, die sich auf die Benutzeroberfläche bzw. Wechselwirkungen der VR beziehen.

4.1 Funktionalitäten

4.1.1 Handhabung

Die Bedienung mit der VR-Hardware (Steuerung Controller, Handtracking, An-/ Ausschalten) sowie die Bedienung in der virtuellen Umgebung (Interaktionsmechanismen) sollte intuitiv und anwender*innenfreundlich sein. Für die Nutzung sollte kein technisches Fachwissen vorausgesetzt werden.

Die Anwendungsmechanik sollte selbsterklärend sein, indem ein natürliches Mapping zwischen der Technologie und dem Anwendungsszenario vorhanden ist.

Die Bedienung/ Steuerung (per Augen, Gesten, Sprache u.A.) soll unkompliziert sein. Die Interaktionsmuster sollten so gewählt sein, dass eine selbstständige und sichere Durchführung durch die Senior*innen gewährleistet ist.

Es sollte das Handtracking oder eine einfache Controllerbedienung gewählt werden. Es sollte eine Usecase spezifische Steuerung gewählt werden, die eine unkomplizierte Handlungsweise hergibt (Controller, Handtracking, Blicksteuerung etc.). Die Bedienung sollte je

- ☐ Intuitive Bedienung von Hard- und Software
- ☐ Natürliches Mapping
- ☐ Selbstständige, sichere Durchführung
- ☐ Usecase spezifische, unkomplizierte Steuerung

nach Use Case einhändig erfolgen, um einfache, unkomplizierte und schnelle Interaktionen durchführen zu können. Sofern der Anwendungskontext es anbietet, kann mit einer Sprachsteuerung gearbeitet werden.

Es sollte eine Multi-Touch-Interaktion ausgeübt werden können. Es wird empfohlen mit Tippgesten zu arbeiten, da diese bei einer Anwendung auf gut erkannten Objekten einfach zu verstehen und zu merken sind. Ikonische Gesten können je nach Anwendungskontext sehr ansprechend sein. Das Interaktionsausmaß sollte für die nutzende Person angemessen hoch, aber nicht überfordernd sein. Die Interaktionen sollten zum Ziel haben vom eigentlichen Zustand (krank, unsicher, Schmerzempfindend) abzulenken und die Aufmerksamkeit/ Konzentration auf das Erreichen des Ziels zu lenken. Die Interaktion soll positive Gedanken fördern, die Freude und die Motivation erhöhen und negatives Empfinden lindern. Zudem dient die Interaktion der Stärkung des eigenen Bewegungsempfindens und fördert die posturale Kontrolle.

Es sollten motorische Lernfunktionen eingebaut werden, um motorische Gehirnareale zu aktivieren. Die Stimulierung sollte gezielt erfolgen und den sensomotorischen Kortex ansprechen. Handlungen sollten repetitiv bzw. ähnlich sein, ohne nervend zu wirken. Die Aufgabenstellungen sollten funktionell gestaltet sein, sodass ein Training funktioneller Fähigkeiten erfolgt.

Es sollte möglichst auf langes Einrichten und Setup verzichtet werden (Plug-and-play).

Es sollte ein Flow-Erlebnis geschaffen werden.

Die Anwendung in VR sollten nicht überfordernd, sondern in der Bedienung einfach durchführbar sein.

Bei der Verwendung des Handtrackings sollte über die Gestensteuerung aufgeklärt werden, indem die einzelnen Befehle vermittelt werden.

4.1.2 Gestaltung/ Funktionalität

Die Präsentation des Stimulus sollte für Senior*innen angemessen sein. Es sollten Reaktionen durch gezielte Reizsetzungen hervorgerufen werden. Hierfür ist eine geeignete Wahl der Art und des Grades des Stimulus erforderlich (z.B. visuell, auditiv, haptisch, olfaktorisch bzw. kurz, lang; schwach, intensiv).

Die Interaktion sollte einfach gehalten sein, interaktive Objekte sollten angesteuert (z.B. per Blicksteuerung und Fokuspunkt; Controller bzw. Handtracking und Laserstrahl) bzw. angeklickt werden können. Hierbei sollte ein Raycast genutzt werden.

Die nutzende Person sollte je nach Anwendungskontext interaktiv einbezogen werden. Es sollte auf die geeignete Wahl des Interaktionsmusters geachtet werden. Beispiele hierfür sind keine Interaktion (z.B. 360° Video), die physische Interaktion (z.B. Bewegungen der oberen/ unteren Extremitäten, Blicksteuerung) bzw. die Wahl eines Interaction-Patterns (z.B. Selection P., Manipulation-P., Viewpoint P., indirect Control P., Compound P.).

Es sollte die Bewegungsfähigkeit der nutzenden Person berücksichtigt werden. Hierbei gilt es den Grad der Bewegungsausführung (Range of Motion) für die in der VR-Anwendung geforderte Interaktion zu bewerten sowie auf eine angemessene Bewegungsausführung zu achten (z.B. bei Personen im Rollstuhl keine 360 Grad oder alternative Rotationsmöglichkeit wählen).

- ☐ Förderung positiver Gedanken
- ☐ Angemessenes Interaktionsausmaß
- ☐ Motorische Lernfunktionen
- ☐ Plug-and-play
- ☐ Flow Erlebnis

- ☐ Angemessener Stimulus
- ☐ Interaktiver Einbezug
- ☐ Geeignete Wahl des Interaktionsmusters
- ☐ Range of Motion berücksichtigen
- ☐ Verzicht des Midas Touch Problems

Die Interaktionsform sollte so gewählt werden, dass ein Midas Touch Problem umgangen wird.

Die Anwendung sollte Inhalte abbilden, die funktionell gestaltet sind und entsprechende Funktionen zur gezielten Förderung integrieren. Die Anwendung sollte funktionell und aufgabenbezogen gestaltet sein und über eine für den Alltag praktische Relevanz verfügen, sodass bestenfalls eine Förderung von Fertigkeiten in der Realität übertragen werden kann.

Anwendung sollte einige, wenige Entscheidungsmöglichkeiten (engl. decision making opportunities) beinhalten.

Es sollten auf die ADLs eingegangen werden: In VR sollten die (Basic) ADLs trainiert werden bzw. Fähigkeiten, die im Alltag eine praktische Relevanz haben.

Es sollte geprüft werden, ob die Verwendung zusätzlicher Hardware als sinnvoll erscheint. Bei einer Verbesserung/ Steigerung der Immersion kann der Einsatz weiterer Hardware zur Ermöglichung multimodaler sensorischer Stimulationen (z.B. auditiv, haptisch, olfaktorisch) förderlich sein, indem mehrere menschlichen Sinne angesprochen werden.

Der Inhalt der VR-Anwendung sollte so gestaltet werden, dass er als leichtverständlich bewertet wird und kein Gefühl der Überforderung auftritt.

- ☐ Funktionelle Darbietung
- ☐ Einbezug von ADLs
- ☐ Vermeidung von Überforderung

4.1.3 Bewertung der Relevanz

Es gilt zu unterscheiden zwischen der technischen sowie inhaltlichen Relevanz: Es sollte die Güte bzw. Adäquatheit von VR bewertet werden und, ob VR als geeignetes Medium im Vergleich zu anderen Technologien/ Darstellungsmöglichkeiten für das Vorhaben gilt (technische Relevanz). Eine Bewertung der inhaltlichen Relevanz obliegt der Bewertung der in VR abgebildeten Inhalte. Die Inhalte sollten mit Bedacht gewählt werden, sodass diese für die Zielgruppe als angemessen beurteilt werden können.

- ☐ Bewertung der Güte/ Adäquatheit von VR
- ☐ Bewertung der inhaltlichen Relevanz

4.2 Regulierung

4.2.1 Auswertung/ Entwicklungen

Leistungen in VR sollten erfasst, gespeichert und ausgewertet werden können, sodass eine Entwicklungstendenz über einen gewissen Zeitraum ersichtlich wird (z.B. Anzahl Wdh., Erfolg/ Misserfolg). Die Anwendung könnte daraufhin adaptiv angepasst werden. Verschiedene Parameter sollten hierzu zuverlässig getrackt werden.

Es sollte eine personalisierte Nutzung zur Verfügung stehen, sodass die Möglichkeit besteht, individuelle Ziele zu definieren sowie ein Freischalten von Funktionen erfolgen, wenn sie für die nutzende Person geeignet sind.

Es sollte die Möglichkeit bestehen, Angehörige von Gesundheitsberufen einzubeziehen (Einsicht ins Verlaufsprotokoll).

- ☐ Erfassen, Speicherung und Auswertung von Leistungen
- ☐ Parametertracking
- ☐ Personalisierte Nutzung

4.2.2 Wahrnehmung/ Propriozeption

Je nach Anwendungskontext sollte mittels gezielter Stimulation über auditive, visuelle bzw. haptische Reize die Körperwahrnehmung der nutzenden Person gefördert werden. Die nutzende Person soll die Kontrolle über ihre Aktionen in der Anwendung haben (sense of control).

- ☐ Sense of control

5. Navigation

5.1 Bedienung

5.1.1 Menü-Steuerung

Die Navigation im Menü sollte intuitiv sein. Es sollte in der Eingabemaske bzw. Menü-Steuerung wenig Eingaben/ wenig Tipparbeit durch die nutzende Person verrichtet werden. Alternativ kann eine Auswahl von vorgegebenen Antworten genutzt werden oder die Eingaben per Sprachsteuerung erfolgen. Die Menü- bzw. Anwendungssteuerung soll möglichst nicht komplex sein und sich an Kommunikationsmuster per Sprache, Gestik oder Augen/ Blick orientieren.

Es sollten Eingaben (bei Fehlern) leicht korrigierbar sein.

Auch sollte eine einfache Funktionszuordnung vorhanden sein, sodass bestimmte Muster ersichtlich werden (z.B. Zuordnung von Interaktionsbefehlen anhand eines bestimmter Knopfes am Controller/ bestimmter Bewegungsausführung), Repetition von Interaktionsmustern mit selben/ ähnlichem Effekt sollten genutzt werden.

Es sollten Bestätigungen nach Eingaben bzw. bei der Bedienung eines Knopfes platziert werden, die z.B. Änderungen von Einstellungen oder das Abbrechen der Anwendung hinterfragen.

Die Egomotion soll bestmöglich vermieden werden, da diese sich nicht mit dem statischen Verhalten der nutzenden Person deckt und die Gefahr der Cybersickness erhöhen kann.

- ☐ Intuitive Menü-Navigation
- ☐ Wenig Tipparbeit

5.1.2 Systeme der Steuerung

Es sollte eine angemessene, einfache und komfortable Navigation vorliegen. Die Steuerung sollte der nutzenden Person möglichst leichtfallen (z.B. wird ein Joystick nicht empfohlen, da die Navigation hiermit schwerfällt). Die nutzende Person sollte über die Funktionalitäten bzw. Bedienungsoptionen vor Anwendungsnutzung aufgeklärt werden.

Funktionen könnten durch zusätzliches Einblenden visualisiert werden.

Es sollte eine geeignete Wahl der Interaktionsmöglichkeiten zur Navigation getroffen werden (z.B. Controller, Tastatur, Touchpad, Joystick).

Dabei sollte auf die Beschaffenheit der Controller (Steuerungselemente) geachtet werden, sodass die unterschiedlichen Knöpfe zur Bedienung eindeutig anhand der Unterschiede in beispielsweise Form bzw. Oberfläche ersichtlich werden.

Auch sollte über die Funktion einer Return Taste/ eines Returnknopfes in Erwägung gezogen werden, der die nutzende Person schrittweise in das vorherige Bedienelement versetzt.

Es sollten unterschiedliche Navigationsalternativen angeboten werden (z.B. Drehen durch tatsächliche Bewegung oder Controlleraktion).

Es sollte eine geeignete Wahl zur Kommunikation/ Verständigung in der Anwendung getroffen werden (z.B. Chat, Sprache, Interaktion).

Es könnte ggf. Feedback-Technologien (Bio-/ Neurofeedback) eingebunden werden, um z.B. eine Adaption der Anwendungsschwierigkeit in belastenden Situationen vorzunehmen/ zur Anwendungskontrolle.

- ☐ Überprüfung Gesundheitsstatus
- ☐ Überprüfung Medikamenteneinnahme, Hilfsmittel etc.
- ☐ Prüfung Anwesenheit med. Personal

5.1.3 Raumgestaltung

Es sollte eine gute und einfache räumliche Gestaltung in VR vorliegen, sodass eine gute Orientierung gegeben ist. Hierbei ist darauf

zu achten, dass ein geeigneter Interaktionsradius gewählt wird (z.B. bei Anwendungsstart 360 Grad-Interaktionen vermeiden, Interaktionsradius vorerst auf ca. 45 Grad konzentrieren).
Die reale Raumgestaltung sollte keine Barrieren für die Nutzung der VR-Anwendung darstellen (z.B. Raumgröße, Flächenbeschaffenheit, Hindernisse...).

- Gute Orientierung in VR
- Barrierefreie Nutzung

5.2 Taxis

5.2.1 Lokomotion

Je nach Anwendungskontext sollten in VR Bewegungen ermöglicht werden. Die Auswahl der Fortbewegungsart und die entsprechende Steuerung zur Fortbewegung sollten vorab geklärt/ überprüft werden. Zudem sollte die Wahl der Fortbewegungsart (z.B. Teleportation, physisches Bewegen) sowie damit einhergehende Bedingungen (z.B. Einzeichnen eines Room Scales, Gewährleistung des Bewegungstrackings externer Sensorik/ Kamerasysteme) geeignet sein.

Die Lokomotions-Methoden sollten angemessen sein und die Cyber-/ Motionsickness geringhalten.

Die nutzende Person sollte über eine maximale Kontrolle der Lokomotion verfügen, da mit Zunahme des Kontrollempfindens der nutzenden Person Motion-Sickness-Effekte geringer ausfallen.

Die Lokomotionssysteme sollten für die nutzende Person geeignet sein, sodass eine einfache Durchführung bzw. Steuerung der Bewegung möglich ist. Hierbei sollte ggf. zwischen kurzen, mittleren und langen Distanzen unterschieden werden.

Es sollten ein Gyrosensor (o.Ä.) verwendet werden, um die Haltungskontrolle zu bewahren bzw. das Bewegungsverhalten zu identifizieren und zu verarbeiten. Es sollte bewertet werden, ob die Erfassung bzw. das Aufzeichnen der Bewegungskontrolle von extern mittels Tracking-Systeme für die Nutzung der VR-Anwendung sinnvoll ist. Es sollte bewertet werden, mit wie vielen Freiheitsgraden (Degrees of freedom, DoF) gearbeitet werden soll (z.B. 3 oder 6 DoF).

- Prüfen der Fortbewegungsart
- Angemessene Lokomotion
- Verwendung Gyrosensor o.Ä.
- Geeignete Wahl der Freiheitsgrade (DoF)

5.2.2 Tracking

Die Position der nutzenden Person bzw. die Position der Extremitäten sollte genau erfasst werden. Es sollte ein passendes Tracking-Verfahren gewählt werden (z.B. räumliches Scanning/ optische Verfahren wie Inside-Out, Outside-In).

- Positionserfassung

6. Förderung der Nutzer*innenmotivation und Nutzungstreue

6.1 Nutzbarkeit

6.1.1 Motivation

Es sollte eine klar definierte Zielvorgabe (in VR und der Nutzen für die Realität) vorhanden sein. Ggf. sollten motivationale Features wie verschiedene Level/ Challenges (für ein abwechslungsreiches Erlebnis und zur Verlaufskontrolle) zur Verfügung stehen. Es sollte eine vielfältige Auswahl einzelner Aktionen (z.B. Auswahl/ Erstellung eines Avatars, Darstellung versch. Szenarien) vorhanden sein, um die Auswahlmöglichkeiten anbieten zu können.

Es sollten gamifizierende Elemente in der Anwendung enthalten sein, die die Motivation bzw. Beteiligung der nutzenden Person steigern.

Es sollten je nach Anwendungsbereich und –ziel weitere Personen bzw. Angehörige (z.B. Enkel) miteinbezogen werden.

Das Anwendungssetting sollte ansprechend sein, es sollten Stil- und Themenvorlieben der Alters-/ Zielgruppe berücksichtigt werden.

Nach korrekter Interaktion sollte das Belohnungssystem angesprochen werden (motivierendes Feedback), dies sollte in einem angemessenen Maß erfolgen.

Durch die Bereitstellung von Neuigkeiten im VR-Kontext (z.B. in Form eines Newsletters) bleibt die nutzende Person informiert.

Für eine längerfristige Nutzung sollte die Bedingung der VR-Anwendung bzw. des VR-Systems einfach verständlich und intuitiv sein.

- ☐ Anbieten von Auswahlmöglichkeiten
- ☐ Gamifizierende Elemente
- ☐ Ansprechendes Anwendungssetting
- ☐ Angemessenes, motivierendes Feedback

6.1.2 Protokollierung

Die Leistungen sollten aufgezeichnet werden können, damit der Vergleich der Leistungen über die Zeit ausgewertet werden kann. Auch kann eine Rückmeldung über die Bewegungsausführung der nutzenden Person sinnvoll sein.

Ggf. ist eine Nutzung in einer Gruppe (Mehrspielermodus) sinnvoll bzw. ein Vergleich zu anderen nutzenden Personen.

Die Anwendung kann auch zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit und Adhärenz verwendet werden, indem die verbrachte Zeit, die Anzahl der Logins oder die Interaktionsmodalität herangezogen werden.

- ☐ Aufzeichnen von Leistungen in VR
- ☐ Single- vs. Multiplayer

6.1.3 Konfiguration

Es sollte eine regelmäßige Anwendungsnutzung vereinbart werden, die sich an dem Zustand/ an der Verfassung der nutzenden Person orientiert. Die Anwendung sollte an die Fähigkeiten der nutzenden Person angemessen konfiguriert werden (Adaption), z.B. sollten Parameter, wie die Nutzungsdauer, der Schwierigkeitsgrad und die Nutzungshäufigkeit, sinnvoll bestimmt werden.

Es sollte eine KI-Implementierung (oder Kontrolle) zur Anwendungsoptimierung vorhanden sein: Wo immer möglich, sollten die vom System generierten Meldungen den aktuellen Kontext der nutzenden Person widerspiegeln. Soweit es möglich ist, sollte das System wissen, was die nutzende Person gerade tut und sollte Meldungen generieren, die für die aktuelle Tätigkeit der nutzenden Person relevant sind. Es sollte eine automatische, dynamische Anpassung von Schwierigkeitsgraden an die nutzende Person erfolgen, sodass eine adaptive Gestaltung der Aufgabe(n), die sich an den Fähigkeiten orientiert, möglich ist.

- ☐ Regelmäßige Anwendungsnutzung
- ☐ Adaption von Inhalten, die sich an der nutzenden Person orientiert
- ☐ Ggf. KI-Implementierung

Die Gabe von Hilfestellung(en) orientiert sich am Erfahrungswert bzw. Qualifikationsniveau der nutzenden Person (z.B. Nutzung eines Tutorials nur bei der ersten Anwendung oder nach längerem Nicht-Gebrauch, Möglichkeit zum Überspringen von Infos).
Es sollte auf Über-/ Unterforderung der nutzenden Person geachtet werden (z.B. mittels Parameter-Monitoring, Frühwarn-Systematik).

6.2 Zielgruppenorientierung

6.2.1 Individualisierbarkeit für verschiedene Bedürfnisse und Interessen

Es sollte eine zielgruppengerechte, interdisziplinäre, partizipative Anwendungsentwicklung erfolgen. Diese sollte auf Human-centered Design Prinzipien erfolgen. Zudem sollte eine regelmäßige Rücksprache mit Fachexpert*innen und Anwendergruppen erfolgen. Es sollte eine Interessensbekundung erfolgen, sodass Themen und Bedarfe, die die Senior*innen berühren, berücksichtigt werden. Dies dient der Erhöhung der Akzeptanz der VR-Anwendung sowie der Nutzungshäufigkeit und –dauer, da das Ziel, der Sinn und die Zweckhaftigkeit besser wahrgenommen werden. Mit zunehmender Motivation/ Begeisterung/ Sinnhaftigkeit steigt die Wahrscheinlichkeit einer direkten und zielgruppeninternen Weiterempfehlung (von User*innen für User*innen).

Die Interaktionstechnologie (z.B. HMD und andere) sollte für die Zielgruppe geeignet (d.h. entsprechend deren körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit) und zweckmäßig sein.

Es sollte ein Wechsel zwischen der virtuellen und realen Welt einfach/ unkompliziert und schnell ermöglicht werden können (z.B. per Passthrough Funktion).

Der Content sollte gendergerecht gewählt werden.

Es sollten kulturelle Unterschiede der Nutzer*innen berücksichtigt werden können.

- ☐ *Partizipative Anwendungsentwicklung*
- ☐ *Rücksprache mit Fachexpert*innen*
- ☐ *Interessensbekundung*

- ☐ *Wahl einer geeigneten VR-Interaktionstechnologie*
- ☐ *Wechsel Realität – virtuelle Realität*
- ☐ *Angemessener Content*

6.2.2 Praktikabilität

Es wäre schön, wenn die Anwendung zuhause und eigenständig nutzbar wäre (orts- und zeitunabhängig). Auch wäre wünschenswert, wenn ein kostengünstiges Konzept vorliegen würde.

- ☐ *Orts-/ zeitunabhängige Nutzung*

6.2.3 Nutzerfreundlichkeit

Es sollte eine intensive Betreuung und Anleitung bei der (ersten) Nutzung erfolgen.

Außerdem sollte eine Sicherstellung der Erfahrungswerte mit der Technologie vor Nutzung erfolgen. Vorzugsweise sollte eine soziale Interaktion (direkt oder Indirekt) ermöglicht werden. Die nutzende Person sollte über die VR-Anwendung und über die Bedienung dieser informiert werden.

Zudem sollten Austauschmöglichkeiten zwischen Nutzer*innen in einer Community bestehen. Auch sollten Bedienhilfen für Nutzer*innen mit Einschränkungen zur Verfügung stehen.

- ☐ *Intensive Betreuung/ Anleitung (bei Erstnutzung)*
- ☐ *Sicherstellung der Erfahrungswerte*
- ☐ *Austauschmöglichkeiten zur Verfügung stellen*