

# Transzendenz gestalten

Interdisziplinäre Paradigmen für das Design virtueller Räume

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophischen Fakultät der Universität zu Köln

im Fach Digital Humanities

vorgelegt von

Jonas Zimmer



## Impressum

### **Titel:**

Transzendenz gestalten: Interdisziplinäre Paradigmen für das  
Design virtueller Räume  
Dissertation, Universität zu Köln, 2023

Die vorliegende Dissertation wurde im November 2023 von der  
Philosophischen Fakultät der Universität zu Köln im Fach Digital  
Humanities angenommen.

### **Betreuer/Prüfungskommission:**

Dr. ing. Brigitte Mathiak  
Prof. Dr. Gundolf S. Freyermuth  
Prof. Dr. Benjamin Beil

### **Autor:**

Jonas Zimmer  
Johann-Mayer-Str. 10  
51105 Köln  
zimmer-jonas@web.de

Diese Dissertation wurde digital über den Hochschulserver KUPS der  
Universität zu Köln veröffentlicht.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich  
geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom  
Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen  
Zustimmung des Autors.



## Vorwort

# Motivation

Gebannt verfolge ich, wie der namenlose Held unter meinen Tastatureingaben nach einem Kampf, der drei Minuten dauerte, die sich wie Stunden anfühlten, seinen ersten Ork besiegt. Der ihn begleitende Nichtspielercharakter Diego, der zugegebenermaßen einen Großteil des Kampfes übernahm, wischt sich den Schweiß von der Stirn und murmelt: „Verdammte Drecksviecher.“ Dann kehrt er an seinen Platz am Lagerfeuer zurück und zündet sich einen Stängel Sumpfgras an. Es ist 2003, ich sitze am zweiten Weihnachtsfeiertag vor dem Computer und spiele GOTHIC II, das Weihnachtsgeschenk meiner Großmutter. Neben mir, ebenso gebannt, sitzen meine drei kleineren Geschwister, die jeden Schritt des Charakters mitverfolgen und den mit unverkennbarem Ruhrpott-Charme vertonten Dialogen des Spiels lauschen. Sie haben das Spiel nie selbst gespielt, doch bis heute sprechen sie von der Welt, die es vor ihren Augen zum Leben erweckte.

Unterhaltungsmedien wohnt ein Zauber inne, die Rezipienten zu entführen, sie von ihrem aktuellen Aufenthaltsort zu entkoppeln und ihre Aufmerksamkeit ganz innerhalb des Dargestellten zu bannen. Diesen Zustand bezeichnen wir als *Immersion*. Das tiefe Versinken in einem Buch, bis die geschriebenen Wörter verschwinden und sich vor dem inneren Auge die beschriebene Welt aufbaut, die ganze Aufmerksamkeit bündelnd. Die vollständige Aufmerksamkeitsüberlagerung der Töne eines Musikalbums, der Melodien und Texte, die nostalgische Erinnerungen und neue Empfindungen zu einem Gemisch an Reizen kombinieren, alles Weltliche außen vor lassend. All dies sind Beispiele für diesen Zustand tiefer Immersion. Das Potenzial, diesen immersiven Zustand zu evozieren, ist aufgrund seiner vielschichtigen Beschaffenheit insbesondere dem Medium der Videospiele inhärent; Videospiele instrumentalisieren dieses Potenzial, um ihren eskapistischen Reiz zu erhöhen.

Die neue Welle der *Mixed-Reality*-Technologien verfolgt das Ziel, intensive und umfassende Immersion zu induzieren. Um diesen Zustand zu evozieren, kombinieren diese Technologien die Wirkung von Videospielen mit der abschottenden Bauweise der Peripheriegeräte, um die Spieler, bedingt durch die Überlagerung der primären Sinnesorgane, in der Singularität des Dargestellten zu binden. Immersion wird in Diskussionen

dieser Technologien häufig als Wahrnehmungszustand betrachtet, auf eine Momentaufnahme der Rezeption reduziert. Ignoriert wird der Prozess des Hineingleitens, des Loslassens, der zur Erreichung des Zustands voller Immersion führt. Als Spieleentwickler, Programmierer und Medienwissenschaftler empfinde ich diesen Prozess – besonders in interdisziplinärer Perspektive – als spannend und sehe in der Betrachtung und Gestaltung des Übergangs in den immersiven Raum sowohl aus forschender, gestalterischer wie auch programmierender Sicht eine spannende Herausforderung.

## Vorwort

# Danksagung

Die vorliegende Arbeit wäre nicht möglich gewesen ohne die stetige Unterstützung, die inspirierenden Anregungen und die engagierte Begleitung meiner Freunde, Kollegen und Mentoren. An dieser Stelle möchte ich all den Menschen meinen tiefen Dank aussprechen, die maßgeblich dazu beigetragen haben, dass dieses Werk Realität werden konnte.

Zuallererst möchte ich meinen Betreuern, Dr. ing. Brigitte Mathiak und Prof. Dr. Gundolf S. Freyermuth, meine aufrichtige Dankbarkeit ausdrücken. Euer kontinuierlicher Beistand, eure präzisen Hinweise und der motivierende Antrieb waren während der siebenjährigen Entstehungszeit dieser Dissertation unverzichtbar. Ihr habt durch unsere Diskussionen und Gespräche ein Umfeld geschaffen, das neue Denkwege und einen kritischen Diskurs gefördert hat, was maßgeblich zur Entfaltung dieser Arbeit beigetragen hat.

Mein Dank gilt auch meinen ehemaligen Dozenten, Prof. Dr. Benjamin Beil und Prof. a. D. Dr. Manfred Thaller. Durch eure Anleitung und Inspiration in meinen Anfängen an der Universität habe ich den Weg gefunden, mich nicht nur schöpferisch, sondern auch analytisch im Bereich der Videospiele zu bewegen. Eure Einflüsse waren grundlegend für die Entwicklung meiner akademischen Perspektive und Passion.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an meine Kollegen, insbesondere an Dr. Phillipp Bojahr, Dr. Laura Frings, Dr. Sebastian Seibel, Katharina Tillmanns M. A. und Dr. Tim Wulf. Durch euer Mitwirken, eure durchdachte Kritik und die vielen inspirierenden Diskussionen habt ihr maßgeblich zur Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen.

Ich bin meinen Mitarbeitern, insbesondere Rebecca Nöll und Noa Marcon, zutiefst dankbar. Euer unermüdlicher Einsatz und eure kreative Vision waren essenziell für die Umsetzung der in dieser Arbeit vorgestellten Projekte.

Des Weiteren danke ich den Kollegen und Studierenden des Cologne Game Lab für ihre aufbauenden Worte und die durchgehende Unterstützung während dieser Phase. Es schmerzt mich tief, dass Prof. Markus Hettlich die Fertigstellung dieser Arbeit nicht mehr miterleben kann. Ich bin mir sicher, die Arbeit hätte dir gefallen.

Inmitten der akademischen Anforderungen konnte ich stets auf die Unterstützung meiner besten Freunde zählen. Tobias und Jakob, eure Ratschläge, eure Zuversicht und die unzähligen Stunden, die ihr mir zugehört habt, waren für mich unschätzbar wertvoll. Eure Freundschaft hat mich in diesen Jahren stetig ermutigt und mir die Kraft gegeben, weiterzumachen.

Ich danke meiner Familie, die mich stetig unterstützt und immer an mich geglaubt hat. Ihr seid das Fundament meiner Ausdauer und meines Ehrgeizes. Vor allem danke ich dir, Annabelle. Deine Geduld und deine Unterstützung während dieser intensiven Zeit haben mir den Raum gegeben, den ich zur Vollendung dieser Arbeit brauchte.

Und natürlich danke ich meiner Tochter Ellie, die mir, während ich den Alltag transzendierte und in den Sphären der Dissertation versunken war, jeden Tag aufs Neue das Wesentliche vor Augen hielt und mich erdete – dir widme ich diese Arbeit.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Immersive virtuelle Räume .....</b>                              | <b>1</b>  |
| 1.1 Immersion.....                                                    | 4         |
| 1.2 Der immersive Prozess .....                                       | 7         |
| 1.3 Mixed Reality .....                                               | 10        |
| 1.4 Virtuelle Räume und ihr transzendierendes Potenzial .....         | 12        |
| 1.5 Überblick über die Dissertation .....                             | 14        |
| <b>2 Gesamtmethodologie.....</b>                                      | <b>15</b> |
| <b>3 Wahrnehmen: sensorische Immersion.....</b>                       | <b>19</b> |
| 3.1 Methodologie .....                                                | 21        |
| 3.2 Echos der Vergangenheit – Porta Praetoria C.C.A.A.....            | 23        |
| 3.3 Wahrnehmung: Forschungsprojekt HisToGo.....                       | 25        |
| 3.4 Wahrnehmung: Forschungsprojekt EPPSA – Entwicklungsphase 1 .....  | 42        |
| 3.5 Partizipation: Forschungsprojekt EPPSA – Entwicklungsphase 2..... | 52        |
| 3.6 Partizipation: Border Zone .....                                  | 70        |
| 3.7 Projektübergreifende Diskussion .....                             | 79        |
| 3.8 Die sensorische Immersion – Zusammenfassung .....                 | 81        |
| <b>4 Eintauchen: kognitive Immersion .....</b>                        | <b>85</b> |
| 4.1 Methodologie .....                                                | 88        |
| 4.2 Das Zukunftsmuseum – Project Holodeck.....                        | 90        |
| 4.3 Verkörperung: Project Holodeck – Entwicklungsphase 1 .....        | 92        |
| 4.4 Einbindung: Project Holodeck – Entwicklungsphase 2 .....          | 108       |
| 4.5 Präsenz: Project Holodeck – Entwicklungsphase 3.....              | 123       |
| 4.6 Die VR-Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg .....               | 135       |
| 4.7 Evaluation der VR-Zeitreise .....                                 | 139       |
| 4.8 Die kognitive Immersion – Zusammenfassung .....                   | 147       |

|                                                                             |                |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>5 Versinken: emotionale Immersion .....</b>                              | <b>149</b>     |
| 5.1 Methodologie .....                                                      | 150            |
| 5.2 Erhebungsraum – Projekt Fear//Anxiety.....                              | 151            |
| 5.3 Handlungsmacht: Fear//Anxiety – Entwicklungsphase 1 .....               | 153            |
| 5.4 Handlungsmacht: Fear//Anxiety – Entwicklungsphase 2 .....               | 164            |
| 5.5 Emotionale Involvierung: Fear//Anxiety – Entwicklungsphase 3.....       | 174            |
| 5.6 Evaluation von Fear//Anxiety.....                                       | 185            |
| 5.7 Die emotionale Immersion – Zusammenfassung.....                         | 193            |
| <br><b>6 Diskussion – Das Spektrum des virtuellen Raums .....</b>           | <br><b>195</b> |
| 6.1 Historie des virtuellen Raums.....                                      | 197            |
| 6.2 Medientheoretische Betrachtung virtueller Räume .....                   | 201            |
| 6.3 Limitierungen.....                                                      | 205            |
| 6.4 Ergebnisanalyse.....                                                    | 206            |
| 6.5 Die Zukunft virtueller Räume – transzendente Räume/immanente Räume..... | 210            |
| 6.6 Ausblick.....                                                           | 214            |
| <br><b>7 Fazit – Transzendenz gestalten .....</b>                           | <br><b>217</b> |
| <br><b>Literaturverzeichnis.....</b>                                        | <br><b>221</b> |
| <br><b>Anhang.....</b>                                                      | <br><b>231</b> |

# Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Die drei identifizierten Phasen des immersiven Prozesses .....                                         | 8  |
| Abbildung 2: Das Reality- Virtuality-Kontinuum nach Milgram und Kishino .....                                       | 11 |
| Abbildung 3: Projektzeitleiste dieser Dissertation: Zuordnung der Projekte zu den Analysen .....                    | 15 |
| Abbildung 4: Methodologischer Ansatz Designzyklus, angelehnt an Design-Based Research .....                         | 18 |
| Abbildung 5: Zeitleiste der Projekte dieses Kapitels: <i>HisToGo</i> und <i>EPPSA</i> .....                         | 21 |
| Abbildung 6: Brettspielprototyp zu PORTA PRAETORIA C.C.A.A. ....                                                    | 25 |
| Abbildung 7: Übergang zur Augmented-Reality-Umgebung in PORTA PRAETORIA C.C.A.A. ....                               | 26 |
| Abbildung 8: DIVE+, ein multisensorischer Erfahrungsraum .....                                                      | 30 |
| Abbildung 9: Hierarchische Kategorisierung der Wahrnehmungsformen .....                                             | 31 |
| Abbildung 10: Ein Kokowei am Strand in Madeira, unbemerkt von den nicht spielenden Besuchern .....                  | 32 |
| Abbildung 11: Das haptische Accessoire ermöglicht einen nicht visuellen Zugang zur virtuellen Spielwelt .....       | 33 |
| Abbildung 12: Missionsaufbau der ersten beiden Missionen in PORTA PRAETORIA C.C.A.A. ....                           | 35 |
| Abbildung 13: Die drei GPS-Karten zeigen die Spielerposition in drei verschiedenen Zeitaltern .....                 | 36 |
| Abbildung 14: Bildmarkerbasierte Augmented-Reality-Applikation MIRÓ 2.0 .....                                       | 37 |
| Abbildung 15: Tests der Visualisierung des römischen Stadtmodells in der Augmented-Reality-Ansicht .....            | 38 |
| Abbildung 16: Levelaufbau-Darstellung von ASSASSINS CREED IV .....                                                  | 38 |
| Abbildung 17: Avatardarstellung in der VR-ZEITREISE .....                                                           | 44 |
| Abbildung 18: Maskierung der übereinanderliegenden Räume durch das Portalobjekt .....                               | 47 |
| Abbildung 19: Verschiebung des Zugangspunktes der Mixed-Reality-Sphäre .....                                        | 47 |
| Abbildung 20: Erste Version des Zugangsportals zum historischen Köln .....                                          | 49 |
| Abbildung 21: Neumodellierung und Retexturierung der Objekte in Spielernähe .....                                   | 49 |
| Abbildung 22: Mixed-Reality-Sphäre mit NPCs .....                                                                   | 50 |
| Abbildung 23: Ein Blick durch das Portal aus der Mixed-Reality-Sphäre heraus .....                                  | 54 |
| Abbildung 24: Auf die Lebewesen wirkende Subjekte vom Dispositiv der Mixed-Reality-Sphäre .....                     | 57 |
| Abbildung 25: Unterschiedliche Kartendarstellungen je nach Spielerrolle in PORTA PRAETORIA C.C.A.A. ....            | 58 |
| Abbildung 26: Asynchrone spielrollenspezifische Ansicht der gleichen Szene in der Mixed Reality .....               | 60 |
| Abbildung 27: Überarbeiteter Portalzugang zur Mixed-Reality-Sphäre in PORTA PRAETORIA C.C.A.A. ....                 | 62 |
| Abbildung 28: Spielinteraktionen in PORTA PRAETORIA C.C.A.A. ....                                                   | 63 |
| Abbildung 29: Interaktion beim Aufheben eines virtuellen Objektes, wie sie von den Entwicklern intendiert war ..... | 66 |
| Abbildung 30: Subjekte beim Spielen eines Spiels auf dem Game Boy und auf einem Smartphone .....                    | 67 |
| Abbildung 31: Mithilfe der Kartenansicht navigieren die Spieler zu den Dioramen .....                               | 70 |
| Abbildung 32: Interaktive Dioramen zeigen historische Szenen aus dem Park Babelsberg .....                          | 71 |

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 33: An bestimmten Stellen übernimmt der Spieler die Rolle eines der Charaktere .....              | 72  |
| Abbildung 34: Developer Tools zur Definierung des Pfadverlaufs .....                                        | 74  |
| Abbildung 35: In dieser Augmented-Reality-Szene hat der Spieler ein Artefakt ausgegraben .....              | 80  |
| Abbildung 36: Die Holodeck-Technologie des STAR-TREK-Universums .....                                       | 86  |
| Abbildung 37: Zeitleiste des <i>Project Holodeck</i> .....                                                  | 88  |
| Abbildung 38: Konzeptzeichnung der Nürnberger Altstadt im Jahr 2050 .....                                   | 91  |
| Abbildung 39: Der Zustand des VR-Bereiches zu Projektbeginn .....                                           | 92  |
| Abbildung 40: Möglichkeiten der Spielbereichsaufteilung .....                                               | 94  |
| Abbildung 41: Physischer Spielbereich mit fixiertem Ankerpunkt .....                                        | 95  |
| Abbildung 42: Zur Kalibrierung werden die beiden Controller genutzt .....                                   | 100 |
| Abbildung 43: Eingblendetes Warngitter zur Kenntlichmachung der physischen Grenzen .....                    | 100 |
| Abbildung 44: Konzept der Spieler-Avatare .....                                                             | 101 |
| Abbildung 45: Umgesetzter Spielbereich mit Mitarbeitertheke und Ankerpunkten .....                          | 102 |
| Abbildung 46: Mitarbeiterbildschirm an der Ausgabetheke zum Starten und Beenden des Spiels .....            | 103 |
| Abbildung 47: Kalkulation des minimalen Ankerpunktabstands .....                                            | 104 |
| Abbildung 48: Referenzpunkte zur Verbesserung des Inside-Out Trackings durch kontrastreiche Aufkleber ..... | 105 |
| Abbildung 49: Bildschirmfolien der Magnavox Odyssey .....                                                   | 110 |
| Abbildung 50: Formen des Spiels .....                                                                       | 111 |
| Abbildung 51: Der Spielbereich liegt am Trödelmarkt an der Pegnitz .....                                    | 114 |
| Abbildung 52: Entwicklung einer fiktiven Zeitleiste als Grundlage eines konsistenten Worldbuildings .....   | 116 |
| Abbildung 53: Gestaltung der visuell überlagernden Zukunftsschicht .....                                    | 117 |
| Abbildung 54: Entwicklung eines Verkaufsstandes von der Konzeptzeichnung .....                              | 117 |
| Abbildung 55: Darstellung des Game Loops .....                                                              | 118 |
| Abbildung 56: Erster Playtest der zentralen Spielmechanik im Juli 2020 .....                                | 120 |
| Abbildung 57: Übergänge mit Spatial Shift in der VR-ZEITREISE .....                                         | 129 |
| Abbildung 58: Der physische Wartebereich und seine virtuelle, abstrahierte Version .....                    | 130 |
| Abbildung 59: Physischer Wartebereich und abstrahierte virtuelle Repräsentation .....                       | 130 |
| Abbildung 60: Die Umgebung des Spiels im engeren Sinn: der Trödelmarkt im Nürnberg des Jahrs 2050 .....     | 131 |
| Abbildung 61: Feldtest nach Fertigstellung der baulichen Maßnahmen im Bereich des VR-Ausstellungsstücks ..  | 132 |
| Abbildung 62: Der Spielbereich ist vom Wartebereich durch eine Trockenbauwand separiert .....               | 135 |
| Abbildung 63: Spielablauf der VR-Zeitreise .....                                                            | 136 |
| Abbildung 64: Administratoren-Ansicht auf das Spielgeschehen über einen Bildschirm .....                    | 137 |
| Abbildung 65: Beispiele für Environmental Storytelling. ....                                                | 138 |
| Abbildung 66: Versuchsaufbau, Ankerpunkt der Kontrollgruppe im Spielbereich .....                           | 141 |
| Abbildung 67: Visuelle Analogskala zur Selbsteinschätzung des Wahrnehmungsfokus .....                       | 143 |
| Abbildung 68: Verlauf der Mittelwerte der Präsenz-Selbstverortung .....                                     | 145 |
| Abbildung 69: Zeitleiste des Projekts FEAR//ANXIETY .....                                                   | 150 |

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 70: Konzeptzeichnung der Virtual-Reality-Umgebung in FEAR//ANXIETY .....                                | 152 |
| Abbildung 71: Subtile Umgebungsmanipulation durch Instrumentalisierung der <i>Change Blindness Redirection</i> .. | 154 |
| Abbildung 72: Nicht euklidische Raumarchitektur.....                                                              | 155 |
| Abbildung 73: Nicht euklidischer Raumaufbau mit Teleportation zwischen den Übergangszonen .....                   | 158 |
| Abbildung 74: Pfadvarianten zur Verschleierung der überlappenden Architektur.....                                 | 159 |
| Abbildung 75: Der Einsatz von Fenstern induziert das Gefühl eines größeren Raums .....                            | 160 |
| Abbildung 76: Die modularen Raumsegmente, die mittels Teleportationszonen verbunden sind.....                     | 161 |
| Abbildung 77: Räume mit „natürlichen Hindernissen“, um die empfundene Raumgröße zu steigern .....                 | 161 |
| Abbildung 78: Die Directed-Network-Struktur nach Marie-Laure Ryan.....                                            | 166 |
| Abbildung 79: Konzeption eines nicht linearen Raumaufbaus des FEAR//ANXIETY-Projektes.....                        | 168 |
| Abbildung 80: Überlappende Architektur der nicht euklidischen Räume .....                                         | 169 |
| Abbildung 81: Der Raumeditor im Projekt FEAR//ANXIETY.....                                                        | 170 |
| Abbildung 82: Entscheidungskategorien für BIS-Situationen in FEAR//ANXIETY .....                                  | 178 |
| Abbildung 83: Darstellung einer Situation zwischen <i>Sicherheit</i> und <i>unbekannt</i> .....                   | 179 |
| Abbildung 84: Physikbasierte Interaktionsmethoden in FEAR//ANXIETY.....                                           | 179 |
| Abbildung 85: Projektion des Folgeraumes auf eine planare Fläche .....                                            | 180 |
| Abbildung 86: Datenstation mit Handscanner zur Aktivierung.....                                                   | 181 |
| Abbildung 87: Eine Überwachungsdrohne patrouilliert in der Nähe einer Datenstation .....                          | 182 |
| Abbildung 88: Interpretation der Verhaltensweise des Spielers in einer FFFS-Situation.....                        | 182 |
| Abbildung 89: Aufbau des Experiments zur Beforschung von Fear//Anxiety.....                                       | 186 |
| Abbildung 90: Visuelle Analogskala zur Selbsteinschätzung des Wahrnehmungsfokus .....                             | 188 |
| Abbildung 91: Verlauf der Mittelwerte der Präsenz-Selbstverortung .....                                           | 190 |
| Abbildung 92: Gestaltung des musealen Raums zur In-Szene-Setzung des künstlerischen Objekts.....                  | 196 |
| Abbildung 93: Das Sensorama erlaubte die multisensorische Rezeption von Kurzfilmen .....                          | 197 |
| Abbildung 94: Videoplace verband zwei separate physische Räume in einem gemeinsamen virtuellen Raum ....          | 198 |
| Abbildung 95: Variierender Grad der visuellen Überlagerung innerhalb der Mixed-Reality-Sphäre.....                | 206 |
| Abbildung 96: Entwicklungen im Bereich der MR-Technologien .....                                                  | 210 |
| Abbildung 97: Mithilfe eines Drehreglers lässt sich graduell die Stärke der Überlagerung einstellen .....         | 211 |
| Abbildung 98: Die sieben identifizierten Aspekte des immersiven Prozesses .....                                   | 218 |
| Abbildung 99: Verortung der analysierten Projekte auf dem Spektrum virtueller Räume.....                          | 219 |

# Tabellenverzeichnis

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 1: Ausgewählte Ergebnisse des vorgelagerten Fragebogens zu PORTA PRAETORIA C.C.A.A.....   | 64  |
| Tabelle 2: Ausgewählte Ergebnisse des nachgelagerten Fragebogens zu PORTA PRAETORIA C.C.A.A. .... | 64  |
| Tabelle 3: Demografische Verteilung.....                                                          | 75  |
| Tabelle 4: Zustimmung zu Aussagen aus dem Gebiet der Wahrnehmung.....                             | 77  |
| Tabelle 5: Immersive Tendencies Questionnaire (ITQ18).....                                        | 142 |
| Tabelle 6: Multimodal Presence Scale (MPS).....                                                   | 142 |
| Tabelle 7: Demografische Verteilung der Stichproben.....                                          | 144 |
| Tabelle 8: Variablen je Stichprobe.....                                                           | 144 |
| Tabelle 9: Korrelationen der Variablen .....                                                      | 144 |
| Tabelle 10: <i>Präsenz-Selbstverortung</i> auf der visuellen Analogskala.....                     | 144 |
| Tabelle 11: Multimodal Presence Scale (MPS) .....                                                 | 187 |
| Tabelle 12: Demografische Verteilung der Stichproben .....                                        | 188 |
| Tabelle 13: Variablen je Stichprobe .....                                                         | 189 |
| Tabelle 14: Korrelationen der Variablen.....                                                      | 189 |
| Tabelle 15: <i>Präsenz – Selbstverortung</i> auf der visuellen Analogskala. ....                  | 189 |
| Tabelle 16: Variablen je Stichprobe .....                                                         | 191 |

Das in dieser Arbeit gewählte generische Maskulinum bezieht sich zugleich auf alle Geschlechteridentitäten. Obwohl aus Gründen der Lesbarkeit auf unterschiedliche Sprachformen verzichtet wird, sind alle Geschlechter gleichermaßen angesprochen und eingeschlossen.



## Kapitel 1

# Immersive virtuelle Räume

In den Anfangszeiten der digitalen Ära revolutionierte der Bildschirm zur dynamischen Darstellung wechselnder Inhalte die Art und Weise, wie mit digitalen Medien interagiert wurde. Die textbasierten Benutzeroberflächen der frühen Computersysteme erlaubten dem Benutzer eine selbstbestimmte Navigation durch die zur Verfügung stehenden Inhalte. Die Integration grafischer User-Interfaces und die Etablierung der Maus als Eingabegerät erlaubten die Manipulation der Inhalte auf der flachen Bildschirmfläche durch eine abstrahierte Übertragung der Mausbewegung in den zweidimensionalen Bildraum. Nur wenige Jahre später erlaubte die gleiche abstrahierte Interaktion das Navigieren durch virtuelle Welten, deren dreidimensionale Darstellung auf die zweidimensionale Bildschirmfläche projiziert wurde. Jedoch wurde mit fortschreitender Entwicklung der Technologie deutlich, dass diese zweidimensionale, beschränkte Darstellung den natürlichen, räumlichen Erfahrungen und Interaktionen der Menschen nicht gerecht werden kann. Die Grenzen des Bildschirmraums wurden immer deutlicher, und der Bedarf an einer neuen Form der Interaktion mit der digitalen Welt, die über die begrenzte zweidimensionale Oberfläche hinausgeht und die Trennung zwischen Betrachter und Inhalt aufhebt, wurde immer dringlicher.<sup>1</sup>

Dieser Bedarf führte zur Phase des *Spatial Computings*<sup>2</sup>: Das Konzept bricht die Beschränkungen des Bildschirmraums, indem es die Interaktion mit der digitalen Welt in den dreidimensionalen, physischen Raum erweitert. Anstatt Inhalte an einen Bildschirm zu binden, will das Spatial Computing das Agieren innerhalb eines virtuellen Raumes ermöglichen, der durch Technologien aus dem Spektrum der *Mixed Realities* erfahrbar ist. In diversen Anwendungsbereichen bietet es die Möglichkeit, abstrakte Konzepte in ein räumlich wahrnehmbares Erlebnis zu transformieren. Insbesondere etwa im Bereich der Bildung soll Spatial Computing die Repräsentation komplexer, abstrakter Konzepte in räumlich wahrnehmbaren Modellen ermöglichen,

---

<sup>1</sup> Gundolf S. Freyermuth: „From Analog to Digital Image Space. Toward a Historical Theory of Immersion“. In: *Immersion in the Visual Arts and Media*, Hrsg. von Fabienne Liptay u. Burcu Dogramaci, 164–203. Niederlande: Brill, 2016. S. 192.

<sup>2</sup> Irena Cronin, Robert Scoble u. a.: *The Infinite Retina. Spatial Computing, Augmented Reality, and how a Collision of New Technologies are Bringing About the Next Tech Revolution*, Birmingham: Packt, 2020. S. vii–xi.

um eine interaktive und immersive Lernumgebung zu schaffen. So können etwa historische Ereignisse oder wissenschaftliche Prinzipien durch Kontextualisierung in einem virtuellen Raum lebendig dargestellt werden, was weit über die Möglichkeiten konventioneller Lernumgebungen hinausgeht. Im künstlerischen Kontext ermöglicht Spatial Computing Künstlern, den Raum als Medium zur Gestaltung immersiver Kunstwerke zu nutzen und Artefakte zu schaffen, die das Publikum einladen, Kunst auf einer tieferen, persönlicheren Ebene zu erleben. Statt lediglich Betrachter zu sein, können die Rezipienten in die Kunst hineingehen, mit ihr interagieren und so neue Perspektiven gewinnen.

Um das volle Potenzial des Spatial Computings auszuschöpfen, reicht es nicht, die technologischen Voraussetzungen zu schaffen. Die Prinzipien des Designs immersiver Räume müssen neu gedacht werden. In diesem Kontext widmet sich die vorliegende Dissertation der Frage, wie virtuelle Räume gestaltet werden müssen, um eine maximale Immersion zu ermöglichen und den Besucher dazu zu befähigen, die Grenzen der physischen Welt zu transzendieren und sich vollständig in der virtuellen Welt zu verorten. Viele Missstände aktueller Gestaltungsansätze zur Schaffung immersiver Räume entstehen aus einer engen Herangehensweise und einer unklaren Begriffsverwendung: Informatiker begnügen sich zum Teil mit der reinen Überlagerung der Sinnesreizungen durch die abspielende Peripherie und bezeichnen diese Abschottung als Immersion.<sup>3</sup> Spieleentwickler fokussieren häufig die Erreichung eines Zustands der *Suspension of Disbelief*, den sie immersiv nennen.<sup>4</sup> Forscher des Bereichs der *Human Computer Interaction* reduzieren den Begriff zumeist auf die Empfindung von Präsenz.<sup>5</sup> Janet Murray stellt dazu fest, dass

coherent, immersive media artifacts that afford meaningful interaction require a process of iterative and cumulative shared invention. If VR develops into a more powerful medium it will be because designers have created new conventions and new genres that support more expressive interpretations of the world.<sup>6</sup>

Sie betont die Notwendigkeit, über herkömmliche Vorstellungen von Immersion hinauszugehen und stattdessen neuartige Designansätze und Genres zu schaffen, die eine tiefere und ausdrucksstärkere Interpretation der Welt in der virtuellen Realität erlauben. Dies fordert von uns als Forschern und Designern ein Umdenken, wie immersive Inhalte geschaffen und präsentiert werden. Daher bedient sich diese Dissertation eines holistischen und interdisziplinären Ansatzes aus Informatik, Game Design und angewandter Medienwissenschaft. Mithilfe des entwicklungsorientierten Forschungsansatzes *Research through Design* werden Erkenntnisse zur Gestaltung immersiver Räume aus der Entwicklung interaktiver virtueller Anwendungen analysiert.

<sup>3</sup> Ayoung Suh u. Jane Prophet: „The State of Immersive Technology Research. A Literature Analysis“. In: *Computers in Human Behavior*, 86 (2018), 77–90. S. 78.

<sup>4</sup> Katie Salen u. Eric Zimmerman: *Rules of Play. Game Design Fundamentals*, Cambridge: MIT, 2003. S. 450.

<sup>5</sup> Maria V. Sanchez-Vives u. Mel Slater: „From Presence to Consciousness through Virtual Reality“. In: *Nature Reviews Neuroscience*, 6 (2005), H. 4, 332–339. S. 333.

<sup>6</sup> Janet H. Murray: „Virtual/Reality. How to Tell the Difference“. In: *Journal of Visual Culture*, 19 (2020), H. 1, 11–27. S. 25.

Interactive environments demand more explicit partnership than just the willing suspension of disbelief; they become real through the 'active creation of belief' by inducing and satisfying specific intentional gestures of engagement. As soon as we stop participating, because we are confused or bored or uncomfortably stimulated, the illusion vanishes.<sup>7</sup>

Diese immersiven Räume sollen dem Benutzer nicht bloß eine Illusion des *Dort-Seins* vermitteln, sondern ihm die Mittel an die Hand geben, aktiv an der Gestaltung seiner virtuellen Erfahrungen teilzunehmen. Dieser aktive Beitrag des Benutzers zur Schaffung der Immersion wird im Verlauf dieser Arbeit von zentraler Bedeutung sein, da sein Ausbleiben zum immersiven Bruch führt.

Ziel dieser Arbeit ist die Identifikation von Designparadigmen, die diese immersionsbrechenden Aspekte in virtuellen Erfahrungen vermeiden. Dazu werden die iterativen Schritte des immersiven Prozesses beleuchtet, Gestaltungsmerkmale zu ihrer Förderung identifiziert und diese im Anschluss evaluiert. Zunächst sollen aber die der Forschung zugrunde liegenden Schlüsselbegriffe definiert werden.

In dieser Arbeit nehmen die Begriffe *Immersion*, *Mixed Reality* und *virtuelle Räume* eine zentrale Position ein und erfordern daher eine sorgfältige Definition und Abgrenzung. Ein korrektes Verständnis ist unerlässlich, um im weiteren Verlauf der Untersuchung die Präzision und Konsistenz der Argumentationen sicherzustellen. Durch eine detaillierte Auseinandersetzung mit den zentralen Konzepten soll vermieden werden, dass Mehrdeutigkeiten oder Ambiguitäten den wissenschaftlichen Diskurs erschweren. Dieses Kapitel fungiert somit als essenzielle Basis für die weiteren Betrachtungen und Analysen und stellt sicher, dass die erarbeiteten Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf einem soliden theoretischen Fundament ruhen.

---

<sup>7</sup> Ebd.

## 1.1 Immersion

Als Entwickler digitaler Spiele erhofft man sich stets, mit seinem Werk einen Raum zu schaffen, der die Rezipienten einnimmt, ihnen Denkanstöße gibt oder sie einfach unterhält. Sie sollen offene Welten mit kindlicher Neugier entdecken, den Charakterentwicklungen der Protagonisten folgen und mit ihnen mitfiebern oder sich vollends im Rausch der Spielmechanik verlieren, bis ihnen das Gefühl für Raum und Zeit abhanden kommt. Erreicht man dies, hat man die Möglichkeit, echte Emotionen in den Spielern zu erwecken und nachhaltige Erfahrungen zu prägen. Dieses Gefühl, vollends in eine Erfahrung einzutauchen, wird als *Immersion* bezeichnet.

Der Begriff *Immersion* leitet sich vom lateinischen *immersio* ab, das mit *Eintauchen* oder *Untertauchen* übersetzt werden kann. Ursprünglich wurde das Wort im Kontext von physischen Prozessen verwendet, bei denen ein Objekt in eine Flüssigkeit eingetaucht wird. 1998 verwendete Janet Murray den Begriff zur Beschreibung des Zustandes eines Nutzers, der vollständig in eine virtuelle oder mediatisierte Umgebung eingebunden ist.

Immersion is a metaphorical term derived from the physical experience of being submerged in water. We seek the same feeling from a psychologically immersive experience that we do from a plunge in the ocean or swimming pool: the sensation of being surrounded by a completely other reality, as different as water is from air, that takes over all of our attention, our whole perceptual apparatus.<sup>8</sup>

Auf einer oberflächlichen Ebene könnte der Begriff lediglich als das Gefühl des völligen Eintauchens in eine digitale oder simulierte Umgebung interpretiert werden. Bei näherer Betrachtung jedoch offenbart sich eine komplexe Struktur hinter diesem Terminus, die weit über eine eindimensionale Definition hinausgeht. Das Phänomen der Immersion kann in unterschiedliche Kategorien oder Dimensionen unterteilt werden, die jeweils verschiedene Aspekte des Eintauchens repräsentieren. Diese reichen von der physischen Präsenz und Raumerfahrung in einer virtuellen Welt bis hin zu tieferen emotionalen und kognitiven Verbindungen, die zwischen dem Nutzer und den narrativen Elementen oder sogar anderen Akteuren innerhalb dieser Umgebung hergestellt werden.

Die Notwendigkeit, verschiedene Arten von Immersion zu differenzieren, leitet sich aus dem mehrschichtigen Charakter dieses Konzepts ab. Es ist unzureichend, Immersion als monolithisches Erlebnis zu betrachten, da es in Wirklichkeit aus verschiedenen, oftmals miteinander interagierenden Ebenen besteht. Dies reicht von der Narrativität und der emotionalen Bindung zu Charakteren über die strategische und ludologische Tiefe eines Spiels bis hin zu sozialen Interaktionen innerhalb eines Multiplayer-Kontexts. Ein differenzierter

---

<sup>8</sup> Janet H. Murray: *Hamlet on the Holodeck. The Future of Narrative in Cyberspace*, Cambridge: MIT, 1998. S. 98 f.

Ansatz in der Analyse von Immersion ermöglicht ein umfassenderes Verständnis des Zustands und bietet zudem präzisere Einsichten in das für die vorliegende Dissertation zentrale Forschungsfeld.<sup>9</sup>

Der Begriff **räumliche Immersion** bezeichnet den Prozess, bei dem die Aufmerksamkeit des Spielers gezielt auf die Spielumgebung gerichtet wird und er ein Situationsmodell des Spielraums konstruiert. Dabei werden Aspekte wie die Struktur, Eigenschaften und Interaktionsmöglichkeiten innerhalb dieses Raumes erfasst und verarbeitet. Dieser Immersionsaspekt zeigt deutliche Ähnlichkeiten mit dem Konzept der *räumlichen Präsenz*, das sich auf das subjektive Gefühl bezieht, tatsächlich innerhalb eines simulierten oder virtuellen Raums zu existieren.<sup>10</sup>

**Ludische Immersion** tritt auf, wenn die Aufmerksamkeit des Spielers primär auf die Interaktion mit dem Spiel gerichtet ist. Die enge Verbindung dieses Phänomens mit dem Konzept des *Flows* ist evident. *Flow* bezeichnet einen Zustand tiefer Konzentration und des völligen Aufgehens in einer Tätigkeit, in dem das Individuum das Gefühl von Zeit und Raum verliert. Diese Form der Immersion manifestiert sich besonders dann, wenn die Fähigkeiten des Spielers und die Herausforderungen, die das Spiel bietet, in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen.<sup>11</sup> In solchen Momenten wird das Spiel-Erlebnis als besonders intensiv und fesselnd wahrgenommen, der Spieler fühlt sich völlig im Einklang mit dem Spiel und jede ausgeführte Spielaktion erscheint intuitiv und fließend.<sup>12</sup>

**Narrative Immersion** beschreibt den Prozess, bei dem sich die Aufmerksamkeit des Spielers primär auf die Entfaltung der Handlung sowie auf die Entwicklung der darin auftretenden Charaktere richtet. In Momenten narrativer Immersion erlebt der Spieler das narrative Geschehen nicht nur als passiver Beobachter, sondern verortet sich als ein integraler Bestandteil davon.<sup>13</sup> Je nach Ausprägung führt diese Form der Immersion durch Empathie zur emotionalen Involvierung des Betrachters.<sup>14</sup>

---

<sup>9</sup> Jan-Noël Thon: „Immersion Revisited. On the Value of a Contested Concept.“. In: *Extending Experiences. Structure, Analysis and Design of Computer Game Player Experience.*, Hrsg. von Amyris Fernandez, Olli Leino u. a., 29–43. Rovaniemi: Lapland University, 2008. S. 33.

<sup>10</sup> Ebd. S. 35.

<sup>11</sup> M. Csikszentmihalyi: *Flow. The Psychology of Optimal Experience*, New York: Harper & Row, 1990. S. 53.

<sup>12</sup> Thon: *Immersion Revisited*. 2008, S. 37.

<sup>13</sup> Ebd.

<sup>14</sup> Marie-Laure Ryan: *Narrative as Virtual Reality 2. Revisiting Immersion and Interactivity in Literature and Electronic Media*. 2. Aufl., Baltimore: Johns Hopkins University, 2015. S. 249.

**Soziale Immersion** bezeichnet die Intensivierung des Spiel-Erlebnisses durch die Verschiebung der Aufmerksamkeit des Spielers auf andere menschliche Teilnehmer. Hier stehen nicht nur die individuellen Handlungen des Spielers im Vordergrund, sondern vor allem die dynamische Interaktion und Kommunikation mit anderen Spielern. Es entsteht ein soziales Situationsmodell, in dem Spieler nicht nur als individuelle Akteure, sondern auch als Teile eines größeren sozialen Netzwerks wahrgenommen werden.<sup>15</sup>

Die verschiedenen Formen der Immersion sind nicht isoliert voneinander zu betrachten, sondern stehen in einem dynamischen Verhältnis zueinander. In der Praxis bedeutet das, dass die Erfahrung einer Immersionsart oft direkt oder indirekt die Intensität einer anderen beeinflusst. Die vielschichtige Natur des Spiel-Erlebnisses beruht auf diesen wechselseitigen Beziehungen. Ein prägnantes Beispiel hierfür ist die Interaktion zwischen sozialer und ludischer Immersion. In einem MMORPG<sup>16</sup> kann eine tiefe soziale Verbindung zwischen den Spielern die ludische Erfahrung vertiefen, insbesondere wenn die Interaktion zwischen den Spielern zu kooperativen oder kompetitiven Herausforderungen führt, die das Spielgeschehen bereichern und dynamisieren.

Im Kontext dieser Dissertation wird es zunehmend deutlich, wie essenziell die klare Grenzziehung zwischen den unterschiedlichen Facetten der Immersion ist. Sie dient nicht nur der terminologischen Klarheit, sondern ermöglicht auch eine präzisere Analyse der verschiedenen immersiven Ausprägungen und damit die Identifikation von Designparadigmen zur Intensivierung der Immersion in ebendiesen unterschiedlichen Ausprägungen. Im Kontext dieser Diskussionen ist auch das Konzept des *immersiven Prozesses* nach Brown und Cairns von Bedeutung, das einen weiteren Schritt in Richtung eines tieferen Verständnisses des Phänomens darstellt und den dynamischen Charakter der Immersion betont.

---

<sup>15</sup> Thon: *Immersion Revisited*. 2008, S. 38.

<sup>16</sup> MMORPG (*Massively Multiplayer Online Role-Playing Game*) bezeichnet ein Online-Videospiel, in dem eine große Anzahl von Spielern in einer virtuellen Welt interagieren und Rollenspielszenarien erleben können. Die Spieler übernehmen dabei die Rolle fiktiver Charaktere und können mit anderen Spielern zusammenarbeiten oder gegen sie antreten.

## 1.2 Der immersive Prozess

Brown und Cairns definieren in ihrer Arbeit die Immersion in Videospielen als schrittweisen Prozess. Sie erkannten, dass sich Spieler während der Rezeption eines Videospiels durch verschiedene Phasen des Engagements bewegen. Beginnend mit einer grundlegenden Beteiligung können diese schließlich an einen Punkt gelangen, an dem die virtuelle Erfahrung und die Realität nahezu ununterscheidbar werden. Jede Stufe der Immersion wird durch spezifische Faktoren beeinflusst, die die Immersion entweder hemmen oder zum tieferen Eintauchen in die Spielwelt beitragen.<sup>17</sup>

**Engagement** ist die erste Stufe der Immersion, sie ist die Grundvoraussetzung für alle anderen Stufen. Der primäre Faktor, um diese Stufe zu erreichen, ist der Erstkontakt: Der Spieler muss grundlegendes Interesse an der Art des Spiels haben, um eine initiale Bindung aufzubauen. Ihm muss ein Zugang zu den Interaktionsmethoden möglich sein, um sich vollkommen einbringen zu können. Ein hoher Grad an Engagement bedeutet, dass der Spieler an dem Spiel interessiert ist und weiterspielen möchte, obwohl er noch nicht emotional involviert ist.<sup>18</sup>

Wird die Barriere des Engagements überwunden, erreicht der Spieler **Engrossment**. In dieser Stufe spielt die Gestaltung des Spiels eine zentrale Rolle, die Integration von Grafik, Gameplay und Handlung. In dieser Phase ist der Spieler bereits zu einem gewissen Grad emotional involviert, seine Aufmerksamkeit fokussiert sich auf das Spiel. Er ist sich seiner Umgebung und seiner selbst weniger bewusst und befindet sich in einem Zustand, der einer meditativen Versenkung ähnlich ist.<sup>19</sup>

**Totale Immersion**, die höchste Stufe der Immersion, wird oft mit dem synonymen Begriff *Präsenz* beschrieben. Hier empfindet der Spieler eine tiefe Entfremdung von der Realität und ist so intensiv in das Spiel vertieft, dass nur noch dieses zählt. In diesem Zustand fühlt sich der Spieler als Teil der virtuellen Welt. Diese tiefe Immersion ist allerdings fragil und nicht beständig, ihre Aufrechterhaltung bedarf einer aktiven Mitarbeit des Spielers.<sup>20</sup>

Basierend auf diesem dreistufigen Konzept von Brown und Cairns, das die Zustände der Immersion beschreibt, wurde während der Analysen der in dieser Dissertation dargestellten Entwicklungsprozesse ein dreiphasiges Modell zur Beschreibung des immersiven Prozesses bei der Auseinandersetzung mit virtuellen

<sup>17</sup> Emily Brown u. Paul Cairns: „A Grounded Investigation of Game Immersion“. Präsentiert bei: *CHI '04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, Wien: Association for Computing Machinery, 2004, 1297–1300.

<sup>18</sup> Ebd. S. 1298.

<sup>19</sup> Ebd. S. 1299.

<sup>20</sup> Ebd.

räumlichen Erfahrungen erarbeitet. Diese Phasen repräsentieren dabei drei Stufen der zunehmend tiefgehenden, nuancierten und umfassenden Interaktion und Verbindung mit der virtuellen Umgebung. Die Identifikation und Differenzierung dieser Phasen ist insbesondere deshalb relevant, da sie eine Kategorisierung der immersionssteigernden oder -hemmenden Aspekte ermöglicht, die für die jeweilige spezifische Phase der virtuellen Erfahrung entscheidend sind. Die identifizierten Phasen sind die *sensorische*, *kognitive* und *emotionale Immersion* (vgl. Abbildung 1).

**Sensorische Immersion:** In dieser ersten Stufe steht die Wahrnehmung des virtuellen Artefakts im Mittelpunkt. Zentral ist die unmittelbare, sensorische Interaktion des Spielers mit der virtuellen Umgebung. Diese Ausprägung von Immersion ist eine direkte Reaktion auf sensorische Reize, ohne dass der Rezipient dabei tiefer in die Bedeutung oder den Kontext dessen eintaucht, was er erlebt.

**Kognitive Immersion:** Nach der initialen Wahrnehmung folgt eine tiefere Auseinandersetzung mit dem virtuellen Raum. In dieser Phase geht es darum, wie der Spieler sich selbst und seine virtuelle Umgebung versteht. Der Spieler beginnt, die Regeln der virtuellen Umgebung zu verstehen und anzuwenden, um selbst aktiver Teil dieser Umgebung zu werden.

**Emotionale Immersion:** Die letzte und tiefste Stufe der Immersion ist die emotionale Immersion. In dieser Phase geht es nicht mehr nur um das Verstehen und Erkennen der virtuellen Welt, sondern um eine emotionale Bindung zu ihr. Der Spieler ist in der virtuellen Welt nicht nur physisch, sondern auch empfindsam präsent und fühlt sich emotional und empathisch mit der Erfahrung verbunden.

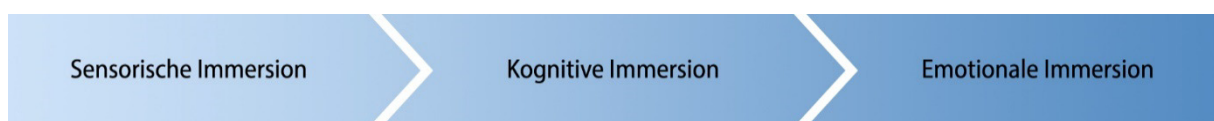


Abbildung 1: Die drei identifizierten Phasen des immersiven Prozesses

Quelle: Eigene Darstellung

In den Analysen dieser Dissertation wird deutlich, dass eine derart tiefgehende Immersion, wie sie in der Phase der emotionalen Immersion erreicht wird, nicht nur mit transformierenden Erlebnissen einhergeht, sondern auch Gefahren birgt. Die unmittelbare Intensität, mit der Dargestelltes und Erfahrenes den Spieler erreichen, kann das Potenzial haben, emotionalen Schaden bis hin zur Traumatisierung zu verursachen.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Michael Madary u. Thomas K. Metzinger: „Real Virtuality. A Code of Ethical Conduct. Recommendations for Good Scientific Practice and the Consumers of VR-Technology“. In: *Frontiers in Robotics and AI*, 3 (2016). S. 13.

Während einige Aspekte der emotionalen Immersion die Spiel-Erfahrung zweifellos bereichern, muss während des Entwicklungsprozesses stets reflektiert werden, ob eine Gestaltung des virtuellen Raums, die eine derart tiefe emotionale Immersion induziert, wirklich notwendig und ethisch vertretbar ist.

Die hier dargestellten drei Phasen der Immersion bieten einen strukturierenden Rahmen für die in dieser Dissertation durchgeführten Analysen von immersionssteigernden Designmethoden bei der Gestaltung virtueller räumlicher Erfahrungen. Die Differenzierung ermöglicht es, den immersiven Prozess in seine konstituierenden Elemente zu zerlegen und dadurch gezielt Strategien für die Gestaltung immersiver Erfahrungen zu entwickeln.

Die Struktur der Dissertation folgt dabei diesem Prozess, jedes der drei Hauptkapitel fokussiert eine der drei Phasen. Innerhalb der Kapitel werden spezifische Designprinzipien und -techniken erörtert, die zur Verstärkung der Immersion der jeweiligen Phase beitragen. Durch diese strukturierte Herangehensweise soll ein tiefgehendes Verständnis für die Faktoren, die immersive Erfahrungen beeinflussen, geschaffen werden.

### 1.3 Mixed Reality

Der Antrieb, fiktive Welten und Geschichten in unsere eigene Realität zu integrieren, kann bis zu den Ursprüngen menschlicher Kreativität und Erzählkunst zurückverfolgt werden. Bereits in der Antike suchten Menschen nach Mitteln, um ihre Vorstellungen auszudrücken und immersive Erlebnisse zu schaffen. Von der Malerei bis hin zur Literatur war jeder neue Fortschritt ein Versuch, die Grenzen des Vorstellbaren zu erweitern.

Ivan Sutherlands beschrieb 1965 mit seinem Konzept des *Ultimate Display* eine visionäre Technologie, die eine als real empfundene Simulation erzeugen kann, innerhalb derer dem Nutzer Freiheiten und Fähigkeiten jenseits seiner physischen Realität geboten werden.<sup>22</sup> Die Suche nach diesem ultimativen Bildschirm manifestiert sich heute in der Entwicklung von Mixed-Reality-Technologien. Der Begriff *Mixed Reality* (MR) geht zurück auf das von Milgram und Kishino entwickelte *Reality-Virtuality-Kontinuum*.<sup>23</sup> Dieses Kontinuum stellt ein Spektrum dar, das den gesamten Bereich von realen bis zu virtuellen Umgebungen abdeckt. An einem Ende dieses Spektrums befindet sich die reale, physische Welt, in der wir leben. Am anderen Ende liegt die vollständig virtuelle Welt, die ausschließlich aus digitalen Objekten besteht (vgl. Abbildung 2). Dabei differenzieren die Autoren physische Objekte von digitalen Objekten, die dem Wesen oder der Wirkung nach existieren, aber nicht physisch manifestiert.<sup>24</sup> Die beiden bekanntesten Ausprägungen auf dem Kontinuum sind die *Augmented Reality* (AR) und die *Virtual Reality* (VR). AR fügt der physischen Welt digitale Informationen hinzu, bleibt jedoch überwiegend in der realen Umgebung verankert. VR hingegen versetzt den Benutzer in eine vollständig digitale Umgebung, entfernt von der physischen Realität. Die Mixed Reality positioniert sich als Spektrum innerhalb dieses Kontinuums und repräsentiert Umgebungen, in denen physische und virtuelle Objekte gemeinsam existieren und miteinander interagieren können. Physische und digitale Elemente werden innerhalb der MR-Umgebung nicht nur gleichzeitig wahrgenommen, sondern können auch in Echtzeit miteinander wechselwirken.<sup>25</sup>

Die Entwicklungsgeschwindigkeit der MR-Peripherietechnologien nahm seit den frühen 2010er-Jahren stark zu, als Palmer Luckey den Markt für Privatanwender erschloss.<sup>26</sup> Ursprünglich fanden MR-Anwendungen hauptsächlich in spezialisierten Sektoren wie der Industrie und dem Militär Anwendung.<sup>27</sup> Mit dem Fortschreiten der Technologie, insbesondere durch die Miniaturisierung der Elektronik und die exponentielle Steigerung der Prozessorleistung, wurde der Weg für kompaktere und benutzerfreundlichere Peripherie

<sup>22</sup> Ivan E. Sutherland: „The Ultimate Display“. Präsentiert bei: *Proceedings of the IFIP Congress*, New York, 1965, 506–508.

<sup>23</sup> Paul Milgram u. Fumio Kishino: „A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays“. In: *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77 (1994), H. 12, 1321–1329. S. 1324.

<sup>24</sup> Ebd. S. 1328.

<sup>25</sup> Ebd.

<sup>26</sup> Johnathan Bown, Elisa White u. a.: „Looking for the Ultimate Display. A Brief History of Virtual Reality“. In: *Boundaries of Self and Reality Online*, Hrsg. von Jayne Gackenbach u. Johnathan Bown, 239–259. San Diego: Academic Press, 2017. S. 251.

<sup>27</sup> Ebd. S. 246.

geeignet. Parallel zu dieser Hardware-Evolution verzeichnete die Software-Entwicklung signifikante Fortschritte. Die Integration von Videospiel-Engines zur Gestaltung von Mixed-Reality-Inhalten ermöglichte Anwendungen, die ihre Umgebung in Echtzeit interpretieren und adäquat darauf reagieren. Dies resultierte in einer adaptiveren und intuitiveren Benutzeroberfläche und erhöhte die Attraktivität für den Endverbraucher.<sup>28</sup>

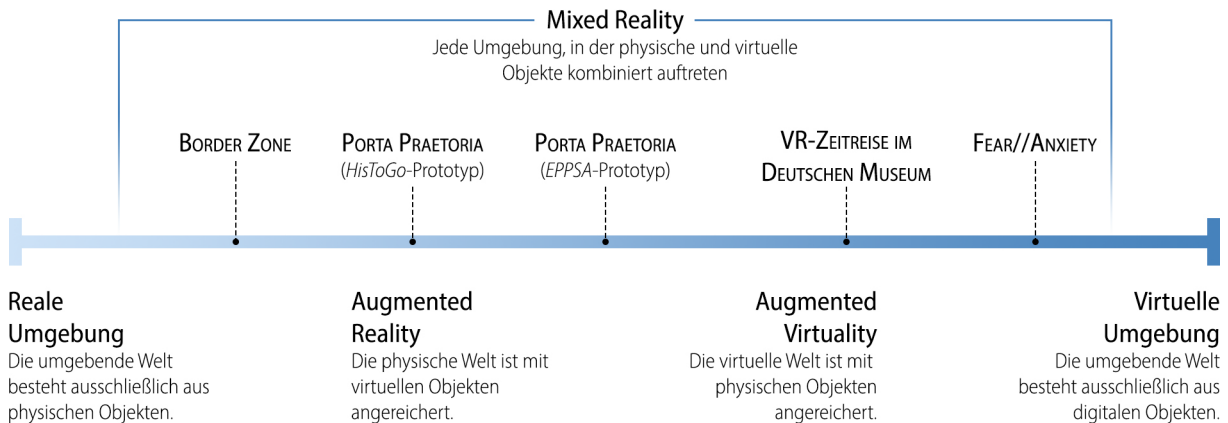


Abbildung 2: Das Reality- Virtuality-Kontinuum nach Milgram und Kishino. Die in dieser Dissertation besprochenen Forschungsprojekte sind in diesem Kontinuum verortet.

Quelle: Eigene Darstellung nach Milgram/Kishino: A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays (1994)

In der vorliegenden Dissertation wird der Entwicklungsprozess von Mixed-Reality-Anwendungen in drei Einsatzbereichen analysiert: in der historischen Bildung, der kulturellen Vermittlung und der psychologischen Forschung. Ein gemeinsamer Nenner dieser Anwendungsgebiete ist das Ziel, das Dargestellte in den Kontext des umgebenden Raumes zu setzen. Die analysierten Projekte verorten sich dabei fast über das gesamte Spektrum der Mixed Realities (vgl. Abbildung 2). Durch die Integration von MR können die Nutzer die zu vermittelnden Inhalte nicht nur konsumieren, sondern aktiv erleben – innerhalb einer immersiven Umgebung, in der der physische und der virtuelle Raum miteinander verschmelzen.

<sup>28</sup> Ebd. S. 253.

## 1.4 Virtuelle Räume und ihr transzendierendes Potenzial

Der Begriff des *virtuellen Raums*, wie er in dieser Dissertation benutzt wird, beschreibt interaktive und räumlich erfahrbare Umgebungen im Spektrum der Mixed Reality. Diese interaktiven Umgebungen dienen nicht nur als technologisches Trägermedium des Darzustellenden, sondern sind als künstlerische und wissensvermittelnde Artefakte zu verstehen, die dem Nutzer einen Raum zur Erkundung und Interaktion bieten. Ihre Beschaffenheit und Gestaltung erlauben es, ihn von unserer bekannten immanenten Realität zu isolieren. Sie ermöglichen somit ein Eintauchen in eine vollständig virtualisierte Welt.

Um dies zu verdeutlichen, sollen in einem kurzen Exkurs die virtuellen Räume in Anwendung von Kants Erkenntnistheorie beschrieben werden, da diese die Dichotomie des Immanenten (des Erfahrbaren und Beobachtbaren) und des Transzendenten (dessen, was jenseits unserer direkten Erfahrung liegt) infrage stellt. Laut Kant sind unsere Erkenntnisse über die Welt durch unsere Sinne und den Verstand beschränkt. Alles, was wir erkennen können, sind die Erscheinungen – also das, was unseren Sinnen präsentiert wird, und zwar in der Form, wie unser Verstand diese Information interpretiert.<sup>29</sup> Virtuelle Räume sind in dieser Hinsicht ein interessantes Paradoxon. Sie sind konstruierte, digitale Realitäten, die wir über unsere Sinneswahrnehmungen erfassen und die von unserem Verstand interpretiert werden. Hier wird das Immanente zur erlebbaren Realität des Benutzers – obwohl diese Realität artifiziell und nicht manifestiert existent ist. Kant argumentierte, dass es Dinge gibt, die jenseits unserer direkten Erfahrung liegen, aber dennoch existieren.

In der Ergründung des transzendenten Potentials des virtuellen Raums kann der philosophische Ansatz von Emmanuel Lévinas erhellend sein. In dieser Dimension repräsentiert der virtuelle Raum nicht nur eine technologische Neuerung, sondern möglicherweise auch einen Ort des Anderen, eine Umgebung, in der die vertrauten Grenzen des Selbst und der gewohnten Realität überschritten werden können. Virtuelle Räume könnten somit als ein Medium dienen, das eine Öffnung zum Unendlichen ermöglicht, wie es Lévinas definiert, eine Flucht aus der Alltäglichkeit und den konventionellen, egozentrischen Vorstellungen.<sup>30</sup> Diese Räume könnten eine neue Form der Begegnung mit dem Anderen anbieten, einen Raum, in dem Individuen jenseits der physischen Grenzen und über die Beschränkungen der Totalität, des Gewohnten, hinausreichen können.

Die virtuelle Realität bietet daher eine Plattform, die die Möglichkeit eröffnet, das Gesicht des "Anderen" auf eine Weise zu erleben, die in der physischen Welt möglicherweise unerreichbar ist. Die Begegnungen hier sind nicht durch physische Präsenz definiert, sondern können sich als Begegnungen mit Ideen, Konzepten oder Entitäten manifestieren, die jenseits der konventionellen Erfahrung liegen. In diesem Kontext könnte die immersive Erfahrung des virtuellen Raums eine Öffnung zu neuen Formen der Sinngebung und der menschlichen Verbindung schaffen.<sup>31</sup>

<sup>29</sup> Immanuel Kant: „Kritik der reinen Vernunft“. 6 Aufl., 620: de Gruyter, 2021.

<sup>30</sup> Andreas Steiner: *Transzendente Wirklichkeit*, Freiburg/München: Karl Alber, 2010. S. 34 f.

<sup>31</sup> Ebd. S. 36.

In dieser Reflexion über die Dichotomie des Immanenten und des Transzendenten eröffnen virtuelle Räume eine Pforte, ähnlich zu Meditationspraktiken, die darauf abzielen, in einen Zustand der Transzendenz zu versetzen. Durch das Eintauchen in diese Räume, kann eine zeitweilige Trennung von der weltlichen Realität erfahren werden, die sich neuen, bisher unergründlichen Ebenen der Wahrnehmung öffnet. So bieten sie eine Brücke, die es ermöglicht, über die Grenzen des physisch Greifbaren hinauszugehen und somit einen Hauch des Transzendenten zu erforschen. Virtuelle Räume könnten als eine Annäherung an diese transzendenten Ideen gesehen werden, da sie Realitäten darstellen können, die jenseits unserer physischen, immanenten Erfahrung liegen. Sie ermöglichen Erfahrungen und Interaktionen, die in der physischen Welt unmöglich wären. In diesem Sinne bieten virtuelle Räume eine einzigartige Plattform zur Erkundung des Transzendenten. Während sie immer noch im Bereich des Erfahrbaren (immanent) liegen, weil sie durch Technologie erlebbar gemacht werden, können sie Konzepte, Ideen und Erfahrungen präsentieren, die unser übliches Verständnis von Realität und Möglichkeit herausfordern.

Je nach Design und Intention des Gestalters können diese Räume den Nutzer dazu einladen, herkömmliche Wahrnehmungs- und Denkmuster zu hinterfragen, indem sie eine Trennung von der unmittelbaren physischen Umgebung ermöglichen. In dieser Weise fungieren sie nicht nur als Erweiterungen oder Ersatz für die physische Welt, sondern bieten auch die Möglichkeit, das traditionelle Verständnis von Raum und Interaktion zu überdenken und zu erweitern.<sup>32</sup> In ihrer umfassendsten Ausprägung können solche Räume Transzendenz, im Sinne einer Loslösung vom Physischen, nicht nur suggerieren, sondern den Nutzer durch ein komplexes Zusammenspiel von Design, Interaktivität und Technologie tatsächlich in eine andere Dimension der Erfahrung versetzen.

---

<sup>32</sup> Char Davies: „Virtual Space“. In: *Space: In science, art and society* (2004), 69–104.

## 1.5 Überblick über die Dissertation

Die vorangegangenen Kapitel beleuchteten die diversen Aspekte der immersiven Erfahrung. Es hat sich gezeigt, dass Immersion ein fließender Prozess ist, mit unterschiedlichen graduellen Abstufungen des immersiven Zustandes. Aufgrund individueller Unterschiede in der Rezeption des Mediums lässt sich der Verlauf des immersiven Prozesses nicht detailliert planen. Verschiedene Methoden der Gestaltung und Umsetzung einer solchen Erfahrungen begünstigen diesen Prozess aber sehr.

Die vorliegende Arbeit untersucht, wie eine interdisziplinäre Herangehensweise an Design- und Produktionsentscheidungen das immersive Potenzial eines interaktiven virtuellen Raumes innerhalb einer Mixed-Reality-Anwendung verstärken kann. Dazu werden die Entwicklungsprozesse und Resultate von fünf Forschungsprojekten analysiert, die zwischen 2017 und 2023 während der Forschungsphase dieser Dissertation durchgeführt wurden. Im Zuge dieser Betrachtungen werden sieben Aspekte des immersiven Prozesses identifiziert, die drei hierarchischen Phasen der Immersion zugeordnet werden. Es werden Gestaltungsparadigmen herausgearbeitet, die diese Aspekte adressieren, und die Experimente, in deren Rahmen ihre Wirksamkeit evaluiert wurde, werden beschrieben. Das Ergebnis der Arbeit ist die Etablierung eines Entwicklungsleitfadens zur Gestaltung immersiver interaktiver Mixed-Reality-Erfahrungen. Dabei soll immer wieder auf die Metapher der Transzendenz zurückgegriffen werden, im Sinne eines Zurücklassens des Physischen im Überschreiten desselben hin zu einer erweiterten oder höheren Realitätsebene. Dieses Konzept dient als verbindendes Element und roter Faden, indem es die Brücke zwischen dem physischen Selbst des Individuums innerhalb der immanenten Welt und seiner immersiven Erfahrung in der virtuellen Welt schlägt. In den einzelnen Kapiteln wird die Rolle der Transzendenz auf unterschiedliche Weise reflektiert: sei es beim Wahrnehmen neuer Realitäten, beim Eintauchen in diese oder beim Versinken in tiefgehende emotionale Zustände. Die Metapher erlaubt eine bildliche Auseinandersetzung mit den vielschichtigen Aspekten der Immersion und hebt die transformative Kraft hervor, die sich beim Übergang in den virtuellen Raum entfaltet.

Die Kapitel des Hauptteils folgen thematisch den drei identifizierten Phasen und legen den Schwerpunkt jeweils auf einen anderen Aspekt in der Entwicklung immersiver virtueller Erfahrungen. Das erste Kapitel, Wahrnehmen, beschreibt den ersten Kontakt zum Medium. Es umschließt die Aspekte der sensorischen Immersion, die zu Beginn einer immersiven Erfahrung stehen. Wie wird das virtuelle Artefakt wahrgenommen, wie kann der Spieler damit interagieren? Die zweite Phase beschreibt das Eintauchen, die Erkenntnis, sich im Medium zu befinden. Diese Phase umfasst die Aspekte der kognitiven Immersion. In diesem Zusammenhang werden Elemente beleuchtet, die den Spieler einbeziehen und ihm eine aktive Rolle in der virtuellen Umgebung zuweisen. Die letzte Phase umfasst die Aspekte der emotionalen Immersion, das Versinken im immersiven Medium. In der Betrachtung dieser Phase werden die Faktoren emotionale Involvierung und Handlungsmacht des Spielers in der virtuellen Umgebung analysiert. Zunächst soll aber die Methodologie erläutert werden, der der Aufbau dieser Dissertation zugrunde liegt.

## Kapitel 2

# Gesamtmethodologie

Ziel dieser Forschung ist die Identifizierung von Designparadigmen zur Gestaltung von immersiven, interaktiven räumlichen Mixed-Reality-Erfahrungen. Der Entwicklungsprozess folgt dabei einem akademischen Ansatz, bei dem Design- und Produktionsentscheidungen durch medienwissenschaftliche Ansätze geprägt sind. Zur Identifikation der relevanten Designparadigmen werden in drei Kapiteln thematisch zusammenhängende Forschungsprojekte, an denen ich mitwirkte, analysiert (vgl. Abbildung 3). Dabei steht jedes der Kapitel für eine andere Stufe des immersiven Prozesses. Innerhalb der Kapitel werden jene Aspekte identifiziert, die für diese Hierarchieebene der Immersion relevant sind, und ihre Anwendbarkeit im Design- und Entwicklungsprozess wird herausgestellt.

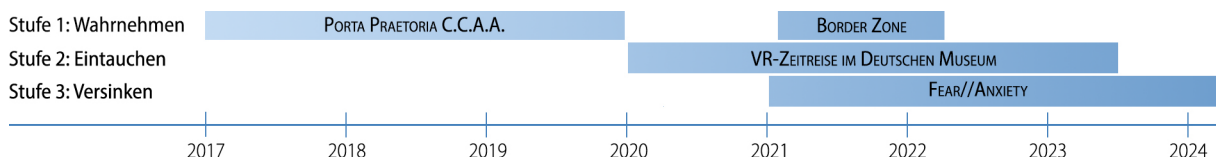


Abbildung 3: Projektzeitleiste dieser Dissertation: Zuordnung der Projekte zu den analysierten Stufen des immersiven Prozesses und zeitliche Einordnung der Projekte

Quelle: Eigene Darstellung

Das erste der drei Hauptkapitel dieser Dissertation beschreibt die Prozessstufe der Wahrnehmung, der *sensorischen Immersion*. In dieser Stufe geht es um die sinnlichen Aspekte der Immersion, darum, wie Nutzer die Erfahrung wahrnehmen und in ihr agieren. Im Zuge dieses Kapitels werden zwei mobile *Augmented-Reality*-Projekte analysiert, die zur historischen Vermittlung eingesetzt werden. Das zweite Kapitel analysiert die Stufe der *kognitiven Immersion*. Es geht um die Selbstwahrnehmung des Spielers innerhalb der Erfahrung. Das umfasst die körperliche und mentale Präsenz, aber auch ein *Flow*-Erlebnis, das sowohl durch narrative als auch ludische Strukturen induziert werden kann. Im Zuge dieses Kapitels wird ein Virtual-Reality-Ausstellungsstück analysiert, das für das Deutsche Museum Nürnberg angefertigt wurde. Das letzte Kapitel behandelt die *emotionale Immersion*. Diese Stufe beschreibt den Schritt zur totalen Immersion, der Loslösung von der physischen Welt. Es entsteht das Gefühl beim Spieler, Akteur – aktiv Handelnder – in der präsentierten Welt zu sein. Eine intensive emotionale Involviertheit in das Spielgeschehen entsteht, die auch nachhaltig Einfluss auf den Spieler haben kann. Als Forschungsobjekt dient hier ein Virtual-Reality-Projekt, das als

Erhebungsmittel zur Persönlichkeitsforschung im Zuge eines psychologischen Forschungsprojektes in Kooperation mit der Universität Bonn entwickelt wurde. Nach den projektbezogenen Analysen der drei Stufen des immersiven Prozesses werden die Ergebnisse zusammengefasst und ein Gestaltungsparadigma für immersive Erfahrungen wird formuliert.

Die Gestaltung immersiver virtueller Räume für Mixed-Reality-Erfahrungen erfordert ein interdisziplinäres Zusammenwirken einer Vielfalt von Disziplinen (angewandte Medienwissenschaften, Game Studies, Game-design, Informatik). Zu ihrer Beforschung soll daher eine Methodologie genutzt werden, die in der Lage ist, Wissen aus dem Designprozess selbst zu generieren. Der Forschungsansatz *Research through Design* bietet ein effektives Mittel, um diese Phänomene zu erforschen und gleichzeitig praktische, realisierbare Lösungsansätze für Designfragen zu erarbeiten. Das Konzept geht zurück auf Christopher Frayling, der drei grundlegende Arten der Designforschung definierte.<sup>33</sup> Die erste ist die *Research for Design*, die Informationsbeschaffung vor und während eines Designprojekts, um gute Designentscheidungen zu treffen. Als Zweites spricht er von *Research into Design*, womit er beispielsweise die Forschung eines Historikers oder Anthropologen über Design, mit Design und Designern als Gegenstand, umschreibt. Bei *Research through Design* (RtD) wird das Design als Mittel zur Forschung verstanden, der Designprozess selbst als Forschungsprozess betrachtet, durch den neues Wissen erzeugt wird.<sup>34</sup> Diese Perspektive eröffnet ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die Forschung. Durch die aktive Entwicklung und Beforschung eines Designprototyps ist es möglich, bereits in den Schritten der Entwicklung des Prototyps Beobachtungen durchzuführen, Muster und Zusammenhänge zu analysieren, Hypothesen aufzustellen und zu testen und schlussendlich neues Wissen zu generieren. Dieser Prozess ist zyklisch und iterativ und ermöglicht kontinuierliches Lernen und fortwährende Anpassung. Dabei werden Theorie und Praxis auf eine Weise miteinander verbunden, die den Entwicklungsprozess selbst als Instrument der Wissensgenerierung einsetzt.<sup>35</sup>

Obwohl *Research through Design* vor allem im Forschungsgebiet der Human Computer Interaction und des *Interaction Design* eingesetzt wird, teilt es mit den *Digital Humanities* das tiefe Interesse an den Potenzialen neuer Technologien. *Research through Design* ist vielseitig einsetzbar, auch wenn der Ansatz eher auf die kulturellen Implikationen von Technologie fokussiert als auf die wissenschaftlichen Interessen, die typischerweise in den *Digital Humanities* vorherrschen. In ihrer spekulativsten Form wird sie verwendet, um herausfordernde Fragen zur Natur des technologischen Fortschritts in breiteren kulturellen oder sozialen Zusammenhängen zu stellen. Dieser spekulative Aspekt, zusammen mit dem auf Artefakten basierenden, praxisorientierten Forschungsschwerpunkt, passt gut zu einigen Strömungen innerhalb der *Digital Humanities*.<sup>36</sup>

<sup>33</sup> Christopher Frayling: „Research in Art and Design“. In: *Royal College of Art Research Papers*, 1 (1993), H. 1. S. 5.

<sup>34</sup> Mehmet A. Baytaş: „The Origin and Purpose of Research through Design“. In: *Design Disciplin*, 2022. <https://www.designdisciplin.com/rtd-origin/>.

<sup>35</sup> Pieter J. Stappers u. Elisa Giaccardi: „Research through Design“. In: *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*, Kapitel 43. USA: The Interaction Design Foundation, 2017. S. 144.

<sup>36</sup> Tom Schofield, Mitchell Whitelaw u. a.: „Research Through Design and Digital Humanities in Practice. What, How and Who in an Archive Research Project“. In: *Digital Scholarship in the Humanities*, 32 (2017), H. 1, 103–120. S. 105.

In RtD work then, there is precedent for experimental design work which has a commitment to uncovering new kinds of knowledge through the production of artefacts and also a healthy development of various identifiable methods which support that production. Our motivation for this article is that we identify a number of recurrent, common concerns between DH and RtD including the relationship between qualitative and quantitative techniques, the place of artefacts in bearing knowledge, and the articulation of aesthetics and culture through digital means.<sup>37</sup>

Im Zuge dieser Dissertation nutze ich den Research-through-Design-Ansatz als übergreifende Methodologie, um mithilfe einer Analyse der Gamedesign- und Entwicklungsprozesse in den Mixed-Reality-Projekten, die ich während meiner Forschungen umsetzte, Designparadigmen zur Gestaltung immersiver interaktiver Erfahrungen zu identifizieren. Dabei wird der immersive Prozess analysiert, um dessen Teilaspekte zu identifizieren und zu hierarchisieren. Obwohl alle Projekte dieser übergeordneten Methodologie folgen, können die spezifischen Methoden zur Evaluierung je nach Projekt variieren. Daher wird für jedes Projekt im Methodologie-Abschnitt des jeweiligen Kapitels detailliert auf die eingesetzten Methoden und die mit dem Projekt einhergehenden Spezifika eingegangen.

Aufgrund des breiten Spektrums an Anwendungsgebieten gibt es bisher keine einheitliche Methodologie des Research-through-Design-Forschungsansatzes. Die einzelnen vorgestellten Forschungsprojekte wurden daher in einem iterativen, zyklischen Prozess bearbeitet, der an die Design-Based-Research-Methodologie (DBR) angelehnt ist. Dieser Forschungsansatz entstammt den Bildungswissenschaften und versucht, innovative Lehransätze im Kontext ihres Einsatzgebietes statt in Laborsituationen zu erproben und zu beforschen. Dabei handelt es sich um einen lösungsorientierten Ansatz, bei dem in iterativen Schleifen entwickelte Ansätze umgesetzt, analysiert und verfeinert werden.<sup>38</sup> Aus den beiden Ansätzen RtD und DBR wurde der folgende Prozess zur Beforschung und Darstellung der bearbeiteten Projekte entwickelt. Die Methodologie nutzt die iterativen Bearbeitungsschleifen des DBR, legt den Fokus, dem RtD-Ansatz folgend, allerdings auf den Designprozess und die daraus gewonnenen Erkenntnisse.

Die im Zuge der Dissertation bearbeiteten Forschungsprojekte werden zunächst vorgestellt und ihre Zielsetzungen formuliert. Dieses Ziel wird auf Teilaspekte heruntergebrochen, mit deren Hilfe iterative Entwicklungsphasen für die im Forschungsprojekt umgesetzte Mixed-Reality-Erfahrung identifiziert werden. Jede dieser Phasen verfolgt ihren eigenen Forschungsfokus und wird anhand eines Designzyklus bearbeitet (vgl. Abbildung 4).

---

<sup>37</sup> Ebd.

<sup>38</sup> Matthew Armstrong, Cade Dopp u. a.: „Design-Based Research“. In: *The Students' Guide to Learning Design and Research*, Hrsg. von Royce Kimmons u. Cecil Caskurlu, 37–42. USA, 2020. S. 39 f.

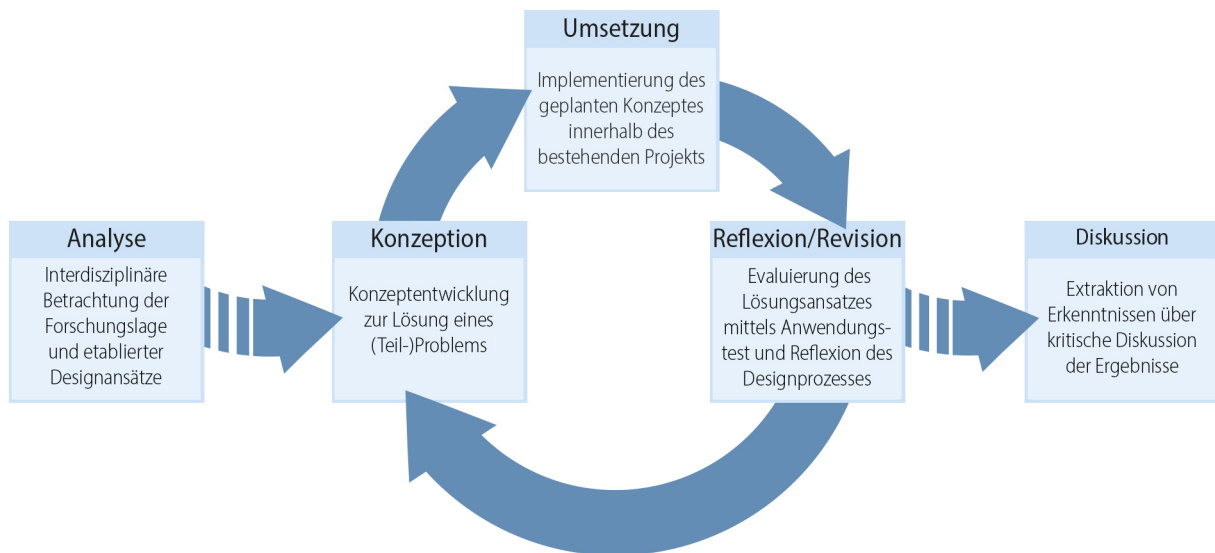


Abbildung 4: Methodologischer Ansatz Designzyklus, angelehnt an Design-Based Research

Quelle: Eigene Darstellung

Jeder dieser Zyklen startet mit einer zentralen Forschungsfrage, die die Richtung und den Fokus der Entwicklungsphase festlegt. Um diese Frage zu adressieren und die damit verbundenen Probleme zu lösen, durchläuft der Designprozess die drei Hauptphasen des Zyklus:

1. **Konzeptionsphase:** In dieser Phase wird ein Designkonzept erstellt, um die Problemstellungen zu adressieren, die entweder direkt aus der Forschungsfrage oder aus der Reflexion früherer Iterationen stammen.
2. **Umsetzungsphase:** Hier wird das entwickelte Konzept umgesetzt. Während der Implementierung entstehende Herausforderungen sowie die Resultate der Umsetzung werden ausführlich beschrieben.
3. **Reflexionsphase:** Das implementierte Konzept wird kritisch betrachtet und mit Spieltests evaluiert. Hier werden die Fortschritte analysiert und Überlegungen für mögliche Verbesserungen oder Anpassungen angestellt.

Vor der Konzeptionsphase gibt es einen Analyseschritt. In diesem werden unter einem interdisziplinären Blickwinkel relevante medienwissenschaftliche Theorien, aktuelle Forschungsergebnisse sowie bewährte Ansätze aus vergleichbaren Projekten analysiert. Ziel ist es, gewonnene Erkenntnisse in die anschließende Konzeption einfließen zu lassen. Nach der Reflexion des Projekts werden innerhalb einer Diskussionsphase die gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse kontextualisiert und interpretiert. In der Regel findet dieser Schritt am Ende jeder einzelnen Entwicklungsphase statt.<sup>39</sup>

<sup>39</sup> Teilweise wurden Zwischenstände, Playtests und Experimente der verschiedenen Projekt-Entwicklungsphasen durch Videoaufnahmen dokumentiert. Auf die jeweils relevanten Videos wird im Text verwiesen, eine Zusammenstellung findet sich hier: Jonas Zimmer: *Transzendenz gestalten | Playlist*. In: YouTube, 2023. URL: <https://youtube.com/playlist?list=PLYCV-T9GOWncR0ih2XCo26nRO34Xpgstf> (17.08.2023).

## Kapitel 3

# Wahrnehmen: sensorische Immersion

*Mit einem Schritt durch das Tor der Zeit findet man sich mitten im lebendigen Herzen des antiken Rom wieder. Rundum erheben sich majestätische Säulen und Marmorböden, Zeugnisse von architektonischer Meisterschaft und erhabener Schönheit. Die Luft ist durchzogen vom verlockenden Duft frisch gebackenen Brotes, der aus den Bäckereien entlang der engen Gassen strömt. Er vermengt sich mit der trockenen Wärme der mediterranen Sonne, die ein angenehmes Prickeln auf der Haut hinterlässt. Das Ohr wird von der lebhaften Geräuschkulisse der Stadt gefangen genommen: dem aufgeregten Feilschen der Markthändler, dem Gemurmel der sich unterhaltenden römischen Bürger und dem konstanten Klappern der Pferdehufe auf dem Kopfsteinpflaster. Jede Wahrnehmung hinterlässt einen tiefen Eindruck und zeichnet ein lebendiges Bild vom pulsierenden Leben im Herzen des antiken Rom.*

Die Auseinandersetzung mit den eigenen Ursprüngen und der Versuch, sich seine Vergangenheit vorzustellen, sind zentrale Elemente des Menschseins. Die Historiografie hat uns im Laufe der Zeit viele Werkzeuge zur Verfügung gestellt, um uns mit unserer Vergangenheit zu verbinden. Sie hat uns Fakten, Daten und erzählerische Darstellungen geliefert, die uns helfen, unsere Geschichte zu kontextualisieren. Jedoch können diese traditionellen Mittel nur bedingt die immersive, lebendige Erfahrung vermitteln, die eine Mixed-Reality-Applikation bietet.

Das Eintauchen eines Nutzers in eine immersive Umgebung über die Anregung seiner Sinne bezeichnet man als *sensorische Immersion*. Ein Zustand, in dem unser Gehirn überzeugt ist, dass die künstlich erzeugten Sinnesreizungen, die von der virtuellen Umgebung ausgehen, real sind. Die Erfahrung, die unser Körper macht, ist so umfassend, so vollständig, dass sie unsere Sinne in einer Weise anspricht, wie es bisher nur die physische Welt konnte. Artificielle Sinnesreizungen ermöglichen einen multisensorischen Zugang, der den Nutzer in diese künstlich erzeugte Realität eintauchen lässt. Es geht darum, ein immersives Erlebnis zu schaffen, das so umfassend und überzeugend ist, dass der Nutzer die künstliche Umgebung als real wahrnimmt. Die

Gestaltung einer solchen immersiven Erfahrung ist eine interdisziplinäre Aufgabe, die sowohl technisches Fachwissen als auch ein Verständnis für menschliche Wahrnehmung und künstlerische Gestaltung erfordert. Technologien und Methoden müssen kombiniert werden, um Erlebnisse zu schaffen, die ästhetisch ansprechend sind und deren Inhalte gleichzeitig wissenschaftlich fundiert sind. Die sensorische Immersion repräsentiert somit eine Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Kunst, zwischen Technologie und Kreativität. Richtig angewendet repräsentiert sie ein Werkzeug, um unser Verständnis und unsere Wahrnehmung auf eine Weise zu erweitern, die bisher nur in den Bereich der Fantasie gehörte.

Im folgenden Kapitel möchte ich das Wahrnehmen, das die virtuelle Erfahrung einleitet und fundamentaler Bestandteil dieser ist, und das Eintreten in das immersive Erlebnis betrachten. Ich möchte analysieren, wie dieser erste Zugang zur immersiven Erfahrung gestaltet werden sollte, damit die Nutzer das Virtuelle wahrnehmen und sich teilweise in der präsentierten Umgebung verorten. Dabei geht es vor allem um den Erstkontakt, das Erfahren des virtuellen Objektes. Ich bezeichne diese erste Stufe des immersiven Prozesses als die *Wahrnehmungsstufe*, da mit dieser vor allem Fragestellungen zur Anerkennung von und Empfindung des Virtuellen verknüpft sind: Wie nehmen Spieler das virtuelle Objekt wahr? Wie wird es in der Welt verortet? Und wie können wir dem Spieler einen selbstbestimmten Zugang zur Erfahrung ermöglichen? Diese Fragen sind von zentraler Bedeutung für das Verständnis und die Verbesserung des immersiven Potenzials von Mixed-Reality-Erfahrungen. Sie leiten die Untersuchungen des vorliegenden Kapitels und bilden das Fundament für die nachfolgenden Kapitel.

Ziel ist hier, den initialen Übergang in die virtuelle Welt vollumfänglich zu verstehen, um relevante Entwicklungs- und Designmethoden zu identifizieren, die einen immersiven Zugang zur Mixed-Reality-Erfahrung bieten. In Verbindung mit der Erforschung und Darstellung von historischen Kontexten kann die sensorische Immersion eine tiefe, vielschichtige Verbindung zur Vergangenheit ermöglichen. Sie bietet eine neue Dimension des historischen Erlebens, die über das bloße Faktenwissen hinausgeht. Sie ermöglicht es, Geschichte zu „erleben“, indem sie die Sinne anspricht und die Grenzen zwischen Vergangenheit und Gegenwart verschwimmen lässt.

### 3.1 Methodologie

Das dritte Kapitel der vorliegenden Arbeit betrachtet die erste Stufe des immersiven Prozesses, den Wahrnehmungsprozess. In dieser Stufe geht es um den Zugang zum immersiven Raum über die sinnlichen Aspekte der Erfahrung, wie visuelle, auditive und haptische Reize, die zusammen die Wahrnehmung des virtuellen Objektes konstituieren. Darüber hinaus umfasst diese Prozessstufe auch die Wahrnehmung des *Regelraums* der Mixed-Reality-Erfahrung, eines umgebenden Bereichs mit definierten Methoden zur Interaktion und Partizipation. Die Analyse dieser Prozessstufe findet anhand einer eingehenden Untersuchung des Entwicklungsprozesses zweier Projekte, die sich mit der Vermittlung und Darstellung historischer Wissensinhalte befassen, statt.

Zunächst werden die Forschungsprojekte *HisToGo* und *EPPSA*, in deren Rahmen das Augmented-Reality-Spiel *PORTA PRAETORIA C.C.A.A.* entwickelt wurde, vorgestellt (vgl. Abbildung 5). Diese AR-Anwendung wurde mit dem Ziel entworfen, einen spielerischen Zugang zur römischen Historie der Stadt Köln zu bieten. Im Zuge der Arbeit an diesem Spielprojekt wurden die verschiedenen Formen der Wahrnehmung im Zusammenhang mit immersiven virtuellen Erfahrungen betrachtet. Anhand des Beispiels *POKÉMON GO* wurde das Zusammenwirken dieser Wahrnehmungsformen analysiert und Produktionsmaßnahmen für *PORTA PRAETORIA* wurden identifiziert. Die Entwicklung des Spiels vollzog sich in drei iterativen Entwicklungsphasen, die jeweiligen Zwischenschritte wurden in Spieltests evaluiert (vgl. Abbildung 5).

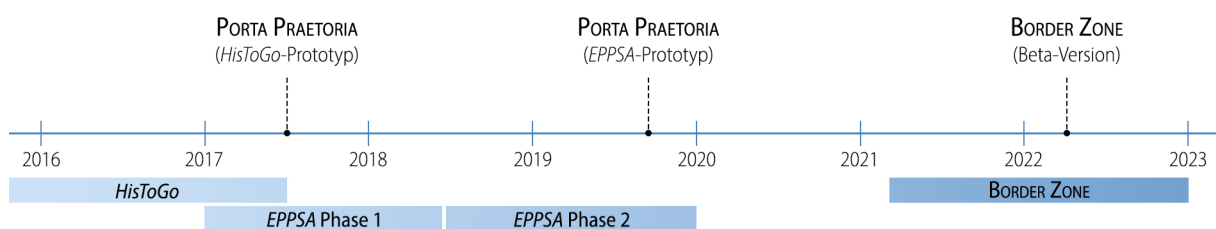


Abbildung 5: Zeitlinie der Projekte dieses Kapitels: Im Zuge der beiden Forschungsprojekte *HisToGo* und *EPPSA* (unten) wurde zwischen Januar 2017 und Dezember 2020 der Spielprototyp *PORTA PRAETORIA C.C.A.A.* entwickelt und evaluiert (oben). Zwischen Februar 2021 und Dezember 2022 wurde im Forschungsprojekt *Border Zone* der gleichnamige Prototyp entwickelt.

Quelle: Eigene Darstellung

Die Hauptmethode zur Datenerfassung während dieser Feldtests war eine ethnografische Beobachtung der Spieler. Diese Beobachtungen wurden teilweise durch Erhebungen mittels Fragebogen und Interviews ergänzt, um qualitative Daten über die Spiel-Erfahrung zu sammeln. Dabei wurden insbesondere die Mixed-Reality-Elemente fokussiert, um ihre Rolle bei der Vertiefung der Immersion zu verstehen. Die Reflexion und Revision umfasste zudem die Analyse der Art und Weise, wie diese Elemente den Spielern die Wahrnehmung der virtuellen Welt ermöglichen, sowie die Erörterung der Herausforderungen und Grenzen des Einsatzes dieser Technologien. Die Betrachtung der Projektentwicklung schließt mit einer abschließenden Evaluation sowie einer Zusammenfassung der Erkenntnisse aus der Produktion und den Spieltests.

Die Analysen im Zusammenhang mit diesem Projekt führen zu einer theoretischen Betrachtung von Huizingas Konzept des *Magic Circles*, der Grenze, die Spielraum und Realraum voneinander trennt, sowie

dessen Bedeutung für Mixed-Reality-Spiele. Im Zuge dieser Betrachtung wird auch das Konzept des *Dispositivs* erläutert, um mithilfe einer Dispositivanalyse von PORTA PRAETORIA C.C.A.A. die Ergebnisse der Spieltests zu interpretieren und Verbesserungspotenzial zu identifizieren. Im Anschluss wird das Forschungsprojekt BORDER ZONE vorgestellt, das als designtechnischer Nachfolger PORTA PRAETORIAS versuchte, viele der identifizierten Probleme zu beheben (vgl. Abbildung 5). Die Ergebnisse der Spieltests des Projektes werden erörtert und analysiert. Eine vergleichende Analyse zwischen den beiden Spielen wird durchgeführt, um zu verstehen, wie Änderungen im Design und in der Implementierung von einem Spiel zum anderen die Spielerfahrung beeinflusst haben. Dies beinhaltet die Untersuchung der Auswirkungen von AR-Inhalten, von Limitationen der zugrunde liegenden Technologie sowie von Faktoren wie der Komplexität der Spielmechaniken, der Qualität der Grafik und der Verwendung von narrativen Elementen.

Die Ergebnisse des Kapitels verdeutlichen den Bedarf an gut gestalteten Zugangsmethoden zu Mixed-Reality-Applikationen, um einen niedrigschwelligen Einstieg zu ermöglichen und eine gute Grundlage für eine tiefe Immersion zu schaffen. Sie zeigen außerdem die Schwächen von Augmented-Reality-Applikationen, die auf mobilen Geräten wie Smartphone oder Tablet abgespielt werden, beim Aufbau tiefer Immersion auf.

### 3.2 Echos der Vergangenheit – Porta Praetoria C.C.A.A.

Am 8. Juli im Jahre 50 wurden der am Rhein gelegenen römischen Ubiersiedlung *Oppidum Ubiorum* die Stadtrechte verliehen, um den Geburtsort von Agrippina der Jüngeren, der Mutter des römischen Kaisers Nero, zu ehren. Die Siedlung wurde zu einer römischen Kolonie erhoben und erhielt den Namen *Colonia Claudia Ara Agrippinensium* (C.C.A.A.), es ist das heutige Köln. Obwohl die Stadt als eine der wenigen römischen Kolonien seit fast zweitausend Jahren denselben Siedlungsplatz einnimmt, blieb von der antiken Architektur der Römer fast nichts übrig. Die römischen Baudenkmäler wurden immer wieder für einen Neubeginn benutzt, umgestaltet oder beseitigt.<sup>40</sup> Vereinzelt römische Gebäudestrukturen lassen sich zwar heute noch besichtigen, doch ihre weitläufige Verteilung und die Kleinteiligkeit des Bestands lassen kaum ein Verständnis für die Ausmaße der damaligen Siedlung zu.

Gemeinsam mit dem Römisch-Germanischen Museum Köln entstand daher die Idee, mithilfe einer spielerischen Anwendung namens PORTA PRAETORIA C.C.A.A. die römischen Ursprünge der Stadt Köln interaktiv erfahrbar zu machen.<sup>41</sup> In einem gemeinsamen Forschungsprojekt widmeten wir uns der Aufgabe, das nicht Sichtbare in das Bewusstsein der Spieler zu holen. Die Idee war, durch eine ansprechende Kontextualisierung der wenigen verbleibenden Artefakte eine Verbesserung des Verständnisses für den historischen Ursprung zu schaffen, insbesondere zu Bildungszwecken. Darüber hinaus sollte mit interaktiven, spielerischen Elementen die Motivation zur Auseinandersetzung mit der Historie gesteigert werden. Um dies zu erreichen, sollte der römische Ursprung Kölns in einer immersiven Umgebung präsentiert werden. Den Spielern sollte es möglich gemacht werden, gewissermaßen die Dimension der Zeit aufzubrechen und die Repräsentation ihrer Umgebung im ersten Jahrhundert unserer Zeit zu erfahren. Der erste Teil der vorliegenden Arbeit beschäftigt sich im Anschluss daran mit der Frage, wie den Spielern diese Repräsentation immersiv erfahrbar dargestellt werden kann. Wie können virtuelle Artefakte und Umgebungen in einer Art und Weise gestaltet werden, sodass sie natürlich und intuitiv wahrgenommen werden und so dazu einladen, sich auf die immersive Erfahrung einzulassen?

Der Einsatz immersiver Medien zu Bildungszwecken ist Teil des Forschungsgebietes der *Blended Learning Environments*. Vertreter des Forschungsgebietes erforschen den kombinierten Einsatz von digitalen und analogen Lehrmethoden in bildungstechnischen Umfeldern. Ziel ist, eine lernfördernde Umgebung zu schaffen, um den Lehrerfolg zu maximieren. Solche Lernumgebungen können als ein Konzept mit zwei miteinander verflochtenen Ebenen verstanden werden: einer strukturellen und einer pädagogischen Ebene.<sup>42</sup> Die

<sup>40</sup> Hansgerd Hellenkemper: „Architektur als Beitrag zur Geschichte der Colonia Claudia Ara Agrippinensium“. In: *Politische Geschichte (Provinzen und Randvölker: Gallien [Forts.], Germanien)*, Hrsg. von Hildegard Temporini, 783–824. Berlin: De Gruyter, 1975. S. 783 f.

<sup>41</sup> Porta Praetoria C.C.A.A., Cologne Game Lab. Cologne Game Lab, 2019 (iOS/Android (unveröffentlicht)).

<sup>42</sup> Charles R. Graham: „Exploring Definitions, Models, Frameworks, and Theory for Blended Learning Research“. In: *Blended Learning: Research Perspectives*, Hrsg. von Anthony G. Picciano, Charles D. Dziuban u. a., Bd. 3, 10–30. New York: Routledge, 2021. S. 11.

strukturelle Ebene umfasst die Modalitäten des Lehrkonzeptes und definiert den Zugang zur Lehrerfahrung. So kann in einem klassischen Lehrszenario ein Kurs beispielsweise zwischen Online- und Präsenzaktivitäten wechseln. Die pädagogische Ebene wiederum definiert durch die gewählten Lehrmethoden das Lernverhalten und den Wissenszugang. Die Lehrmethoden umfassen unter anderem angewandtes Lernen, Frontalvorträge, Interaktionen in der Gemeinschaft sowie Interaktionen mit Online-Inhalten.<sup>43</sup>

In Mixed-Reality-Anwendungen beschreibt die strukturelle Ebene den Wechsel zwischen realer und virtueller Umgebung, aber auch den Spielmodus – ob *Singleplayer-Modus*, in dem der Spieler mit der Spiel-KI interagiert, oder *Multiplayer-Modus*, bei dem die Spieler miteinander interagieren. Die pädagogische Ebene umfasst immersive, interaktive Lektionen in dieser MR-Umgebung, mit Elementen des Erfahrungslernens und der Gamifizierung. So könnten beispielsweise in diesem Zusammenhang verschiedene Spielmechaniken und erzählerische Elemente integriert werden, die auf die Förderung angewandter Problemlösungsfähigkeiten, strategischen Denkens sowie der Teamarbeit abzielen.<sup>44</sup> Das Ziel ist es, den Einsatz der pädagogischen Methoden mithilfe motivierender und einnehmender spielerischer Systeme aus dem Fokus der Lernenden zu rücken. Durch die Gestaltung von immersiven Lern- und Lehrräumen, sowohl in analoger als auch digitaler Form, wird der Lehrinhalt kontextualisiert und Störquellen werden ausgeblendet, wodurch die volle Aufmerksamkeit auf dem Subjekt der Wissensvermittlung liegt.

ASSASSIN'S CREED ORIGINS, der zehnte Teil der gleichnamigen Spielserie, inkludiert beispielsweise die *Discovery Tour*.<sup>45</sup> Hierbei handelt es sich um einen Spielmodus, der dem Spieler die Möglichkeit der konfliktfreien Erkundung der Spielwelt ermöglicht. *Open-World-Spiele* wie dieses basieren auf einer simulierten Welt, einer hyperrealistischen Nachbildung autark ablaufender Umweltprozesse. Diese Grundlage wird dann mit Spielmechaniken ergänzt, um die Action-Adventure-Herausforderungen zu bieten, nach denen die Spieler suchen. In der *Discovery Tour* wurden diese Spielmechaniken entfernt, die Weltsimulation wurde um eine Informationsebene sowie eine vollständig eingesprochene Erzählung erweitert, um das Spiel in ein virtuelles, interaktives Museum inklusive Audioguide zu verwandeln. Der Modus implementiert einen *Blended Learning Space* direkt im Spiel, instrumentalisiert das immersive Potenzial der Open World und bestückt diese – von Experten kuratiert – mit Informationen über die historischen Schauplätze sowie das gesellschaftliche und kulturelle Leben der Zeit.<sup>46</sup>

---

<sup>43</sup> Ebd. S. 12.

<sup>44</sup> Sonny E. Kirkley u. Jamie R. Kirkley: „Creating Next Generation Blended Learning Environments using Mixed Reality, Video Games and Simulations“. In: *TechTrends*, 49 (2005), H. 3, 42–53. S. 47 f.

<sup>45</sup> Assassin's Creed Origins, Ubisoft Montreal. Ubisoft, 2017 (Xbox One/PS4/PC).

<sup>46</sup> Perrine Poiron: „Assassin's Creed Origins Discovery Tour. A Behind the Scenes Experience“. In: *Near Eastern Archaeology*, 84 (2021), H. 1, 79–85. S. 81.

### 3.3 Wahrnehmung: Forschungsprojekt HisToGo

Statt in der simulierten Nachbildung einer Umgebung lässt sich mit ortsbasierten Mixed-Reality-Spielen ein *Blended Learning Environment* direkt am physischen Ort erstellen. Vor diesem Hintergrund entwickelte sich das Projekt *HisToGo*, das von 2015 bis 2017 am Cologne Game Lab der TH Köln bearbeitet wurde.<sup>47</sup> Innerhalb dieses von der Rheinenergie-Stiftung geförderten Projektes wurde in Kooperation mit dem Historischen Institut der Universität zu Köln und dem Römisch-Germanischen Museum Köln ein Spielkonzept zur Vermittlung historischer Inhalte des römischen Köln an Kinder und Jugendliche entwickelt. Das Konzept sah den Einsatz mobiler Hardware zur visuellen Überblendung der physischen Umgebung mit einer Nachbildung der römischen Siedlung C.C.A.A. vor, die dann von einem Team aus drei Teilnehmern spielerisch erkundet wird. Das Spiel- und Vermittlungskonzept konnte in einem papierbasierten Prototyp erfolgreich getestet werden (vgl. Abbildung 6).



Abbildung 6: Brettspielprototyp zu PORTA PRAETORIA C.C.A.A. zur Evaluation des im *HisToGo*-Projekt erarbeiteten Spielkonzepts (2016)

Quelle: Katharina Tillmanns, Cologne Game Lab

Im Januar 2017 schloss ich mich als technischer Leiter und hauptverantwortlicher Entwickler dem *HisToGo*-Forschungsteam an. Meine Aufgabe bestand in der Entwicklung eines Augmented-Reality-Prototyps, der in einer Machbarkeitsstudie das im Brettspiel erarbeitete Gamedesign als *Vertical Slice*<sup>48</sup> implementiert, um eine anschließende Evaluation zu erlauben. Bei diesem AR-Prototyp handelt es sich um das Spiel PORTA PRAETORIA C.C.A.A.

<sup>47</sup> Weitere Projektdaten in der detaillierten Projektbeschreibung im Anhang A – Projektbeschreibung Porta Praetoria.

<sup>48</sup> Ein *Vertical Slice* ist ein funktionsfähiger Prototyp, der eine eingeschränkte Version eines geplanten Endprodukts darstellt. Er zeigt alle Produktaspekte, wie Benutzeroberfläche und Datenverarbeitung, jedoch nur für einen kleinen Teil des geplanten Endprodukts. Zum Beispiel könnte ein *Vertical Slice* eines Videospiele ein einzelnes Level mit sämtlichen geplanten Funktionen (Grafik, Sound, Gameplay usw.) umfassen, aber nicht die Gesamtheit des Spiels. Sein Zweck besteht darin, das Konzept zu demonstrieren, Feedback zu sammeln und das Team auf das Projekt vorzubereiten. Es ermöglicht Entwicklern, die technische Machbarkeit zu testen und gibt Finanzmitteln und Kunden eine greifbare Vorstellung vom Endprodukt.

Der Titel des Spiels leitet sich vom lateinischen Namen des nördlichsten Stadttors einer römischen Kolonie ab, die Überreste des Kölner Nordtors sind noch heute auf dem Vorplatz des Kölner Doms zu finden. Durch dieses Tor betraten Reisende vor knapp zweitausend Jahren die Colonia Claudia Ara Agrippinensium, im Rahmen des Augmented-Reality-Spiels soll es auch heute als Portal in das römische Köln dienen (vgl. Abbildung 7). Die Zielgruppe des Spiels umfasst Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I und II, die aus bildungstechnischen Gründen in Köln



Abbildung 7: Übergang zur Augmented-Reality-Umgebung in PORTA PRAETORIA C.C.A.A. an den Überresten des Nordtors des römischen Köln (Concept Art)

Quelle: Katharina Tillmanns, Cologne Game Lab

unterwegs sind, etwa im Zuge des Geschichts- oder Lateinunterrichts. Das Spiel soll den Besuchergruppen des Römisch-Germanischen Museums eine Alternative zur klassischen pädagogischen Schnitzeljagd bieten.

Zum Start der *HisToGo*-Umsetzungsphase existierte neben einem Gamedesign-Dokument und dem Brettspielprototyp eine historisch korrekte 3D-Repräsentation der Siedlung. Diese Repräsentation ist Ergebnis des Forschungsprojektes *Colonia 3D*, in dem ein interdisziplinäres Team aus Archäologen, Bauforschern, Designern und Informatikern das römische Köln des 2. Jahrhunderts rekonstruierte.<sup>49</sup> Das Projekt war eine Kollaboration der Köln International School of Design der TH Köln, dem Institut für Archäologie der Universität zu Köln sowie dem Hasso-Plattner-Institut.<sup>50</sup> Auf der Grundlage dieses historischen Modells der Stadt und des fertigen Gamedesign-Dokuments fertigten wir während der Umsetzungsphase von *HisToGo*, vom Januar bis Juli 2017, einen *Vertical Slice* an, um ein Gefühl für das finale Produkt zu bekommen. Im Anschluss testeten wir den entstandenen Prototyp im Zuge eines Feldtests.

Während der Entwicklung des Prototyps fokussierten wir im Sinne eines Blended Learning Environments zwei Aspekte: einerseits die pädagogische Ebene in Form der Visualisierung der Lerninhalte, andererseits die strukturelle Ebene in Form der rahmenden Hintergrundgeschichte sowie der Spielmission als Motivator zur Auseinandersetzung mit den Lerninhalten. Daraus ergaben sich zwei leitende Forschungsfragen für diese Phase des Projektes:

*Wie kann das historische Modell der Stadt visuell präsentiert, kontextualisiert und didaktisch erfahrbar gemacht werden?*

*Wie können die narrative Rahmung und der Einsatz von Spiel-Elementen das wissensvermittelnde Potenzial des immersiven Lernraums unterstützen und befördern?*

<sup>49</sup> Universität zu Köln: *HisToGo – Eine Lernspiel-App zum römischen Köln*. 2016, URL: <https://histsem2.phil-fak.uni-koeln.de/personal/weitere-hochschullehrerinnen/wissenschaftliche-mitarbeiterinnen-akad-raetinnen/kleu-dr-michael/histogo-eine-lern-app-zum-roemischen-koeln> (20.05.2023). S. 4.

<sup>50</sup> Michael Eichhorn: „Colonia 3D. Visualisierung des Römischen Köln. Abschlussbericht“. In: *issuu*, 2010. [https://issuu.com/colonia3d/docs/abschlussbericht\\_2010](https://issuu.com/colonia3d/docs/abschlussbericht_2010) (20.05.2023).

Zur Beantwortung dieser Fragen recherchierten wir in einem ersten Schritt zunächst, wie die Wahrnehmung virtueller Objekte im Allgemeinen sowie ganz konkret innerhalb eines Augmented-Reality-Spiels funktioniert. Dazu analysierten wir die Spielmechaniken und Darstellungsformen des populären Mobile-Games POKÉMON GO.<sup>51</sup>

### 3.3.1 Analyse

Mixed-Reality-Technologien bespielen primär den visuellen Reiz. Die visuelle Gestaltung eines digitalen Artefakts ist daher ein essenzielles Element des Zugangs zum virtuellen Raum. Doch wie soll die historische Repräsentation am besten dargestellt werden, damit Nutzer diese vollumfänglich wahrnehmen können und sie für sie verständlich wird?

Zu Beginn einer immersiven Erfahrung steht immer die Wahrnehmung. Nutzer müssen das Virtuelle erkennen, um damit interagieren zu können. Dieses erste Erkennen des Virtuellen stellt den Einstieg in die Erfahrung dar. Diese immersive Wahrnehmung ist dabei umfassender als das reine Betrachten: Sie bedeutet ein Verständnis für die virtuellen Objekte und die Umgebungen, selbst wenn diese den Sichtbereich verlassen. Die immersive Wahrnehmung umfasst nicht nur das erste Anerkennen des Virtuellen, sie begleitet die Nutzer über die gesamte Dauer der Erfahrung. Der Begriff ist vielschichtig, umschreibt ein Konglomerat von Sinnesindrücken. Daher soll zunächst eine generelle Unterteilung der verschiedenen Wahrnehmungsarten vorgenommen werden und diese sollen auf ihre Wirkung in Mixed-Reality-Erfahrungen untersucht werden.

## Wahrnehmung

Wahrnehmung ist eines der grundlegenden physiologischen Systeme. Die menschlichen Sinne sind darauf sensibilisiert, Veränderungen in verschiedenen Dimensionen (Wärme, Licht, Schall usw.) zu erkennen und mit einer Empfindung darauf zu reagieren. Diese Reizempfindungen stellen sinnesspezifische Rohdaten dar, die im Gehirn weiterverarbeitet, organisiert und mit Bedeutung versehen werden. Diesen Verarbeitungsprozess der einfließenden Rohdaten bezeichnet man als *Wahrnehmung*. Die Psychologie unterteilt den Wahrnehmungsvorgang in drei Prozesse: die Datenverarbeitung, die Erzeugung einer mentalen Repräsentation und die Interpretation.<sup>52</sup> Die Datenaufnahme und -verarbeitung geschieht dabei ständig und unterbewusst. Dies stellt die sensorische Ebene der Wahrnehmung dar. Auf den beiden tieferen Ebenen geschieht die kognitive Interpretation dieser Daten.<sup>53</sup>

<sup>51</sup> Pokémon GO, Niantic. Nintendo, 2016 (Android/iOS).

<sup>52</sup> Peter Michael Bak: *Wahrnehmung, Gedächtnis, Sprache, Denken*, Berlin: Springer, 2020. S. 5.

<sup>53</sup> Michael Haverkamp: *Synesthetic Design. Handbook for a Multi-Sensory Approach.*, Berlin, Boston: Birkhäuser, 2013. S. 52 f.

The essential duty of the higher centers of cognitive processing is the translation of a considerably reduced volume of data into a depiction of the external world, and this depiction must appear within the consciousness as a complete, consistent representation without contradiction.<sup>54</sup>

Zur Gestaltung von Mixed-Reality-Erfahrungen bedarf es einer klaren Analyse der induzierten Wahrnehmungsreize, um diese zur Steigerung der Immersion selektiv zu stärken oder – um immersive Brüche zu meiden – zu hemmen.

Die primäre Art der Wahrnehmung ist die *visuelle Wahrnehmung*. Die Verarbeitung der visuellen Reize dient einerseits der räumlichen Erfassung der Umgebung, dem Verständnis für den Raum und die Distanzen sowie der Lokalisierung von Objekten im Raum. Andererseits erlaubt sie die Identifikation sowie die Analyse von Art und Beschaffenheit dieser Objekte. Die räumliche Wahrnehmung ist essenziell zur Verortung der eigenen Person sowie der Interaktionsmöglichkeiten im virtuellen Raum. Sie umfasst sowohl das Erkennen und Identifizieren der virtuellen Objekte und Umgebungen als auch das Verständnis für eine Erreichbarkeit dieser Objekte und für die Möglichkeit, sich zu ihnen hinzubewegen.<sup>55</sup> In einem Mixed-Reality-Szenario inkludiert dies auch die Positionierung des virtuellen Objektes, das nur durch das jeweilige Darstellungsgerät sichtbar ist, im realen Raum. Dem virtuellen Objekt werden vom Wahrnehmenden inhärente Eigenschaften reeller Objekte zugeschrieben, beispielsweise dass es ohne äußere Einflüsse seine Position nicht verändern, sondern an seiner Position im realen Raum verankert bleiben wird.<sup>56</sup> Die visuelle Wahrnehmung beinhaltet also auch ein Verständnis für das nicht Sichtbare, für die Eigenschaften der Artefakte aus der Überlagerung der Welten.<sup>57</sup> Das Wahrnehmen des umgebenden Raums und der eigenen Körperlichkeit innerhalb dieses Raumes ist darüber hinaus der primäre Treiber des Präsenzgefühls, also des Verständnisses, Bestandteil der virtuellen Umgebung zu sein.

Die *auditive Wahrnehmung* dient meist als Unterstützung des visuellen Reizes bei der Lokalisierung von Objekten im umgebenden Raum. Doch selbst eigenständig ist das auditive System zu präzisen Ortungsleistungen in der Lage, wie sich beispielsweise bei sehbeeinträchtigten Menschen zeigt, für die das Hören die fehlenden Seheindrücke kompensieren kann. Zur Ortung der Schallquelle werden die Zeit- sowie Intensitätsunterschiede der Wahrnehmung beider Ohren einbezogen. Ein Abgleich der empfundenen Lautstärke mit vertrauten Geräuschen ermöglicht eine Einschätzung, wie weit die Geräuschquelle entfernt ist.<sup>58</sup> Bei der Entwicklung virtueller Szenarien liegt ein besonderer Schwerpunkt auf der Nachbildung einer authentischen auditiven Umgebung, um die Navigation in der dargestellten Welt zu verbessern und eine unterschwellige

<sup>54</sup> Ebd. S. 61.

<sup>55</sup> Bak: *Wahrnehmung, Gedächtnis, Sprache, Denken*. 2020, S. 32 ff.

<sup>56</sup> Stefan Rieger: „Virtual Humanities“. In: *Handbuch Virtualität*, Hrsg. von Dawid Kasproicz u. Stefan Rieger, 473–498. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2020. S. 485.

<sup>57</sup> David J. Chalmers: „The Virtual and the Real“. In: *Disputatio*, 9 (2017), H. 46, 309–352. S. 344 f.

<sup>58</sup> Bak: *Wahrnehmung, Gedächtnis, Sprache, Denken*. 2020, S. 48 f.

Atmosphäre zu schaffen, die der Immersion zuträglich ist.<sup>59</sup> Aufgrund der mutualen Natur der beiden Wahrnehmungsformen werden diese zumeist im Begriff der *audio-visuellen Wahrnehmung* zusammengefasst.

Freyermuth differenziert vier Kategorien von Audiovisualität nach ihrer immersiven Wirksamkeit, die er als *primäre bis quartäre Audiovisualität* bezeichnet. *Primäre Audiovisualität* bezieht sich auf die Immersion in Reales, auf die Erfahrung, sich durch die Teilnahme an einem gegenwärtigen Ereignis darin zu verlieren. *Sekundäre Audiovisualität* beschreibt die Immersion in Realistisches, ein in Eigenzeit voranschreitendes Sich-Verlieren in einem Artefakt, beispielsweise während der Betrachtung von Kunstwerken oder Dramen. Mit der *tertiären Audiovisualität* beschreibt Freyermuth die Immersion in Fotorealistisches, wie das Eintauchen in die Fremdzeit eines Films oder einer Fernsehserie. *Quartäre Audiovisualität* schließlich ermöglicht eine Immersion in das Hyperrealistische, das Sich-Verlieren in den Prozessen virtueller Welten, wie in digitalen Spielen oder anderen nonlinearen Audiovisionen. Freyermuth argumentiert, dass die quartäre Audiovisualität durch Virtualisierung der Qualitäten der primären, sekundären und tertiären Audiovisualität das Potenzial hat, eine noch tiefere Immersion in virtuelle Welten zu ermöglichen, als es ältere audiovisuelle Medien erlauben. Durch die Nutzung von digitalen Medien werden Nutzer dazu befähigt, in Zeiten und an Orte zu reisen, in denen sie nicht leben, und sich wie Wesen zu verhalten, die sie gerne wären.<sup>60</sup>

Die Kategorie der *sensorischen Wahrnehmung* umfasst alle Sinneswahrnehmungen, die nicht den audiovisuellen zuzuordnen sind. Das inkludiert sowohl reale Sinnesreizungen als auch virtuell vorgetäuschte Sinneseindrücke. Letzteres beschreibt beispielsweise die Simulation der Taktilität eines virtuellen mechanischen Buttons, die in einer Mixed-Reality-Anwendung durch geschickte Kombinationen von auditivem Klickfeedback und einer kurzen Controllervibration simuliert wird.<sup>61</sup> In der Gestaltung einer sogenannten *Multisensory Extended Reality* wird eine breite Menge reizinduzierender Geräte, wie Druckluftsensoren für die Finger oder olfaktorische Distributoren, kombiniert, um eine ganzheitliche Immersion zu fördern (vgl. Abbildung 8).<sup>62</sup> Eine weitere Variante ist die *Augmented Virtuality*, bei der ein speziell vorbereiteter Raum bespielt wird, der mit deckungsgleich zu ihren virtuellen Repräsentationen positionierten haptischen Elementen bestückt ist.<sup>63</sup> Diese sekundären Sinnesreizungen werden als unterstützende Wahrnehmungseindrücke neben dem primären audiovisuellen genutzt, um die Authentizität des Erlebten zu verstärken und das immersive Potenzial zu erhöhen. Darüber hinaus können präzise eingesetzte Sinnesreize

<sup>59</sup> Florian Hruby: „The Sound of Being There. Audiovisual Cartography with Immersive Virtual Environments“. In: *KN - Journal of Cartography and Geographic Information*, 69 (2019), H. 1, 19–28. S. 24 f.

<sup>60</sup> Gundolf S. Freyermuth: *Games | Game Design | Game Studies. Eine Einführung*, Bielefeld: transcript, 2015. S. 112.

<sup>61</sup> Taku Hachisu, Gabriel Cirio u. a.: „Pseudo-Haptic Feedback Augmented with Visual and Tactile Vibrations“. Präsentiert bei: *2011 IEEE International Symposium on VR Innovation*, Singapore, 2011, 327–328. S. 328.

<sup>62</sup> Haverkamp: *Synesthetic Design*. 2013, S. 415 f.

<sup>63</sup> Sanchez-Vives u. Slater: *From Presence to Consciousness through Virtual Reality*. 2005, S. 334.

die wahrgenommene Materialität eines virtuellen Artefakts erhöhen, indem sie es erfahrbar machen.<sup>64</sup> In virtuellen Umgebungen ist es jedoch oft eine Herausforderung, jede Sinnesmodalität in vollem Umfang zu bedienen. Dennoch zeigt sich das menschliche Wahrnehmungssystem als erstaunlich adaptiv und resilient. Es ist darauf ausgerichtet, in Szenarien mit unvollständiger sensorischer Information effektiv zu agieren, indem es fehlende Reize ergänzt oder sogar irreführende Reize korrigiert: „Perception must be able to abstract from limited sensory experience. In perceptual systems, errors are corrected and gaps are filled in.“<sup>65</sup> Das Ziel ist stets, eine kohärente und stimmige Wahrnehmungserfahrung zu konstruieren, selbst wenn nicht alle sensorischen Daten in der erwarteten oder gewünschten Weise vorhanden sind.



Abbildung 8: DIVE+, ein multisensorischer Erfahrungsraum, kombiniert Ventilatoren und gerichtete Wärmelampen um die sensorischen Reize einer Außenszene zu simulieren.

Quelle: Eigene Aufnahme, Gamescom 2023

Als letzter Teilbereich von Wahrnehmung soll hier die Ebene der *Bedeutsamkeit* definiert werden. Während die audiovisuelle sowie die sensorische Wahrnehmung in den Prozess der Datenverarbeitung fallen, umfasst dieser Aspekt die abstraktere, interpretative Wahrnehmung der virtuellen Umgebung oder des Artefakts und ist dem Prozess der Interpretation zuzuordnen. Im Kontext eines Videospiele kann dem virtuellen Objekt beispielsweise eine spielmechanische Bedeutung zukommen. Bildliche Konventionen können das Interaktionspotenzial eines Objektes verdeutlichen und mögliche Spielzüge aufdecken.<sup>66</sup>

Das Virtuelle ist ein eigener Gegenstand und es erzeugt Gegenstände sui generis: mit einer eigenen Epistemologie und Praxeologie, mit einer eigenen Ontologie und einer ausgewiesenen Ethik für veränderte Umgangs- und Sozialformen. Was dabei immer wieder ins Auge sticht und was eine auf den ersten Blick kontraintuitive Einschätzung betrifft, ist die enorme Materialnähe, die für das Virtuelle zu beobachten ist. Mit ihm einher geht eine Konjunktur des Materiellen und eine Praxeologie, die dessen Affordanzen berücksichtigt.<sup>67</sup>

Das Konzept der *Affordanzen* bezeichnet Möglichkeiten des Handelns, Möglichkeiten der Interaktion mit einem Objekt, die dem Benutzer von den Eigenschaften dieses Objektes vermittelt werden. Das Erkennen möglicher Interaktionen geschieht intuitiv, da die möglichen Interaktionen inhärente Eigenschaften der Affordanz des Objektes sind.<sup>68</sup> „Affordanzen in diesem Sinne erfordern kein Lernen vom Benutzer. Sie wirken

<sup>64</sup> Haverkamp: *Synesthetic Design*. 2013, S. 125.

<sup>65</sup> Ebd. S. 120.

<sup>66</sup> Benjamin Beil: *Avatarbilder. Zur Bildlichkeit des zeitgenössischen Computerspiels*, Bielefeld: transcript, 2014, S. 57.

<sup>67</sup> Rieger: *Virtual Humanities*. 2020, S. 485.

<sup>68</sup> Bernard Robben u. Heidi Schelhowe: *Be-greifbare Interaktionen. Der allgegenwärtige Computer: Touchscreens, Wearables, Tangibles und Ubiquitous Computing*, Bielefeld: transcript, 2012, S. 45.

direkt und Benutzer verstehen sofort wie sie ein Objekt manipulieren können.“<sup>69</sup> Die Affordanzen physischer Objekte werden als *reale Affordanzen* bezeichnet, bei virtuellen Objekten spricht man von *wahrgenommenen Affordanzen*. Basierend auf ihrer Vorerfahrung und auf gelernten Konventionen schreiben die Benutzer dem virtuellen Objekt Gebrauchseigenschaften und damit verbundene Interaktionsmöglichkeiten zu.<sup>70</sup> Darunter fällt auch die Zuschreibung von Bedeutung, eine Empfindung von Wert oder auch ein wahrgenommenes Deutungspotenzial. In Videospielen beispielsweise liegt dieser wahrgenommene Wert oft in einer ludischen Aufladung des Artefakts begründet; in der Tatsache, dass es schwer zu erhalten, besonders selten oder auch mächtig ist.<sup>71</sup> Auch die nostalgische Verknüpfung des Objektes mit relevanten Abschnitten des Spielnarrativs kann zu einer solchen wahrgenommenen Wertigkeit führen.<sup>72</sup>

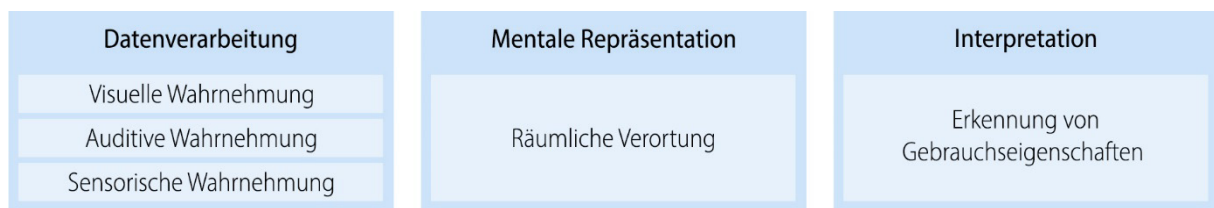


Abbildung 9: Hierarchische Kategorisierung der Wahrnehmungsformen

Quelle: Eigene Gestaltung

Um immersive Erfahrungen zu schaffen, sollten Mixed-Reality-Applikationen diese Formen der Wahrnehmung ganzheitlich ansprechen. Die virtuelle Umgebung und ihre Objekte sollten durch multisensorische Daten dargestellt werden, die in ihrer Präsentation eine mentale Repräsentation des Gezeigten erlauben.<sup>73</sup> Virtuelle Objekte sollten so gestaltet werden, dass ihnen intuitiv eine Bedeutsamkeit zugeschrieben wird, sie sollten Interaktionspotenzial integrieren, das den wahrgenommenen Affordanzen weitestgehend entspricht. Die Überlagerung von virtuellem und realem Raum und die Verortung des Spielers an der Schnittstelle dieser beiden ist ein essenzielles Mittel zur Steigerung des immersiven Potenzials. Mit POKÉMON GO erschien im Sommer 2016 – vor dem Beginn des HisToGo-Projekts – ein erfolgreiches Mixed-Reality-Spiel, das viele der Aspekte immersiver Wahrnehmung implementierte.<sup>74</sup> Es diente daher als Analyseobjekt zur Planung der Umsetzung von PORTA PRAETORIA.

<sup>69</sup> Ebd. S. 46.

<sup>70</sup> Ebd.

<sup>71</sup> Gustavo F. Tondello, Rina R. Wehbe u. a.: „Understanding Player Attitudes Towards Digital Game Objects“. Präsentiert bei: *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, London: Association for Computing Machinery, 2015, 709–714. S. 711 f.

<sup>72</sup> Zachary O. Toups, Nicole K. Crenshaw u. a.: „The Collecting Itself Feels Good. Towards Collection Interfaces for Digital Game Objects“. Präsentiert bei: *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, Austin: Association for Computing Machinery, 2016, 276–290. S. 281 ff.

<sup>73</sup> Haverkamp: *Synesthetic Design*. 2013, S. 95.

<sup>74</sup> Pokémon GO, Niantic, 2016.

## Pervasive Games

POKÉMON GO verankerte Augmented Reality im gesellschaftlichen Wortschatz. Das Spiel integriert die reale Umgebung sinnvoll als Spielumgebung und etabliert damit eine gelungen realisierte Symbiose der realen Welt und der virtuellen Umgebung als ein zentrales Spiel-Element. Spiele, die ähnlichen Prinzipien folgen, werden als *Pervasive Games* bezeichnet. Pervasive Games spielen sich in der realen Welt ab und nutzen meist GPS- sowie Augmented-Reality-Technologien, um die reale Umgebung in die Spielwelt einzubeziehen. Doch auch analoge Formen von Pervasive Games existieren, beispielsweise Schatzsuchen, LARP oder Geocaching.<sup>75</sup> Sie unterscheiden sich von traditionellen Spielen dadurch, dass sie keine klare Grenze zwischen Spiel und Realität ziehen, sondern den Übergang verschwimmen lassen. Jede Umgebung kann als Spielumgebung dienen und die Spieler können jederzeit in das Spielgeschehen einsteigen oder es verlassen. Dies führt zu einer besonderen Form der Spiel-Erfahrung, bei der die Nutzer ihre reale Umwelt durch eine spielerische Linse betrachten und somit die alltägliche Welt auf eine neue Art und Weise erleben – ganz im Sinne eines Blended Learning Environments.



Abbildung 10: Ein Kokowei am Strand in Madeira, unbemerkt von den nicht spielenden Besuchern  
Quelle: Eigene Aufnahme

POKÉMON GO setzte diesen Ansatz auf besondere Weise um. An spezifischen GPS-Positionen, oftmals kulturellen oder touristischen Hotspots, erlaubt das Spiel das Einfangen fiktiver Monsterwesen aus der gleichnamigen Anime- und Videospielserie, um diese zu trainieren und gegeneinander antreten zu lassen. Das Auftauchen dieser Wesen geschieht global synchron, sodass zu Zeiten, als sich das Spiel großer Beliebtheit erfreute, selbst Außenstehende ein klares System des Agierens in der virtuellen Welt wahrnehmen konnten: ein Netzwerk von Knotenpunkten, bestehend aus traubenartigen Ansammlungen von Menschen an den Orten des möglichen Fangs, verbunden durch Linien umherziehender Menschengruppen.<sup>76</sup>

Bei einer Interaktion mit einem Pokémon blendet das Spiel dessen 3D-Modell direkt in den Kamerafeed des Smartphones ein (vgl. Abbildung 10). Diese Integration der virtuellen Artefakte in die reale Umgebung führt zu einer Verschmelzung der Realitäten, die dem fiktiven Wesen ein gewisses Maß an Materialität verleiht.<sup>77</sup> Der Einsatz statischer Spiel-Elemente in Form von permanenten Hotspots, die an festen GPS-Koordinaten in der realen Welt verankert sind, erzeugt eine strukturierte räumliche Verortung der Spielbereiche: Es ist für erfahrene Spieler nicht notwendig, die Applikation zu öffnen, um in der virtuellen Parallelwelt von einer Basisstation zur nächsten zu navigieren.<sup>78</sup> Lediglich zur Identifikation der dynamischen Spiel-Elemente, der

<sup>75</sup> Jaakko Stenros, Annika Waern u. a.: „Studying the Elusive Experience in Pervasive Games“. In: *Simulation & Gaming*, 43 (2012), H. 3, 339–355. S. 340.

<sup>76</sup> Yueqiang Xu u. Paula Alaves: „Unblurring the Boundary between Daily Life and Gameplay in Location-Based Mobile Games, Visual Online Ethnography on Pokémon GO“. In: *Behaviour & Information Technology*, 41 (2020), H. 1, 215–227. S. 23.

<sup>77</sup> Chalmers: *The Virtual and the Real*. 2017, S. 345.

<sup>78</sup> Orlando Woods: „Gamifying Place, Reimagining Publicness. The Heterotopic Inscriptions of Pokémon Go“. In: *Media, Culture & Society*, 42 (2020), H. 6, 1003–1018. S. 1013.

herumlaufenden Pokémon, die in semi-zufälligen Mustern innerhalb der Spielwelt erscheinen, ist der Blick durch die Applikation notwendig. Da diese vermehrt in der Nähe der Basisstationen auftauchen, können erfahrene Spieler, wenn sie sich an den entsprechenden Orten befinden, ihre Präsenz vermuten. Die Spieler verfügen über ein erfahrungsgestütztes Wahrnehmungsgespür für das nicht Sichtbare.

Dies wird noch deutlicher mit den haptischen Zusatzmodulen der POKÉMON-GO-PLUS-Serie (vgl. Abbildung 11). Die bildschirmlosen, tragbaren Accessoires erlauben einen nicht visuellen Zugang zur virtuellen Parallelwelt: Sind sie per Bluetooth mit dem Smartphone gekoppelt, ermitteln die aktuelle GPS-Position und informieren die Nutzer per Vibration über einfangbare Pokémon in der direkten Umgebung. Ein Klick auf den Knopf startet daraufhin einen Fangversuch, Vibrationsfeedback informiert über dessen Erfolg.<sup>79</sup> Das Gerät ermöglicht damit eine nicht visuelle, sensorische Wahrnehmung der Spielwelt. Es entkoppelt das Spielgeschehen größtenteils vom Smartphone, während es die virtuelle Welt stärker in die reale integriert.



Abbildung 11: Das haptische Accessoire ermöglicht einen nicht visuellen Zugang zur virtuellen Spielwelt.

Quelle: Adobe Stock

POKÉMON GO verändert darüber hinaus die Spielerwahrnehmung des physischen Raums, indem es diesen mit einer zusätzlichen Bedeutungsebene auflädt. Die Überlagerung des öffentlichen Platzes mit einer digitalen Bedeutungsebene transformiert diesen, indem es das spielerische Potenzial des Raums hervorhebt und mithilfe einer digital medierten Form des Spiels erfahrbar macht.<sup>80</sup>

As much as it encourages mobility through physical space, so too does it encourage players to engage with it, as the 'digital artefacts' of the game are anchored in place. In turn, this brings about a 'transformation of the local environment into a game resource, where place is literally made relevant by the extent to which it is populated by virtual currency, game objects, and rewards', and, as a result, 'banal and familiar surroundings are transformed to become significant game loci'.<sup>81</sup>

Pokémon tauchen in der Spielwelt mit unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten auf, manche sind gar exklusiv auf spezifischen Kontinenten zu finden. Wollen Spieler diese selbst fangen, anstatt sie durch Tausch mit anderen Spielern zu erlangen, müssen sie an den jeweiligen Ort reisen. Aufgrund dieses Raritätenstatus haben viele der Wesen einen inhärenten Wert für die Spieler. Für jedes Pokémon existiert darüber hinaus eine alternative Version, eine besonders seltene Farbvariante, die als *shiny* bezeichnet wird. Diese Pokémon sind nicht nur visuell als besondere Variante zu erkennen, sondern werden auch mit einer speziellen Animation im Spiel hervorgehoben. Diese artifizielle Seltenheit, sowohl der Farbvariante als auch der geografisch limitierten Pokémon, erhöht den empfundenen Wert des virtuellen Wesens.<sup>82</sup>

<sup>79</sup> The Pokémon Company: *Pokémon GO Plus*, URL: <https://www.pokemongoplus.com/de/> (02.03.2023).

<sup>80</sup> Woods: *Gamifying Place, Reimagining Publicness*. 2020, S. 1009.

<sup>81</sup> Ebd.

<sup>82</sup> Touns, Crenshaw u. a.: *The Collecting Itself Feels Good. Towards Collection Interfaces for Digital Game Objects*. 2016, S. 283.

### 3.3.2 Konzeption

Auf Basis dieser Analysen wurde PORTA PRAETORIA C.C.A.A. als *location-based* Augmented-Reality-Erfahrung konzipiert. Die Idee war, dass die Spieler mithilfe des Spiels durch die Kölner Innenstadt navigieren und jederzeit in eine Augmented-Reality-Ansicht des entsprechenden Ortes im antiken römischen Köln springen können, um verschiedene Missionen zu erfüllen. Jede Mission sollte sich einer anderen historischen Stätte des römischen Köln widmen und dem Team die Möglichkeit bieten, spielerisch Aspekte der römischen Stadtarchitektur und des gesellschaftlichen Lebens vor Ort zu erkunden, indem es historische NPC-Charaktere trifft, Artefakte ausgräbt und versteckte Botschaften entschlüsselt.<sup>83</sup>

Verortet sollte das Spiel im Gebiet der ehemaligen römischen Siedlung, der heutigen Kölner Altstadt, sein. Das Brettspielkonzept sah eine kooperative Erfahrung vor, in der sich je drei Spieler zu einem Team zusammenschließen, weshalb der MR-Prototyp als Multiplayer-Anwendung umgesetzt wurde. Die Grundidee war, dass die Spieler zum Spielen alle vor Ort sein müssen, das Spiel startet an den Überresten des Nordtors auf dem Vorplatz des Kölner Doms. Als narratives Ziel für die Spieler wurde festgelegt, dass sie eine in einer anderen Zeit verlorene Person retten sollen: Das Spiel würde mit einer Videobotschaft von einer Frau, die durch einen Zeitsprung aus Versehen in die Vergangenheit gesendet wurde, beginnen. Sie würde die Spieler um Hilfe bitten und sie zum Nordtor senden.<sup>84</sup> Dort angekommen, würden die Spieler ebenfalls einen Zeitsprung erleben und würden narrativ in unterschiedliche Zeitepochen transportiert: Ein Spieler würde in der Gegenwart bleiben, der zweite in das römische Köln kurz nach Erhalt der Stadtrechte reisen, der letzte in eine unspezifische Zukunft mehrere Tausend Jahre vorastransportiert werden. Diese Zeitepochen sollten unterschiedliche Interaktionsmethoden mit dem Spiel induzieren: Der Spieler in der Vergangenheit würde mit der römischen Parallel-Realität interagieren, mit Charakteren sprechen und Objekte der Vergangenheit manipulieren können. Der Spieler in der Gegenwart würde das Team dank seiner zeitgenössischen Kartenansicht durch die Kölner Innenstadt navigieren und archäologische Artefakte bergen, die für spielrelevante Informationen analysiert werden können. Diese Analysen sollten durch den Spieler in der Zukunft unternommen werden, der narrativ Zugriff auf modernste Analysesoftware und gefüllte Datenbanken haben würde.

### 3.3.3 Umsetzung

Der Prototyp wurde zwischen Februar 2017 und Juli 2017 für mobile Android-Testgeräte mit *Unity 5.6* entwickelt. Er wurde so gestaltet, dass er in Dreier-Teams vor Ort in der Kölner Innenstadt gespielt werden kann. Jeder Spieler übernimmt eine der drei Rollen, mit eigenen Aufgaben und Interaktionsmöglichkeiten, die Rolle wird zu Beginn des Spiels gewählt. Jeder Spieler hat dabei sein eigenes Mobilgerät, die Geräte sind per

<sup>83</sup> Katharina Tillmanns u. Jonas Zimmer: *HisToGo Documentation. Project and Game Prototype*, (unveröffentlicht): Cologne Game Lab 2017. S. 5.

<sup>84</sup> Jonas Zimmer: *Porta Praetoria C.C.A.A. | Evaluation: HisToGo Prototype*. In: YouTube, 2017. URL: <https://youtu.be/JUwn9EqEsdo> (17.08.2023). TC 0:00:05.

Netzwerk miteinander verbunden, sodass der aktuelle Missionsfortschritt sowie die eingesammelten Ressourcen synchronisiert werden.

Der Vertical Slice implementierte die erste der beiden geplanten Missionen, *Wein zum Dinner*. In dieser Mission erhalten die Spieler den Auftrag, zum nahe gelegenen Hafen zu navigieren, um dort Wein für ein bevorstehendes Bankett zu kaufen (vgl. Abbildung 12). Zur Erfüllung der Spielmission muss das Team verschiedene Aufgaben an spezifischen GPS-Positionen in der Stadt ausführen. Die Spielroute führt sie dabei über mehrere Stationen vom Dom bis zum Alten Markt. An den Stationen muss das Team einen Händler am Hafen ausfindig machen, Form und Aussehen eines Weinkruges durch AR-Ausgrabungen identifizieren und diesen schließlich mit Ressourcen in Form von Sesterzen, die die Spieler durch gemeinsame Beantwortung von Quizfragen verdienen, vom Händler erstehen. Auf den Analysen von Pokémon Go aufbauend entschieden wir uns für eine Implementation mit zwei funktional getrennten Modi: dem Augmented-Reality-Visualisierungsmodus zur Darstellung der Spiel-Elemente sowie dem Navigationsmodus mit einer Kartenansicht.



Abbildung 12: Missionsaufbau der ersten beiden Missionen in PORTA PRAETORIA C.C.A.A. Die Routen führen durch das ehemalige Gebiet der römischen Kolonie, die heutige Kölner Altstadt, sowie auf die vor Jahrhunderten trockengelegte Halbinsel vor den Toren der Stadt (Mission 2).

Quelle: Eigene Gestaltung

## Navigationsoberfläche

Jede der drei Spielrollen sieht die Spielumgebung in einer anderen Ansicht. Auf der Karte werden *Points of Interest* (POI) dargestellt, zu denen die Spieler navigieren und in deren Nähe dann der Augmented-Reality-Modus aktiviert wird. Die Grundansicht zeigt eine Geopositionskarte, in der die Spielerposition und Blickrichtung eingeblendet sind. Dabei sieht ein Spieler die Kartenansicht der Gegenwart, einer das Äquivalent in der Zeit der römischen Siedlung und der dritte eine Metainformationsansicht der Höhenlinien (vgl. Abbildung 13). Die Position und Ausrichtung der Spieler zur Darstellung auf der Karte werden mittels Geopositionsdaten sowie der Daten des geomagnetischen Sensors der Geräte kalkuliert.

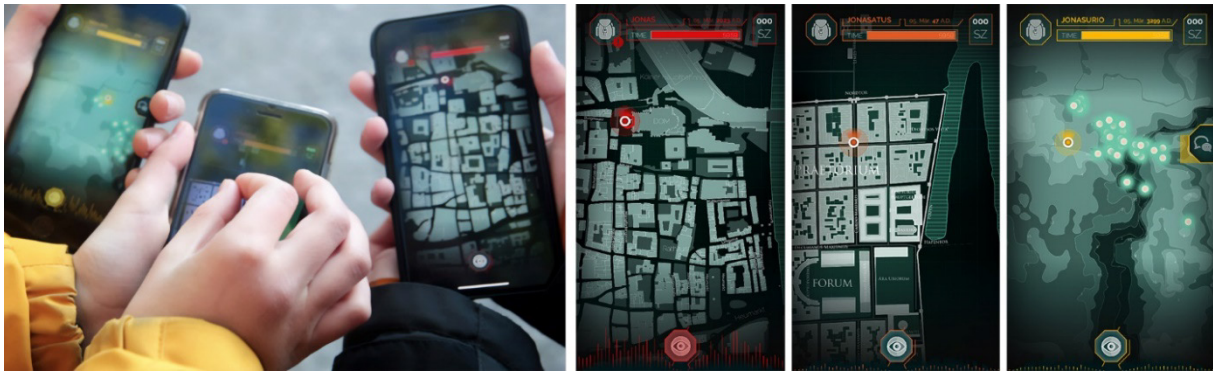


Abbildung 13: Die drei Spieler eines Teams in PORTA PRAETORIA C.C.A.A. haben alle unterschiedliche Möglichkeiten der Interaktion mit dem Spiel. Die hier abgebildeten GPS-Karten zeigen die Spielerposition in drei verschiedenen Zeitaltern, mit jeweils anderen Metainformationen (links: Gegenwart, Mitte: römische Zeit, rechts: unspezifische Zukunft).

Quelle: Links: Adrian Hüttel, CGL; Rest: eigene Aufnahmen

Die Spieler navigieren mithilfe der Kartenfunktion durch die Stadt, um die Interaktionspunkte des Spiels zu erreichen. Durch einen kollaborativen Austausch unter den Teammitgliedern können die dargestellten Informationen zur Lösung der Spielaufgabe kombiniert und angewandt werden. Beispielsweise sieht der Spieler, der sich narrativ in der Vergangenheit befindet, in seiner Navigationsansicht die Stadtkarte der römischen Siedlung und dort verortete Missionsmarker. Ein Abgleich der Markerposition mit der gegenwärtigen Karte seines Mitspielers ermöglicht dem Team die Navigation durch das heutige Köln. Die Benutzeroberfläche und die Interaktionsmethoden sind jenen von gängigen Kartenapplikationen nachempfunden. Die dargestellte Karte lässt sich durch Fingereingabe verschieben und vergrößern. Diese Kartenansichten sind bereits Teil des immersiven Erlebnisses. Die Darstellung der römischen Siedlung in Form einer intradiegetischen<sup>85</sup> Karte ermöglicht den Spielern einen ersten Zugang zur virtuellen Umgebung und erlaubt einen Informationsgewinn, basierend auf dem Vorwissen im Umgang mit vergleichbaren Anwendungen.

## Augmented-Reality-Visualisierungsmodus

Das Aktivieren der Augmented-Reality-Szene wird beim Unterschreiten einer vordefinierten Distanz zwischen Spielerposition und Missionsmarkerposition erlaubt. Mithilfe eines AR-Buttons kann der Spieler in der Spielansicht zur AR-Visualisierung wechseln. Der AR-Modus zeigt eine Direktübertragung des Kamerabildes, das mit den virtuellen Spiel-Elementen überblendet wird. In diesem Fall sollen einerseits die Gebäude des römischen Köln sowie dort verortete Nichtspielercharaktere dargestellt werden und andererseits interaktive Szenarien für spielrelevante Aufgaben wie das Ausgraben von Artefakten. Dabei wird der aktuelle Standort als Referenz zur Platzierung der virtuellen Gebäude genommen, er sollte daher möglichst nah an der entsprechenden GPS-Koordinate liegen.

<sup>85</sup> *Diegese* in Computerspielen bezeichnet die spielinterne Welt, in der die Handlung stattfindet, einschließlich aller Charaktere, Ereignisse und Umgebungen. Sie umfasst alles, was innerhalb der erzählten Spielwelt als real gilt. Vgl. zum Begriff Wolfgang Kemp: „Kunstwerk und Betrachter“. In: *Kunstgeschichte: Eine Einführung*, Hrsg. von Hans Belting, Heinrich Dilly u. a. 7. Aufl., 247–266. Berlin: Dietrich Reimer, 2008.

Um Bewegung innerhalb der Szene zu ermöglichen, wurde mit bildbasierten Erkennungsmethoden experimentiert.<sup>86</sup> Diese Methoden werden normalerweise genutzt, um die Position und Ausrichtung eines vorher antrainierten Objekts, meist ein QR-Code oder eine Grafik, in Relation zur Blickposition der Kamera zu bestimmen. Genutzt wird dies als Ausrichtungshilfsmittel bei der Positionierung von virtuellen Objekten im Kontext der physischen Welt (vgl. Abbildung 14). Sind diese visuellen Marker unbeweglich installiert, kann aus der Bilderkennung des Markers die Ausrichtung und Position des Mobilgerätes berechnet werden. Durch diese Methode können sich die Spieler in der Augmented-Reality-Szene bewegen, solange der Bildmarker erfasst wird. Genutzt wurden dazu die bildbasierten Tracking-Lösungen des Augmented Reality SDK von Vuforia.<sup>87</sup>



Abbildung 14: Bildmarkerbasierte Augmented-Reality-Applikation Miró 2.0 (links);<sup>88</sup> Positions- und Ausrichtungsbestimmung des Bildmarkers aus der Blickposition der Kamera (rechts)

Quelle: Eigene Aufnahme

Ein Test durch das Entwicklungsteam zeigte, dass die Anforderungen für die bildbasierten Verortungsmethoden eine Herausforderung für das konkrete Projekt darstellen: Als fest installierte Marker innerhalb der Kölner Innenstadt können nur spezifische Bodenplatten oder Hinweisschilder genutzt werden, die lediglich unter idealen Licht- und Wetterbedingungen von der Kamera identifiziert werden. Die Anforderung, den Marker stets im Blickfeld zu haben, konnte in einer Laborsituation zwar erfüllt werden, würde aber nicht für Nutzer in Realanwendungsfällen funktionieren. Daher trafen wir kurz vor Ende der Umsetzungsphase die Entscheidung, auf Bewegung innerhalb der Augmented-Reality-Szenen zu verzichten, bis eine bessere Lösung identifiziert werden würde. Die Augmented-Reality-Szenen sind daher als 360-Grad-Dioramen implementiert, mit festem Beobachterstandpunkt. Um das Umhersehen in der AR-Ansicht zu ermöglichen, wird auf die Daten des Gyroskops zurückgegriffen. Dadurch kann die Ausrichtung des Smartphones erkannt und eine 360-Grad-Visualisierung erreicht werden.<sup>89</sup> Das vorhandene Modell der Siedlung wurde bereits damals als interaktives

<sup>86</sup> Zimmer: *Porta Praetoria C.C.A.A. | Evaluation: HisToGo Prototype*, 2017.

<sup>87</sup> PTC Inc.: *Vuforia Augmented Reality SDK*. 2011, URL: <https://www.vuforia.com/>.

<sup>88</sup> Miró 2.0, Jonas Zimmer. Max Ernst Museum Brühl, 2017 (iOS/Android).

<sup>89</sup> Jonas Zimmer: *Porta Praetoria C.C.A.A. | Prototyping: HisToGo Augmented Reality Visualization Variations*. In: YouTube, 2017. URL: <https://youtu.be/Bwi-iVag0Q0> (17.08.2023). TC 0:00:20.

Ausstellungsstück im Römisch-Germanischen Museum genutzt.<sup>90</sup> Dort visualisiert es vor allem einen Überflug über die Siedlung, weniger die Perspektive eines Besuchers inmitten der Stadt. Der *Level of Detail* der Visualisierung ist daher für Nahaufnahmen zu gering, die 3D-Modelle weisen keine Plastizität auf und wirken wie Fremdkörper im Kamerabild (vgl. Abbildung 15, links).



Abbildung 15: Tests der Visualisierung des römischen Stadtmodells in der Augmented-Reality-Ansicht in PORTA PRAETORIA

Quelle: Eigene Aufnahmen

Es wurden verschiedene Visualisierungs-Alternativen ausgetestet, die eher an die technischen Darstellungen ähnlicher Spiele angelehnt waren, beispielsweise eine dekonstruierende Drahtgitter-Darstellung aus den Aufbau-Sequenzen von ASSASSINS CREED IV: BLACK FLAG (vgl. Abbildung 16, links).<sup>91</sup> Basierend auf diesen Experimenten wählten wir eine Darstellung, bei der die Textur der Umgebung für einige Momente nach dem Wechsel in die Augmented-Reality-Ansicht dargestellt wird, um dann zu verblassen und in die Drahtgitter-Ansicht überzugehen. Diese Darstellungsform unterstreicht den technischen Aspekt des Mobilgerätes zur Visualisierung der Vergangenheit und definiert somit auch die stilistische Vorgabe für die Darstellung von Nichtspielercharakteren, die als Schatten – im Spiel als *Echos der Vergangenheit* bezeichnet – zu sehen sind (vgl. Abbildung 16, zweite Darstellung von rechts).<sup>92</sup>

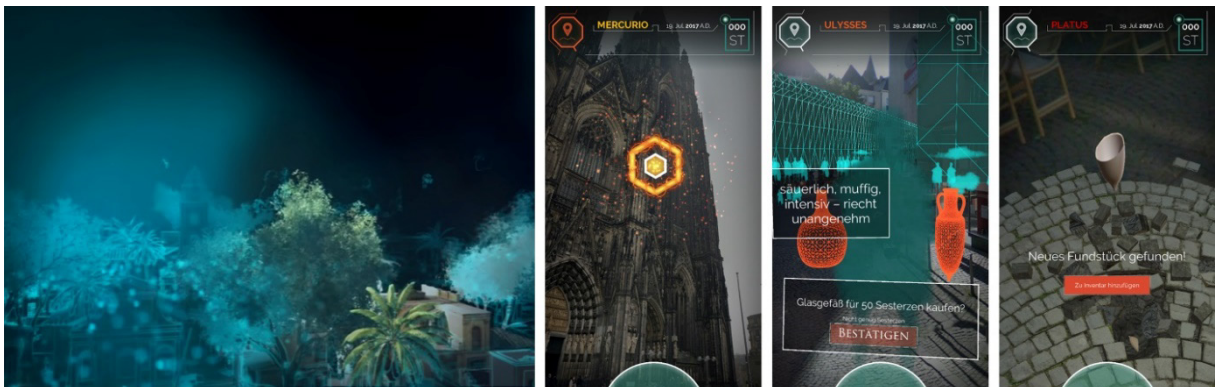


Abbildung 16: Levelaufbau-Darstellung von ASSASSINS CREED IV (links); Augmented-Reality-Darstellungen in PORTA PRAETORIA (rechts)

Quelle: Eigene Aufnahmen

<sup>90</sup> Colonia 3D: Colonia3D Video zum Präsentationskonzept. In: Vimeo, 2015. URL: <https://vimeo.com/124740613> (03.04.2023).

<sup>91</sup> Assassin's Creed IV: Black Flag, Ubisoft Montreal. Ubisoft, 2013 (Xbox 360/PS3/PC).

<sup>92</sup> Zimmer: Porta Praetoria C.C.A.A. | Prototyping, 2017, TC: 0:00:45.

### 3.3.4 Reflexion und Revision

Ende Juli 2017 wurde der Vertical Slice im Zuge eines Feldtests mit neun Spielern getestet.<sup>93</sup> Das Erhebungsverfahren setzte sich aus einer ethnografischen Beobachtung während des Spiels und einem abschließenden Gruppeninterview zusammen. Die Erhebung fand an einem Nachmittag in der Kölner Innenstadt statt. Den Probanden wurden Testgeräte ausgehändigt, sie wurden in drei Gruppen aufgeteilt, sodass das Spiel in drei Durchläufen getestet werden konnte. Nach dem Spiel wurde ein Gruppeninterview durchgeführt, um weitere Eindrücke und Meinungen zum Spiel zu sammeln.

Es war sehr warm und sonnig am Testtag. Die ausgehändigten Testgeräte waren Android-Smartphones der Einstiegerklasse und wiesen nur eine sehr geringe maximale Bildschirmhelligkeit auf. Außerdem zeigten sie sich empfindlich für Hitze, auf die sie mit einer Leistungsreduktion reagierten. Alle Spieler merkten diese Mängel nach dem Test an, versuchten aber die anschließenden Fragen losgelöst davon zu beantworten.

Beschreibe mit eigenen Worten, was du in der letzten Stunde in dem Spiel getan hast! Wir haben Sesterzen gesucht und mussten diese an verschiedenen Orten finden. Vor dem RGM haben wir begonnen und dann haben wir versucht in einen Zeittunnel zu gelangen, aber nur einer von uns hat es geschafft. Ich war der Römer und musste helfen der Frau das richtige Gericht zu bringen. Für das Fest..<sup>94</sup>

Die allgemeine Meinung war, dass das Spiel Spaß mache und dass die Zusammenarbeit im Team gut funktioniert habe. Die Spieler konnten das Ziel des Spiels, ihre eigene Rolle und den Verlauf der Geschichte korrekt wiedergeben. Einige Teams hatten Schwierigkeiten zu erkennen, wohin sie gehen sollten, es gab Probleme mit der Navigation auf der Karte, da diese sich nicht mitdreht, sondern in nördlicher Ausrichtung fixiert ist.

Was hast du über Köln erfahren? Das Nordtor, wo das ist, das wusste ich vorher nicht. Und dass am Alten Markt mal der Rhein war, also der Hafen. Und dass der Kaiser Nero der Sohn von Agrippina war..<sup>95</sup>

Die Teams gaben an, verschiedene Dinge über Köln gelernt zu haben, einschließlich der Tatsache, dass die Überreste der römischen Stadtmauer in Form des Nordtors noch heute existieren, dass der Kölner Alte Markt früher ein Hafen vor der Stadtmauer war sowie dass in einigen Bereichen des heutigen Marktes einst der Rhein floss. Einige Spieler gaben an, dass sie jetzt gern das Römisch-Germanische Museum besuchen würden, um tiefer in die Geschichte von Köln einzutauchen.

Die ethnografische Beobachtung verdeutlichte eine Diskrepanz zwischen den Spielerrollen: Die serielle Verteilung der Spielaufgaben führt zu langen Leerphasen einzelner Rollen, die erst zum Ende der Mission ihre Aufgaben bekommen. Dies führte im Test zu Phasen der Langeweile sowie zu immersiven Brüchen. Die Fragen im Quizmodus werden randomisiert aus einem Fragepool gewählt und haben keinen kontextualen

<sup>93</sup> Zimmer: *Porta Praetoria C.C.A.A. | Evaluation: HisToGo Prototype*, 2017.

<sup>94</sup> Jonas Zimmer: *Porta Praetoria C.C.A.A. Playtest Notes*. 2017.

<sup>95</sup> Ebd.

Bezug zur Umgebung. Dies führte bei den Testpersonen zu einer Entkopplung vom Spielgeschehen, zu einem Bruch der Immersion.

Alle Teammitglieder identifizierten und kommentierten den veränderten Rheinlauf, der in der Kartendarstellung der römischen Siedlung ersichtlich wird. Die Augmented-Reality-Darstellung des römischen Köln wurde interessiert wahrgenommen. Die Überlagerung der realen Umgebung mit den virtuellen Gebäuden und Straßenzügen funktionierte, wenn die Spielerposition mit der geplanten GPS-Position des Missionsmarkers übereinstimmte. Die reinen GPS-Koordinaten, die die Sensoren des Smartphones lieferten, wiesen aber Ungenauigkeiten von bis zu 30 m auf, sodass sich dies nicht als reliables Mittel zur historisch korrekten Überlagerung der Umgebung erwies. Darüber hinaus führte die abstrahierte Drahtgitter-Darstellung der Umgebung zu einer Entfremdung des Dargestellten. Es wurde nicht als integriert in die Umgebung wahrgenommen.<sup>96</sup>

### 3.3.5 Diskussion

Die Analysen des Prototyps verdeutlichen, dass eine reine Darstellung des Virtuellen nicht ausreicht, um immersive Prozesse in Gang zu setzen. Lediglich die Darstellung der virtuellen Umgebung in Form der Übersichtskarte funktionierte als immersiver Anknüpfungspunkt. Eine solche Kartendarstellung trägt inhärent Meta-Informationen zur Umgebung. Das Wissen um dieses Prinzip kann genutzt werden, um die Illusion, dass der Spieler innerhalb dieser virtuellen Umgebung verortet ist, zu induzieren. Die Form der Augmented-Reality-Visualisierung als 360-Grad-Diorama wird dahingegen schnell als Kulisse enttarnt, der immersive Prozess wird unterbrochen. Dennoch konnte der Vertical Slice als Machbarkeitsstudie bereits das immersive Potenzial der PORTA-PRAETORIA-Applikation aufzeigen. Der Spieltest verdeutlichte die Relevanz einiger der getroffenen Designentscheidungen für den Zugang zum immersiven Prozess und identifizierte Missstände in anderen.

Im Anwendungstest hat sich dabei gezeigt, dass ein großer Teil des kooperativen Spiels außerhalb des Bildschirms stattfand. Die Teammitglieder kommunizierten in natürlicher Weise miteinander, in Phasen höherer Interaktivität einzelner Rollen blickten die beobachtenden Mitspieler dem aktiven Part über die Schulter, die Bildschirme wurden geteilt genutzt. Es hat sich bestätigt, dass das Gamedesign einen verbalen Austausch der Teammitglieder fordert und fördert, beispielsweise indem es im Fragespiel nur einem der drei Spieler die Frage präsentiert, der diese dann den anderen vorlesen muss.

Im Hinblick auf die eingangs gestellte Forschungsfrage, inwiefern das historische Modell der Stadt visuell präsentiert, kontextualisiert und didaktisch erfahrbar gemacht werden kann, zeigten sich daher drei relevante Verbesserungsaspekte:

---

<sup>96</sup> Ebd.

1. **Visualisierung:** Die abstrahierte Darstellung der römischen Architektur war produktionstechnisch zwar weniger aufwendig, erzielte aber nicht den gewünschten immersiven Effekt durch die Synergien der Überlagerung.
2. **Positionierung:** Die Position des virtuellen Modells muss genauer sein, um einen direkten Zusammenhang zwischen heutiger und antiker Architektur herstellen zu können. Insbesondere die Straßenzüge, die noch heute als solche genutzt werden, sollten hervorgehoben werden...<sup>97</sup>
3. **Exploration:** Die statische Beobachtungsposition trennt die Spieler von ihrer virtuellen Umgebung und zeigt klar auf, dass sie kein Teil davon sind. Das Modell wird nur dann immersiv erfahren, wenn es exploriert und interaktiv manipuliert werden kann.

Die zweite Forschungsfrage ist darauf gerichtet, inwiefern die narrative Rahmung und der Einsatz von Spielelementen das wissensvermittelnde Potenzial des immersiven Lernraums unterstützen und befördern können. Der Spieltest zeigte, dass vor allem die Aspekte der Teamarbeit, der Stadterkundung und der Verbindung von physischer und virtueller Welt, in Form der heute noch auffindbaren Straßenzüge und Ruinen wie dem Nordtor, die Spielmotivation erhöhten. Den Testspielern wurden allerdings einige Aspekte der narrativen Rahmung nicht vollständig klar, was unter anderem an der bereits angesprochenen Form der Visualisierung liegt. Auch die langen Leerlaufzeiten durch die rollenspezifische Aufgabenverteilung innerhalb der Mission führten zur Abkopplung vom Spielgeschehen sowie zu immersiven Brüchen.

Der während des Forschungsprojekts *HisToGo* entwickelte Spielprototyp dient im Rahmen der vorliegenden Dissertation der Analyse des ersten Aspekts der Immersion, nämlich der sensorischen Immersion, der Wahrnehmung. Die der Konzeption des Spiels vorausgegangene Analyse identifizierte den Bedarf an multimodalen Ansätzen zur Wahrnehmungsvermittlung des virtuellen Objektes, hier der gesamten römischen Siedlung C.C.A.A. Dies bestätigte sich während der Entwicklung und beim Test des Prototyps: Der Zugang zur Wahrnehmung des virtuellen Objekts geschieht über diverse Kanäle. Sowohl die Visualisierung in der AR-Ansicht, die Stadtdarstellung auf der antiken Navigationskarte sowie die narrative Rahmung und Kontextualisierung, auf der Einbettung des Spielgeschehens in die antiken Überreste der Siedlung gründend, wirken zusammen, um das Gefühl der Begegnung mit einer wahrnehmbaren Umgebung zu generieren.

Im Prototyp des Spiels wurden die Synergien dieses multimodalen Präsentationsansatzes noch nicht umfassend genutzt. Die in diesem Zusammenhang identifizierten Missstände sollten im Folgeforschungsprojekt angegangen und verbessert werden. Vor allem die Aspekte der Visualisierung, auf der als primärer Sinnesreizung des Wahrnehmungsprozesses der Gestaltungsfokus lag, sollten überarbeitet werden. Diese Erkenntnisse führten zur definierenden Forschungsfrage für das Folgeprojekt: Inwiefern lässt sich die Visualisierung der römischen Siedlung als immersiv erkundbare, interaktiv erfahrbare räumliche Umgebung gestalten?

---

<sup>97</sup> Beispielsweise die Decumanus Maximus, die wichtigste West-Ost-Verbindung in Richtung Rhein oder die Nord-Süd-Achse, der Cardo Maximus. Vgl. Römisch Germanisches Museum der Stadt Köln u. Informationszentrum "Erlebnisraum Römerstraße": „Römer Straßen Köln. Durch Raum und Zeit“. In: *VIA Erlebniszentrum Römerstraße* (2010).

### 3.4 Wahrnehmung: Forschungsprojekt EPPSA – Entwicklungsphase 1

*EPPSA* war ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt, das von 2017 bis 2019 mit dem Ziel lief, Möglichkeiten des Einsatzes von ortsbezogenen spielerischen Anwendungen für Kulturstätten zu untersuchen. Das Projekt war Teil von CreateMedia.NRW und wurde durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und regionale Mittel des Landes Nordrhein-Westfalen finanziert. Projektpartner waren ART+COM Köln, The Good Evil GmbH und das Cologne Game Lab der TH Köln. Im Laufe des Projekts hat das *EPPSA*-Konsortium in Zusammenarbeit mit Kulturstätten eine Reihe von individuellen Showcase-Apps erstellt. Im Zuge dieses Projektes wurde der im vorangegangenen Forschungsprojekt *HisToGo* erarbeitete Vertical Slice von PORTA PRAETORIA zu einem vollwertigen Prototyp weiterentwickelt. Ziel war weiterhin, für die Nutzer die Dimensionen und die Atmosphäre des römischen Köln im ersten Jahrhundert spielerisch erlebbar zu machen; und zwar an genau jenen Orten in Köln, an denen sich die historischen Stätten befanden. In der neuen Version sollten die Spieler nach dem Öffnen von Zeitportalen und dem Betreten von erweiterten interaktiven Dioramen der antiken Stadtlandschaft vor Ort mit virtuellen Charakteren und Objekten interagieren.

Das Forschungs- und Entwicklungsteam bestand aus vier Wissenschaftlern und drei studentischen Hilfskräften. Geleitet wurde das Projekt von Katharina Tillmanns, die auch die Rolle des Creative Directors erfüllte, ich übernahm die Rolle des leitenden Programmierers. Mein Aufgabenfeld umfasste die Gestaltung der Software-Architektur, die Frontend-Entwicklung, die Konzeption der interaktiven Dioramen und das Gamedesign sowie die Umsetzung der Spielinteraktionen. Ich wurde unterstützt von einem Backend-Programmierer sowie einer weiteren Gamedesignerin. Im letzten Jahr des Projektes übernahm ich in Vertretung die Rolle des Creative Directors.<sup>98</sup>

In den folgenden Kapiteln beschreibe ich den Entwicklungsprozess von PORTA PRAETORIA im Rahmen des *EPPSA*-Projekts, die Design- und Produktionsentscheidungen, die bei der Schaffung eines immersiven Blended Reality Environments getroffen wurden, sowie die identifizierten Probleme und Herausforderungen, mit denen das Projekt konfrontiert war. Die Betrachtung gliedert sich dabei in zwei Kapitel, die die zwei Phasen des Projektverlaufs darstellen. Die erste Phase widmete sich der Darstellung und Erfahrbarkeit der Repräsentation des römischen Köln. Diese Phase folgte vor allem der Leitfrage, wie den Spielern die römische Siedlung nachvollziehbar und verständlich präsentiert werden kann, um einen Mehrwert gegenüber reinen Informationstafeln zu bieten. Die zweite Phase fokussierte die Interaktivität, sowohl unter den Teammitgliedern als auch mit den Nichtspielercharakteren und den Umgebungselementen. Beide Aspekte wurden auf ihren Beitrag zur immersiven Erfahrung hin untersucht.

Wie im Kapitel 3.3 Wahrnehmung: Forschungsprojekt *HisToGo* dargestellt zeigten die Entwicklung und der Test des Prototyps den Bedarf auf, die Visualisierung der virtuellen Umgebung neu zu gestalten, um einen

---

<sup>98</sup> Weitere Projektdaten in der detaillierten Projektbeschreibung im Anhang 6.1.3 Porta Praetoria, S. VI.

immersiven Zugang zu ihr zu ermöglichen. Die erste Phase der Entwicklungsperiode des *EPPSA*-Projektes hatte daher den Fokus, die Darstellung der Augmented-Reality-Szenen zu verbessern und den Spielern die Möglichkeit der Exploration zu bieten. Die Leitfrage dieser Phase war die im vorangegangenen Projekt definierte Forschungsfrage:

*Wie lässt sich die Visualisierung der römischen Siedlung als immersive, erkundbare, räumliche Erfahrung gestalten?*

Der Entwicklungszeitrahmen für diese erste Phase war von August 2017 bis Juli 2018. In dieser Phase wurde der bestehende Prototyp aus dem Vorgängerprojekt zu einem *Horizontal Slice*.<sup>99</sup> des Gesamtspiels weiterentwickelt, wobei die Visualisierungsmethoden prioritär fokussiert und umgesetzt wurden. Im Mai 2018 fand ein Spieltest des damaligen Projektstands statt. Dabei sollte einerseits die Funktionalität des Spiels getestet werden, andererseits sollten die getroffenen Designentscheidungen evaluiert und Weiterentwicklungsbedarf sollte identifiziert werden.

### 3.4.1 Analyse

Die fixierte, unbewegliche Beobachterposition, wie sie im Vertical Slice des *HisToGo*-Projektstandes umgesetzt war, trennte den Spieler vom Spielgeschehen. Damit ein immersiver Zustand erreicht werden kann, muss sich der Spieler aber als Teil der virtuellen Umgebung verstehen. Um dies zu erreichen und die Umgebung für den Spieler erfahrbar zu gestalten, sollte die Augmented-Reality-Visualisierung in einem nächsten Schritt nicht als 360-Grad-Diorama, sondern als voll umgebende und erkundbare Mixed-Reality-Sphäre implementiert werden. Zunächst musste deshalb im Rahmen des Projekts analysiert werden, inwiefern ein solcher Perspektivwechsel das Spiel und das immersive Erleben verändert. Im Anschluss wurden Methoden gesucht, diesen Wechsel technisch umzusetzen.

### Betrachtungsperspektiven

Britta Neitzel definiert in ihren Analysen interaktiver Computerspiele den *Point of View* (PoV) als die Beobachtersposition, von der aus der Spieler das Spielgeschehen wahrnimmt. Sie unterscheidet diese Position vom *Point of Action* (PoA), dem Punkt, an dem das Spielgeschehen stattfindet.<sup>100</sup> Basierend auf dieser Unterscheidung differenziert sie zwei Perspektiven in Abhängigkeit vom Verhältnis der beiden Punkte: die objektive und die subjektive Perspektive. Die *objektive Perspektive*, die typisch für das klassische Videospiel ist,

<sup>99</sup> Ein *Horizontal Slice* ist ein funktionsfähiger Abschnitt eines Software- oder Videospielprodukts, der alle notwendigen Komponenten und Ebenen des endgültigen Systems umfasst. Er dient dazu, den vollständigen Funktionsfluss zu demonstrieren, von der Benutzeroberfläche bis zur Datenverarbeitung. Dies ermöglicht eine frühzeitige Validierung der Gesamtfunktionalität und Integration.

<sup>100</sup> Britta Neitzel: „Point of View und Point of Action“. In: *Computer-Spiel-Bilder*, Hrsg. von Benjamin Beil, Marc Bonner u. a., 59–87. Glückstadt: Hülbusch, 2014. S. 62.

präsentiert eine Darstellung der Spielhandlungen von einem außenstehenden Standpunkt aus. Innerhalb der Diegese der Spielwelt gibt es keinen Punkt, von dem aus das Spielgeschehen beobachtet wird..<sup>101</sup> Klassischerweise sind Point of View und Point of Action durch den dazwischenliegenden Bildschirm voneinander abgegrenzt. In der *subjektiven Perspektive*, die bei den meisten Mixed-Reality-Anwendungen implementiert wird, verschmilzt der Blick des Spielers und der Spielfigur zu einer First-Person-Perspektive, Point of View und Point of Action überlagern sich..<sup>102</sup>

Diese Verschmelzung von PoV und PoA stellt eine Verbindung zwischen virtuellem und physischem Raum her. Es gibt keine vierte Wand, die die Diegese schließt. Stattdessen versucht diese Technik der Visualisierung, die Diegese in den materiellen Raum auszuweiten..<sup>103</sup>

Insbesondere Virtual-Reality-Spiele implementieren diese Verschmelzung, da sie inhärent die Grenze des Bildschirmrahmens durchbrechen und den Blickpunkt des Spielers physisch im Kopf des Avatars positionieren..<sup>104</sup> Der Avatar, im Sinne der in der Spielwelt verorteten Repräsentation des Spielers, bleibt dabei, analog zur First-Person-Perspektive im klassischen Set-up, erhalten.



Abbildung 17: Avatardarstellung in der VR-ZEITREISE. Die eigene Avatarfigur ist auf die Darstellung der Hände und Arme reduziert.

Quelle: Eigene Aufnahmen

Obwohl seine visuelle Repräsentation minimiert, die Figurendarstellung meist auf eine Abbildung der Hände reduziert wird (vgl. Abbildung 17), bleibt der Avatar als „diegetischer Figurenkörper bestehen. Er wird etwa im First-Person-Shooter nicht zur Waffenhandprothese des Betrachters, sondern bildet als Grenzfigur eine

<sup>101</sup> Ebd. S. 69.

<sup>102</sup> Ebd. S. 77.

<sup>103</sup> Ebd.

<sup>104</sup> Es gibt VR-Spiele, die den Spieler nicht in einer First-Person-Perspektive positionieren, sondern ihm die Rolle einer freien Kamera zuweisen, die sich um das Spielgeschehen herum bewegen kann. In *ASTRO BOT – RESCUE MISSION* ist der Spieler Teil der Diegese, Kopf und Controller agieren als physische Elemente der Spielwelt, der Point of Action ist allerdings ein Roboter, der mithilfe des Controllers in der Third-Person-Ansicht gesteuert wird. Das Virtual-Reality-Remake von *RESIDENT EVIL 4* spielt sich komplett in der First-Person-Perspektive, in Phasen linearer Narrativität, wie beispielsweise Zwischensequenzen oder Interaktionsanimationen, springt das Spiel allerdings in eine Third-Person-Ansicht, bei der der Spieler den Protagonisten von außen beobachtet. Vgl.:

*Astro Bot Rescue Mission*, SIE Japan Studio. Sony Interactive Entertainment, 2018 (PSVR).

*Resident Evil 4 VR*, Armature Studio. Capcom, 2021 (Meta Quest 2).

(durchaus seltsame) Form eines Wirtskörpers, in dem sich der Spieler einnistet“.<sup>105</sup> Dies kann eine transformative Wirkung auf die interpretative Ebene der Wahrnehmung des Spielers haben, betrachtet er die Welt doch durch die Augen einer narrativen Entität. Dabei ist die Dichte der narrativen Substanz ausschlaggebend: Viele Mixed-Reality-Anwendungen definieren kein narratives Subjekt, verorten ungesagt den Spieler selbst in der Diegese. Sie bieten mit dem imaginierten Avatar „eine Leerstelle, auf die der Spieler neben seinem Blick ggf. auch Ansichten und/oder Gefühle übertragen kann“.<sup>106</sup> Doch ein glaubhaft ausgearbeiteter Avatar, mit ausformulierten Zielen und Anschauungen, befördert durch die Identifikation des Spielers mit diesem narrativen Charakter und der Adaption seiner Anschauungen eine diegetische Interpretation des Wahrgenommenen.<sup>107</sup>

Das Einnehmen einer fremden Rolle und der Blick durch „fremde Augen“, ist keine Verhaltensweise, die exklusiv vom digitalen Spiel hervorgerufen wird, sondern es ist eine Verhaltensweise, die essenziell zur menschlichen Natur gehört. Das Rollenspiel, das *So-tun-als-Ob*, ist eine der fundamentalen Kategorien spielerischen Verhaltens, die Roger Caillois als *Mimicry* bezeichnet. Er beschreibt es als die temporäre Annahme eines in sich geschlossenen fiktiven Universums im Rahmen von Spielen.<sup>108</sup> Der Begriff umfasst dabei nicht nur das Handeln in dieser imaginierten Welt, sondern auch das Sich-Hineinversetzen in eine dort verortete fiktive Rolle. Der Spieler verkleidet sich, vergisst vorübergehend seine Persönlichkeit und tut so, als wäre er jemand anderes. Die Nachahmung von Erwachsenen durch Kinder ist ein bekanntes Beispiel für *Mimicry*, aber auch das Sich-Hineinversetzen des Zuschauers in eine von einem Schauspieler dargestellte Figur. Die Aufrechterhaltung dieser spielerischen Illusion bedarf des Aufwands. Einerseits vom Schauspieler, der jeglichen Bruch, der zur Desillusionierung führt, zu vermeiden sucht, andererseits vom Zuschauer selbst, der sich auf das Dargestellte einlassen muss.<sup>109</sup>

Dieses Zuschauerverhalten wird als *Suspension of Disbelief* bezeichnet. Der Begriff bezeichnet klassischerweise die Bereitschaft eines Zuschauers, im Theater seinen Argwohn zu zügeln und für den Verlauf des Stücks zu akzeptieren, dass die Person auf der Bühne kein Schauspieler ist, sondern die Figur, die sie darstellt.<sup>110</sup> Diese Bereitschaft ist auch für die Rezeption von digitalen Spielen von entscheidender Bedeutung, da sie es den Spielern ermöglicht, sich auf die fiktive Welt des Spiels einzulassen und so eine immersive Erfahrung zu machen. Durch die Mithilfe des Rezipienten gelingt es auf diese Weise, die Illusion des Dargestellten aufrechtzuerhalten. Es handelt sich dabei um ein gezieltes *nicht Wahrnehmen*, um eine kuratierte Sortierung der Wahrnehmungsreize zur Aufrechterhaltung der eigenen Unterhaltung.

<sup>105</sup> Beil: *Avatarbilder*. 2014, S. 181.

<sup>106</sup> Neitzel: *Point of View und Point of Action*. 2014, S. 79.

<sup>107</sup> Marie-Laure Ryan: *Avatars of Story*, Bd. 17, Minneapolis: University of Minnesota, 2006. S. 127 f.

<sup>108</sup> Roger Caillois: *Man, Play, and Games*, Urbana: University of Illinois, 2001. S. 19 f.

<sup>109</sup> Ebd. S. 22 f.

<sup>110</sup> Jesper Juul: *Half-Real. Video Games Between Real Rules and Fictional Worlds*, Cambridge: MIT, 2005. S. 190.

## Exploration

Um diese Rolle eines diegetischen Akteurs innerhalb der virtuellen Umgebung zu erfüllen, braucht es nicht nur die Bereitschaft des Spielers, sich darauf einzulassen, sondern auch eine Umgebung, in der er handeln kann und die auf diese Interaktionen reagiert. Die Grundlage dafür ist eine räumliche Umgebung, die vom Spieler begangen und erkundet werden kann. Die markerbasierten Verortungsmethoden, mit denen während des *HisToGo*-Projektes experimentiert worden war, stellten wie bereits erläutert zu große Anforderungen an das Spielerverhalten, sodass sie nicht einsetzbar waren.

Im Sommer 2017 veröffentlichten Apple und Google die Betaversion ihrer *Inside-Out-Tracking*-Programmierschnittstellen ARKit<sup>111</sup> und ARCore<sup>112</sup>, die eine integrierte bildgestützte räumliche Verortung der Geräte erlauben. *Inside-Out Tracking* ist eine Methode zur Bewegungserfassung, die ähnlich der beschriebenen markerbasierten Verortungsmethode funktioniert. Statt antrainierte Bildmarker zu erkennen und deren Position zu verfolgen, nutzt die Software das Kamerabild des Mobilgerätes, um eindeutige visuelle Merkmale in der Umgebung des Benutzers zu identifizieren und infolgedessen die relative Geräteposition basierend auf den Positionsveränderungen dieser Merkmale zu triangulieren. Identifizierbare Merkmale sind beispielsweise kontrastreiche Maserungen auf dem Dielenboden oder Bilder an der Wand. Kombiniert werden die visuell identifizierten Bewegungsdaten mit den Daten des internen Beschleunigungssensors, um eine genauere Positionsbestimmung zu erzielen. Dies ermöglicht es, Änderungen der Kameraperspektive in der realen Welt zu erkennen und den Blickwinkel in der virtuellen Welt entsprechend anzupassen. Darüber hinaus erlauben die Geräte die Erkennung von horizontalen und vertikalen Flächen, was für die Platzierung oder die Kollisionserkennung von virtuellen Objekten auf und mit Tischen, Wänden oder Böden genutzt wird. Dies erlaubt auch die Platzierung von Weltankern, virtuellen Objekten, die als Synchronisationspunkt einer virtuellen und realen Umgebung dienen.<sup>113</sup>

## Portale

Diese Synchronisationspunkte können auch als Zugangspunkt zur virtuellen Welt dienen. In einer Machbarkeitsstudie zu den neuen *Inside-Out-Tracking*-Schnittstellen präsentierte das Entwicklungsteam der französischen Marketingagentur Nedd ein *Augmented-Reality-Portal*, das das Eintreten in eine virtuelle Umgebung erlaubt.<sup>114</sup> Die Technologie arbeitet mit einer Maskierung der virtuellen Umgebung.<sup>115</sup> Der Nutzer bewegt

<sup>111</sup> ARKit Framework, Apple. Apple, 2017.

<sup>112</sup> ARCore Framework, Google. Google, 2017.

<sup>113</sup> Apple Developer: *Understanding World Tracking. Discover features and best practices for building rear-camera AR experiences*, URL: [https://developer.apple.com/documentation/arkit/configuration\\_objects/understanding\\_world\\_tracking](https://developer.apple.com/documentation/arkit/configuration_objects/understanding_world_tracking) (06.03.2022).

<sup>114</sup> Nedd: *Augmented Reality Portal - ARKIT*. In: YouTube, 2017. URL: [https://youtu.be/371ZQW\\_Yzck](https://youtu.be/371ZQW_Yzck) (24.04.2023).

<sup>115</sup> Im Kontext der Visualisierung wird Maskierung als Verfahren eingesetzt, um gezielt auszuwählen, welche Bereiche einer Darstellung angezeigt werden und welche verborgen bleiben. Diese Art von selektiver Darstellung funktioniert wie ein Filter, der bestimmte Elemente zur Betrachtung zulässt, während andere ausgeblendet werden.

sich durchgehend durch einen virtuellen Raum, dessen Darstellung durch die Maskierung organisiert wird. Das Portal erscheint als zweidimensionale Oberfläche, die als Filterobjekt für die Maskierung dient.



Abbildung 18: Maskierung der übereinanderliegenden Räume durch das Portalobjekt, einerseits des physischen Raums (blau) und der virtuellen Umgebung (türkis). Dabei werden zwei „Blickrichtungen“ unterschieden. Einerseits die Ansicht aus dem physischen Raum durch das Portal in die Mixed-Reality-Sphäre (mittig). Andererseits der Blick aus dem virtuellen Raum hinaus, wobei in diesem Fall die MR-Sphäre das Kamerabild rahmt (rechts).

Quelle: Eigene Darstellung

Dem Betrachter wird ein Zustand zugeschrieben: außerhalb des virtuellen Raumes oder innerhalb des virtuellen Raumes. Mit dem Durchschreiten des Portals wird dieser Zustand gewechselt und damit auch die Logik der Maskierung: Befindet sich der Betrachter außerhalb des virtuellen Raumes, wird dessen Darstellung überall verborgen, außer beim Blick durch das Portal. Analog dazu wird bei einer Positionierung innerhalb des virtuellen Raumes dieser vollständig gerendert, außer beim Blick zurück durch das Portal. In diesem Fall sieht der Betrachter dort die physische Welt, in Form des Kamerabildes (vgl. Abbildung 18). Ein solches Portal eignet sich als Übergangsobjekt vom gegenwärtigen Köln zum antiken C.C.A.A., um die räumliche Verbindung der beiden Realitäten hervorzuheben und das immersive Potenzial zu verstärken.

### 3.4.2 Konzeption

Es wurde im Rahmen des Projekts ein visuelles Konzept erarbeitet, das die im Vertical Slice identifizierten Missstände beheben sollte. Ziel war es dabei, die Exploration des virtuellen Raumes zu ermöglichen, eine glaubwürdigere Darstellung der 3D-Umgebung zu erreichen sowie die historisch korrekte Positionierung des Virtuellen zum kontextuellen Abgleich mit der heutigen Welt zu leisten. Der zu erkundende Raum sollte als abgeschlossene Blase gestaltet werden, als eine Mixed-Reality-Sphäre, innerhalb deren der Spieler sich frei bewegen kann. Diese Sphäre sollte – anders als in der Drahtgitter-Darstellung des vorangegangenen Prototyps – das Kamerabild vollständig überlagern, um einen atmosphärischen, abgeschlossenen immersiven Raum zu gestalten. Das Konzept sah vor, dass dieser Raum durch ein Augmented-Reality-Portal betreten und verlassen wird. Die Weltanker des Inside-Out Trackings sollten genutzt werden, um nach dem Wechsel aus der

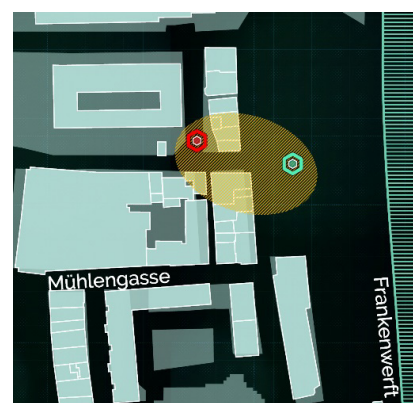


Abbildung 19: Verschiebung des Zugangspunktes der Mixed-Reality-Sphäre (gelb) zur Verbesserung der GPS-Positionierung, aus der Häuserschlucht (rot) zu offenem Gelände (grün)  
Quelle: Eigene Darstellung

Navigationsübersicht in die Augmented-Reality-Visualisierung automatisiert Referenzpunkte zu setzen, mithilfe derer die Spielerbewegung kalkuliert und in die virtuelle Umgebung übertragen werden kann. Auf diese Weise sollte jeder in der realen Welt zurückgelegte Meter in der virtuellen Umgebung gespiegelt werden, um eine natürliche und intuitive Erkundung zu ermöglichen. Zur Steigerung des Detailgrades der Umgebung mussten die 3D-Modelle des COLONIA-3D-Projektes aufbereitet und neu texturiert werden.

Zur Präzisionssteigerung der GPS-Positionierung analysierten wir die Fehlerquellen des Vertical Slice. Vor allem Zugangspunkte, die innerhalb der engen Gassen der Kölner Altstadt platziert waren, wiesen ein großes Fehlerpotenzial bei der Positionsbestimmung auf. Dies ist technisch bedingt durch die engen Häuserschluchten, die das GPS-Signal reflektieren und verzerren. Die neuen Positionierungsprotokolle des LTE-Standards schließen hybride Systeme ein, die basierend auf den identifizierten SSID umliegender WLAN-Geräte eine präzisere Positionsbestimmung ermöglichen. Dennoch bleibt eine Ungenauigkeit innerhalb enger Häuserschluchten bestehen.<sup>116</sup> Daher wurden die Zugangspunkte zu den Mixed-Reality-Sphären repositioniert, sodass sie in der physischen Welt auf offenerem Gelände liegen (vgl. Abbildung 19) und eine präzisere Positionsbestimmung erlauben.

### 3.4.3 Umsetzung

Ziel der ersten Entwicklungsphase war es, die Augmented-Reality-Szenen als erfahrbaren Raum zu gestalten und dem Spieler die Möglichkeit der selbstbestimmten Exploration zu bieten. Dazu wurde zunächst die ARKit-Programmierschnittstelle implementiert, um in einem ersten Schritt die Möglichkeit zu schaffen, den umgebenden Raum zu begehen.<sup>117</sup> Beim Wechsel in den AR-Visualisierungsmodus identifiziert die Schnittstelle mögliche Weltanker in der Umgebung und nutzt diese zur Wahrnehmung von Positionsveränderungen. Dies ermöglicht eine natürliche Fortbewegung innerhalb der Mixed-Reality-Sphäre und erlaubt ihre Erkundung. Kombiniert mit der technisch verbesserten GPS-Positionsbestimmung des LTE-Standards sowie der störungsresistenteren Platzierung der Missionsmarker auf offenem Gelände führte dies zu einer besseren Überlagerung der realen und virtuellen Stadt, wodurch das wissensvermittelnde Potenzial der architektonischen Kontextualisierung ausgeschöpft werden kann.

Um diese Überlagerung erfahrbar zu machen, implementierten wir als Nächstes das Augmented-Reality-Portal als Zugang zur Mixed-Reality-Sphäre. In einer ersten Version wurde das Portal beim Wechsel in den Augmented-Reality-Modus wenige Meter vor die Spielerposition platziert, auf Basis der vom Inside-Out Tracking identifizierten relevanten Weltanker. Das Portal und die virtuelle Umgebung richten sich dabei

<sup>116</sup> Rafael Saraiva Campos: „Evolution of Positioning Techniques in Cellular Networks, from 2G to 4G“. In: *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2017 (2017), 1–17. S. 12.

<sup>117</sup> ARKit Framework, Apple, 2017.

immer nach Norden aus, die Himmelsrichtungen von virtueller und realer Umgebung sind stets deckungsgleich. Die visuelle Gestaltung des Portals war zunächst simpel, es sollte lediglich zur Rahmung des Übergangs dienen (vgl. Abbildung 20).<sup>118</sup>

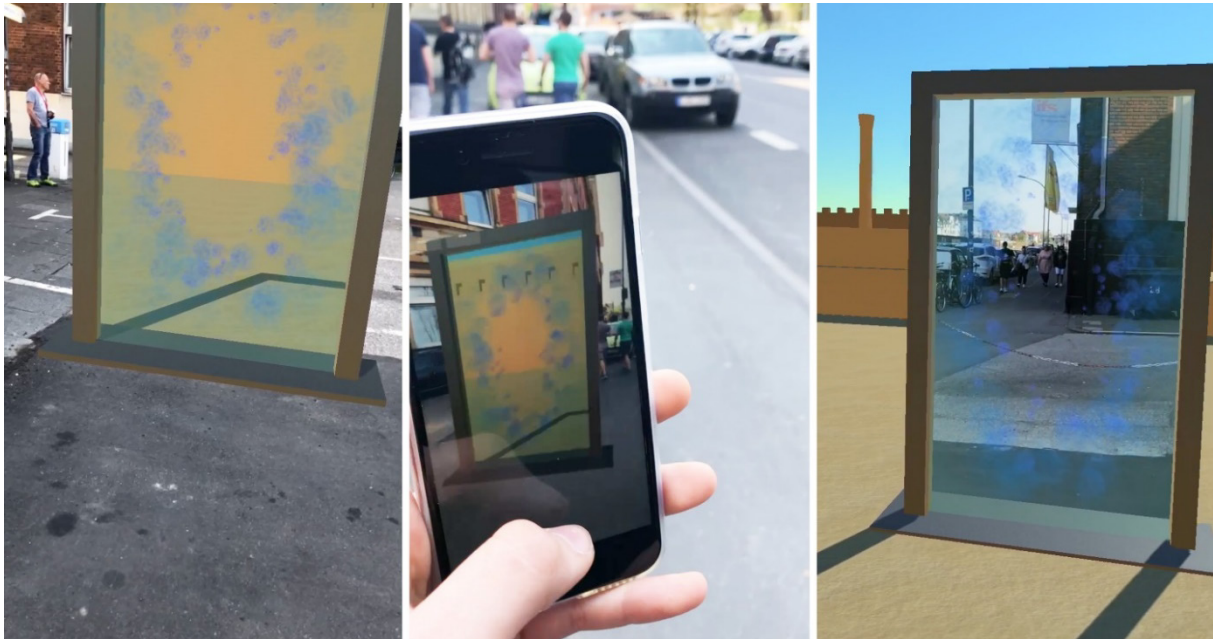


Abbildung 20: Erste Version des Zugangsportals zum historischen Köln; Blick in die Mixed-Reality-Sphäre (links) und aus ihr heraus (rechts)  
Quelle: Eigene Aufnahme

Im nächsten Schritt wurde die Visualisierung der virtuellen Umgebung verbessert. Das Projektteam wurde durch einen 3D-Artist erweitert, der das bestehende 3D-Modell der römischen Siedlung überarbeitete und neu texturierte. Dies erlaubt den Spielern, die Oberflächen auch aus nächster Nähe zu betrachten, ohne dass ein geringer Detailgrad zu immersiven Brüchen führt (vgl. Abbildung 21). Da es sich bei dem abspielenden Gerät weiterhin um ein Mobilgerät (mit dementsprechend geringer Rechenleistung) handelt, wurden die Verbesserungen auf ein Maß limitiert, das größtmögliche Ästhetik bei geringen Polygonanzahlen ermöglicht.



Abbildung 21: Neumodellierung und Retexturierung der Objekte in Spielernähe; vom simplifizierten Modell (links) zur ausgestalteten und mit Details angereicherten Darstellung (rechts)  
Quelle: Eigene Aufnahme

Wir entschieden daher, keine dynamischen Lichtquellen zu verwenden, sondern eine statische Lichtsituation zu bestimmen und den daraus resultierenden Schattenwurf direkt in die Textur zu backen.<sup>119</sup> Dadurch erhöht

<sup>118</sup> Jonas Zimmer: *Porta Praetoria C.C.A.A. | Feasability Study: Augmented Reality Portal to Roman Environment*. In: YouTube, 2018. URL: <https://youtu.be/dsCtbexStAc> (17.08.2023).

<sup>119</sup> Das *Backen* von Lichtdaten in Texturen ist eine Technik in der Computergrafik zur Reduzierung der Berechnungslast der Echtzeit-Beleuchtung in 3D-Szenen. Dabei werden Lichtinformationen, einschließlich Schatten, vorberechnet und direkt in

sich der Grad des Realismus der Darstellung und die Szene wird glaubwürdiger. Die so gestaltete Kulisse wird mit Nichtspielercharakteren (NPCs) bevölkert, um die belebte Umgebung der römischen Siedlung historisch korrekt darzustellen; insbesondere an den dargestellten Missionsorten, wie dem Markt an der Hafenstraße. Es wurden Verhaltensroutinen für die NPCs, die entweder in Dialoge vertieft sind oder entlang definierter Routen durch die Straßen wandern, implementiert. Die missionsrelevanten Charaktere, wie der Auftraggeber der zweiten Mission, ein Schmied am Hafen vor den Toren der Stadt, reagieren auf die Präsenz der Spieler: Sie unterbrechen ihre Tätigkeit und richten den Blick auf die Kameraposition respektive die Spielerposition (vgl. Abbildung 22). Vereinzelt Charaktere können vom Spieler angesprochen werden, ein entsprechender Dialogbutton erscheint über ihren Köpfen, sobald man ihnen nahe kommt.

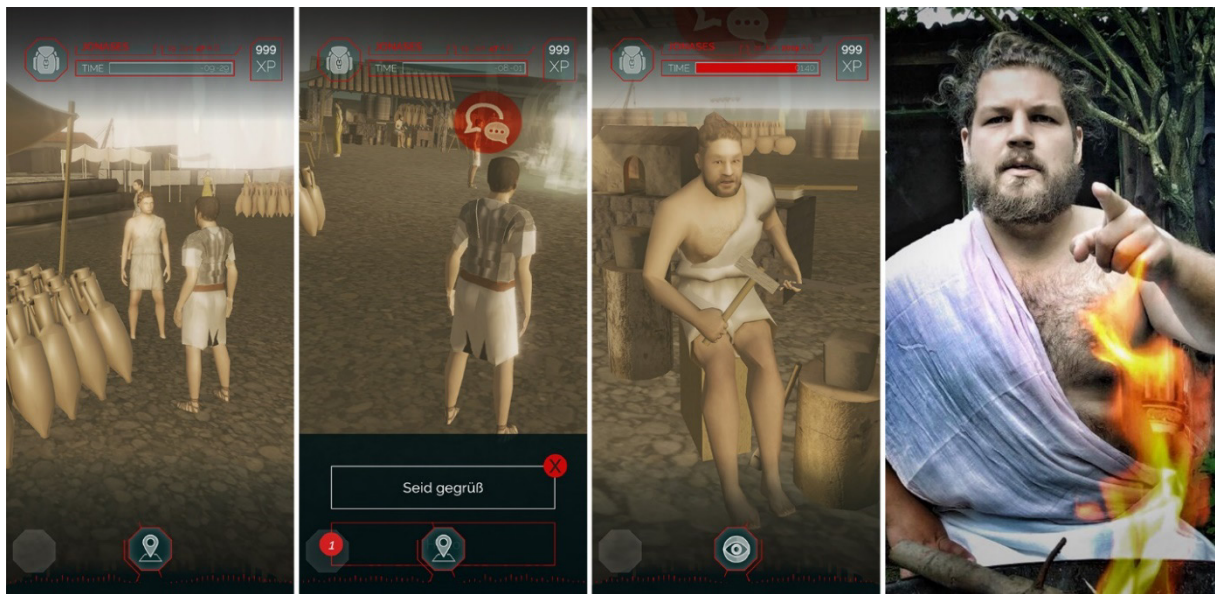


Abbildung 22: Mixed-Reality-Sphäre mit NPCs. Missionsrelevante NPCs, wie der Schmied (2. v. rechts), reagieren auf eine Annäherung des Spielers und erlauben einen Dialog. Der Schmied ist der Auftraggeber der zweiten Mission des Spiels und daher auch in einer missionseinleitenden Videobotschaft zu sehen (rechts).

Quelle: Eigene Aufnahme

### 3.4.4 Reflexion und Revision

Im Mai 2018 testeten wir mit einer Gruppe Studierenden des Instituts sowie dem Projektteam den aktuellen Prototyp.<sup>120</sup> Der Fokus des Labortests lag auf der Evaluation der Visualisierungsmethoden sowie der immersiven Exploration des römischen Köln. Getestet wurde in zwei Gruppen zu je drei Spielern. Da die Spieler als Studierende des Instituts Fachwissen über digitale Spiele besaßen, wurden die Probanden angehalten, die Methode des *Thinking Aloud*.<sup>121</sup> anzuwenden. Dies führte bereits während des Testdurchgangs zu Diskussionen über die implementierten Spielmechaniken, die in einer abschließenden Runde fortgeführt

die Texturen eines 3D-Modells eingebettet. Diese Methode ist ideal für Szenen mit konstanter Beleuchtung, da die Lichtinformationen statisch sind und nicht dynamisch in Echtzeit verändert werden können.

<sup>120</sup> Jonas Zimmer: *Porta Praetoria C.C.A.A. | Mixed Reality Sphere Visualization Test*. In: YouTube, 2018. URL: <https://youtu.be/pt9g5wxNtZk> (17.08.2023).

<sup>121</sup> Die Methode des *lauten Denkens* (*Thinking Aloud*) ist eine Technik, bei der die Teilnehmer dazu ermutigt werden, ihre Gedankengänge während der Bearbeitung von Aufgaben laut zu äußern. Dies ermöglicht, Einblicke in die kognitiven Prozesse, Emotionen und Absichten der Teilnehmer während ihrer Interaktion mit einer Anwendung zu gewinnen.

wurden. Die Erfahrungen aus den Spieltests zeigten, dass die GPS-Positionsbestimmung außerordentlich präzise funktionierte. Dank der technischen Fortschritte bei der Positionsbestimmung durch den LTE-Standard und der resistenteren Platzierung der Missionsmarker in freien Flächen konnte die Positionsvarianz zwischen der realen und virtuellen Welt auf nur wenige Meter begrenzt werden. Dies erlaubt eine verbesserte Synchronisation von realer und virtueller Stadt und erlaubt es, das Wissenspotenzial der architektonischen Kontextualisierung optimal zu nutzen.

Die Funktionalität des Portals als Übergangsschwelle von realer zu virtueller Welt und ihre Wirkung auf den Wahrnehmenden erwies sich als gut geeignet, um das „Eintreten“ in den immersiven Raum zu unterstreichen. Die automatisierte Platzierung erwies sich aber nach Rücksprache mit den Testgruppen aus zwei Gründen als problematisch. Einerseits ist die Platzierung nicht immer funktional, teilweise wurde das Portal auf unerreichbarem Gelände oder in Wänden platziert. Andererseits wurde das plötzliche Auftauchen des Portals als antiklimaktisch empfunden, es fehlte eine den Effekt begleitende Dramatik. Die Idee entstand, das Öffnen des Portals durch einen spielerischen Kalibrierungsprozess zu ritualisieren, ähnlich dem Sprechen eines Zauberspruchs.<sup>122</sup> Das immersive und wissensvermittelnde Potenzial der Mixed-Reality-Sphäre wurde trotz der Probleme augenscheinlich. In den Diskussionen nach dem Spieltest verwiesen die Probanden auf Positionen in der realen Welt, um auf Objekte und Personen in der virtuellen Welt zu verweisen. Die architektonischen Zusammenhänge, wie die baulichen Erhöhungen der Kölner Altstadt an der Position der ehemaligen Stadtmauer, wurden korrekt wiedergegeben. Es wurde auf die Diskrepanz zwischen der sommerlichen Atmosphäre innerhalb der Sphäre und der bewölkten Wetterlage in der physischen Welt hingewiesen. Dass die Probanden die Erwartungshaltung zeigten, dass in der Sphäre die gleichen Bedingungen wie in der äußeren Welt herrschen würden, lässt sich als Akzeptanz der Präsenz der virtuellen Parallelwelt deuten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Mixed-Reality-Sphäre ein geeignetes Mittel der Darstellung einer virtuellen Umgebung ist, um immersive Erfahrungen in einer erkundbaren virtuellen Welt zu evozieren. Allerdings zeigte sich auch, dass die detailreiche visuelle Ausgestaltung der Mixed-Reality-Sphären im starken Kontrast zur geringen Interaktivität innerhalb der Sphäre steht. Zwar reagieren die NPCs auf die Präsenz des Spielers, die Interaktionen mit dem virtuellen römischen Köln beschränken sich in dieser Spielversion aber auf Dialoge mit ausgewählten Charakteren. Trotz der Möglichkeit, sich innerhalb der Sphäre frei zu bewegen und diese zu erkunden, fühlen sich die Spieler nur als Besucher einer Kulisse. Auch die drei Spielrollen agieren weiterhin weitestgehend autark, losgelöst voneinander. Daher sollte in der zweiten Entwicklungsphase des *EPPSA*-Projektes die Interaktivität unter den Spielern und mit der virtuellen Umgebung im Fokus stehen. Das Portal als Übergangsschwelle und Trennmedium zwischen den Parallelwelten weist großes Potenzial für ein selbstbestimmtes Eintreten in die immersive Umgebung auf, das im folgenden Kapitel näher betrachtet werden soll.

---

<sup>122</sup> Jonas Zimmer: *Porta Praetoria C.C.A.A. Playtest Notes*. 2018.

### 3.5 Partizipation: Forschungsprojekt EPPSA – Entwicklungsphase 2

In der zweiten Entwicklungsphase des *EPPSA*-Projektes wurde versucht, die Rolle des Spielers von der eines passiven „Touristen“ in eine aktiv wirkende, diegetische Rolle innerhalb des virtuellen Raums zu transformieren. Dazu sollten die möglichen Spielinteraktionen erweitert werden, sowohl um kollaborative Teamaufgaben als auch um explorativ-spielerische Interaktion innerhalb der Szenerie. Innerhalb dieser Entwicklungsphase stand die folgende Frage im Zentrum:

*Welche Methoden fördern, dass sich der Spieler als in der virtuellen Umgebung handelnder Akteur versteht?*

Der Entwicklungszeitrahmen für die zweite Phase reichte vom August 2018 bis zum September 2019. In diesem Zeitraum wurde der bestehende Prototyp erweitert, um das Spielkonzept finalisiert umzusetzen. Im Dezember 2018 wurde eine erste Vorstudie mit einem Spieltest des Projektstands durchgeführt, der einerseits die Funktionalität des Spiels testen, andererseits relevante Einsichten für die Evaluation zum Projektabschluss liefern sollte. Diese finale Erhebung fand im Oktober 2019 statt.

#### 3.5.1 Analyse

Die voll umgebenden Mixed-Reality-Sphären von *PORTA PRAETORIA* erinnern an eine digitale Materialisierung von Johan Huizingas Konzept des *Magic Circles*. In seinem Werk *Homo Ludens* beschreibt er Spiel als „das Heraustreten aus [dem gewöhnlichen Leben] in eine zeitweilige Sphäre von Aktivität mit einer eigenen Tendenz“<sup>123</sup>. Er umschreibt damit einen von der alltäglichen Welt abgetrennten Bereich, einen „Zauberkreis“, der als dedizierter Spielraum mit eigenen Regeln und erwarteten Verhaltensweisen in Erscheinung tritt. Diese Regeln sind für den magischen Kreis spezifisch und unterscheiden sich von den Regeln der realen Welt.<sup>124</sup> Die Wahrnehmung der Existenz eines solchen Partizipationsraums mit eigenem Regelsystem, entsprechenden Erwartungshaltungen und spezifischem Interaktionspotenzial sowie das bereitwillige Einlassen auf die dort herrschenden Verhältnisse stellen einen wichtigen Schritt des immersiven Prozesses dar. Das Eintreten in diesen Partizipationsraum soll daher als zweiter Prozess der Stufe des Eintauchens definiert werden. Inwiefern dies die Rolle des Spielers und dessen Selbstverständnis transformiert, zeigt eine genaue Betrachtung des *Magic Circles* und des von ihm konstituierten Dispositivs.

#### Magic Circle

In *Rules of Play* greifen Salen und Zimmerman Huizingas Terminologie des *Magic Circles* auf, um die Teilnahme an einem Spiel bildlich zu beschreiben. Die beiden diskutieren die konzeptionelle Grenze des Spiels als

<sup>123</sup> Johan Huizinga: *Homo Ludens. Vom Ursprung der Kultur im Spiel*, Reinbek: Rowohlt, 1981. S. 16.

<sup>124</sup> Ebd. S. 17 f.

Schwelle zur Teilnahme am Spiel, als überschreitbare Abgrenzung, die Spielraum und natürlichen Raum trennt. *Spielen* bedeutet in diesem Kontext, in einen magischen Kreis einzutreten oder einen solchen zu kreieren, wenn ein Spiel beginnt..<sup>125</sup>

Dabei hinterfragen die Autoren, inwieweit der magische Kreis eine von der realen Welt getrennte Realität umschließt und ob ein Spiel eine Erweiterung des normalen Lebens darstellt oder nur ein besonderes Beispiel der normalen Realität ist. Zur Beantwortung der Frage argumentieren sie, dass der Akt des Spielens differenziert betrachtet werden müsse, je nachdem, ob es sich um informelles Herumspielen, wie zum Beispiel das kindliche Spiel mit Puppen, oder um das Spielen eines Games, das Befolgen spezifischer Regeln in einem zeitlich und räumlich abgegrenzten Bereich, handelt. Beide Formen des Spielens initiieren eine Abgrenzung zwischen Spielraum und Realität, die im ersten Fall uneindeutig, im zweiten Fall aber eindeutig ist. Salen und Zimmerman differenzieren daher zwischen einem offenen und einem geschlossenen Spielraum, wobei sie der Terminologie der Systemtheorie folgen: Ein *geschlossenes System* steht nicht im Austausch mit seiner Umwelt, ein *offenes System* nimmt Einflüsse aus der Umgebung auf und nimmt Einfluss auf seine Umgebung..<sup>126</sup>

In beiden Fällen behalten sie Huizingas strikte Trennung des Spiel- und Lebensraums bei. Diese strenge Auslegung führte zu Kritik am Konzept des magischen Kreises, insbesondere vonseiten der Game Studies, die sich auf die empirische Erforschung der Beziehung zwischen Spieler und Spiel konzentrieren. Am Beispiel von Regelverstößen zeigen Kritiker, dass speziell Online-Spiele von kontinuierlichen sozialen Aushandlungsprozessen unter den Spielern sowie zwischen Spieler und Entwickler begleitet werden, durch die das Verständnis von Regelverstößen auf individueller und spielübergreifender Ebene ständig neu bewertet wird und bestehende Regelsysteme angepasst werden müssen..<sup>127</sup>

(Digitale) Spiele entziehen sich eindeutigen Definitionen und bringen so eines der zentralen Probleme hervor, das die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit ihnen bestimmt. Der Magic Circle ist die kulturwissenschaftliche Denkfigur dieser Herausforderung, sie prägt die Strömungen der Computerspielforschung. Doch der Zauberkreis gerät – ironischerweise – selbst an seine Grenzen, sei es, weil er als praktisches Erklärungsmodell an gegenwärtigen Entwicklungen scheitert oder weil er angesichts der Heterogenität all dessen, was als Spiel gilt oder bezeichnet wird, als unzulängliches theoretisches Konzept wahrgenommen wird..<sup>128</sup>

Ein Blick auf die Implementierung der Mixed-Reality-Sphären im Projekt PORTA PRAETORIA verdeutlicht das Problem der strengen Auslegung. Spieler betreten zwar das geschlossene System des dedizierten Spielraums

<sup>125</sup> Salen u. Zimmerman: *Rules of Play*. 2003, S. 95.

<sup>126</sup> Ebd. S. 96.

<sup>127</sup> Felix Raczkowski: „Spielgrenzen und ihre Denkweisen“. In: *Denkweisen des Spiels*, Hrsg. von Astrid Deuber-Mankowsky u. Reinhold Göring, 119–135. Wien: Turia + Kant, 2017. S. 123 f.

<sup>128</sup> Ebd. S. 133.

in Form der umgebenden Blase, bewegen sich aber zugleich im öffentlichen Raum mit all seinen Regelsystemen. Sie sind in diesem Moment Akteure in zwei Welten, der Zeitreisende im römischen Köln und der Fußgänger im Straßenverkehr der Kölner Innenstadt (vgl. Abbildung 23). Aus Gründen der Sicherheit wurde daher einer der möglichen Übergangspunkte in die Mixed-Reality-Sphäre von seiner geografisch korrekten Position um etwa 50 m verschoben, um Spieler nicht „blind“ durch den Straßenverkehr laufen zu lassen, die Aufmerksamkeit auf das Smartphone gebündelt.

Freyermuth beschreibt, dass digitale Spiele nicht mehr nur in fiktiven Welten stattfinden, sondern immer stärker in die reale Welt eindringen. Besonders mobile Spiele, *Alternate Reality Games* und *Augmented Reality Games* lösen die Trennung zwischen Spiel und Wirklichkeit auf und schaffen eine neue Art von Erlebnis, das die Realität in das Spiel einbezieht. Die Grenze zwischen Spiel und Wirklichkeit wird durchlässiger und es entsteht eine Variante des Magic Circles, der sowohl das Spiel als auch die Wirklichkeit umfasst.<sup>129</sup> Die pauschale strikte Trennung jedes Spielraums vom „gemeinen Leben“ ist nicht möglich, was Zimmerman in einem Folgeartikel zu *Rules of Play* zu folgender Klarstellung bewegte: „The magic circle, as put forward in Rules of Play, is the relatively simple idea that when a game is being played, new meanings are generated. These meanings mix elements intrinsic to the game and elements outside the game.“<sup>130</sup>

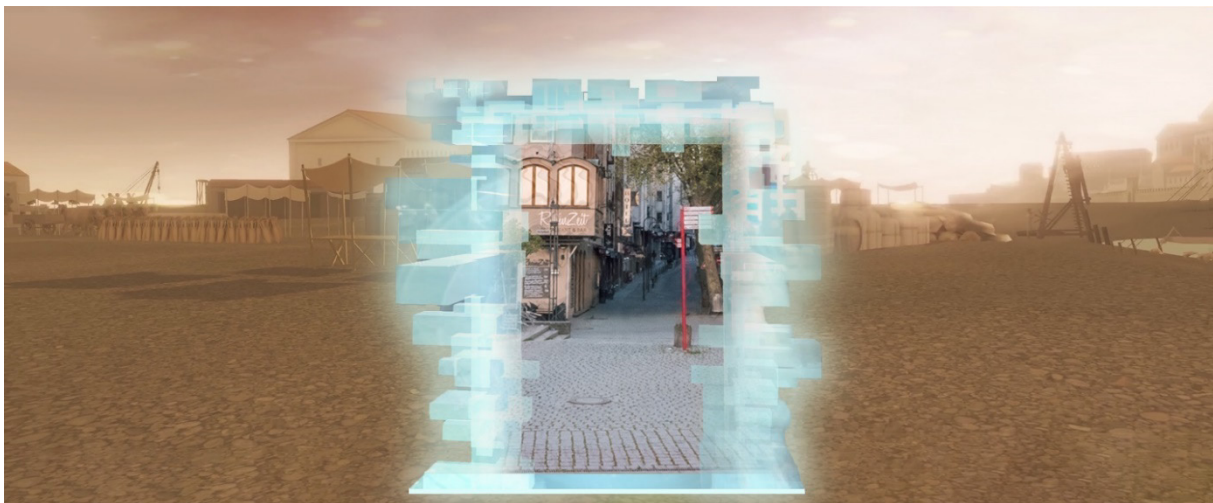


Abbildung 23: Ein Blick durch das Portal aus der Mixed-Reality-Sphäre heraus, zurück auf die Kölner Innenstadt (Montage aus Screenshots)  
Quelle: Eigene Aufnahme

Im Falle PORTA PRAETORIAS zeigt sich das eindringlich, da das Spiel regelmäßig durch die Überlagerung des heutigen Stadtbildes mit der ursprünglichen römischen Architektur versucht, die Auswirkungen der antiken Stadtplanung hervorzuheben. Eine der Zufahrtsstraßen zum Hafenbezirk beispielsweise ist heute noch erhalten und dient in einer der Mixed-Reality-Sphären als Handlungsort.<sup>131</sup> Das Betreten und Verlassen eines

<sup>129</sup> Freyermuth: *Games | Game Design | Game Studies*. 2015, S. 224.

<sup>130</sup> Eric Zimmerman: „Jerked Around by the Magic Circle - Clearing the Air Ten Years Later“. In: *Game Developer* (vorher: *Gamasutra*), 2012. <https://www.gamedeveloper.com/design/jerked-around-by-the-magic-circle---clearing-the-air-ten-years-later> (06.03.2022).

<sup>131</sup> Die Originalstraße am heutigen Roncalliplatz 4 wurde bei Bauarbeiten freigelegt, archäologisch katalogisiert und ein paar Meter Richtung Süden versetzt. Dabei wurde die Originalanordnung allerdings verändert, sodass das Straßenbild nicht dem

Magic Circles ist ein transformativer Prozess. Objekte, Umgebungen und Personen werden verändert, ihnen wird eine neue Ebene der Bedeutung zugeschrieben. Dies geschieht sowohl in der Wahrnehmung der partizipierenden Spieler als auch in jener der passiv beobachtenden Außenstehenden. Das Anerkennen dieser Grenze und die Akzeptanz des transformativen Aspekts ihres Überschreitens ist ein relevanter Faktor des immersiven Prozesses.

## Dispositiv

Um den transformativen Prozess des Ein- und Austretens aus einem Regelraum zu verdeutlichen, soll eine Dispositivanalyse des Projektes PORTA PRAETORIA durchgeführt werden. Diese Analyse baut auf Jean-Louis Baudrys Dispositivbegriff auf, auch bekannt als *Apparatus-Theorie*. Baudry versteht unter dem Dispositiv eine von Medien geschaffene räumliche Ordnung, meist am Beispiel des Kinos erklärt: Er beschreibt die Situation eines passiven Rezipienten im dunklen Kinosaal, der stillschweigend den Film ansieht, während dieser von hinten auf die Leinwand vor ihm projiziert wird.<sup>132</sup> Diese Szene vergleicht Baudry mit Platons Höhlengleichnis<sup>133</sup> und Freuds Traumtheorie<sup>134</sup>, um die transformierenden Wirkungen der Situation auf das betrachtende Subjekt zu erläutern. Bezogen auf das Beispiel des Kinosaals spricht Baudry vom *kinematografischen Dispositiv*, das

einen künstlichen Regressionszustand determiniert, wenn man die Dunkelheit des Saals berücksichtigt, die Situation der relativen Passivität, die erzwungene Unbeweglichkeit des Kino-Subjekts und natürlich auch die der Projektion bewegungsfähiger Bilder innewohnenden Effekte. Es rückt das Subjekt in eine seinem Entwicklungsstand vorherliegende Position – eine Position, die auch sonst zutage tritt, wie sowohl die Existenz des Traums als auch bestimmte Formen des mentalen Lebens zeigen.<sup>135</sup>

Baudrys medientheoretisches Konzept baut auf den Dispositivbegriff Michel Foucaults auf, es spezifiziert dessen sehr viel allgemeiner gehaltene Definition des Dispositivs. Foucault versteht unter dem von Baudry als Dispositiv beschriebenen System lediglich die „Elemente des Dispositivs. Das Dispositiv selbst ist das Netz,

---

Original entspricht. Vgl. Petra Schellen: *Moderner Pfuscher am antiken Pflaster. Stolpern auf der Rumpelstraße*. 2023, URL: <https://taz.de/Moderner-Pfuscher-am-antiken-Pflaster/!5918457/> (01.05.2023).

<sup>132</sup> Jean-Louis Baudry: „Das Dispositiv. Metapsychologische Betrachtungen des Realitätseindrucks“. In: *Psyche*, 48 (1994), H. 11, 1047–1074. S. 1047–1074.

<sup>133</sup> Platons Höhlengleichnis, vorgestellt in *Politeia*, illustriert Gefangene, die ihr ganzes Leben in einer Höhle verbringen und nur Schatten an einer Wand betrachten können. Diese Schatten stellen ihre einzige bekannte Realität dar. Nachdem einer der Gefangenen befreit worden ist und die Außenwelt (und somit den Ursprung der Schatten) kennengelernt hat, versucht er, die anderen von der Existenz der wirklichen Welt zu überzeugen, wird aber von ihnen abgelehnt. Das Gleichnis ist eine Metapher für die Unterschiede zwischen der wahrgenommenen und der tatsächlichen Realität. Platon: *Der Staat*, Köln: Anaconda, 2010.

<sup>134</sup> Sigmund Freuds Traumtheorie stellt Träume als Zugang zum Unbewussten und als Ausdruck verborgener Wünsche und Emotionen dar. Sie unterscheidet zwischen *manifestem Trauminhalt*, dem *erinnerten Traumerlebnis* und *latentem Trauminhalt* – der versteckten psychologischen Bedeutung.

Vgl. Sigmund Freud: *Die Traumdeutung*, Hamburg: Severus, 2015.

<sup>135</sup> Baudry: *Das Dispositiv*. 1994, S. 1068.

das man zwischen diesen Elementen herstellen kann“<sup>136</sup>. Er betrachtet das Dispositiv daher als System unterschiedlicher ineinandergreifender und sich gegenseitig beeinflussender Dimensionen:

Es ist eine heterogene Gesamtheit, die potentiell alles Erdenkliche, sei es sprachlich oder nicht sprachlich, einschließt: Diskurse, Institutionen, Gebäude, Gesetze, polizeiliche Maßnahmen, philosophische Lehrsätze usw. Das Dispositiv selbst ist das Netz, das man zwischen diesen Elementen herstellen kann...<sup>137</sup>

Diese gegenseitige Beeinflussung stellt nach Foucault eine Dimension der Macht dar, die das Netz des Dispositivs durchwirkt. Gilles Deleuze beschreibt diese Machtdimensionen in seiner Analyse von Foucaults Philosophie als Kräftelinien, die die vorangegangenen Dimensionen neu ausrichten.<sup>138</sup> Sie setzen die Dimensionen in Bezug zueinander und schaffen eine Hierarchisierung der Verständnis- und Interpretationsebenen.

Die Dispositive sind also zusammengesetzt aus Sichtbarkeitslinien, Linien des Aussagens, Kräftelinien, Subjektivierungslinien, Riß-, Spalt- und Bruchlinien, die sich alle überkreuzen und vermischen und von denen die einen die anderen wiedergeben oder durch Variationen oder sogar durch Mutationen in der Verkettung wieder andere erzeugen...<sup>139</sup>

Giorgio Agamben fasst diese Überlegungen zusammen und nimmt eine Einteilung der Welt in zwei große Gruppen vor: Lebewesen und Dispositive. Sein Dispositivbegriff beschreibt alle Dinge, die das Verhalten, die Meinungen und das Reden der Lebewesen beeinflussen und steuern können. Die Liste der Dispositive ist daher umfangreich und umfasst alles von Gefängnissen bis hin zu alltäglichen Gegenständen wie Stiften, Literatur und Computern. Agamben argumentiert, dass zwischen diesen beiden Gruppen, als Drittes, die Subjekte entstehen, die aus den Kräften, die zwischen den Lebewesen und den Dispositiven wirken, hervorgehen. Ein und dasselbe Lebewesen kann der Ort vieler unterschiedlicher Subjektivierungsprozesse sein.<sup>140</sup>

Die Rolle des Lebewesens innerhalb des Dispositivs definiert sich durch die in diesem Moment wirkenden Subjektivierungen (vgl. Abbildung 24). Im Falle der Mixed-Reality-Szenarien von PORTA PRAETORIA formen die Subjektivierungen die Rolle des Spielers innerhalb der Sphäre. Die Gestaltung dieser Subjektivierungsprozesse zur Definierung der diegetischen Rolle des Spielers ist der Fokus der zweiten Entwicklungsphase des EPPSA-Projektes.

<sup>136</sup> Giorgio Agamben: *Was ist ein Dispositiv?*, Zürich: diaphanes, 2008. S. 8.

<sup>137</sup> Ebd. S. 9.

<sup>138</sup> Gilles Deleuze: „Was ist ein Dispositiv?“. In: *Spiele der Wahrheit: Michel Foucaults Denken*, Hrsg. von François Ewald u. Bernhard Wadenfels, 153–162. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1991. S. 154f.

<sup>139</sup> Ebd. S. 157.

<sup>140</sup> Agamben: *Was ist ein Dispositiv?* 2008, S. 26 f.



Abbildung 24: Auf die Lebewesen (Spieler) wirkende Subjekte vom Dispositiv der Mixed-Reality-Sphäre in PORTA PRAETORIA C.C.A.A.

Quelle: Eigene Darstellung

## Dispositivanalyse

Zur (Neu-)Gestaltung der wirkenden Kräftelinien müssen diese erst einmal identifiziert werden. Das sinnbildliche Konzept des Magic Circles als transformierender Raum, der das Spiel umgibt, nimmt in dem Dispositiv des Projektes PORTA PRAETORIA einen physischen Raum ein. Die Grenze der Sphäre und ihre Schwelle des Übergangs ist hier eine tatsächliche, durch die Peripherie – die darstellende Hardware – visualisierte Übergangsschwelle. Die Mixed-Reality-Sphäre stellt allerdings nur einen Kreis im Kreis dar, einen kleineren Magic Circle innerhalb des das gesamte Spiel umspannenden Magic Circle. Die hier wirkenden Rezeptionsprozesse, ihre Zusammenhänge und ihre immersiven Wirksamkeiten können durch eine Analyse des Spieldispositivs identifiziert werden.<sup>141</sup>

Das Spiel wird auf drei Smartphones gespielt, wobei jeder Spieler eine unterschiedliche Ansicht der Spielumgebung hat: Gegenwart, römische Siedlung und Höhenlinien. Die Geräte sind vernetzt und jeweils drei Spieler bilden ein Team (vgl. Abbildung 25). Alle Spielinteraktionen finden auf dem Bildschirm statt, Interaktionen werden per Touch-Eingabe ausgelöst. Auf jeden der Spieler wirkt das Subjekt seiner Epochenzuordnung (Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft), sie erfüllen die Aufgaben ihrer Spielrolle entsprechend. Dennoch wirken von Anfang an die Subjektivierungsprozesse für das kooperative Spiel, die Teamzugehörigkeit. Viele Stationen auf der Reise können erst durch Partizipation aller drei Mitspieler bewältigt werden, zur Lösung einzelner Aufgaben soll das Mitwirken eines anderen notwendig sein. Diese Förderung eines verbalen Austauschs und eines kollektiven Spielvoranschreitens ist eine Kern-Designentscheidung des

<sup>141</sup> Carsten Lenk: „Das Dispositiv als theoretisches Paradigma der Medienforschung“. In: *Rundfunk und Geschichte*, 22 (1996), H. 1, 5–18. S. 8.

medienpädagogischen Konzepts von PORTA PRAETORIA: Die interaktive Gestaltung soll die Jugendlichen zur Reflexion anregen und Kommunikation und Sozialverhalten fördern. Die in dieser Projektphase implementierte distinkte Distribution der potenziellen Spielinteraktionen auf die verschiedenen Spielerrollen erhöht allerdings auch die Schwierigkeit, ausgewogene Spielherausforderungen zu gestalten. Liegt das Handlungspotenzial nur bei einer der Rollen, wirken auf die anderen beiden hemmende Subjektivierungen auf ihre Spielrollen, sie verlieren sich in der Passivität des *Beobachter*-Subjekts. Passivität reduziert den Unterhaltungswert und somit die Bereitschaft zur Aufrechterhaltung des Subjekts *Spieler*.



Abbildung 25: Unterschiedliche Kartendarstellungen je nach Spielerrolle in PORTA PRAETORIA C.C.A.A.

Quelle: Eigene Aufnahme

Das Ziel dieser Entwicklungsphase war die Neudefinition der Spielerrolle. Aus einem passiven Beobachter sollte ein wirkender Akteur innerhalb der virtuellen Umgebung werden. Im Feldtest der ersten Phase hatte sich gezeigt, dass die Spieler mit dem Eintreten in die Mixed-Reality-Sphäre diese aktive Rolle als gegeben annahmen und über die geringen Interaktionsmöglichkeiten erstaunt waren. In einem ersten Schritt sollte nun in der zweiten Phase analysiert werden, inwiefern das Eintreten in die Sphäre diese transformierende Wirkung auf die Spieler hat und wie diese zur Immersionssteigerung genutzt werden kann.

## Übergangsrituale

Das Öffnen eines Portals und das Übertreten seiner Schwelle stellt einen Übergang dar, ein ritualisiertes Eintreten in die Mixed-Reality-Umgebung. Übergangsrituale oder Übergangsriten finden sich in nahezu allen menschlichen Kulturen, sie sind ein zentraler Bestandteil des sozialen Lebens. Sie dienen dazu, bedeutende Veränderungen im Leben eines Individuums oder in einer Gruppe zu markieren, zu zelebrieren und zu

erleichtern. Diese Veränderungen können die Form von Entwicklungsmeilensteinen wie der Pubertät, Eheschließungen, Geburten, Schulabschlüssen oder Tod annehmen.<sup>142</sup>

Der Ethnograf Arnold van Gennep identifizierte drei Hauptphasen solcher Rituale. Die erste Phase, die *Trennungsphase*, kennzeichnet das Verlassen des bisherigen Zustandes. Die zweite Phase ist die *Liminalitäts- oder Schwellenphase*, ein Übergangszeitraum, in dem die Person weder Teil ihres vorherigen Zustandes noch ihres kommenden Zustandes ist. In dieser Phase muss die übergehende Person oft Aufgaben erfüllen oder Prüfungen bestehen, die auf die kommende Transformation vorbereiten. Die dritte und letzte Phase ist die *Inkorporationsphase*, in der die Person in ihren neuen Zustand eingeführt wird und dieser anerkannt wird.<sup>143</sup>

In klassischen digitalen Spielen werden Übergangsrituale oft genutzt, um das Gameplay zu strukturieren und zu bereichern. Sie dienen als Markierungspunkte für den Fortschritt des Spielers und können sowohl Herausforderungen als auch Belohnungen darstellen. Ein Beispiel für ein Übergangsritual in einem Spiel ist ein *Level-up*, bei dem der Spielercharakter eine neue Stufe erreicht, neue Fähigkeiten erhält und vielleicht auch Zugang zu neuen Spielbereichen bekommt. Solche Rituale sind oft mit markanten visuellen und akustischen Signalen verbunden, die die Bedeutung des Ereignisses unterstreichen. In anderen Fällen können Übergangsrituale narrative Elemente darstellen, die das Spiel vorantreiben. Sie können das Ende eines Spielabschnittes und den Beginn eines neuen markieren, oft durch Schlüsselszenen oder Bosskämpfe symbolisiert. In Multiplayer-Spielen können Übergangsrituale auch soziale Funktionen haben, indem sie die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Spielergemeinschaft oder das Erreichen eines bestimmten Status markieren.<sup>144</sup>

Der Magic Circle kann als ein liminoider Raum verstanden werden, der im Falle eines Pervasive Games wie PORTA PRAETORIA sowohl einen primären Spielbereich als auch einen sekundären physischen Bereich umfasst. Das Betreten des Magic Circles stellt eine Übergangssituation dar, in der sowohl die Rolle des Eintretenden als auch die Bedeutung der physischen Umgebung transformiert wird.<sup>145</sup>

Understanding Huizinga literally, the magic circle can be understood as a spatial construction supporting the game performance as a liminoid phenomenon. The liminoid phases square well with the primary and secondary phases, and the separate spaces are used to support the liminoid performance. The division of the magic circle into a primary and a secondary space provides new insight into the performance of games, not only as the narrow understanding of a game as a rule-bound activity, but as a performance including persons such as players, referees, umpires, trainers, and spectators, who all have to perform within their dedicated spaces.<sup>146</sup>

<sup>142</sup> Arnold Van Gennep: *Rites of Passage*, Chicago: University of Chicago, 1960. S. 1 f.

<sup>143</sup> Ebd. S. 11.

<sup>144</sup> Alison Gazzard u. Alan Peacock: „Repetition and Ritual Logic in Video Games“. In: *Games and Culture*, 6 (2011), H. 6, 499–512.

<sup>145</sup> Olav Harslof: *Engaging Spaces. Sites of Performance, Interaction & Reflection*, Copenhagen: Museum Tusculanum, 2015. S. 170.

<sup>146</sup> Ebd. S. 177.

In der zweiten Phase des Projekts sollte der Charakter des ritualisierten Übergangs unterstrichen werden, um die transformative Wirkung auf Spieler und das Verständnis der Spielumgebung zu nutzen und eine tiefere Immersion zu erreichen.

### 3.5.2 Konzeption

In PORTA PRAETORIA existieren mehrere ineinander geschachtelte, sich überlagernde Magic Circle. Einerseits gibt es das übergreifende Spiel, das heißt, die Mission, den in der Zeit verschollenen Charakter zu retten. Diese wird durchgeführt von einem Team aus drei Spielern, die das römische Köln erkunden. Der Eintritt in diesen Magic Circle startet bereits im analogen Raum vor dem Starten des Spiels. Denn das Spiel beginnt schon mit der Gruppenbildung und der Bereitschaft, am Spiel teilzunehmen. Um dieses Eintreten der Spieler in den Spielraum zu verdeutlichen, soll als erste Teamhandlung zu Beginn des Spiels gemeinsam ein Portal geöffnet werden, das die Gruppe in ihre rollenspezifischen Zeitepochen transportiert. Die sich verändernden Benutzeroberflächen des Spiels inklusive der Navigationskarten ermöglichen ein erstes Wahrnehmen der transformierten Umgebung, in der sich die Gruppenmitglieder dann befinden.



Abbildung 26: Links und Mitte: Asynchrone spielrollenspezifische Ansicht der gleichen Szene in der Mixed Reality. Während der Spieler in der Rolle des römischen Zeitreisenden in einer voll überlagernden Ansicht durch die Mixed-Reality-Sphäre läuft (mittig), erleben die beiden anderen Spieler eine „Echolot“-Ansicht, mit deutlich stärkeren Bezügen zur realen Welt (links und rechts).

Quelle: Eigene Aufnahmen

Gleichzeitig existieren die Mixed-Reality-Sphären als eigene Magic Circles innerhalb des übergreifenden Spielraums – autarke Systeme mit eigenen Regeln und Interaktionsmethoden –, deren Betreten einen weiteren Transformationsschritt darstellt. Auch diese Übergänge sollten im Vergleich zur Testversion der ersten Entwicklungsphase ritualisiert gestaltet werden, um den Übergang zu unterstreichen. Das Konzept sah vor, das Portal nicht mehr automatisiert beim Wechsel in die AR-Ansicht zu platzieren, sondern es sollte durch eine gemeinsame Interaktion des gesamten Teams geöffnet werden. Dazu würde der Spieler, der die in der

Zukunft verortete Rolle einnimmt, mithilfe eines virtuellen Detektors zunächst den möglichen Übergangspunkt identifizieren, in dessen unmittelbarer Nähe das Team dann in die AR-Visualisierung wechseln und durch gemeinsames Fokussieren des visualisierten Übergangspunktes das Portal öffnen kann. Um den Effekt zu unterstreichen, sollte die Visualisierung des Portals verbessert und sein Erscheinen durch eine Animation mit Bedeutsamkeit aufgeladen werden.

Die so geöffneten Mixed-Reality-Sphären sollten sich dann nicht nur frei begehen und erkunden lassen, die Spieler sollten sie auch durch Interaktionen mit NPCs und Objekten aktiv gestalten können. Diese NPCs sollten auf den Spieler und sein Handeln reagieren, um die diegetische Präsenz des zeitreisenden Spielers zu unterstreichen. Da nur einer der Spieler die Rolle des in die Vergangenheit Gereisten übernimmt, sollte eine alternative Visualisierung für die beiden anderen Rollen implementiert werden, um den immersionsbrechenden Leerlauf zu verringern. Während der Spieler in der Vergangenheit, so war die Idee, eine voll gerenderte Version der römischen Umgebung zu sehen bekommt, sollen die beiden Mitspieler narrativ ein *Echo der Vergangenheit* visualisieren können, eine simplifizierte Version mit reduzierten Darstellungsdetails (vgl. Abbildung 26). Zwar ist ihr Interaktionspotenzial verglichen mit dem aktiven Spieler limitiert, doch können sie die dort verorteten Objekte und NPCs analysieren und missionsrelevante Elemente identifizieren. Sie sind in diesem Moment in der Rolle von unterstützenden Beobachtern, können auf diese Weise am Spielgeschehen teilhaben, auch wenn es auf einem anderen Bildschirm stattfindet.

### 3.5.3 Umsetzung

Die Integration dieses überarbeiteten Konzepts in den bestehenden Prototyp wurde begleitet von Weiterentwicklungen an den Netzwerkkomponenten des Spiels durch den Backend-Programmierer, der ein spielorganisierendes Lobby-System entwickelte. Dadurch können nun mehrere Gruppen parallel spielen. Der 3D-Artist überarbeitete die Visualisierung des Portals und animierte dessen Erscheinen, darüber hinaus wurden NPCs und Umgebung reichhaltiger gestaltet.

Im Folgenden soll die finale Version der Applikation beschrieben werden, um die implementierten Systeme aufzuzeigen. Das Spiel beginnt mit der Gruppenbildung im analogen Raum. Eines der Gruppenmitglieder startet ein neues Spiel, die anderen beiden treten diesem dann mittels Spielcode bei. Sobald alle Spieler der Spiellobby beigetreten sind, starten sie gemeinsam das Spiel, indem alle Spieler gleichzeitig einen entsprechenden Button drücken. Diese Mechanik der gemeinsamen Entscheidung für eine der gebotenen Optionen ist eines der neu implementierten Systeme, die das Treffen von Entscheidungen als Teamaktion ritualisieren sollen. Zum Starten des Spiels gibt es nur eine Option, diese dient hier zudem dazu, die Buttonmechanik zu erklären. In späteren Situationen stehen mehrere Optionen zur Verfügung, wobei nur eine einstimmige Entscheidung aller drei Spieler vom Spiel akzeptiert wird. Nach dem Spielstart erklärt ein einleitendes Video die Hintergrundgeschichte und leitet die Gruppe zu ihrem ersten Missionspunkt am Kölner Nordtor. Dort öffnen die Spieler zum ersten Mal ein Augmented-Reality-Portal, indem sie gemeinsam in die AR-Visualisierung

wechseln und synchron einen dort dargestellten Ankerpunkt mit ihren Mobilgeräten fokussieren.<sup>147</sup> Das Portal erscheint, die Spieler durchschreiten es und werden anschließend ihren spielinternen Zeitepochen zugeordnet (vgl. Abbildung 27). Nach dieser thematischen Einleitung wird den Spielern eine Spielmission präsentiert und ihr nächstes Spielziel wird auf der Karte markiert. Gemeinsam navigieren sie nun durch die Kölner Innenstadt, um die jeweils nächsten Spielziele zu erreichen. Diese werden als Point of Interest auf der Spielerkarte vermerkt. Da nur einer der drei Spieler Einblick in die gegenwärtige Stadtkarte hat, ist die Kommunikation untereinander und ein Abgleich der unterschiedlichen Kartenansichten zur Navigation notwendig.



Abbildung 27: Überarbeiteter Portalzugang zur Mixed-Reality-Sphäre in PORTA PRAETORIA C.C.A.A.

Quelle: Eigene Aufnahme

Die Aufgabenpunkte der aktuellen Spielmission sind entweder narrativer Natur und erzählen die Geschichte fort oder beinhalten eine Aufgabe in einer Mixed-Reality-Szenerie, die je aktiver Spielrolle variiert: Der Spieler der Zukunft identifiziert mithilfe eines Analysegerätes relevante Points of Interest. Der Spieler in der Gegenwart kann in der Mixed-Reality-Szene archäologische Artefakte bergen, die Informationen zur Lösung der Aufgaben liefern.<sup>148</sup> Der Spieler der Vergangenheit erkundet die Mixed-Reality-Sphären, die das römische Köln darstellen (vgl. Abbildung 28).<sup>149</sup> Mithilfe der Peripherie ihres Smartphones können die Spieler diese AR-Umgebung wahrnehmen, sie erkunden und in ihr agieren. Angepasst an die unterschiedlichen Zeitepochen besitzen die Spieler unterschiedliche Fähigkeiten, die ihnen zum Aufdecken der Informationen zur Verfügung stehen. Nur der Spieler in der Vergangenheit kann beispielsweise mit Charakteren in den Mixed-Reality-Sphären interagieren. Da diese allerdings in Alltagslatein kommunizieren, ist er auf das Übersetzungsgerät des Spielers in der Zukunft angewiesen.

Um das Gefühl des Spielers, intradiegetisch verortet zu sein, zu intensivieren, erkennen die NPCs dessen aktuelle Position nun als Hindernis an und weichen ihm auf ihren Routen aus. Gruppen von miteinander diskutierenden NPCs unterbrechen ihr Gespräch und richten ihre Blicke auf den Spieler, sobald dieser in ihre Nähe kommt. Die umgebende Sphäre wurde mit einer unsichtbaren Grenze versehen, die den Spieler aus der Sphäre hinaustreten lässt, wenn er die Grenzen überschreitet. Begleitet wird dies durch effektreiche Visualisierungen, die das dargestellte Bild wie durch ein Störsignal verzerrt darstellen, danach sieht er wieder das unveränderte Kamerabild der physischen Umgebung.

<sup>147</sup> Jonas Zimmer: *Porta Praetoria C.C.A.A. | Evaluation: EPPSA Prototype. Highlighting Interactive Features*. In: YouTube, 2019. URL: <https://youtu.be/NlgBO4UnYdU> (17.08.2023). TC: 0:00:05.

<sup>148</sup> Ebd. TC 0:00:35.

<sup>149</sup> Ebd. TC 0:00:55.

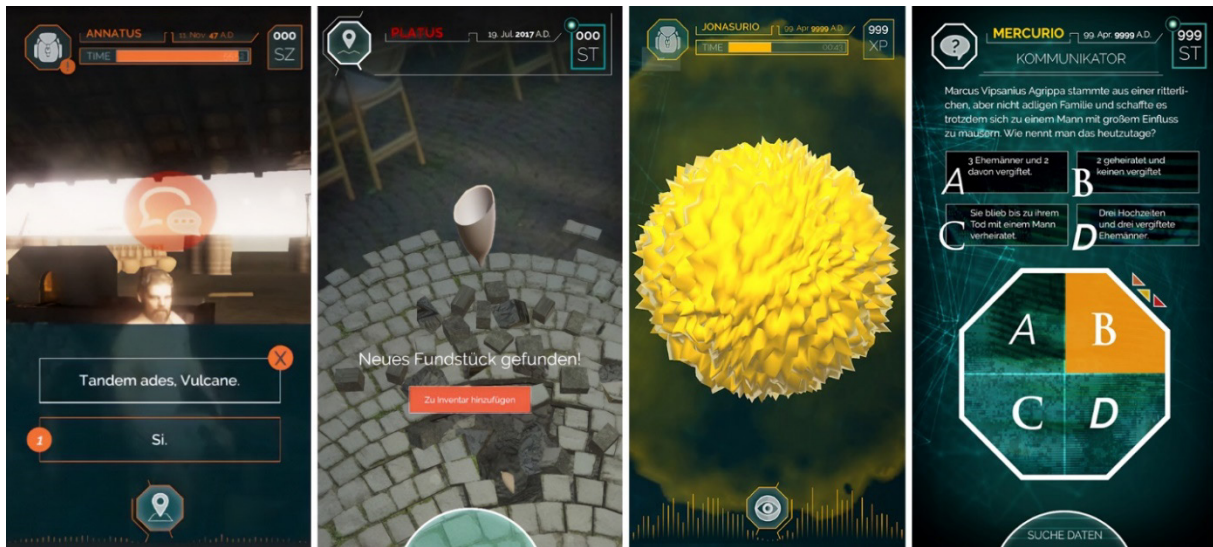


Abbildung 28: Spielinteraktionen in PORTA PRAETORIA C.C.A.A. v. I. n. r.: Der Spieler in der Vergangenheit kann mit Charakteren und Objekten in den Mixed-Reality-Sphären interagieren. Der Spieler in der Gegenwart kann Artefakte ausgraben, die dann vom Spieler in der Zukunft analysiert werden. Der Spieler in der Zukunft kann spielrelevante Objekte, wie Portale oder Ausgrabungsorte, identifizieren. Alle gemeinsam können an einem Fragespiel teilnehmen, um Spielressourcen zu sammeln.

Quelle: Eigene Aufnahmen

### 3.5.4 Reflexion und Revision

Im Oktober 2019 wurde in Kooperation mit einem externen Team des Instituts für Medienforschung und Medienpädagogik der Technischen Hochschule Köln eine evaluative Untersuchung mit zwei Testgruppen durchgeführt, um zu überprüfen, ob die Software im aktuellen Prototypenstadium fehlerfrei funktioniert und ob das Spieldesign und der Inhalt so angenommen werden, wie es vom Projektteam geplant war. Das Ziel der evaluativen Untersuchung von PORTA PRAETORIA war es, die Erfahrungen der teilnehmenden Schüler zu erfassen, um implizite Lernanreize und -hindernisse im Spiel aufzudecken und damit Potenziale für die Weiterentwicklung der App zu identifizieren. Die Teilnehmergruppe bestand aus acht Schülern aus einer nordrhein-westfälischen Gesamtschule, die Mitglieder eines technikaffinen Schulklubs waren, sie wurden von Lehrpersonen begleitet. Die Stichprobe wurde vom Projektteam ausgewählt.<sup>150</sup>

Das Erhebungsverfahren setzte sich aus vier Teilerhebungen zusammen: aus je einer vor und nach dem Spiel mittels Fragebogen, aus einer ethnografischen Beobachtung während des Spiels und aus einem abschließenden Gruppeninterview. Die Erhebung fand an einem Nachmittag in der Kölner Innenstadt statt. Die Probanden wurden in zwei gleich große Gruppen aufgeteilt, sodass das Spiel in zwei Durchläufen getestet werden konnte. Vor und nach dem Spiel wurden Fragebogen ausgefüllt und es wurde ein abschließendes Gruppeninterview geführt, um weitere Eindrücke und Meinungen zum Spiel zu sammeln. Insgesamt wurden acht Jugendliche im Alter von 13 bis 17 Jahren befragt, jeweils vier davon männlich und vier weiblich. Aufgrund der geringen Teilnehmendenzahl (N = 8) und dem vergleichsweise homogenen Charakter der Stichprobe sind die Ergebnisse nicht repräsentativ. Die Autoren erklären daher, dass der Bericht aufgrund

<sup>150</sup> Maike Groen u. André Weßel: *Evaluativer Zwischenbericht zum Showcase Porta Praetoria C.C.A.A.*, (unveröffentlicht): Institut für Medienforschung und Medienpädagogik, TH Köln 2019. S. 7.

dessen sowie aufgrund der einmaligen Durchführung keinen formativen Wert hat, aber als Grundlage für eine formative Evaluation dienen kann.<sup>151</sup> Die Befragungen fanden vor und nach dem Spiel statt. Der vorgelegte Bogen ist auf das Vorwissen der Schüler über die römische Geschichte, auf ihre Affinität zum Spielen und ihr technisches Wissen fokussiert. Die Fragen erheben subjektive Begünstigungs- beziehungsweise Störtendenzen für ein immersives Erleben. Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass sechs der acht Jugendlichen ein erhöhtes Interesse für das alte Rom hatten und sich auch auf das digitale Spiel freuten. Darüber hinaus spielten die meisten der befragten Jugendlichen gern auf ihrem Smartphone und hatten gute Kenntnisse im Umgang mit dem Gerät.<sup>152</sup>

Tabelle 1: Ausgewählte Ergebnisse des vorgelagerten Fragebogens zu PORTA PRAETORIA C.C.A.A.

| Aussage                                                                | Ja, sehr sogar | Überdurchschnittlich   | Ein bisschen | Überhaupt nicht        |
|------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Ich interessiere mich für die alten Römer.                             | 3              | 3                      | 2            | 0                      |
|                                                                        | Ja, sehr viel  | Ja, mehrmals pro Woche | Kaum         | Überhaupt nicht        |
| Ich spiele auf meinem Handy.                                           | 2              | 3                      | 3            | 0                      |
|                                                                        | Sehr gut       | Besser als die meisten | Nicht so gut | Ich frage oft um Hilfe |
| Wie gut kennst du dich mit dem Handy aus im Vergleich zu Freund:innen? | 3              | 3                      | 2            | 0                      |

Beim Fragebogen, der dem Spiel nachgelagert war, stehen Fragen zum Spiel-Erlebnis im Vordergrund. Hier zeigt sich, dass immer wieder Unklarheit bestand, was in dem Spiel zu tun war. Dies wirkte sich negativ auf die Immersion und mögliche Lernerfolge aus. Trotzdem hatten die Schüler viel Spaß beim Spielen und sie würden das Spiel weiterempfehlen, wenn auch teilweise mit Einschränkungen.<sup>153</sup>

Tabelle 2: Ausgewählte Ergebnisse des nachgelagerten Fragebogens zu PORTA PRAETORIA C.C.A.A.

|                                                     | Ja, immer  | Meistens             | Nein, so gut wie nie |
|-----------------------------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
| War dir klar, was du machen musst?                  | 0          | 6                    | 2                    |
| Hattet ihr genügend Zeit?                           | 1          | 3                    | 4                    |
| Hat es dir Spaß gemacht?                            | 7          | 1                    | 0                    |
| Fandest du die Punkteverteilung gerecht?            | 3          | 4                    | 0                    |
|                                                     | Ja         | Mit Einschränkungen  | Nein                 |
| Würdest du das Spiel deinen Freund:innen empfehlen? | 4          | 4                    | 0                    |
|                                                     | Ja, vieles | Ja, ein bisschen was | Nein                 |
| Hast du etwas gelernt?                              | 1          | 7                    | 0                    |

<sup>151</sup> Ebd. S. 3 f.<sup>152</sup> Ebd. S. 9.<sup>153</sup> Ebd. S. 11.

Im abschließenden Gruppeninterview wurde das Spieldesign in den Bereichen Spielprinzip, Bewegung im Freien und soziales Miteinander positiv bewertet. Die Teilnehmer lobten insbesondere, dass man die Stadt entdecken könne, und verglichen diesen Aspekt mit dem erfolgreichen POKÉMON GO. Als kritische Punkte wurden jedoch die unausgewogene Rollenverteilung und das fehlende Tutorial genannt. Einige Spieler fühlten sich weniger beteiligt und konnten sich nicht an ihre spezifischen Aufgaben erinnern. Das Fehlen einer angemessenen Einführung führte zu Verwirrung und Ratlosigkeit. Schwierigkeiten ergaben sich auch durch unzureichende Beschreibungen grafischer Elemente wie Karten und Missionen. Die Studienteilnehmer wünschten sich daher explizit eine Einführung, Legende oder ein Tutorial, sodass sich der Spielverlauf reibungsloser gestalten würde.<sup>154</sup> Das Cluster Bildungspotenzial wurde überwiegend positiv bewertet, wobei die Teilnehmer das Augmented-Reality-Spieldesign als gewinnbringend und faszinierend empfanden. Ein direkter Zuwachs an Faktenwissen der Probanden zeigte sich beispielsweise hinsichtlich des Kölner Stadtplans oder der handwerklichen Fähigkeiten der Römer. Die Lernmöglichkeiten wurden insgesamt sehr unterschiedlich wahrgenommen, teils als vielfältig und teils als kaum vorhanden. Einige Teilnehmer sahen das Spiel eher als unterhaltsam („just for fun“) anstatt als erfüllenden Bildungsauftrag.<sup>155</sup>

Im abschließenden, übergeordneten Cluster Gesamturteil wurde eine Bandbreite an Meinungen der Schüler deutlich. Es wurden keine explizit negativen Bewertungen abgegeben. Die Einschätzungen reichten von passablen Bewertungen, die Verbesserungspotenzial ansprachen, über deutliche Zufriedenheit bis hin zu Begeisterung. Die Teilnehmer schätzten insbesondere, dass PORTA PRAETORIA Spielfreude und Bildungsmöglichkeiten miteinander vereint.<sup>156</sup>

### 3.5.5 Diskussion

Die ethnografischen Beobachtungen der Spielgruppen zeichneten ein vergleichbares Bild. Die primär visuellen Aspekte des Spiels, wie die narrative Einleitung mittels Video oder die explorierbaren Mixed-Reality-Sphären, stießen auf begeisterte Teilhabe. Demgegenüber wurden die Navigationselemente, das Hantieren mit den Stadtkarten sowie die textbasierten Elemente des Spiels (wie das Quiz oder erklärende Texte) weitestgehend interessiert angenommen, aber als das Spielen bremsend empfunden. Die visuelle Ausgestaltung der Sphären, die mittels Post-Processing-Effekten eine atmosphärische und warme Stimmung erzeugte, war einigen Testspielern zu unterschiedlich von den Gegebenheiten der realen Umgebung (insbesondere, wenn das Wetter nicht gut war). Auch die Vollüberlagerung des Kamerabildes mit den virtuellen Objekten (inklusive einer *Skybox*.<sup>157</sup>) bestärkte die Trennung zwischen virtueller und realer Umgebung. Die erhoffte Kopplung zwischen beiden Umgebungen fand daher kaum statt.

---

<sup>154</sup> Ebd. S. 14 f.

<sup>155</sup> Ebd. S. 16.

<sup>156</sup> Ebd. S. 17.

<sup>157</sup> Die Skybox in der Computergrafik ist ein würfelförmiger Raum, der die Kameraposition umgibt und einen weitläufigen Hintergrund (wie Himmel oder Landschaft) aus allen Perspektiven darstellt.

Die technischen Limitationen der abspielenden Geräte waren deutlich bemerkbar: Der Bildschirm der Testgeräte konnte keine ausreichende Helligkeit liefern, um bei Sonnenschein ein gutes Bild zu gewährleisten. Daher gestaltete sich die Erkundung der virtuellen Umgebung als mühsam, da der durch das Smartphone ohnehin schon limitierte Blickwinkel dadurch zusätzlich eingeschränkt wurde. Dennoch konnte ein deutliches Interesse für die Mixed-Reality-Elemente des Spiels identifiziert werden.

Meist hatte nur einer der drei Spieler zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Spielaufgabe. Während des Tests versammelten sich die beiden anderen hinter diesem, um das Spielgeschehen, ihm über die Schulter blickend, mitzuverfolgen. Diese Momente führten zu einem tiefergehenden immersiven Erlebnis, das jedoch nur von temporärer Natur war. Technische Limitationen und Verständnisprobleme unterbrachen das Gefühl der Immersion. Bereits in früheren Spieltests hatte sich gezeigt, dass die Rahmung der Erfahrung durch das Smartphone nicht nur eine Limitierung des Blickwinkels mit sich bringt, sondern auch zu Unklarheiten bei der Interaktion mit den virtuellen Objekten führt.<sup>158</sup> Die Spieler verstanden intuitiv, wie die virtuelle Sphäre erkundet und betrachtet werden kann: durch natürliche Bewegung im realen Raum und Umsehen mithilfe der Kameraansicht des Smartphones. Doch die Nutzungsgewohnheiten des Smartphones evozieren zweidimensionale Interaktionen, auch im dreidimensionalen Raum: Interaktionen mit den Mixed-Reality-Objekten wurden von den Spielern durch Fingereingaben auf dem Bildschirm ausgeführt, im zweidimensionalen Screen-Space, statt wie von den Gamedesignern erdacht durch aktives Bewegen im dreidimensionalen Raum (vgl. Abbildung 29).



Abbildung 29: Links: Interaktion beim Aufheben eines virtuellen Objektes, wie sie von den Entwicklern intendiert war; Nachempfinden der natürlichen Bewegung mit dem Smartphone (analog zu Bewegungscontrollern wie jenem der Nintendo Wii); rechts: Interaktion mit Objekten, wie sie bei den Spieltests beobachtet wurde (nachgestellt)

Quelle: Eigene Gestaltung

Es zeigte sich, dass die Spieler eine Trennung zwischen Point of View und Point of Action wahrnahmen, die auf das angelernte Dispositiv der Smartphone-Nutzung zurückzuführen ist. Nutzer sind in einer Beobachterposition, durch den Bildschirm getrennt vom Inhalt. Damit stellte sich eine Situation her, die eher mit jener zu vergleichen ist, die Neitzel für klassische Videospiele schildert.

Man könnte versucht sein, die Beobachterperspektive – den Point of View – als Wahrnehmungsperspektive zu verstehen und zu benennen. [...] Wahrnehmung findet immer statt und sie findet nur dort statt, wo sich der eigene Körper befindet. [...] Beim Computerspiel befindet sich der Körper des Spielers nicht

<sup>158</sup> Zimmer: *Porta Praetoria C.C.A.A.* | *Evaluation: EPPSA Prototype*, 2019, TC: 0:02:25.

im virtuellen Spielraum. [...] Der Beobachter wäre im Falle der Computerspiele der Spieler, der von seiner Position vor dem Monitor aus zwischen seiner und der Welt des Spiels unterscheidet. Diese Unterscheidung ist zentral, denn sie trägt dazu bei, dass der Spieler zwischen sich und dem Avatar, der in der virtuellen Welt seine Handlungen ausführt, differenziert.<sup>159</sup>

Die Beobachtung der Spieler während der Spieltests zeigte, dass die Verortung des eigenen Körpers in der Spielwelt bei PORTA PRAETORIA nur in den Momenten des Erkundens der Mixed-Reality-Sphären funktionierte. Das freie Begehen und Herumblicken führte zu Momenten der Immersion, auch bei den beobachtenden Mitspielern. Doch die Limitierungen des Gerätes und seiner Nutzungsweisen sowie die Wechsel zwischen den Spielinteraktionen provozierten immersive Brüche, die ein vollständiges Eintauchen in das römische Köln nicht erlaubten. Die Spieler nahmen weitestgehend die von Neitzel beschriebene Beobachterposition ein und distanzierten sich entsprechend vom Spielgeschehen. Dies kann durch die Betrachtung der im Spielgeschehen wirkenden Subjektivierungen verdeutlicht werden. Im Sinne von Deleuze' Kräftelinien können sich diese wirkenden Subjektivierungsprozesse auch gegenseitig beeinflussen und neu ausrichten.<sup>160</sup> So können manche Dispositive auch Desubjektivierungen bewirken, wie im Beispiel in Abbildung 30 zu sehen: Die Vielfalt an Funktionen des Smartphones bewirkt Subjektivierungen, die den Stellenwert des Subjektes *Spieler* reduzieren können, da sie mit den anderen Zuweisungen um die Hauptaufmerksamkeit des Lebewesens buhlen.



Abbildung 30: Subjekte beim Spielen eines Spiels auf dem Game Boy (links) und auf einem Smartphone (rechts). Die breite Funktionsvielfalt des Smartphones bringt auch ein Sammelsurium an Subjektivierungsprozessen, die das Dispositiv auf das nutzende Lebewesen entfaltet.

Quelle: Eigene Gestaltung

Durch das Betreten eines Magic Circles finden neue Subjektivierungsprozesse statt, die dem Eintretenden neue Subjekte zuschreiben. Diese kollidieren mit anderen wirkenden Prozessen beziehungsweise treten, in Agambens Worten, in einen „Nahkampf“ mit diesen.<sup>161</sup> Im konkreten Beispiel der Mixed-Reality-Sphäre in PORTA PRAETORIA kämpft das Subjekt des *Straßenverkehrsteilnehmers* mit dem des *römischen Zeitreisenden*. Es findet eine Desubjektivierung statt, je nachdem, welches der im Kampf befindlichen Subjekte die Oberhand behält. Entweder entschwindet die Aufmerksamkeit für den Straßenverkehr in der virtuellen Sphäre oder die

<sup>159</sup> Neitzel: *Point of View und Point of Action*. 2014, S. 63.

<sup>160</sup> Deleuze: *Was ist ein Dispositiv?* 1991, S. 154.

<sup>161</sup> Agamben: *Was ist ein Dispositiv?* 2008, S. 27.

Spieler können sich nicht vollends auf das Gezeigte einlassen. Das Dispositiv sollte daher, sofern dies in der Macht des Entwicklers liegt, so gestaltet werden, dass die Desubjektivierungsprozesse minimiert werden und die Subjektivierung durch das Betreten des Magic Circles reibungslos verlaufen kann. In Blended Learning Environments beispielsweise werden die Subjektivierungen bestenfalls so gestaltet, dass sie mit den bereits wirkenden Prozessen harmonieren, um die Grenzen – wie im Begriff dieser Lernumgebungen ausgedrückt – zu verwischen.

In der Mixed Reality von PORTA PRAETORIA besteht darüber hinaus ein erhöhtes Desubjektivierungspotenzial durch die Umgebung: Die Altstadt ist gefüllt mit attraktiven Angeboten, die alle mit eigenen Subjekten locken: Eis-Esser, Kölsch-Genießer, Rostwurst-Verschlinger. Bei POKÉMON GO war dies ein erwünschter Nebeneffekt, da die Natur des Spiels ein „nebenher“ Spielen erlaubt, wodurch der Publisher Kooperationen mit Werbepartnern zur Lockung von Kunden monetarisieren konnte.<sup>162</sup> Ein Projekt mit Bildungshintergrund, wie PORTA PRAETORIA, verliert durch diese Interventionen aber das immersive Momentum und dadurch auch das bildende Potenzial.

Abbildung 26 verdeutlicht einen weiteren relevanten Faktor für das immersive Potenzial des Projektes: Das im Spiel ritualisiert hervorgehobene Portal zur raumzeitlich versetzten Parallelrealität verkommt in den Händen des Rezipienten zu nicht viel mehr als einem Schlüsselloch. Der Bildschirm des Smartphones, als Werkzeug zur Wahrnehmung des nicht Sichtbaren gedacht, vermag aufgrund seiner Größe lediglich einen Bruchteil der Umgebung darzustellen. Die erhoffte Subjektivierung schafft es kaum, gegen die spielexternen Reize der belebten Innenstadt anzukommen, es kommt zu einer Desubjektivierung des *in die Spielwelt Eingetauchten*. Diese hardwarebedingte Rahmung der Inhalte ist akzidentieller Natur und wird durch technologische Entwicklungen verschwinden. Die Trennung audiovisueller Medien von der umgebenden Umwelt, wie im klassischen Kinodispositiv, weicht einer Fusion oder Verschmelzung des Mediums mit seiner Umgebung. Freyermuth differenziert hier unterschiedliche Software-Rahmungen und sieht unter anderem in der Verschmelzung das Potenzial immersiver erweiterter Realitäten.<sup>163</sup> „In transitioning to a digital media culture, the principle of separation, which characterized the analog media cultures of the past, is seemingly being replaced by its opposite, namely the principle of connection or fusion.“<sup>164</sup> Mit diesem Prinzip der Verschmelzung postuliert er nicht nur die Fusion des Dargestellten und der Umwelt, sondern auch eine Auflösung der physischen Barrieren zwischen Medium und Publikum. Die Übersetzung des Mediums in einen explorierbaren Raum ermöglicht eine unmittelbare Auseinandersetzung mit dem Medium, eine physische Immersion.<sup>165</sup>

<sup>162</sup> The Pokémon Company: „Pokémon GO Fun and Festivities at Unibail-Rodamco Shopping Centers in February!“. In: *PokemonGo Live*, 2018. <https://pokemongolive.com/en/post/unibail-020818/> (06.03.2022).

<sup>163</sup> Freyermuth: *From Analog to Digital Image Space*. 2016, S. 193.

<sup>164</sup> Ebd. 192 f.

<sup>165</sup> Ebd. S. 193.

Dieses Verständnis für den Partizipationsraum (sei er metaphorischer oder physischer Natur), die Erkenntnis, dass er erkundet und erfahren werden kann, sowie das Bewusstsein über die wirkenden bzw. nicht mehr wirkenden Kräftelinien beim Betreten und Verlassen dieses Raums sind ein essenzieller Teil der immersiven Kontaktaufnahme. Neben der anfangs besprochenen Wahrnehmung des tatsächlichen Artefakts ist die hier beschriebene Wahrnehmung der Metakonstruktion, des das Objekt umgebenden Dispositivs, der zweite Aspekt der in dieser Arbeit definierten ersten Prozessstufe der Immersion. Die vorangegangene Dispositivanalyse des Projektes identifizierte allerdings eine große Menge an Störquellen, die auf den Spieler durch externe Subjektivierungsprozesse wirken und dadurch die spielrelevanten Rollenzuweisungen unterminiert. Daraus wird deutlich, dass bei der Gestaltung von Mixed-Reality-Angeboten, die immersive Erfahrungen fördern sollen, das umgebende Dispositiv mitberücksichtigt und modifiziert werden muss, sofern dies möglich ist. Dies ist im öffentlichen Raum, den PORTA PRAETORIA bespielt, kaum realisierbar. Entsprechend muss die Spielinteraktion robuster gestaltet werden, um den Machtwirkungen externer Subjekte widerstehen zu können. Das immersive Potenzial der interaktiven Dioramen in Form der Mixed-Reality-Sphären konnte jedoch klar beobachtet werden und zeigt sich auch in den Ergebnissen der Nutzerstudie. Selbst wenn die spieltechnische Rahmung von PORTA PRAETORIA teilweise zu immersiven Brüchen führte, war das Erkunden und Wahrnehmen des römischen Köln ein einnehmender Spielaspekt, der im Folgeprojekt wieder aufgegriffen wurde.

### 3.6 Partizipation: Border Zone

Mit BORDER ZONE wurden die Ergebnisse des *EPPSA*-Projektes innerhalb eines Folgeprojektes angewendet.<sup>166</sup>

BORDER ZONE ist ein ortsgebundenes Augmented-Reality-Spiel, das für Besucher des Parks Babelsberg in Potsdam entwickelt wurde. Das Spiel präsentiert interaktive Geschichten, die die Spieler mit den Grenzanlagen der deutsch-deutschen Teilung, die ehemals innerhalb des Parks verlief, und den Auswirkungen des Kalten Krieges auf die Bürger konfrontieren. Die Spieler erkunden den Park, entdecken darin interaktive Dioramen und erleben die auf Augenzeugenberichten beruhende Geschichte einer Gruppe von Parkbesuchern, die als virtuelle Charaktere gestaltet sind (vgl. Abbildung 31). Zu bestimmten Zeitpunkten der dargestellten Geschichte schlüpfen sie in die Rolle der Hauptcharaktere, um Entscheidungen für den weiteren Verlauf der Spielstory zu treffen und entsprechend zu handeln. Ziel des Projektes ist es, historische Kenntnisse über den Park zur Zeit des Kalten Krieges zu vermitteln und den Spielern zu helfen, sich intensiver mit der Thematik der Trennung Deutschlands auseinanderzusetzen. Die Kernzielgruppe sind Besucher zwischen 14 und 29 Jahren.<sup>167</sup>



Abbildung 31: Links: Mithilfe der Kartenansicht navigieren die Spieler zu den Dioramen, folgen dabei den Fußspuren der historischen Personen. Mitte: Das Spiel kann auf dem eigenen Gerät gespielt werden oder mit durch die Stiftung ausgegebenen Tablets. Rechts: Auf eine Vollüberlagerung wurde verzichtet, die interaktiven Augmented-Reality-Objekte fügen sich in die Umgebung ein, die Benutzeroberfläche ist reduziert. Screenshots aus der App bzw. Foto vom Playtest.

Quelle: Katharina Tillmanns, CGL

Entwickelt wurde die App zwischen Februar 2021 und Dezember 2021 am Cologne Game Lab der TH Köln im Auftrag der Stiftung Preußische Gärten und Schlösser. Die Entwicklung erfolgte mit Mitteln des Programms NeuStartKultur 2021 des Ministeriums für Kultur und Medien. Das Entwicklerteam bestand aus acht wissenschaftlichen Mitarbeitern und fünf studentischen Hilfskräften. Ich übernahm die Rolle der Produktionsassistentin. Mein Aufgabenbereich umfasste die Anleitung des Gamedesign-Teams, sodass die Erkenntnisse aus dem Vorgängerprojekt PORTA PRAETORIA Berücksichtigung finden konnten, sowie die Unterstützung der Programmierer beim Design der Software-Architektur und deren Umsetzung. Das Projekt wurde im Dezember 2021 mit der Veröffentlichung der Betaversion eines Prototyps beendet. Im Frühjahr 2022

<sup>166</sup> Border Zone, Cologne Game Lab. Stiftung Preußische Schlösser und Gärten, 2021 (iOS/Android).

<sup>167</sup> Weitere Projektdaten in der detaillierten Projektbeschreibung im Anhang 8.1.1 Border Zone, S. II.

fanden Spieletests vor Ort statt, deren Ergebnisse zu einer Überarbeitung und Verbesserung der App durch ein Team aus studentischen Hilfskräften führten. Diese Überarbeitung betreute ich beratend. Anfang 2023 wurde dann die neue Version des Spiels veröffentlicht.

### 3.6.1 Konzeption

BORDER ZONE wurde als eine narrative Singleplayer-Erfahrung für Besucher des historischen Parks Babelsberg in Potsdam konzipiert. Im Spielverlauf sollten die Spieler den Park Babelsberg erkunden, indem sie Fußspuren auf einer interaktiven Karte folgen, die sie zu Points of Interest, sogenannten *Echos aus der Vergangenheit* führen würden (vgl. Abbildung 31). Diese *Echos der Vergangenheit* sollten interaktive Dioramen in einer Mixed-Reality-Ansicht öffnen, in denen die Spieler kurze historische Momentaufnahmen und Sequenzen beobachten sollten, die die gesellschaftlichen Auswirkungen des Kalten Krieges und der deutsch-deutschen Teilung thematisieren (vgl. Abbildung 32).



Abbildung 32: Interaktive Dioramen zeigen historische Szenen aus dem Park Babelsberg zur Zeit der deutschen Teilung. Screenshots aus der App.

Quelle: Katharina Tillmanns, CGL

Aufgrund der Ergebnisse der PORTA-PRAETORIA-Evaluation wurden einige Entscheidungen getroffen, die die Spiel-Erfahrung verbessern und das immersive Potenzial der Anwendung erhöhen sollten. So sollte die Benutzeroberfläche von BORDER ZONE simpel gehalten werden, um den Fokus auf die dargestellte Szenerie in der AR-Ansicht zu lenken und die Komplexität von Spielinteraktionen zu minimieren (vgl. die Benutzeroberfläche in PORTA PRAETORIA, Abbildung 13 und Abbildung 31, links). Die Spiel-Erfahrung sollte aufgrund der kürzeren Distanzen zwischen den Abschnitten einer Geschichte kurzweiliger, die einzelnen Stationen der Geschichte sollten dank Vollvertonung zugänglicher werden. Der Wechsel zwischen passiven und interaktiven Momenten in den Dioramen sollte klar gestaltet werden, sodass es zu weniger Verwirrung bezüglich der aktuellen Spielaufgabe kommen würde. Es wurde ein größerer Fokus darauf gelegt, einen Bezug zwischen derzeitigem und ehemaligem Aufbau des Parks und seiner Architektur herzustellen.<sup>168</sup> So sollten beispielsweise Dioramen derart positioniert werden, dass die ehemals durch den Park verlaufenden Mauerabschnitte Teil der Szenerie sein würden (vgl. Abbildung 32).

<sup>168</sup> An dieser Stelle muss angemerkt werden, dass sich die Einbeziehung einer 40 Jahre alten architektonischen Struktur einfacher gestaltet als bei einer fast 2.000 Jahre alten Siedlung.

Die im Frühjahr 2023 veröffentlichte Version enthält eine einleitende Tutorial-Episode sowie die Story-Episode *Nur ein Foto*, mit einer Gesamtspielzeit von ungefähr einer Stunde.<sup>169</sup> Die Episode erzählt die Geschichte einer Mutter und ihrer Tochter, die sich 1974 im Park Babelsberg treffen, um ein 15 Jahre altes Foto der beiden vor dem Schloss Babelsberg nachzustellen. Dabei werden sie von einer Freundin aus dem Westen begleitet. Auf ihrer Wanderung durch den Park treffen sie auf einen Mann, der aufgrund seiner Kleidung als freiwilliger Helfer der Volkspolizei zu erkennen ist. Obwohl sie zunächst weitergehen dürfen, werden sie später, kurz nachdem sie die Fotos nachgestellt haben, gestoppt und beschuldigt, Bilder von den Grenzanlagen gemacht zu haben. Je nach Spieler-Entscheidung werden entweder alle oder nur die Mutter zur Befragung abgeführt.



Abbildung 33: An bestimmten Stellen übernimmt der Spieler die Rolle eines der Charaktere und trifft in dieser Spiel-Entscheidungen.

Quelle: Katharina Tillmanns, CGL

Während bestimmter Szenen im Verlauf der Geschichte, beispielsweise während der Konfrontation durch die Volkspolizei, übernehmen die Spieler die Rolle eines der dargestellten Charaktere und treffen in dieser Rolle Entscheidungen, die den weiteren Handlungsverlauf des Spiels bestimmen. In diesen Momenten pausieren die voll vertonten Dialoge einen Moment und um die Füße des zu übernehmenden Charakters wird ein Ring dargestellt. Die Spieler können nun in die Rolle des Charakters schlüpfen, indem sie den Kreis physisch betreten, das heißt, sie können sich – buchstäblich – an die Stelle der Figur versetzen, sowohl räumlich in der Szenerie als auch narrativ in der Geschichte (vgl. Abbildung 33).<sup>170</sup> Je näher der Spieler dem Kreis kommt, desto stärker verblasst der Charakter, bis er schließlich komplett verschwindet, um dem Spieler den Platz zu bieten. Die Gestaltung dieses Übergangs knüpft an die Überlegungen zum Magic Circle und zum transformativen Effekt des Eintretens an, die im Rahmen des PORTA-PRAETORIA-Projekts angestellt wurden. Der Vorgang ritualisiert den Übergang von der Rolle des Beobachters der Szenerie in eine aktive Handlungsrolle und verdeutlicht die mit diesem Wechsel einhergehenden neuen Interaktionsmethoden respektive die neu wirkenden Kräftelinien. Das Spieldesign implementiert außerdem Roger Caillois Konzept des Mimicry, des So-tun-als-Ob.<sup>171</sup> Durch das aktive physische Einnehmen der Rolle ist auch die Verortung des Points of View innerhalb der Mixed-Reality-Szene weniger diffus, da der Spieler diesen direkt in dem Charakter, den er übernimmt, positionieren kann. Die von Neitzel beschriebene Differenzierung von Beobachtungs- und Wahrnehmungsperspektive ist hier direkt im Gamedesign verankert. Der Spieler wechselt aus seiner Beobachterperspektive außerhalb der Szene in die Wahrnehmungsperspektive als aktive Rolle innerhalb des Geschehens.<sup>172</sup>

<sup>169</sup> Jonas Zimmer: *Border Zone | Evaluation: Location-Based Augmented Reality History Game*. In: YouTube, 2022. URL: <https://youtu.be/phuNuj2BbGI> (01.08.2023).

<sup>170</sup> Ebd. TC: 0:07:50.

<sup>171</sup> Caillois: *Man, Play, and Games*. 2001, S. 22 f.

<sup>172</sup> Neitzel: *Point of View und Point of Action*. 2014, S. 63.

Wie auch PORTA PRAETORIA verfolgt BORDER ZONE den Ansatz der Pervasive Games, um Geschichte am Ort des Geschehens zu vermitteln. Durch das direkte Erleben der realen Schauplätze und die Verdeutlichung der Ortsbezogenheit mithilfe der virtuellen Elemente sollen die Spieler zu einer Auseinandersetzung mit der Thematik des Kalten Krieges und seiner Auswirkungen auf die Bürger motiviert werden. Die Entscheidung gegen eine voll überlagernde Mixed-Reality-Sphäre, wie sie zur Darstellung des römischen Köln in PORTA PRAETORIA genutzt worden war, unterstützt diese Ortsbezogenheit: Das Einblenden der virtuellen Objekte in den Kamerafeed des heutigen Parks erlaubt die Kontextualisierung des Gesehenen. So können Spieler beispielsweise den Verlauf der Grenzmauer, die direkt durch den Park führte, betrachten (vgl. Abbildung 32). Das Setting der Spielumgebung innerhalb des Parks verbessert darüber hinaus gegenüber PORTA PRAETORIA die immersive Erfahrung hinsichtlich zweier relevanter Aspekte: Einerseits ist die ruhigere Umgebung und die schwach frequentierte Parklandschaft im Vergleich zur Kölner Innenstadt weniger disruptiv und wirkt sich deutlich weniger störend auf die Spiel-Erfahrung aus. Andererseits harmonisiert das im Park vorherrschende dispositive Subjekt, *Parkbesucher*, mit dem durch das Spiel evozierten Subjekt, *Parkbesucher zur Zeit des Kalten Krieges*.

### 3.6.2 Umsetzung

Die offene Landschaft ermöglicht, verglichen mit den engen Häuserschluchten Kölns, eine präzisere GPS-Positionsbestimmung. Die *Echos der Vergangenheit* und die zu ihnen leitenden Fußspuren können dadurch sehr viel präziser positioniert werden, um den edukativen Effekt der AR-Überlagerung am Ort des Geschehens zu maximieren. Diese präzise Positionierung der Points of Interest sowie der Navigationsrouten durch den Park stellten eine besondere Herausforderung der Entwicklung dar. Da die gesamte Anlage zum UNESCO-Weltkulturerbe erklärt wurde, verbietet die Parkordnung ein Betreten der Grünflächen. Es war daher essenziell, die Spieler nicht durch Spielinteraktionen zum Regelbruch zu motivieren und sicherzustellen, dass die Navigationsrouten und *Echos der Vergangenheit* stets auf betretbarem Gelände liegen würden. Dazu wurde das Wegnetz des Parks mithilfe eines gewichteten Graphen nachgebaut, der als Grundlage für einen *Dijkstra-Pathfinding-Algorithmus*.<sup>173</sup> zur Navigation durch den Park dient (vgl. Abbildung 34, links). Auf diese Weise lässt sich von jedem Ort im Park ein Pfad zum Zielort berechnen.

Die Positionierung der Echos fand zunächst basierend auf der GPS-Position statt. Die Testdurchläufe zeigten, dass es trotz des freien Feldes zu Abweichungen von einigen Metern kommen kann. Die Zugangspunkte zu den interaktiven Dioramen wurden daraufhin mithilfe eines Weltankers an identifizierbaren Orten des Parks platziert, an den Kreuzungen und Gabelungen der Parkwege. Die Spieler sollten nun an diesen Punkten in

---

<sup>173</sup> Der Dijkstra-Algorithmus ist ein Pfadfindungsalgorithmus, der verwendet wird, um den kürzesten Weg zwischen zwei Punkten in einem Netzwerk von Verbindungen zu finden. Der Algorithmus berücksichtigt dabei das Gewicht einer Verbindung (in diesem Fall entspricht das der Distanz zwischen zwei Knoten), um eine Route zum Zielort zu finden. Vgl. Edsger W. Dijkstra: „A Note on two Problems in Connexion with Graphs“. In: *Numerische Mathematik*, 1 (1959), H. 1, 269–271.

die AR-Ansicht wechseln und den Anker eigenständig platzieren, indem sie einen Punkt auf der Kreuzung als Zugangspunkt auswählen. Diese Methode führte zu einer Verbesserung der Positionierung. Aufgrund der variierenden Ausrichtung der Dioramen kam es jedoch weiterhin zur Platzierung von interaktiven Objekten auf nicht betretbarem Parkgelände. Daher wurde ein System zur Verankerung der Dioramen implementiert, das einen Abgleich der Kreuzungsposition mit einer simplifizierten Darstellung der Kreuzung nutzt. So wird sichergestellt, dass Position und Ausrichtung der interaktiven Szene wie intendiert sind (vgl. Abbildung 34, rechts).

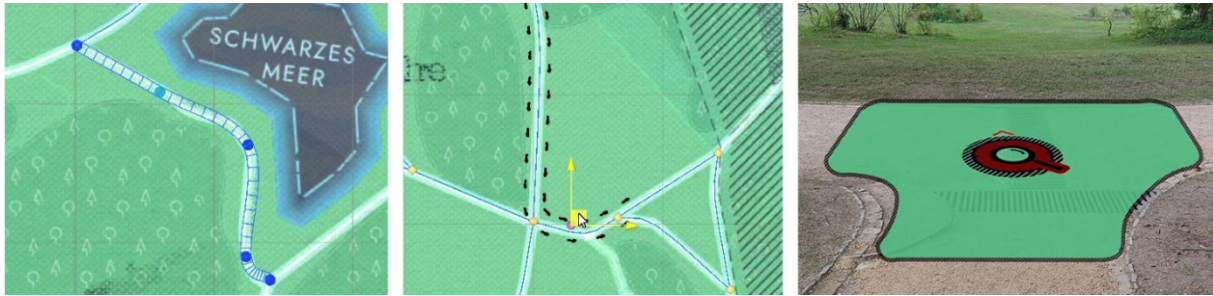


Abbildung 34: Developer Tools zur Definierung des Pfadverlaufs (links); Kalkulation des Spielerpfades von der aktuellen Position zum Zielort (mittig); Platzierung des Weltankers durch Abgleich mit der Kreuzungsposition (rechts)

Quelle: David Searle, CGL

### 3.6.3 Reflexion und Revision

BORDER ZONE ist konzeptionell eine konsequente Weiterentwicklung des edukativen Pervasive-Game-Designs von PORTA PRAETORIA. In der Anwendung sind die spielerischen Elemente reduziert, um die Komplexität zu verringern und eine bessere Vermittlung der narrativen und edukativen Inhalte zu erreichen. Das Bildschirm-design ist schlichter und fokussiert die Darstellung der audiovisuellen Inhalte des Spiels, in Form der interaktiven Dioramen. Daher wurde das Spiel auch hauptsächlich für Tablets entwickelt, da diese mit der größeren Bildschirmfläche einen größeren Ausschnitt der Dioramen zeigen können. Das zugrunde liegende Setting des Parks in Babelsberg ist aufgrund seiner offenen und ruhigeren Umgebung eine geeignetere Umgebung für eine narrative AR-Erfahrung, da weniger externe Störimpulse auftreten.

Nach der Veröffentlichung der Betaversion wurde unter der Leitung der erhebenden Forscherin des Projektteams, Katharina Tillmanns, durch das Projektteam eine evaluative Untersuchung durchgeführt, um die fehlerfreie Funktion der Anwendung im aktuellen Prototypenstadium sowie die Zielgruppenakzeptanz des Spieldesigns sowie der Inhalte zu überprüfen. Dazu wurde im Dezember 2021 zunächst eine Vorstudie durchgeführt, im März 2022 dann eine Fokusstudie, deren Ergebnisse hier präsentiert werden. Untersucht wurde dabei der damalige Stand des Spiels, der aus einem Tutorial und der ersten Episode bestand. Das Ziel der Evaluation bestand darin, die Erfahrungen der Teilnehmer zu erfassen, um dem Projektpartner Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Informationen über einen potenziellen zukünftigen Einsatz von *Serious Games* im Rahmen ihres Besucherangebots zu bieten. Zusätzlich lieferte die Studie den Entwicklern Daten zur Verbesserung der App sowie zur Evaluation der Gamedesign-Entscheidungen.

Tabelle 3: Datensätze (N), Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD) für die demografische Verteilung

| N  | M     | SD   | Alter |       |       |      |          | k. Angabe | Geschlecht |        |           |   |
|----|-------|------|-------|-------|-------|------|----------|-----------|------------|--------|-----------|---|
|    |       |      | 12–18 | 19–29 | 30–51 | > 52 | männlich |           | weiblich   | divers | k. Angabe |   |
| 21 | 38,25 | 9,73 | 0     | 5     | 12    | 3    | 1        |           | 5          | 16     | 0         | 0 |

Insgesamt 21 Teilnehmer wurden befragt, davon 16 weiblich und 5 männlich.<sup>174</sup> Die Altersgruppe der 30- bis 51-Jährigen war mit 12 Personen am stärksten vertreten ( $M = 38,25$ ,  $SD\ 9,73$ ). Die Mehrheit der Teilnehmer hatte den Park Babelsberg bereits vor dem Spieltest besucht (80,95 %) und war mit der bewegten Geschichte vertraut (71,43 %). Alle Befragten nutzen das Smartphone mehrmals täglich bis stündlich. Die Nutzung von digitalen Kulturangeboten ist bei der Stichprobe mit Angabe von *mehrmals im Jahr* durch 100 % der Befragten stark ausgeprägt.<sup>175</sup>

Das Erhebungsverfahren setzte sich aus drei Teilerhebungen zusammen: einer protokollierten Beobachtung während des Spiels, einer Erhebung von Daten zur Demografie, zum Vorwissen über die Geschichte des Parks und zur generellen Mediennutzung mittels quantitativen Fragebogens nach dem Spiel sowie einem abschließenden qualitativen Interview. Die Erhebung wurde an zwei aufeinanderfolgenden Tagen im Park Babelsberg in Potsdam durchgeführt. Am Erhebungstag trafen die Studienteilnehmer zu dem ihnen vorab zugeteilten Zeitfenster am Schloss ein und bekamen dort jeweils ein Tablet mit der vorinstallierten App ausgehändigt. Nach Ausgabe des Tablets wurden die Teilnehmer darauf hingewiesen, dass es sich um eine Vorabversion des Spiels handelt, bei der es zu technischen oder visuellen Fehlern kommen kann, und daher im Bedarfsfall ein Mitarbeiter aus dem Team als Ansprechpartner zur Verfügung steht. Nach der einstündigen Spielzeit sollten sich die Teilnehmenden wieder am Ausgangspunkt einfinden. Bei dem Testdurchgang waren die Spieler auf sich allein gestellt, wurden jedoch von einem Mitarbeiter des Evaluationsteams begleitet, der den Spielverlauf, die Begleitumstände und sonstige Auffälligkeiten protokollierte. Nach etwa sechzig Minuten wurde der Interviewraum aufgesucht, wo die Untersuchungspersonen gebeten wurden, einen Fragebogen zu den eigenen Mediennutzungsgewohnheiten auszufüllen. Im Anschluss fand ein Interview per Videoschaltung statt, in dem die Teilnehmenden 46 Fragen zu den Themengebieten Story, Interaktion allgemein, Interaktion Rollenspiel, Ort und Geschichte, On-Site Play und Learning sowie Stressoren des On-Site Play beantworteten. Ein Schlussegment mit offenen Fragen bot Raum für freie Reflexion und Meinungsäußerung.<sup>176</sup>

Dabei lag der Fokus darauf, inwiefern die gewählte Methode des *narrativen Serious Game*, verbunden mit der Ästhetik und Dynamik der Augmented-Reality-Erfahrung vor Ort, geeignet ist, die vorab festgelegten Lerninhalte zu vermitteln, während sie ein unterhaltsames Erlebnis für die Nutzer bietet. Die Analyse der Interviews wurde nach dem Prinzip der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse durchgeführt.

<sup>174</sup> Katharina Tillmanns: *Nutzerstudie zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Border Zone*, (unveröffentlicht): Cologne Game Lab, TH Köln 2022. S. 5 f.

<sup>175</sup> Ebd. S. 10.

<sup>176</sup> Ebd. S. 8 f.

Für die semi-strukturierten Fragen wurde eine Matrix erstellt, die auf Basis der Erwähnung spezifischer Schlüsselworte eine Einteilung der Antwort in die drei Kategorien *voll erfüllt*, *teilweise erfüllt* sowie *nicht oder unzureichend erfüllt* ermöglicht. Die offenen Antworten wurden mithilfe von Positiv/Negativ-Kategorien in Themencluster gruppiert.<sup>177</sup>

Im ersten Themencluster geht es um die Vermittlung der Spielstory. Die auf Augenzeugenberichten beruhende Geschichte von BORDER ZONE erhielt breite und deutlich positive Anerkennung von den Probanden. Die Alltagsgeschichte in der Episode *Nur ein Foto* wurde für die Authentizität und Relevanz der Geschichte sowie die Darstellung der ständigen Überwachung und Willkür in der DDR geschätzt. Die zusammenfassende Auswertung zeigte, dass 82 % der Befragten die erlebte Geschichte im Detail wiedergeben und die Beziehungen und Handlungen der Charaktere kontextualisieren konnten. Die restlichen 18 % konnten die Geschichte zumindest in groben Zügen wiedergeben, wobei das geringere Verständnis meist auf Schwierigkeiten beim Auffinden einzelner Stationen der Geschichte zurückzuführen war, die das Erleben der aufeinander aufbauenden Story-Elemente störten. Dies war in einigen Fällen auf technische Probleme zurückzuführen, wie zum Beispiel eine ungünstige oder unvollständige Kennzeichnung der *Echos der Vergangenheit* auf der In-Game-Karte, oder darauf, dass die Spieler nicht erkannten, dass sie mehrere Stationen im Park durchlaufen mussten, um eine vollständige Geschichte zu erleben.<sup>178</sup> Dass die Spieler die Rolle einer der Protagonistinnen einnehmen, wurde generell als gelungen angesehen, insbesondere die finale Szene der Episode, in der es zu dem Konflikt zwischen Grenzpolizei und den Protagonistinnen kommt, wurde in diesem Zusammenhang hervorgehoben. Diese Szene bot den Spielern Entscheidungsmöglichkeiten, die den Ausgang der Geschichte veränderten. 74 % der Befragten verstanden die Konflikte zwischen den Charakteren im Spiel, trafen jedoch Entscheidungen, basierend auf ihrem heutigen Verständnis vom Umgang mit Autoritäten, während 18 % sich vollständig in der Rolle der Protagonistin fühlten und aus dieser Perspektive agierten. Die verbleibenden 8 % der Befragten konnten die Frage nicht eindeutig beantworten. 82 % der Befragten konnten das Verhalten der Charaktere aufgrund der systemischen Bedingungen nachvollziehen und zeigten Empathie für die Protagonistinnen. 67 % der Befragten fühlten sich am Ende der Episode für das Wohl der Charaktere verantwortlich und trafen daher eine deeskalierende Entscheidung.<sup>179</sup> In den Themenclustern Ort und Geschichte sowie Stressoren des On-Site Play gaben 97 % der Befragten an, die App sei ein effektives Mittel zur Vermittlung von Einsichten und Verständnis über den Park Babelsberg während des Kalten Kriegs. 90 % der Testpersonen bestätigten, dass das Spiel konkrete Wissensinhalte erfolgreich vermittelt hatte.<sup>180</sup> Trotz technischer Probleme mit der GPS-Genauigkeit, die zu Irritationen führten, wurde das Erlebnis der stationären Inhalte in Form der *Echos der Vergangenheit* positiv bewertet, was mit der hohen Quote der vermittelten Wissensinhalte korreliert.<sup>181</sup> Eine der Stärken des Spiels, die in den

---

<sup>177</sup> Ebd. S. 12 f.

<sup>178</sup> Ebd. S. 13.

<sup>179</sup> Ebd. S. 14.

<sup>180</sup> Ebd.

<sup>181</sup> Ebd. S. 15 f.

Antworten des Themenclusters On-Site Play & Learning hervorgehoben wurde, ist das immersive Lernen durch die ortsgebundene AR-Ansicht. Die Testpersonen schätzten insbesondere das räumliche Erleben des Gebietes um die Grenzmauer und deren Darstellung. Die Gegenstände, die in der AR eingesammelt und im Inventar verstaut werden konnten, wurden als Quelle für Hintergrundinformationen sowie als Möglichkeit, tiefer in die Biografien der Charaktere einzutauchen, geschätzt.<sup>182</sup>

### 3.6.4 Diskussion

Verglichen mit den Analysen von PORTA PRAETORIA belegen die Evaluationsergebnisse von BORDER ZONE ein größeres medienpädagogisches Potenzial. Insbesondere der zentrale Vorzug des Einsatzes eines Pervasive Games für bildende und wissensvermittelnde Aufgaben, die Verknüpfung der realen Umgebung mit den zu vermittelnden Inhalten, wurde wirksam eingesetzt. Das Finale der Geschichte fand in unmittelbarer Nähe zur ehemaligen Grenzmauer statt, die im AR-Diorama eindrucksvoll präsentiert wurde: Die Grenzmauer wurde in 78 % der Antworten auf die Frage „Haben bestimmte Orte für Sie nach dem Spiel-Erlebnis eine neue/andere Bedeutung?“ erwähnt.

Gerade noch mal durch die letzte Szene, in der man dann noch wirklich diese Mauer sehen konnte, wurde das auf jeden Fall noch mal sehr präsent. Diese Zweiteilung Deutschlands, die wir hatten. Und da ist jetzt auch der Park Babelsberg in meinen Gedanken durchaus stärker damit verknüpft, als das vielleicht zuvor der Fall war.<sup>183</sup>

Tatsächlich, wo die Mauer verlaufen ist, das fand ich schon interessant zu sehen. Man hat da jetzt einfach diesen schönen Ausblick und dass da diese dicke Mauer im Weg stand. Ja, das sieht man dann mit anderen Augen.<sup>184</sup>

Im Zuge des Interviews wurden die Teilnehmer gebeten, den ehemaligen Grenzverlauf in einer Karte des Parks einzuzeichnen. Obwohl es im Park keine Hinweise auf den Mauerverlauf mehr gibt, da der ursprüngliche Zustand vor der Teilung wiederhergestellt wurde, gelang es allen Teilnehmern, den Verlauf der Mauer im bespielten Gebiet weitestgehend korrekt einzuzeichnen.

Tabelle 4: Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD), Zustimmung zu Aussagen aus dem Gebiet der Wahrnehmung auf einer Skala von 1 – *stimme gar nicht zu* bis 10 – *stimme voll zu*

| Aussage                                                                                             | M    | SD   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| „Ich konnte die Charaktere im Raum gut sehen beziehungsweise auffinden.“                            | 7,10 | 1,23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 7 | 5 | 3 | 0  |
| „Ich wusste während des Spielens, welche Figur gerade sprach und über wen gerade gesprochen wurde.“ | 8,35 | 1,56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 4 | 1 | 6 | 6  |

Ebenfalls dem Erfolg des Spiels zuträglich ist die Gestaltung der Dioramen, bei denen der Fokus auf die Protagonistinnen der Geschichte statt auf die sie umgebende Welt gelegt ist. Dieser Ansatz funktioniert mit dem

<sup>182</sup> Ebd. S. 15.

<sup>183</sup> Teilnehmer ID KET5P, Interview vom 03.03.2022.

<sup>184</sup> Teilnehmer ID AHVVV, Interview vom 04.03.2022.

Medium der mobilen AR-Ansicht besser, da es erlaubt, die Szenerie komplett im Bild zu haben, statt ein ständiges Umhersehen zu erfordern. Dass die Darstellung auf die für den Geschichtsverlauf relevanten Personen und Objekte reduziert war, machte es den Spielern leichter, dem Geschehen und Verlauf der Geschichte zu folgen. Die Teilnehmer konnten die Charaktere in den interaktiven Dioramen gut sehen und ihren Diskussionen sehr gut folgen (vgl. Tabelle 4). Dies führte im Vergleich zum Spiel PORTA PRAETORIA, bei dem der Verlauf der Geschichte und das narrative Ziel des Spiels vielen der Probanden unklar war, zu einem stärkeren Sympathisieren und einer höheren Identifikation mit den Spielcharakteren und ihren Schicksalen, wodurch eine tiefere narrative Immersion erreicht wird. Dies zeigt sich auch in der Evaluation der Rollenspiel-Elemente, in denen die Spieler den Platz einer der Figuren einnahmen. Dieses Einnehmen einer der agierenden Rollen innerhalb des interaktiven Dioramas wurde von den Teilnehmern als gelungene Spiel-interaktion angesehen, die dabei half, das Erlebte noch besser zu verstehen.

Man ist in die Perspektive der Person reingegangen. Und ich fand, man hat sich wirklich reinversetzen können, es waren zwar nur kleine Abschnitte, aber man hat es trotzdem erlebt, wie es sich damals abgespielt hat...<sup>185</sup>

Da war es dann auch spannend, als ich diese Entscheidung treffen musste, ob ich dem Polizisten den Fotoapparat gebe oder nicht. Dass dann der Polizist auch immer energischer wurde. Da hat man dann schon gedacht: „Okay, er meint es schon scheinbar ernst!“<sup>186</sup>

Diese Momente der immersiven Identifikation waren jedoch – wie auch die induzierte Immersion in den Mixed-Reality-Sphären von PORTA PRAETORIA – nur temporär. Das Herantreten an die anderen Protagonistinnen und die Begegnung von Angesicht zu Angesicht verdeutlichte die technischen Limitierungen von mobilen AR-Anwendungen und führte zu immersionsbrechenden Desillusionen.

Aber ich fand, es hat ein bisschen gestört, dass die Figuren so geometrisch aussehen. Also ich habe da jetzt kaum Emotionen aus den Gesichtern rausgelesen, weil die halt so merkwürdig statisch geguckt haben...<sup>187</sup>

Die Grafik ist ja relativ reduziert, die bewirkt ja jetzt nicht irgendwie, dass es unglaublich immersiv ist. Man denkt ja nicht: „Oh mein Gott, wo ist Realität? Wo ist Spiel? Ich kann es kaum noch unterscheiden!“<sup>188</sup>

Trotz dieser technisch bedingten Limitierungen konnte BORDER ZONE erfolgreich die Geschichte des Parks Babelsberg vermitteln, was durch das positive Feedback der Fokusgruppe bestätigt wurde. Dabei wurden insbesondere die Vor-Ort-Visualisierung der Grenzanlagen in der AR sowie die Authentizität der Geschichten hervorgehoben. Doch der Zustand tiefer Immersion konnte nicht erreicht werden, was unter anderem auf das abspielende Medium zurückzuführen ist.

<sup>185</sup> Teilnehmer ID FY2XQ, Interview vom 03.03.2022.

<sup>186</sup> Teilnehmer ID 8LNZK, Interview vom 03.03.2022.

<sup>187</sup> Ebd.

<sup>188</sup> Teilnehmer ID AHVVV, Interview vom 04.03.2022.

### 3.7 Projektübergreifende Diskussion

Die Betrachtung der beiden Forschungsprojekte PORTA PRAETORIA und BORDER ZONE zeigt, dass mobile Augmented-Reality-Applikationen zwar zur Darstellung von und zur Interaktion mit virtuellen Artefakten geeignet sind, ein vollumfängliches Erleben der Szenerie allerdings nur bedingt evoziert werden kann. In der folgenden Diskussion soll daher differenziert werden zwischen den Aspekten der Wahrnehmung und den Aspekten der Interaktion in immersiven Mixed-Reality-Erfahrungen.

Die audiovisuelle Wahrnehmung der digitalen Inhalte funktioniert in beiden Applikationen. Die Spieler können die virtuellen Artefakte erkennen, identifizieren und sich zu ihnen bewegen. Sowohl in der voll umgebenden Sphäre des ersten Projektes als auch in den interaktiven Dioramen des zweiten Projektes ist den Nutzern eine Exploration des Raums und eine detaillierte Begutachtung von Objektdetails intuitiv möglich. Die Mixed-Reality-Sphären von PORTA PRAETORIA bieten durch ihre atmosphärische Darstellung eine narrativ dichte Erfahrung, durch die Vollüberlagerung des Kamerabildes wird eine kontextuelle Verknüpfung von virtuellem Raum und Realraum aber gehemmt.

Die durch die Bildschirmgröße des abspielenden Mobilgeräts vorgegebene Rahmung des Spielgeschehens reduziert die Wahrnehmung sinnbildlich auf einen Blick durch ein Schlüsselloch, wodurch stets nur ein Bruchteil der Umgebung erfasst wird und ein vollständiges Eintauchen gebremst wird (vgl. Abbildung 26). Zum einen vermag das Virtuelle die mit Stressoren gefüllte Kölner Innenstadt nicht zu überlagern, gleichzeitig verdeutlicht der kleine Bildausschnitt den Nutzern stets eine Trennung zwischen ihnen und dem Spielgeschehen. Es zeigt sich daher, dass Augmented-Reality-Visualisierungen besser in objektzentrierten Darstellungssituationen funktionieren als in umgebungscentrierten (vgl. Abbildung 35). Die interaktiven Dioramen des Projektes BORDER ZONE, deren Fokus auf der ins Kamerabild eingebetteten Darstellung der Protagonistinnen liegt, erzielten in den Nutzerstudien daher bessere Akzeptanzergebnisse als die Vollvisualisierungen in PORTA PRAETORIA. Die Darstellungsvariante in BORDER ZONE ermöglicht eine einfachere Identifizierung der Story-relevanten Spielobjekte, erleichtert es, der Spielhandlung zu folgen, und ermöglicht den Spielern – da es aufgrund der Darstellung lediglich einzelner Objekte nicht zu einer Vollüberlagerung des Kamerabildes kommt – einen direkten Bezug zum Realraum herzustellen.

Die Ergebnisse der Evaluation zeigen, dass das Spiel-Element des Eintretens in eine vordefinierte Zone, bei PORTA PRAETORIA die Mixed-Reality-Sphäre und bei BORDER ZONE das Rollenspiel, ebenfalls funktioniert. Die Spieler nehmen die Veränderungen des Dispositivs wahr, akzeptieren die neu wirkenden Subjekte intuitiv und agieren dementsprechend. Das Explorieren des virtuellen Raumes funktioniert insbesondere deshalb, da die Nutzungsweise an dieser Stelle mit den Funktionsweisen des Smartphones als Fotokamera harmonisiert, wodurch weniger disruptive Kräftelinien im Dispositiv wirken. Die Rollenübernahme in BORDER ZONE ermöglichte einem Teil der Spieler ein immersives Mimicry-Erlebnis: 18 % der Teilnehmer gaben an, die finale Entscheidung aus der Perspektive der übernommenen Spielrolle getroffen zu haben. Allerdings zwingt dieser

Spielabschnitt die Spieler auch zum Herantreten an virtuelle Objekte, wodurch deren geringe Grafikqualität offensichtlich wird. Auch wenn die Anzahl der Polygone aufgrund der Beschränkungen des mobilen Abspielgerätes limitiert ist, legt das fehlende Level of Detail der Nahaufnahme die artifizielle Natur der Szenerie offen und bewirkt bei einem Teil der Spieler Immersionsbrüche.

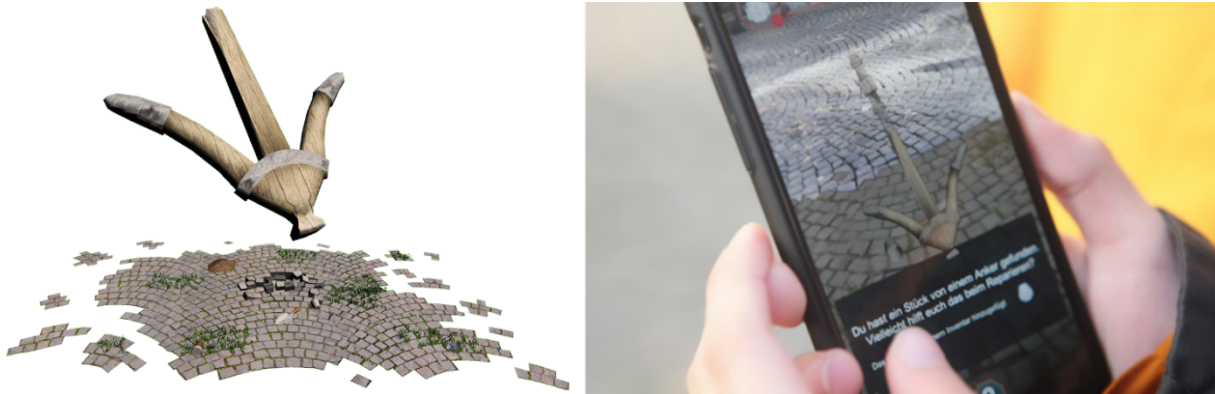


Abbildung 35: In dieser Augmented-Reality-Szene hat der Spieler ein Artefakt ausgegraben, indem Pflastersteine beiseitebewegt wurden. Der Bildschirmrahmen des Smartphones begrenzt den Blick auf die Szenerie, doch die objektzentrierte Darstellung des Artefakts funktioniert. Obwohl das ursprüngliche Spieldesign von PORTA PRAETORIA vorsah, dass die Steine per Touch aufgehoben und durch Bewegen des Geräts entfernt werden, führte das Wischen auf dem Bildschirm – die angelernte Methode der Smartphone-Interaktion – letztendlich ebenfalls zum gewünschten Erfolg.

Quelle: Links: eigene Gestaltung, rechts: Adrian Hüttel, CGL

Ähnliches konnte bezüglich der interaktiven Aspekte von PORTA PRAETORIA beobachtet werden. Die Mechanik der Übersetzung von räumlichen Interaktionen innerhalb der virtuellen Spielumgebung in das zweidimensionale Interface der Smartphones ist, den Beobachtungen der Spieler während der Tests zufolge, nicht erfolgreich. Das intendierte Hinbewegen zu Objekten von Interesse, die Annäherung mit dem Smartphone zum Inspizieren sowie Interagieren wurde von den Spielern nicht angenommen. Interaktion mit Objekten geschah weitestgehend ohne Bewegung des Gerätes. Die Spieler fokussierten die Objekte in einer starren Haltung und interagierten mit der Szene in herkömmlicher Nutzungsweise, durch Wischen des Fingers. Klassische zweidimensionale Interfaces, wie die Kartenansicht in PORTA PRAETORIA, werden zwar problemlos angenommen und genutzt, für die Interaktion in dreidimensionalen AR-Szenarien gibt es allerdings keine etablierte Konvention, sodass die Nutzer auf gelernte Interaktionsmethoden zurückgreifen (vgl. Abbildung 35).

Bleibt man bei Neitzels Differenzierung, so befindet sich der Nutzer in beiden Applikationen weitestgehend in einer Beobachterposition statt in einer Wahrnehmungsposition. Außenstehend, durch den Bildschirm vom virtuellen Raum getrennt.<sup>189</sup> Die Beobachtung der Spieler zeigte, dass in kurzen Momenten der Exploration der Rahmen des abspielenden Gerätes nach und nach verschwindet, sich Point of View sowie Point of Action langsam übereinanderlegen und die Trennlinie zwischen realer und virtueller Umgebung unscharf wird – um dann in den Momenten der Interaktion wieder augenscheinlich hervorzutreten. Dies ist unter anderem den technischen Limitationen des abspielenden Mobilgeräts geschuldet, dessen Blickfeld zu einschränkend ist und dessen Eingabemethoden nicht für räumliche Interaktionen geschaffen wurden.

<sup>189</sup> Neitzel: *Point of View und Point of Action*. 2014, S. 63.

AR-Anwendungen sind generell dadurch gekennzeichnet, dass sie virtuelle Artefakte in einer realen Umgebung einblenden. Die durch das Dispositiv der realen Umgebung wirkenden Subjekte können von der offenen Struktur der AR-Technologie nicht überlagert werden. Sie treten daher stets in Konkurrenz zu den Kräftenlinien des Spieldispositivs. Zwar kann das Spieldispositiv auf eine Weise gestaltet werden, dass es mit den Kräftenlinien der realen Umgebung harmonisiert und so weniger Störpotenzial entsteht, allerdings sind die Möglichkeiten, hier als Entwickler Einfluss zu nehmen, begrenzt und nicht jedes Szenario kann bedacht werden. Darüber hinaus muss die Frage gestellt werden, ob eine vollständige Immersion in einem AR-Szenario überhaupt ein gewünschtes Ergebnis ist: Das Beispiel der den historischen Gegebenheiten im römischen Köln angepassten Positionierung einer Mixed-Reality-Sphäre in einer Straßenverkehrszone im zeitgenössischen Köln in PORTA PRAETORIA zeigte, dass es durchaus erwünscht sein kann, dass sich die Spieler ihrer Subjekte von spielexternen Quellen bewusst sind.

### 3.8 Die sensorische Immersion – Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde die Wahrnehmungsphase des immersiven Prozesses untersucht, die das Eintreten in den immersiven Erfahrungsraum beschreibt. Dabei wurden Fragen danach behandelt, wie Spieler die Existenz des virtuellen Artefakts erkennen können und wie man ihnen einen selbstbestimmten Zugang dazu bieten kann. Die Fragen wurden im Zuge des Entwicklungsprozesses zweier Augmented-Reality-Projekte, die sich mit der Darstellung historischer Szenarien am Ort des Geschehens beschäftigten, bearbeitet. Ausgestaltung und Ergebnisse dieser Projekte wurden hier diskutiert.

Die Untersuchungen ergaben, dass die Wahrnehmung des Virtuellen den Anfang des immersiven Prozesses markiert, aus diesem Grund wurde sie als erster Aspekt der sensorischen Immersion definiert. Die Einleitung des immersiven Prozesses geschieht primär durch visuelle Reize, wird aber auch durch sekundäre sensorische Empfindungen unterstützt. Der Spieler erkennt die Existenz des Objektes und seiner Umgebung an und verortet das Virtuelle in einer artifiziellen Parallelrealität, einer Überlagerung der physischen Realität, die durch die genutzte Peripherie erfahrbar wird. Je nach Beschaffenheit werden dieser Realität Eigenschaften des physischen Raums zugeschrieben.<sup>190</sup> Die Aufrechterhaltung dieser Wahrnehmungsillusion erfordert eine aktive Beteiligung des Betrachters, einen Prozess der Suspension of Disbelief.<sup>191</sup>

Dieser aktive Einbeziehungsprozess zeigt sich auch im zweiten Aspekt der sensorischen Immersion: in der Anerkennung und Akzeptanz des Magic Circles, eines Regelraums, der die Erfahrung umgibt, sowie in der Bereitschaft, diesen Regeln zu folgen. Der Spieler entwickelt hierbei „a special awareness of a second reality

<sup>190</sup> Rieger: *Virtual Humanities*. 2020, S. 485.

<sup>191</sup> Juul: *Half-Real*. 2005, S. 190.

or of a free unreality, as against real life“<sup>192</sup>. Der transformative Prozess, der beim Betreten dieser Parallelrealität stattfindet, wurde anhand einer Analyse der Spieldispositive untersucht. Mit der Teilnahme am Spiel entstehen neue Kraftlinien, die induzierten Subjektivierungsprozesse definieren die agierende Rolle des Spielers innerhalb dieses Regelraums. Das Bewusstsein dafür und die Bereitschaft, sich darauf einzulassen, beschreiben den zweiten Aspekt der sensorischen Stufe des immersiven Prozesses.

Das Betreten des immersiven Raums geschieht durch eine symbiotische Gestaltung dieser beiden Aspekte der sensorischen Immersion. Bei den Analysen des Design- und Umsetzungsprozesses der beiden Forschungsprojekte PORTAE PRAETORIA C.C.A.A. und BORDER ZONE konnten Designelemente identifiziert werden, die den Spielern diesen Eintritt erleichtern und ihre Sensorik auf das Virtuelle ausrichten können. Diese Erkenntnisse sollen hier noch einmal zusammengefasst werden.

**Wahrnehmung.** Die Anerkennung der Existenz eines virtuellen Artefakts steht am Anfang des immersiven Prozesses. Die Analysen ergaben die Sinnhaftigkeit eines multisensorischen Ansatzes, um den Spielern einen Zugang zum Virtuellen zu ermöglichen, stellten aber den visuellen Reiz als primäres Element der Wahrnehmung heraus. Dabei kann durch eine Instrumentalisierung wahrgenommener Affordanzen dem nicht (mehr) Sichtbaren ebenfalls eine Wirksamkeit zugeschrieben werden. Es wird zu einem Angenommenen, zu einer mentalen Manifestation innerhalb der Wahrnehmungsdimension des Spielers.

**Partizipation.** Die transformierende Wirkung des Partizipationsraums, innerhalb dessen der Spieler aus dem Spieldispositiv Subjektivierungen erfährt, zeigte großes Potenzial für immersionssteigernde sowie -hemmende Wirksamkeiten. Das Zuweisen einer diegetischen Rolle erlaubt dem Spieler einen unmittelbareren Zugang zum virtuellen Raum. Die disruptive Wirkung spielexterner Kräften verdeutlichte die Fragilität der initialen Immersion. Daher wurde die Manipulation des dispositiven Aufbaus als Designmittel, um die Spieler vor Störquellen abzuschirmen, genannt. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass das Eintreten in den Partizipationsraum ritualisiert und selbstbestimmt gestaltet werden sollte, um den Spielern einen wahr- und annehmbaren Prozess des Übergangs zu bieten.

Die Wahrnehmung und der Partizipationsraum sind dabei gemeinsam wirkende Faktoren der sensorischen Immersion, sie beeinflussen und modifizieren sich gegenseitig. Ihre gemeinsame Gestaltung ermöglicht einen reibungslosen und intuitiven Einstieg in die virtuelle Umgebung, fördert die aktive Teilnahme und ermöglicht eine tiefe, eindringliche und nachhaltige Erfahrung der virtuellen Welt.

---

<sup>192</sup> Cailliois: *Man, Play, and Games*. 2001, S. 10.

Dieses Kapitel hat gezeigt, so lässt sich zusammenfassen, wie wichtig gut gestaltete Zugangsmethoden für Mixed-Reality-Anwendungen sind, um einen niedrigschwelligen Einstieg zu ermöglichen. Gleichzeitig wurde die Notwendigkeit deutlich, diese Methoden weiter zu verfeinern und anzupassen, um eine tiefe und dauerhafte Immersion zu schaffen. Der Schaffung einer immersiven Mixed-Reality-Erfahrung ist nicht nur eine Frage der Technologie, sondern auch des Designs. Einfache und intuitive Interaktionsmechanismen, die mit den Fähigkeiten des verwendeten Gerätes harmonieren, können die Schwelle für die Einbindung des Spielers senken und ihm dabei helfen, sich schneller und tiefer in die Erfahrung einzufinden. Darüber hinaus kann hervorgehoben werden, wie bedeutsam die Integration von Erzähltechniken und narrativen Elementen in das Spiel ist, um die Immersion zu stärken. Die Verbindung von Spielmechaniken mit einer überzeugenden Geschichte kann die Spieler dazu bringen, sich stärker in das Spiel einzubringen. Eine hohe grafische Reichhaltigkeit und detaillierte räumliche Ausgestaltung können dazu beitragen, die Illusion einer kohärenten virtuellen Welt aufrechtzuerhalten.

Nun soll im Anschluss an die Untersuchung der sensorischen Immersion und ihrer zentralen Komponenten, Wahrnehmung und Partizipation, der Fokus im nächsten Kapitel auf die Aspekte der kognitiven Immersion gelegt werden. Dabei geht es darum, wie der Spieler sich mit seiner Spielrolle und den Spielmechaniken identifiziert, wie er in der virtuellen Welt verkörpert wird und wie er sich dort präsent fühlt.



## Kapitel 4

# Eintauchen: kognitive Immersion

*Die ersten Schritte auf dem roten, staubigen Boden des Mars sind zaghaft. Die unberührte Landschaft erstreckt sich bis zum Horizont, eine Stille, die nur von dem leisen Rauschen des Raumanzugs unterbrochen wird. In der Ferne erhebt sich der gewaltige Vulkan Olympus Mons in die dünne Marsatmosphäre. Das menschliche Streben nach Entdeckung und der Drang, das Unbekannte zu erforschen, finden in der digitalen Welt einen neuen Ausdruck. Diese ermöglicht uns, Orte zu bereisen und Erfahrungen zu machen, die weit über unsere physische Realität hinausgehen – wir können uns als Pioniere auf fremdem Boden fühlen. Doch der Erkundungsdrang wird durch einen dumpfen Schmerz abrupt gedämpft. Der Zusammenprall mit dem Türrahmen im eigenen Wohnzimmer erinnert den Spieler schmerzhaft daran, dass seine physische Präsenz trotz aller virtuellen Erkundungsfreude immer noch fest auf der Erde verankert ist.*

In der zweiten Prozessstufe der Immersion, der kognitiven Immersion, taucht der Benutzer so tief in eine virtuelle Umgebung ein, dass er sich sowohl physisch als auch kognitiv innerhalb dieser Umgebung verortet. Es geht nicht mehr nur darum, die virtuelle Welt zu sehen, zu hören oder zu fühlen. Es geht darum, in ihr zu existieren, sich in ihr zu bewegen und auf sie zu reagieren. Es müssen Erfahrungen geschaffen werden, die so überzeugend sind, dass der Benutzer die künstlich erzeugte Realität als seine aktuelle Wirklichkeit akzeptiert. Dieser Zustand der kognitiven Immersion, in dem sich der Nutzer als Akteur innerhalb der virtuellen Umgebung sieht, erfordert ein Zusammenwirken verschiedener Faktoren. Er umfasst Aspekte der Raum- und Körperwahrnehmung, das einnehmende Potenzial von Narration und Spiel und letztlich die empfundene Präsenz des Nutzers im virtuellen Raum.

In diesem Kapitel möchte ich die Prozesse beleuchten, die zur kognitiven Immersion führen, und aufzeigen, wie sie durch bewusste Design- und Entwicklungsstrategien gefördert werden können. Ich bezeichne diese Stufe als *Eintauchstufe* – in dieser umgibt das Virtuelle den Nutzer vollständig, ähnlich wie Wasser einen

Taucher im Ozean.<sup>193</sup> Der Benutzer ist sich der Welt außerhalb der Diegese noch bewusst, doch seine Aufmerksamkeit konzentriert sich bereits hauptsächlich auf die transformierten Sinneseindrücke, die das neue Medium liefert.

In der fortwährenden Suche nach immer überzeugenderen Formen der kognitiven Immersion streben wir nach der Schaffung eines Raumes, in dem die virtuelle und physische Realität nahtlos miteinander verschmelzen. Dieser Raum sollte es dem Benutzer ermöglichen, vollständig in eine künstlich erschaffene Welt einzutauchen und dabei seine Umgebung nicht nur visuell und akustisch, sondern auch körperlich wahrzunehmen und auf sie zu reagieren. Ein solcher Ort ist in der Welt der Science-Fiction bereits konzipiert worden: Das *Holodeck* ist eine fiktive Technologie aus dem *Star-Trek*-Universum, die hochgradig immersive virtuelle Realitäten erzeugen kann.<sup>194</sup> Es handelt sich um einen leeren Raum an Bord eines Raumschiffes, der haptische Projektionen realer Orte oder vollständig imaginäre Welten erzeugt. Die holografischen Projektionen sind so realistisch und interaktiv, dass sie von der realen Welt kaum zu unterscheiden sind (vgl. Abbildung 36). Das Holodeck verkörpert damit das ultimative Ziel der kognitiven Immersion: die vollständige Aufhebung der Unterscheidung zwischen real und virtuell.



Abbildung 36: Die titelgebende Inspirationsquelle für das Projekt, die Holodeck-Technologie des STAR-TREK-Universums. Das Holodeck ermöglicht es der Besatzung des Raumschiffes, haptische Hologramme zu Unterhaltungszwecken zu erleben.

Quelle: *Star Trek: The Next Generation*, Staffel 1, Episode 1

Science-Fiction ist seit jeher ein wirksames Medium, um kulturelle Vorstellungen, Ängste und Hoffnungen im Hinblick auf wissenschaftliche und technologische Fortschritte zum Ausdruck zu bringen. Das Holodeck aus *Star Trek* dient in diesem Kontext als prägnantes Leitbild für die Möglichkeiten, die sich uns durch die Weiterentwicklung immersiver Technologie eröffnen könnten.<sup>195</sup> Es verkörpert das utopische Ziel eines vollständig immersiven Raums und stellt eine Vision dar, in der die Grenze zwischen der physischen und virtuellen Welt nicht mehr existiert. Gleichzeitig verdeutlicht es den Wunsch, den virtuellen Möglichkeitsraum in einer analogen Art und Weise erfahrbar zu machen, eine Materialisierung des Prozeduralen.

<sup>193</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 98.

<sup>194</sup> Vgl. beispielsweise *Star Trek: The Next Generation*, Corey Allen, S. 1, E. 1, „Encounter at Farpoint.“ Erstausstrahlung: 26. September, 1987, auf First-Run Syndication.

<sup>195</sup> Jens Schröter: „Das Holodeck als Leitbild“. In: *Band 14 Scientific Fiction*, Hrsg. von Feiersinger Luisa, 90–99. Berlin, Boston: De Gruyter, 2018. S. 99.

The utopian holodeck, like STAR TREK's universal replicator, was situated in the context of efforts to complement the decades-long process of progressing virtualization – replacing more and more hardware with software – with options to re-materialize the media produced in the digital transmedium..<sup>196</sup>

Die Vision des Holodecks als Metakonzzept bietet ein ausgezeichnetes Paradigma zur Erkundung der kognitiven Aspekte der Immersion. Die zentralen Fragen dabei sind: Wie verorten sich die Nutzer in der virtuellen Umgebung? Wie interagieren sie mit ihr? Wie kann das einnehmende Potenzial von Narration und Spiel genutzt werden, um die empfundene Präsenz der Nutzer zu steigern? Und wie können wir das Paradoxon einer doppelten Existenz des Spielers, der sich gleichzeitig im virtuellen und im physischen Raum befindet, verstehen und nutzen?

Um Antworten zu finden, soll analytisch der Entwicklungsprozess eines Virtual-Reality-Ausstellungsstücks in einem Museum begleitet werden, das im Zuge des Forschungsprojektes *Project Holodeck* umgesetzt wurde..<sup>197</sup> Das Ziel dieses Kapitels ist es, die Mechanismen und Prozesse der kognitiven Immersion zu verstehen. Dabei soll untersucht werden, wie wir dieses Wissen nutzen können, um überzeugendere virtuelle Erfahrungen zu schaffen. Es geht um ein tieferes Verständnis der Möglichkeiten und Herausforderungen der kognitiven Immersion, das uns dabei helfen soll, effektivere Strategien für die Gestaltung immersiver Umgebungen zu entwickeln. Zwar befindet sich eine Technologie, die der des Holodecks entspricht, noch jenseits unseres gegenwärtigen technischen Horizonts, die Vision liefert jedoch eine Zielsetzung und Orientierung für die Beforschung des immersiven Prozesses. Die Analyse des Holodecks soll daher nicht als eine Bestandsaufnahme der gegenwärtigen immersiven Technologien verstanden werden, sondern als ein Kompass, der die Richtung für zukünftige Entwicklungen und Forschungen in diesem Bereich weist. Es ist ein utopisches Ideal, das ein lebendiges Bild der Zukunft der Immersion zeichnet.

---

<sup>196</sup> Gundolf S. Freyermuth: „Vegas, Disney, and the Metaverse. On the Material Anticipation of Virtual Worlds and Virtual Play in the Second Half of the 20th Century“. In: *Playful Materialities: The Stuff That Games Are Made Of*, Hrsg. von Benjamin Beil, Gundolf S. Freyermuth u. a., 17–97. Bielefeld: transcript, 2022. S. 82.

<sup>197</sup> Siehe Kapitel Das Zukunftsmuseum – Project Holodeck, S. 89.

## 4.1 Methodologie

Das vorliegende Kapitel betrachtet die zweite Prozessstufe der Immersion, die kognitive Immersion. Das Kapitel folgt einer analytischen Betrachtung der Entwicklungsprozesse des *Project Holodeck*, einem Forschungsprojekt, im Zuge dessen ein Virtual-Reality-Ausstellungsstück für das Deutsche Museum Nürnberg, die VR-ZEITREISE, entstand. Es können drei zentrale Aspekte der zweiten Stufe des immersiven Prozesses identifiziert werden: *Verkörperung (Embodiment)*, *Einbindung (Engagement)* und *Präsenz*. Jeder dieser Aspekte wurde während einer der verschiedenen Entwicklungsphasen des Projekts ins Zentrum gerückt. Das Kapitel folgt strukturell diesen Entwicklungsphasen (vgl. Abbildung 37).

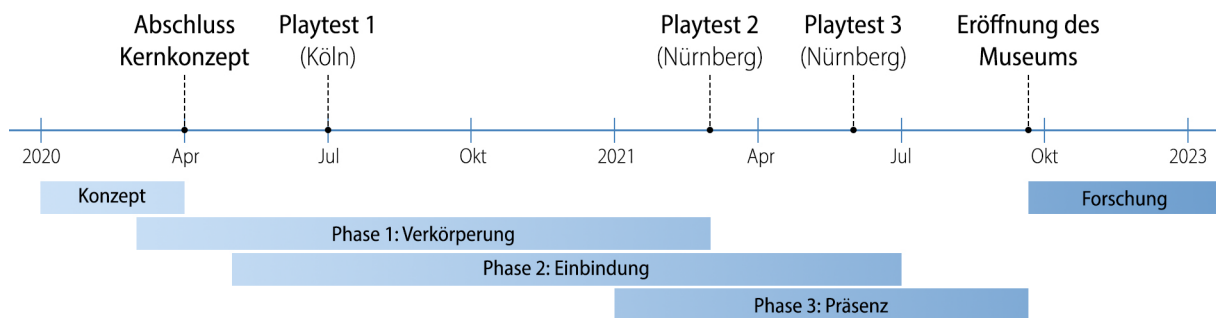


Abbildung 37: Zeitleiste des *Project Holodeck*: Der Entwicklungsprozess der VR-ZEITREISE wurde in drei thematische Phasen gegliedert (unten), deren Fortschritt in iterativen Playtests evaluiert wurde (oben). Dargestellt sind nur die formalisierten Playtests, die internen Tests waren deutlich engmaschiger.

Quelle: Eigene Darstellung

Der erste Aspekt, *Verkörperung*, beschreibt die Körperlichkeit des eigenen virtuellen Avatars sowie der Mitspieler. Dieses Element wurde besonders im Kontext der Darstellung, Erfassung und Verortung des virtuellen Raumes sowie der Objekte in diesem Raum untersucht. In der zugehörigen Entwicklungsphase wurden Methoden zur Synchronisation des virtuellen und physischen Raums sowie zur Verortung der Spieler in diesem entwickelt. Die Qualität der Methoden wurde durch iterative Tests, zunächst in Form von Labortests, später dann mit Feldtests, evaluiert.

Die zweite Entwicklungsphase integrierte den Aspekt der *Einbindung*. Dieser bezieht sich auf die Involvierung des Spielers in das Spielgeschehen und musste insbesondere während der Gestaltung des Gamedesigns und der Narration berücksichtigt werden. In dieser Phase wurden spezielle Strategien und Techniken identifiziert und umgesetzt, um die Einbindung des Spielers zu fördern und aufrechtzuerhalten. Auch der Einsatz dieser Spiel-Elemente wurde durch iterative Tests, sowohl im Labor- als auch im Feldtest, überprüft.

Der dritte und letzte Aspekt, die *Präsenz*, bezieht sich auf das Gefühl, sich selbst in der virtuellen Welt zu verorten. Dieser Aspekt wurde vor allem bei der Integration des Projektes in den musealen Raum hervorgehoben. Es wurden Methoden entworfen, die das empfundene Präsenzgefühl steigern und damit das gesamte immersive Potenzial des Ausstellungsstücks verstärken sollten.

Obwohl diese drei Aspekte und die zugehörigen Entwicklungsphasen hier distinkt dargestellt werden und die Kapitelstruktur dieser sequenziellen Struktur folgt, ist es wichtig zu betonen, dass die Arbeiten an den

verschiedenen thematischen Schwerpunkten – wie in der oben abgebildeten Zeitleiste erkennbar – über den gesamten Entwicklungsprozess hinweg weitgehend parallel stattfanden. Möglich wurde das, da an dem Projekt ein großes Team arbeitete. Jedem der drei Themengebiete war in der Entwicklung ein Kernteam zugeordnet, das an dem jeweiligen Schwerpunkt arbeitete. Alle Teams verfolgten jedoch das gemeinsame Ziel der Verbesserung der kognitiven Immersion. Als Creative Director übernahm ich die Leitung aller drei Teams und somit aller in dieser Arbeit beschriebenen Entwicklungsprozesse. Sofern dies nicht anders dargestellt ist, war ich in federführender Funktion an den in den Kapiteln beschriebenen Designprozessen beteiligt. Diese Prozesse werden in den folgenden Kapiteln ausführlich analysiert, die aus den Reflexionen hervorgegangenen Erkenntnisse im Diskussionskapitel zu jeder Entwicklungsphase besprochen. Dieses Vorgehen ermöglicht es, einen umfassenden Einblick in die verschiedenen Aspekte der kognitiven Immersion zu erhalten und ihre gegenseitige Beeinflussung zu verstehen.

## 4.2 Das Zukunftsmuseum – Project Holodeck

Von Anfang 2020 bis Ende 2021 wurde im Zuge einer Forschungsk Kooperation zwischen dem Deutschen Museum und dem Cologne Game Lab der TH Köln am *Project Holodeck* gearbeitet. Die VR-Umgebung, die in diesem Rahmen entwickelt wurde, soll als ständiges Ausstellungsstück im sogenannten *Zukunftsmuseum*, der neu gebauten Zweigstelle des Deutschen Museums in Nürnberg, eingesetzt werden.<sup>198</sup> Das Museum präsentiert in fünf Themenbereichen die Fragestellung, wie sich Technik und Gesellschaft in den nächsten Jahrzehnten entwickeln werden. Über 250 Exponate aktueller Prototypen oder noch im Stadium des Gedankenexperiments befindlicher Entwicklungen bieten Einblick in eine mögliche Zukunft. Dabei sollen auch wissenschaftliche und ethische Fragen aufgegriffen werden, die die zukünftige Gesellschaft prägen werden.

Der Idee des namensgebenden immersiven Science-Fiction-Raums folgend, hatte das *Project Holodeck* das Ziel, einen dedizierten Virtual-Reality-Spielraum für eine interaktive Multiplayer-Erfahrung zu schaffen. Der Raum sollte eine Co-Location-Anwendung ermöglichen, die bis zu vier Spielern gleichzeitig die freie Erkundung und Bespielung des Spielbereichs erlaubt. Darüber hinaus sollte die Fläche – dem Zweck der wissenschaftlichen Simulation der namensgebenden Vorlage folgend – als Forschungslabor zur Analyse von Nutzerverhalten in Multiplayer-VR-Szenarios dienen. Das aus dem Projekt entstandene Produkt, die VR-ZEITREISE IM DEUTSCHEN MUSEUM NÜRNBERG (kurz: VR-ZEITREISE), ist seit der Eröffnung des Museums Ende September 2021 für Publikum geöffnet.<sup>199</sup> Seitdem haben 19.600 Besucher die VR-Erfahrung durchlaufen.<sup>200</sup>

Ich war während des Projektzeitraums und zur anschließenden Beforschung von Januar 2020 bis April 2023 am Deutschen Museum als Projektleiter des *Project Holodeck* beschäftigt. In dieser Rolle leitete ich die Konzeption und Entwicklung der VR-ZEITREISE an, die von einem Projektteam mit insgesamt 21 Mitarbeitern der Forschungsabteilung des Cologne Game Lab umgesetzt wurde. Das Team bestand aus fünf wissenschaftlichen Mitarbeitern und 16 studentischen Hilfskräften aus den Studiengängen Digital Games sowie 3D Animation for Film and Games. Meine Rolle im Projekt war die des Projektleiters, des Creative Directors sowie des leitenden Programmierers. Ich betreute die Konzeptionsphase, sicherte die Einhaltung der kreativen Vision während der Umsetzungsphase und evaluierte den Projektzustand während der Spieltests. Darüber hinaus war ich für die Planung und Umsetzung des VR-Bereiches im Museum zuständig. In dieser Rolle plante, gestaltete und montierte ich gemeinsam mit der zuständigen Designagentur den Wartebereich, das Innendesign des Spielbereiches sowie das Mobiliar. Nach Ende der Produktionsphase, mit der Eröffnung des Museums, war ich alleiniges Teammitglied und erfüllte in dieser Rolle die Aufgaben der Beforschung und Wartung der VR-ZEITREISE.

<sup>198</sup> Deutsches Museum: *Deutsches Museum Nürnberg – Das Zukunftsmuseum*. 2018, URL: <https://www.deutsches-museum.de/nuernberg> (20.05.2023).

<sup>199</sup> VR-Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg, Cologne Game Lab. Deutsches Museum Nürnberg, 2021 (Meta Quest 2).

<sup>200</sup> Deutsches Museum: *Jahresbericht 2021*, München: Deutsches Museum, 2022. S. 118.

Deutsches Museum: *Jahresbericht 2022*, München: Deutsches Museum, 2023. S. 133.

Die Aufgabe des Projektes bestand in der Konzeption und Entwicklung eines niedrighschwelligen Erfahrungsangebots mit genügend Tiefe, sodass die didaktische Mission des Museums erfüllt würde. Die Konzeption folgte daher der Leitfrage, wie die im Museum präsentierten prototypischen Technologien und diskutierten gesellschaftlichen Entwicklungen didaktisch aufbereitet und kontextualisiert präsentiert werden können. Denn viele der gezeigten Zukunftstechnologien existieren derzeit nur auf dem Papier oder sind reine Gedankenexperimente. Auch soziokulturelle Entwicklungen können von den Besuchern nur abstrakt vorgestellt werden.



Abbildung 38: Konzeptzeichnung der Nürnberger Altstadt im Jahr 2050. Dargestellt ist die Trödelinsel in direkter Nähe zum Deutschen Museum (helles Gebäude im Hintergrund rechts). Das Flussbett der Pegnitz dient zur Geräuschabschirmung der allgegenwärtigen Lieferdrohnen. Glasflächen vor den Häusern dienen einerseits zur kontaktarmen Konservierung denkmalgeschützter Fassaden, andererseits als Reklamefläche. Quelle: Ole Tillmann

Nach den drei Monaten der Konzeptphase entstand im April 2020 das Gamedesign-Dokument für das *Project Holodeck*. Es stellt die Entwicklung eines beispielbaren Raumes, der eine lebendige und reichhaltige virtuelle Umgebung darstellt, als zentrale Aufgabe der Produktion heraus. Wir entschieden uns infolgedessen dazu, den Besuchern einen „Zeitsprung“ in das Jahr 2050 zu ermöglichen, der sie zu einem Trödelmarkt der Zukunft führt. Auf diese Weise sollte für die Besucher erlebbar werden, wie die mittelfristige Entwicklung der im Museum dargestellten Ausstellungsstücke und ihre evolutionären Zwischenschritte aussehen könnte (vgl. Abbildung 38). Die Verwendung von Virtual Reality als umfassendem audio-visuellen Medium ermöglicht die Gestaltung eines virtuellen Ausstellungsraums, der nicht durch physikalische oder aktuelle technologische Grenzen eingeschränkt ist und somit diesen Ausstellungsstücken eine Darstellungsplattform bieten kann.<sup>201</sup> Eine stilisierte, schon fast comicartige Darstellung sollte den unterhaltenden Faktor unterstreichen und die Performance-Anforderungen gegenüber einer Variante mit realistischer Darstellung reduzieren. Um etwaige Hemmschwellen der tendenziell technologieaversen Zielgruppe bei der Akzeptanz des Erlebten abzubauen, war die Maximierung des immersiven Potenzials der Erfahrung Leitmotiv der Gestaltung.<sup>202</sup>

<sup>201</sup> Sutherland: *The Ultimate Display*. 1965, S. 506.

<sup>202</sup> Weitere Projektdaten in der Projektbeschreibung im Anhang 8.1.4 VR-Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg, S. VIII.

### 4.3 Verkörperung: Project Holodeck – Entwicklungsphase 1

Die erste Entwicklungsphase des *Project Holodeck* fokussierte die räumliche Erfahrung des Ausstellungsstücks und die Selbstverortung der Spieler in diesem. Das Ziel war es, den Spielern ein Gefühl der körperlichen Anwesenheit in der virtuellen Welt zu vermitteln. Dazu sollten verschiedene Methoden der Avatardarstellung sowie der Raumerfassungstechnologie betrachtet werden. Zum einen sollte die Bewegung der Spieler in der physischen Welt genau in der virtuellen Umgebung abgebildet werden, um ihre Fortbewegung intuitiv und natürlich zu gestalten. Zum anderen sollten Spielmechaniken geschaffen werden, die die Interaktion unter Spielern ermöglicht und fördert. Mit diesen Maßnahmen sollte die Selbstverortung der Spieler in der virtuellen Umgebung verbessert werden, um für sie einen intradiegetischen Bezugspunkt zu den VR-Elementen, die in den folgenden Entwicklungsphasen implementiert würden, zu schaffen. Diese Phase folgte der Frage:

*Wie kann ein virtueller Raum designt werden, sodass der Nutzer den Raum gut erfasst und seinen Körper innerhalb dieses Raums verortet?*

Dabei musste zunächst entschieden werden, wie die etwa 80 m<sup>2</sup> der zur Verfügung stehenden Spielfläche genutzt werden sollten. Im Frühjahr 2020, zu Projektbeginn, war das Museum noch ein Rohbau, sodass wir volle Gestaltungsfreiheit über das finale Ergebnis hatten (vgl. Abbildung 39, links). Die zum damaligen Zeitpunkt aufkommende COVID-19-Pandemie-Situation erlaubte allerdings keine Reisen nach Nürnberg, sodass eine Alternative für die Planung des Spielbereiches gefunden werden musste. Basierend auf den architektonischen Plänen des Museums fertigte der 3D-Artist des Projektteams einen Nachbau des Stockwerkes, in dem die VR-ZEITREISE stattfinden würde, an. Daraus generierten wir einen Meetingraum innerhalb einer VR-Chat-Anwendung.<sup>203</sup>

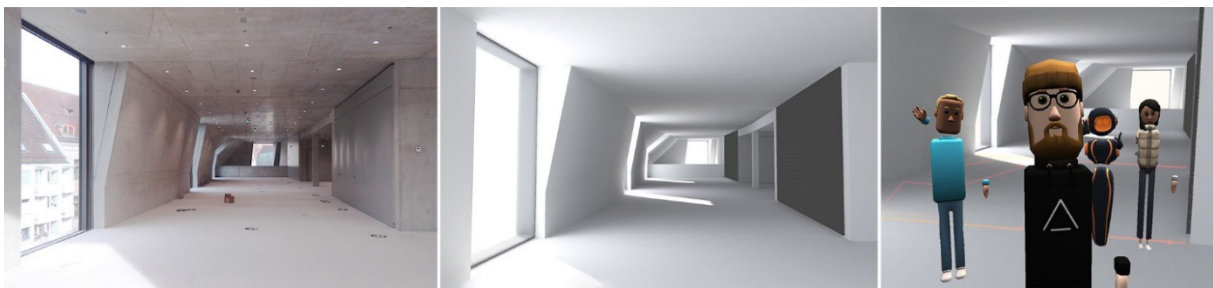


Abbildung 39: Der Zustand des VR-Bereiches zu Projektbeginn (links), der virtuelle Nachbau (mittig) und das Planungsmeeting in der VR (rechts). Die Software erlaubt das Bemalen von Oberflächen, sodass die Positionen von Wänden und Spiel-Elementen direkt in der VR eingezeichnet werden konnten.

Quelle: Eigene Aufnahmen

Dies ermöglichte es dem Team, ein Gefühl für die Dimensionen des Raums zu bekommen, den Spielbereich abzustecken, mögliche Abgrenzungen zu planen sowie eine erste Gestaltung des Spielraums zu skizzieren (vgl. Abbildung 39, rechts). Darüber hinaus konnte bereits ein früher Eindruck von der Wirkung der Umgebung durch die Virtual-Reality-Peripherie gewonnen werden. Auf dieser Grundlage testeten wir erste

<sup>203</sup> Altspace VR, Microsoft. Microsoft, 2013 (Oculus Go).

Ideen und diskutierten die möglichen VR-Technologien, die zum Einsatz kommen konnten. Die relevanten Aspekte der Entwicklungsphase waren die Positionserfassung im Raum, die Nutzung der Spielfläche, die zum Einsatz kommenden Bewegungsmethoden sowie die Darstellung des Spieleravatars und die der Mitspieler.

### 4.3.1 Analyse

Die Forschungsergebnisse der vorangegangenen Projekte zeigten, dass die Komplexität der Interaktionen in PORTA PRAETORIA und BORDER ZONE und der schwierige Zugang zu diesen einen immersionshemmenden Umstand darstellten. Insbesondere vor dem Hintergrund der Zielgruppe der VR-ZEITREISE fokussierten wir in der Designphase ein niedrighschwelliges Interaktionskonzept. Eine der Herausforderungen war die Gestaltung der Fortbewegungsmethoden im Raum. Artifizielle Bewegungsmethoden können den bespielbaren Raum über die Grenzen des physischen Raums hinaus erweitern, fügen aber eine weitere Komplexitätsebene zum Interaktionssystem hinzu.

### Raumerfassung

Essenziell zur Bestimmung der Fortbewegungsmethoden ist die Form der Raumerfassung. Grundsätzlich erlauben VR-Systeme zwei Formen der Erfassung: das Inside-Out Tracking, das aus dem vorangegangenen Kapitel bereits bekannt ist, nutzt am Headset platzierte Sensoren, um die Bewegungsänderungen des Spielers zu erkennen.<sup>204</sup> Das Outside-In Tracking verwendet externe Sensoren, wie Kameras oder Infrarotstationen, um die Position des VR-Headsets zu erfassen.<sup>205</sup> Vergleichbare existierende Multiplayer-VR-Spiele setzen meist auf Outside-In Tracking mit distinkten Spielbereichen für jeden der Mitspieler, um Kollisionen im physischen Raum zu vermeiden. Dies teilt den Raum in definierte Bereiche, in denen sich der Spieler frei bewegen kann, führt allerdings auch zur Reduktion der dem einzelnen Spieler zur Verfügung stehenden Fläche. Ein Beispiel für eine erfolgreiche Implementation ist CHAOS COMMANDO.<sup>206</sup> In diesem Multiplayer-Arcade-Spiel bedienen vier Spieler gemeinsam eine Raumstation. Das Spiel nutzt externe Sensoren zur Positionsbestimmung der Spieler, die sich alle im gleichen Spielbereich bewegen. Prinzipiell können die Spieler den gesamten Spielbereich nutzen. Da die verwendete VR-Brille aber kabelgebunden ist, ist der Bewegungsradius eingeschränkt und der Spielbereich dadurch limitiert.<sup>207</sup>

Tests in abgesteckten Bereichen innerhalb unseres virtuellen Meetingraums zeigten, dass die distinkten Bereiche aufgrund ihrer geringen Größe kaum die im Projekt gewünschte Exploration zulassen würden. Ebenso wäre eine kabelgebundene Lösung hinderlich bei der freien Erkundung, da die Kabelverbindung die Spieler an einer symbolischen Leine hält und durch das Stolperpotenzial eine Gefahrenquelle entsteht. Daher

<sup>204</sup> Michael J. Gourlay u. Robert T. Held: „Head-Mounted-Display Tracking for Augmented and Virtual Reality“. In: *Information Display*, 33 (2017), H. 1, 6–10. S. 7.

<sup>205</sup> Ebd. S. 9.

<sup>206</sup> Chaos Commando, Holocafé. Holocafé, 2016 (HTC Vive).

<sup>207</sup> HTC Vive, HTC. Valve/HTC, 2016.

entschieden wir uns für kabellose Brillen, die es erlauben, die komplette Spielfläche gleichzeitig mit allen Spielern zu bespielen (vgl. Abbildung 40). Zu diesem Zeitpunkt nutzten alle kabellosen VR-Brillen ein Inside-Out Tracking, sodass die Wahl der Raumerfassung auf dieses System fiel. Da diese Methode zwar akkurat relative Positionsveränderungen identifizieren und ins Spiel übertragen kann, allerdings keine absolute raumbasierte Verortung wie das Outside-In Tracking unterstützt, muss sie für diesen Einsatzzweck um Systeme ergänzt werden, die eine absolute Positionsbestimmung als initialen Referenzpunkt ermöglichen.

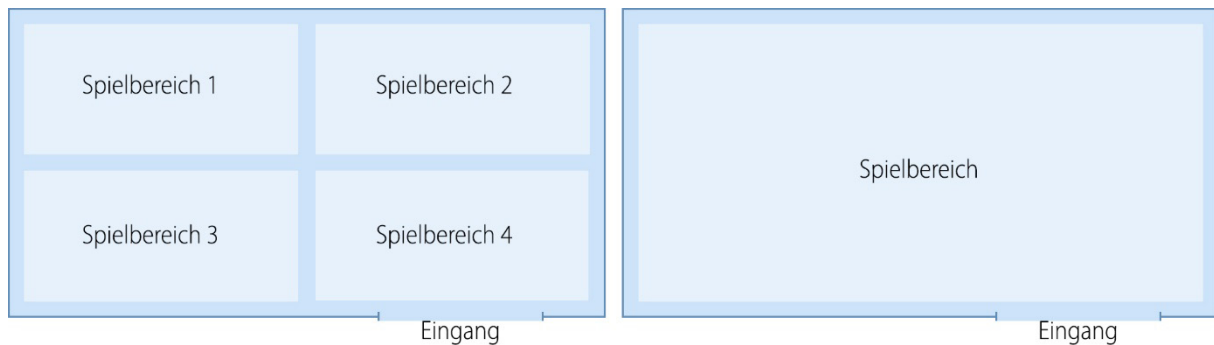


Abbildung 40: Möglichkeiten der Spielbereichsaufteilung. Bestehende Multiplayer-VR-Spiele teilen den Spielraum in distinkte Teilräume je Spieler ein (links). Im *Project Holodeck* benutzen wir einen *Shared Space*, den alle Spieler gleichzeitig bespielen (rechts).

Quelle: Eigene Gestaltung

## Spatial Anchoring

Dieser Referenzpunkt zur Verortung des abspielenden Gerätes im Raum kann durch zwei Methoden identifiziert werden: durch einen Abgleich mit vorgerenderten Rauminformationen oder mittels eines Weltankers. Bei Ersterem wird ein kompletter 3D-Scan des Raumes angefertigt, in dem die Mixed-Reality-Applikation genutzt werden soll. Diese Scandaten werden mitkompiliert und erlauben der Applikation, die erfassten Raumdaten mit den Scandaten abzugleichen, um das Headset im Raum zu verorten.<sup>208</sup> Dies ist vor allem eine gute Option in Einsatzszenarien wie in einem Museum, in denen die Applikation stets am gleichen Ort ausgeführt wird: Es bedarf keiner zusätzlichen Kalibrierungstätigkeiten, die Brille kann sich stets selbst verorten. Allerdings muss dazu der Raum bereits final fertig gebaut sein, damit ein brauchbarer 3D-Scan angefertigt werden kann. Da der Bauzeitplan des Museums eine Fertigstellung erst kurz vor Eröffnung vorsah, war die Integration dieser Methode während der Produktionsphase nicht machbar.

Die zweite Variante ist der Positionsabgleich mittels eines Weltankers, eines Punkts in der physischen Welt, der als Referenzpunkt zur Positionierung und Ausrichtung der virtuellen Überlagerung dient. Dazu werden Position und Rotation des physischen Ankerpunkts und seines virtuellen Pendants perfekt übereinandergelegt (vgl. Abbildung 41). Der Vorteil dieser Variante ist, dass sie an den Raum angepasst werden kann, ohne

<sup>208</sup> Unity: *Spatial Augmented Reality with Vuforia Engine in Unity* | *Unite Now 2020*. In: YouTube, 2020. URL: <https://youtu.be/lomyM4loAVg> (07.06.2023).

dass dieser final fertiggestellt sein muss, und die Kalibrierung in dieser Variante bei sich ändernden Raum- anforderungen – und auch bei einer alternativen abspielenden Hardware – adaptiert werden kann.<sup>209</sup> Durch Abgleich des physischen Raums mit der virtuellen Repräsentation kann sichergestellt werden, dass die virtuellen Objekte stets an der korrekten Position innerhalb der physischen Welt dargestellt werden. Dies ist insbesondere bei der Darstellung von Raumgrenzen relevant, um einen Zusammenstoß des Nutzers mit den physischen Wänden zu verhindern. Darüber hinaus dient der Raumabgleich der positionsgetreuen Darstellung dynamischer Objekte, beispielsweise der Mitspieler im Co-Location-Szenario, indem der relative Abstand zum Ankerpunkt über das Netzwerk synchronisiert wird. Diese Form der Positionssynchronisation definiert Anforderungen an die Fortbewegungsmethoden, die im Spiel implementiert werden können.



Abbildung 41: Physischer Spielbereich mit fixiertem Ankerpunkt (links); digitaler Raum mit virtueller Repräsentation des Ankers (mittig); kalibrierter Raum durch Abgleich der Ankerposition (rechts)

Quelle: Eigene Gestaltung

## Fortbewegungsmethoden

Virtual-Reality-Spiele ermöglichen den Spielern die Erkundung virtueller Umgebungen, die in den meisten Fällen weitaus größer sind als die Fläche, die physisch zur Verfügung steht. Grundsätzlich nutzen Virtual-Reality-Systeme allerdings aufgrund ihrer inhärenten subjektiven Perspektive naturnahe körperzentrierte Interaktionsmethoden. Statt Kopf- und Körperbewegungen mithilfe zweier Joysticks auf einem Controller abstrahiert nachzubilden, werden die Daten der Sensoren des VR-Headsets genutzt, um die Kopfdrehungen und Bewegungen des Spielers direkt ins Spiel zu übertragen. Um trotzdem die Grenzen des zur Verfügung stehenden Raumes zu überschreiten, benötigt es artifizielle Fortbewegungsmethoden.

Artifizielle Raumnavigation ermöglicht es den Spielern, sich frei in der Spielwelt zu bewegen, ohne durch ihren physischen Raum eingeschränkt zu sein. Zu den gebräuchlichsten Techniken dieser Fortbewegungsmethode gehören die Verwendung eines Joysticks zur Steuerung der Bewegung sowie die gesteuerte Teleportation durch den Raum. Diese Varianten werden häufig in kommerziellen Spielen verwendet, da sie aufgrund der geringen Ansprüche an die Raumgröße für eine Vielzahl von Spielräumen geeignet sind. Ihr Einsatz kann aber immersionsreduzierende Auswirkungen haben. Joystick-Steuerung beispielsweise ist zwar

<sup>209</sup> Mark McGill, Jan Gugenheimer u. a.: „A Quest for Co-Located Mixed Reality. Aligning and Assessing SLAM Tracking for Same-Space Multi-User Experiences“. Präsentiert bei: *Proceedings of the 26th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, Canada: Association for Computing Machinery, 2020, Artikel 26.

einfach zu handhaben, führt jedoch zur Bewegungskrankheit (*Motion Sickness*) sowie einem reduzierten räumlichen Immersionsempfinden.<sup>210</sup> Die Teleportationsmethode vermeidet zwar ein Auftreten von Motion Sickness, da während der Veränderung der Umgebung keine visuellen Daten aufgenommen werden, allerdings führen die fehlenden visuellen Informationen während des Sprungs zu einem schlechteren räumlichen Bewusstsein und zu Desorientierung.<sup>211</sup> Aufgrund dieser visuellen Sprünge und der möglichen Überanstrengung der Augen wurde diese Bewegungsvariante als die am wenigsten immersive der verglichenen Techniken angesehen.<sup>212</sup> Artificielle Navigationstechniken ermöglichen also eine unbegrenzte Erkundung des Raums und sind ohne spezielle Anforderungen anwendbar, was sie für kommerzielle Spiele besonders qualifiziert. Allerdings fehlt ihnen das sensomotorische Feedback, was eine Diskrepanz des Körperempfindens mit sich bringt und damit das immersive Potenzial reduziert.

Die inneren Sinne, wie der Gleichgewichtssinn (*vestibuläres System*) und die Wahrnehmung von Körperposition und -bewegung (*Propriozeption*), spielen eine große Rolle bei der Steigerung des Körpergefühls in der virtuellen Realität. Körperzentrierte Bewegungsansätze (*Body-Centric Navigation*), die den vestibulären und propriozeptiven Sinn anregen, wie z. B. das Gehen an Ort und Stelle, erhöhen das Immersionsgefühl im Vergleich zu controllerbasierten Ansätzen.<sup>213</sup> Die Nutzung von Körperbewegungen zur Interaktion mit der virtuellen Umgebung führt zu einer höheren Akzeptanz des virtuellen Körpers, sofern die visuellen Sinnesdaten mit den propriozeptiven und vestibulären Daten übereinstimmen.<sup>214</sup> Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Varianten der Body-Centric Navigation, der stationären und der frei beweglichen.

*Stationäre Techniken*, wie sogenannte *Proxy-Gesten*, erfordern keine Positionsbestimmung. Proxy-Gesten versuchen die Bewegungen des echten Gehens nachzuahmen. Die gebräuchlichste Proxy-Geste ist das *Walking in Place*, bei dem Gehbewegungen an Ort und Stelle ausgeführt werden.<sup>215</sup> Während dies bereits höhere immersive Wirksamkeit hat als Teleportation, ist es dennoch zu unnatürlich, um die Immersion aufrechtzuerhalten.

Im Gegensatz dazu erfordert die *Freie-Bewegungs-Variante* wie in der vorangegangenen Analyse erwähnt zwar eine präzise räumliche Positionsbestimmung der Spieler, ermöglicht dafür aber ein natürliches Gehen. Die Verwendung dieser Bewegungsmethoden, bei der jede Bewegung in der physischen Welt unverändert in der virtuellen gespiegelt wird, ist intuitiv erlernbar und benötigt keine ausführliche Erklärung. Sie stellt

<sup>210</sup> Costas Boletsis u. Jarl E. Cedergren: „VR Locomotion in the New Era of Virtual Reality. An Empirical Comparison of Prevalent Techniques“. In: *Advances in Human-Computer Interaction*, 2019 (2019), 1–15.

<sup>211</sup> Doug A. Bowman, David Koller u. a.: „Travel in Immersive Virtual Environments. An Evaluation of Viewpoint Motion Control Techniques“. Präsentiert bei: *Proceedings of IEEE 1997 Annual International Symposium on Virtual Reality*, Albuquerque: IEEE Computer Society, 1997, 45–52.

<sup>212</sup> Boletsis u. Cedergren: *VR Locomotion in the New Era of Virtual Reality*. 2019.

<sup>213</sup> Mel Slater, Martin Usoh u. a.: „Taking Steps. The Influence of a Walking Technique on Presence in Virtual Reality“. In: *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 2 (1995), H. 3, 201–219.

<sup>214</sup> Sanchez-Vives u. Slater: *From Presence to Consciousness through Virtual Reality*. 2005.

<sup>215</sup> Mel Slater, Anthony Steed u. a.: „The Influence of Body Movement on Subjective Presence in Virtual Environments“. In: *Human factors*, 40 (1998), H. 3, 469–477.

darüber hinaus sicher, dass die virtuelle Position des Spielers stets mit der physischen Position synchronisiert ist. Solche realitätsnahen Interaktionsmethoden bezeichnet Jesper Juul als *Mimetic Interfaces*. Sie ahmen die vom Spieler ausgeführten körperlichen Aktivitäten, die dabei die reale Aktivität imitieren, im Spiel nach.<sup>216</sup> Prominente Beispiele, die Juul anführt, sind die Sportsimulation Wii SPORTS sowie die GUITAR-HERO-Reihe.<sup>217</sup> Diese Imitation bekannter, natürlicher Bewegungsmuster

makes mimetic interface games easier to learn than traditional video games, and it adds new types of fun – easier, because players can use their preconceptions of tennis, singing, or playing guitar in order to play the game; fun in new ways, because players can learn from watching each other, because failure becomes an enjoyable spectacle, and because the games thereby become more immediately social than those played with standard game controllers.<sup>218</sup>

Diese Niedrigschwelligkeit des Spiel-Einstiegs ist ein relevanter Faktor für die Zielgruppe des Projektes. Darüber hinaus hilft diese Methode den Spielern dabei, ihr natürliches Körperempfinden in den virtuellen Raum zu übertragen und dort auf selbstverständliche und intuitive Art und Weise zu agieren.

Where more traditional three-dimensional games force players to imagine a bodily presence in the game world, mimetic interface games allow players to play from the perspective of their physical presence in the real world.<sup>219</sup>

Während diese Handlungsverortung innerhalb der virtuellen Welt auf der Interaktionsebene funktioniert, benötigt sie dennoch eine virtuelle Repräsentation des Körpers, auf den die Spieler ihr Körperempfinden projizieren können.

## Gefühl der Körperlichkeit

Die unmittelbare Übertragung der eigenen Bewegungen und der Aktionen, die getätigt werden, in den virtuellen Raum führt sowohl zu einer erhöhten Akzeptanz des virtuellen Körpers als auch zu einer Steigerung des räumlichen Präsenzempfindens.<sup>220</sup> Das Körperempfinden, im Sinne des Verhältnisses der Spieler zu ihren virtuellen Körpern, untersuchen Slater et al. und definieren basierend darauf das Gefühl der Körperlichkeit (*Sense of Embodiment, SoE*). SoE in Bezug auf einen Körper entsteht, wenn die Eigenschaften und Funktionen

<sup>216</sup> Jesper Juul: *A Casual Revolution. Reinventing Video Games and Their Players*. Illustrated Edition Aufl., Cambridge: MIT, 2012. S. 5.

<sup>217</sup> Wii Sports, Nintendo. Nintendo, 2006 (Wii).

Guitar Hero, Harmonix Music Systems. RedOctane, 2005 (PlayStation 2).

<sup>218</sup> Juul: *A Casual Revolution*. 2012, S. 103.

<sup>219</sup> Ebd. S. 107.

<sup>220</sup> Tilo Hartmann u. Jesse Fox: „Entertainment in Virtual Reality and Beyond. The Influence of Embodiment, Co-Location, and Cognitive Distancing on Users' Entertainment Experience“. In: *The Oxford Handbook of Entertainment Theory*, Hrsg. von Peter Vorderer u. Christoph Klimmt, 717–732. Oxford: Oxford University, 2021. S. 723.

dieses Körpers so verarbeitet werden, als ob sie die des eigenen biologischen Körpers wären.<sup>221</sup> Dazu identifizieren die Autoren die folgenden drei Subkomponenten, die dem SoE zuträglich sind: Selbstverortung, Handlungsfähigkeit und Körperbesitz.<sup>222</sup>

Der Begriff der *Selbstverortung* (*Sense of Self-Location*) bezieht sich auf die räumliche Erfahrung, sich innerhalb eines Körpers zu befinden. Nicht gemeint damit ist jedoch die räumliche Erfahrung, sich in einer Welt zu befinden, wie zum Beispiel die Erfahrung der Präsenz. Selbstverortung und Präsenz sind psychologische Zustände unterschiedlicher Ausprägung: Während *Selbstverortung* die Beziehung zwischen dem Selbst und dem eigenen Körper bezeichnet, meint *Präsenz* die Beziehung zwischen dem Selbst und der Umgebung.<sup>223</sup>

*Handlungsfähigkeit* (*Sense of Agency*) bezieht sich auf das subjektive Gefühl, Kontrolle über die eigenen Bewegungen und Handlungen zu haben. Dieses Gefühl entsteht aus der Übereinstimmung zwischen der erwarteten und der tatsächlichen sensorischen Rückmeldung der eigenen Handlungen. Wenn die vorhergesagten und die tatsächlichen Ergebnisse unserer Handlungen übereinstimmen, wie zum Beispiel durch synchrones visuomotorisches Feedback, erleben wir uns als Urheber dieser Handlungen. Diskrepanzen zwischen erwartetem und tatsächlichem Feedback können zu Störgefühlen führen, wie etwa der Motion Sickness.<sup>224</sup>

Der Begriff *Körperbesitzgefühl* (*Sense of Body Ownership*) bezieht sich auf die Selbstzuschreibung eines Körpers. Dieses Gefühl hat einen besitzergreifenden Charakter und impliziert, dass der Körper die Quelle wahrgenommener Empfindungen ist. Es wird angenommen, dass das Körperbesitzgefühl aus einer Kombination von Bottom-up- und Top-down-Einflüssen entsteht. Mit *Bottom-up-Informationen* sind hier sensorische Informationen, die unser Gehirn von unseren Sinnesorganen erreichen, gemeint. *Top-down-Informationen* entstammen kognitiven Prozessen, die die Verarbeitung sensorischer Reize modulieren können, beispielsweise die Annahme, dass eine virtuelle Hand die eigene sein könnte, da sie sich analog zur eigenen physischen Hand bewegt. Dabei ist es hilfreich, wenn die virtuelle Repräsentation eine morphologische Ähnlichkeit zum echten Körper aufweist, um das Gefühl des Besitzes gegenüber einem externen Objekt zu induzieren.<sup>225</sup>

Das Gefühl der Körperlichkeit ist ein elementarer Baustein des Immersionsempfindens in virtuellen Umgebungen. Dieser Aspekt trägt maßgeblich dazu bei, dass Benutzer ihren virtuellen Körper als authentisches Äquivalent zu ihrem physischen Körper ansehen und intuitiv mit ihm interagieren können. Um dieses Gefühl zu erzeugen, ist nicht nur eine überzeugende audiovisuelle Darstellung des Avatars erforderlich, sondern auch eine glaubwürdige Verortung desselben im virtuellen Raum. Beide Komponenten beeinflussen, wie der Benutzer seinen Avatar als Teil seiner selbst wahrnimmt, und somit die Qualität der Immersionserfahrung.

<sup>221</sup> Konstantina Kilteni, Raphaela Groten u. a.: „The Sense of Embodiment in Virtual Reality“. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 21 (2012), H. 4, 373–387. S. 375.

<sup>222</sup> Ebd. S. 377.

<sup>223</sup> Ebd. S. 375.

<sup>224</sup> Ebd. S. 376 f.

<sup>225</sup> Ebd. S. 377.

Darüber hinaus ist es wichtig, dass nicht nur der eigene Avatar, sondern auch die Avatare anderer Spieler als direkte Repräsentationen ihrer physischen Körper wahrgenommen werden. Diese zusätzliche Dimension der Interaktion verstärkt das Gefühl der Immersion und ermöglicht eine tiefergehende soziale Interaktion und Zusammenarbeit innerhalb der virtuellen Umgebung.

## Soziale Immersion

Die Ausführungen über das Gefühl der Körperlichkeit verdeutlichen, wie wichtig das Empfinden des eigenen Körpers in einer virtuellen Umgebung für die Immersion ist. Es bildet den Kern des individuellen Erlebens und Interagierens in der Virtual Reality. Doch die Immersionserfahrung in Multiplayer-Spielen geht noch darüber hinaus. Hier kommt eine zusätzliche, nicht weniger wichtige Dimension ins Spiel: die soziale Immersion.

[Social Immersion can] be described in terms of a shift of attention to the other players as social actors and the relationship between them, and the construction of a situation model of the social space that is constituted through the communication and social interaction between the players...<sup>226</sup>

Vor allem in Multiplayer-Spielen beschreibt sie das Ausmaß, in dem Spieler das Gefühl haben, tiefgreifend und authentisch in einem sozialen System eingebunden zu sein. Dieses Konzept geht über die bloße Spielmechanik hinaus und beinhaltet die Qualität und Tiefe der Interaktionen, die ein Spieler mit anderen Spielern und mit der Spielumgebung erlebt. Avatare und ihre Darstellung sind eine der grundlegenden Komponenten der sozialen Immersion in Multiplayer-Spielen. Sie dienen als virtuelle Repräsentationen der Spieler, ihr Design kann das Empfinden sozialer Präsenz anderer und das wahrgenommene Interaktionspotenzial zwischen den Spielern steigern.

In VR-Szenarien können bereits simple repräsentative Avatare, bestehend aus Kopf und Händen, das Gefühl der sozialen Präsenz fördern, solange sie Formen der Kommunikation ermöglichen...<sup>227</sup> Denn die kommunikativen Interaktionen, die in der Spielumgebung stattfinden, bilden einen wesentlichen Aspekt der sozialen Immersion. Dies beinhaltet die Interaktionen zwischen den Spielern selbst und das kommunikative Potenzial von Interaktionen mit der Spielumgebung und den darin befindlichen Objekten...<sup>228</sup> Im Kontext der Virtual Reality erweitert und vertieft die soziale Immersion die Spiel-Erfahrung, indem sie eine zusätzliche Dimension der Realitätsnähe bietet. Sie eröffnet neue Möglichkeiten für das interaktive Design und die Umsetzung von Multiplayer-Spielen, birgt aber auch Herausforderungen insbesondere in Bezug auf die technische Umsetzung und die ludische Gestaltung der sozialen Interaktionen.

<sup>226</sup> Thon: *Immersion Revisited*. 2008, S. 39.

<sup>227</sup> Scott W. Greenwald, Zhangyuan Wang u. a.: „Investigating Social Presence and Communication with Embodied Avatars in Room-Scale Virtual Reality“. Präsentiert bei: *Immersive Learning Research Network*, Cham: Springer International, 2017, 75–90.

<sup>228</sup> Thon: *Immersion Revisited*. 2008, S. 39.

Zur Vertiefung des Gefühls einer Körperlichkeit innerhalb der virtuellen Umgebung ist eine durchdachte Gestaltung der visuellen Präsentation der Avatare, ihrer räumlichen Darstellung in der Spielumgebung sowie die Konzeption der Interaktionsmethoden unerlässlich.

### 4.3.2 Konzeption

Teil des Konzeptes der räumlichen Erfahrung war die architektonische Gestaltung des Spielraums. Zur Reduktion immersionsbrechender Störquellen durch externe Dispositive sollte der Spielbereich durch das Einziehen zweier Wände geschlossen gestaltet und vom musealen Raum und seinen Besuchern abgeschirmt werden.<sup>229</sup> Die Spieler sollten den Spielraum durch einen Durchgang betreten, der mit einem Vorhang verhängt werden kann, um eine vollständige Abtrennung vom Museumsraum zu ermöglichen.

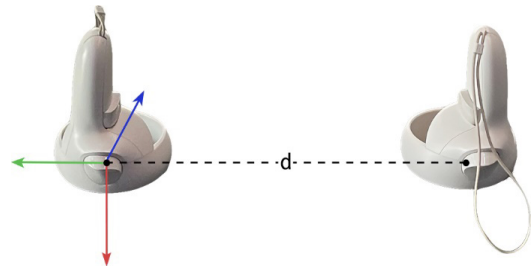


Abbildung 42: Zur Kalibrierung werden die beiden Controller genutzt. Sobald die Controller in einen vordefinierten Abstand zueinander gebracht und perfekt nach unten ausgerichtet sind, wird der Kalibrierungsprozess gestartet.

Quelle: Eigene Gestaltung

Der so begrenzte Spielraum würde etwa 10 m lang sein, die Kalibration des Weltankers sollte vor dem Spielraum an einer Mitarbeitertheke stattfinden. Das bedeutete, dass die Kalibrierung so präzise sein muss, dass sie auch am hinteren Ende des Spielbereichs, etwa 12 m vom Kalibrierungspunkt entfernt, verlässliche Positionsbestimmungen liefern würde. Zur Kalibrierung des virtuellen und physischen Raums werden zwei Variablen benötigt, eine Ankerposition und eine Ausrichtung. Zur Definition dieser Variablen entschieden wir uns die Positionsdaten der Controller zu benutzen. Die Position des linken Controllers sollte den Ankerpunkt definieren, der Vektor vom linken zum rechten Controller die Ausrichtung (vgl. Abbildung 42). Der Kalibrierungsprozess würde gestartet, sobald sich beide Controller in einer perfekt nach unten ausgerichteten Position befinden, in einem vorab definierten Abstand zueinander. Damit diese Voraussetzungen von den Spielern problemlos erfüllt würden, sollten physische Ankerpunkte genutzt werden, in denen die Controller genau einrasten können. So würden etwaige Kalibrierungsprobleme durch die unpräzise Platzierung auf den Synchronisationspunkten ausgemerzt werden.



Abbildung 43: Eingblendetes Warngitter zur Kenntlichmachung der physischen Grenzen

Quelle: Eigene Aufnahme

Der auf diese Weise kalibrierte Raum muss in der virtuellen Darstellung zumindest als Informationsschicht dargestellt werden, um Kollisionen mit den physischen Grenzen zu vermeiden. In einem virtuellen Innenraum kann dies durch Spiegelung der Objekte geschehen, indem virtuelle Varianten an der Stelle der

<sup>229</sup> James J. Cummings u. Jeremy N. Bailenson: „How Immersive Is Enough? A Meta-Analysis of the Effect of Immersive Technology on User Presence“. In: *Media Psychology*, 19 (2016), H. 2, 272–309. S. 298.

physischen Hindernisse, beispielsweise der Wände, dargestellt werden. In Außenszenen kann auf eine Gitterdarstellung zurückgegriffen werden, die nur eingeblendet wird, sobald der Spieler in unmittelbarer Nähe zur Wand steht (vgl. Abbildung 43).

Die Darstellung des Spielers und der Mitspieler mittels eines Avatars ist ein relevanter Faktor der Verkörperung. Wie sich in der Analyse zeigte, sollte die virtuelle Repräsentation eine morphologische Ähnlichkeit zum echten Körper aufweisen, um das Gefühl eines Fremd-Körpers zu vermeiden.<sup>230</sup> Allerdings ist die Reichhaltigkeit der Darstellung auch durch die technischen Limitationen des abspielenden Gerätes limitiert, da eine flüssige Darstellung des Spiels zwingend notwendig ist, um Spielabbrüche zu vermeiden.<sup>231</sup> Da sich die Avatare außerdem ästhetisch in die comichaft Szene einfügen sollten, fiel die Wahl auf simple und polygonarme Avatare. Das Inside-Out Tracking erfasst nur die Position des Kopfes und der Controller, daher wurden die Avatare ohne Unterkörper gestaltet. Die Position des Körpers sollte prozedural berechnet werden, basierend auf der Kopfneigung und -drehung. Die Arme wurden als spielerische „Spaghetti-Arme“ konzipiert, die von der Schulterposition zur Controllerposition verlaufen. Die Hände sind den Oculus-Controllern und deren Handhabung nachempfunden, um den Spielern ein Element zu bieten, das Ähnlichkeit mit dem physischen Körper aufweist (vgl. Abbildung 44).



Abbildung 44: Konzept der Spieler-Avatare. Fokussierung auf den Oberkörper, da die Unterkörperposition vom Inside-Out Tracking nicht registriert werden kann (links). Den Avataren wird automatisiert eine Farbe zugeordnet, um Personen im Spiel identifizieren zu können. Die Armposition wird prozedural in Form von „Spaghetti-Armen“ implementiert (mittig). Das Greifwerkzeug und seine Handhabung weisen morphologische Ähnlichkeiten zu den Oculus-Quest-2-Controllern auf (rechts).

Quelle: Peter Bickhofe, Cologne Game Lab

Die simplen Avatare weisen ästhetische Elemente auf, die spezifisch eingefärbt werden können, um Spieler innerhalb der virtuellen Umgebung voneinander zu differenzieren. Obwohl die Darstellung des Körpers sehr reduziert ist, ist diese Form des virtuellen Avatars zu komplexer nonverbaler Kommunikation fähig.<sup>232</sup> Kombiniert mit der Fähigkeit, aufgrund der offenen Bauweise der Oculus-Brille normal mit seinen Mitspielern sprechen zu können, ist eine natürliche Kommunikation der Teammitglieder untereinander intuitiv durchführbar.

<sup>230</sup> Kiltien, Groten u. a.: *The Sense of Embodiment in Virtual Reality*. 2012, S. 377.

<sup>231</sup> Jialin Wang, Rongkai Shi u. a.: „Effect of Frame Rate on User Experience, Performance, and Simulator Sickness in Virtual Reality“. In: *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 29 (2023), H. 5.

<sup>232</sup> Greenwald, Wang u. a.: *Investigating Social Presence and Communication with Embodied Avatars in Room-Scale Virtual Reality*. 2017, S. 88.

### 4.3.3 Umsetzung

Die Umsetzungsphase fokussierte drei Hauptaspekte: die Gestaltung des physischen Spielraums inklusive der integrierten Ankerpunkte, die Gestaltung und Bespielung der Spieleravatare sowie die Synchronisation des Spielgeschehens.

Der Spielbereich wurde durch Trockenbauwände eingegrenzt, eine Mitarbeitertheke neben dem Eingang zum Spielbereich, die in Absprache mit einer Designagentur nach den Vorgaben des Projektes gestaltet wurde, dient sowohl als Stauraum mit Lademöglichkeiten für die zwölf eingesetzten VR-Brillen wie auch als Fixpunkt für die Ankerpunkte (vgl. Abbildung 45). Die Spieler setzen die Brille vor dem Spielbereich auf und betreten diesen erst nach der Kalibration mit den Weltankern. Der Eingang zum Spielbereich wurde mit einem Vorhang verhängt, sodass er blickdicht geschlossen werden kann, den Spielern nach dem Kalibrieren aber genug Raum zum Eintreten lässt.

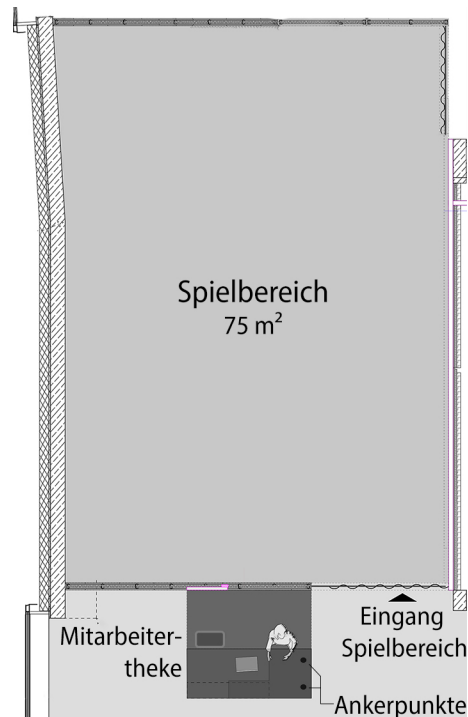


Abbildung 45: Umgesetzter Spielbereich mit Mitarbeitertheke und Ankerpunkten

Quelle: Eigene Darstellung

Die Einschränkungen des Inside-Out-Tracking-Systems in Bezug auf die präzise Registrierung der Unterkörperposition führten dazu, den Fokus auf die Gestaltung des Oberkörpers der Avatare zu verlagern, wodurch dieser reichhaltiger und spielerischer gestaltet werden konnte. Das Greifwerkzeug, das im Spiel zur Interaktion mit den virtuellen Objekten dient, wurde so gestaltet, dass es eine hohe morphologische Ähnlichkeit mit den Controllern der Oculus Quest 2 aufweist. Der bereits erläuterte Ansatz der „Spaghetti-Arme“ nutzt Algorithmen der Seilphysik, um einen Wackelarm zwischen berechneter Schulterposition und erfasster Controllerposition darzustellen (vgl. Abbildung 44).

Zur Synchronisation des Spielgeschehens wurde eine Netzwerkkomponente implementiert, die auf einer Client-Server-Architektur basiert. Die VR-Brillen der Spieler agieren als Clients und stehen in ständiger Kommunikation mit dem zentralen Server, einem leistungsstarken PC, der die Synchronisation von Spieler- und Objektpositionen sowie die Regelung des aktuellen Spielzustands zentral verwaltet. Die Übertragungsraten zwischen den Clients und dem Server sind für das Gameplay von entscheidender Bedeutung, da eine nahtlose und latenzfreie Interaktion in der virtuellen Umgebung gewährleistet sein muss. Daher nutzen wir ein lokales Netzwerk und synchronisieren nur die relevantesten Objekte, um die Datenraten gering zu halten.

Um den Mitarbeitern die Möglichkeit zu geben, das Spielgeschehen zu kontrollieren, wurde ein Interface auf einem Touchbildschirm an der Mitarbeitertheke implementiert. Dieses Interface erlaubt es den Betreuungspersonen, das Spiel manuell zu starten, sobald alle Spieler kalibriert sind und sich im Spielbereich befinden.

Darüber hinaus wurden virtuelle Kameras in das Spiel integriert, die einen Blick auf das Spielgeschehen werfen lassen und gegebenenfalls eine direkte Intervention in den Spielverlauf erlauben (vgl. Abbildung 46).



Abbildung 46: Mitarbeiterbildschirm an der Ausgabetheke zum Starten und Beenden des Spiels. Dank virtueller Kameras im Spielraum kann das Spielgeschehen von außen mitverfolgt und bei Problemen interveniert werden.

### 4.3.4 Reflexion

Die Entwicklungsschritte der VR-ZEITREISE wurden kontinuierlich durch eine Reihe von Spieltests evaluiert und optimiert. Die erste Maßnahme in diesem Prozess war ein Labortest, der auf Prüfung der technischen Machbarkeit und der grundsätzlichen Akzeptanz des Konzepts abzielte. Dieser wurde durch zwei Feldtests ergänzt, die jeweils spezifische Aspekte wie die Anpassung an reale Umgebungen und Nutzerinteraktionen mit virtuellen Avataren beleuchteten.

Der erste dieser Tests wurde im Juli 2020 als Labortest in den Räumlichkeiten des Cologne Game Lab durchgeführt. An diesem Test nahmen zwölf Personen teil, darunter acht Mitglieder des Entwicklungsteams und vier externe Studierende.<sup>233</sup> Der Schwerpunkt lag auf der Überprüfung der allgemeinen Anwendbarkeit des Weltankers, es wurde nur eine rudimentäre Version des Avatars verwendet. Die Darstellung der Mitspieler in der virtuellen Umgebung wurde trotz ihrer Simplizität gut angenommen, allerdings zeigte sich, dass den Testpersonen noch das nötige Vertrauen fehlte, sich frei in der virtuellen Umgebung zu bewegen. Interessanterweise lag der Fokus der Interaktion der Testpersonen stark auf den Avataren der Mitspieler, was auf die Bedeutung der sozialen Interaktion in VR-Umgebungen hinweist. Es wurde darüber hinaus festgestellt, dass die Ankerpunkte des Weltankers für eine präzise Verortung im Raum zu nahe beieinander platziert waren. Das Tracking verlor an Genauigkeit, je weiter man sich von den Ankerpunkten entfernte. Es bestand daher die Notwendigkeit, die Verteilung der Ankerpunkte im Raum zu optimieren. Vor allem die graduellen Abweichungen der erfassten Achse vom ersten Ankerpunkt zum zweiten von der tatsächlichen horizontalen Achse können sich am Ende der 12 m langen Spielfläche in eindeutigen Positionsabweichungen äußern. Der Abstand zwischen den Ankerpunkten muss daher gut gewählt werden: Er soll eine präzise Kalibrierung ermöglichen, aber auch ein natürliches Aufnehmen der Controller erlauben.

<sup>233</sup> Jonas Zimmer: *Project Holodeck | Playtest: Co-Location, Object Interaction and Main Game Loop*. In: YouTube, 2020. URL: <https://youtu.be/WJhe7-pGkH0> (17.08.2023).

Grundsätzlich gilt: Je größer der Abstand zwischen den beiden Ankerpunkten ist, desto geringer sind die Positionsabweichungen zwischen virtueller und physischer Position am hinteren Ende des Spielbereichs. Abhängig ist die Qualität des Kalibrierens vor allem von der Präzision der Controller-Positionsbestimmung und der daraus resultierenden Winkelabweichung (vgl. Abbildung 47). Die Präzision der Positionsbestimmung der Oculus-Quest-2-Controller bei einem Abstand von 50 cm zwischen Brille und Controller liegt im Mittel bei etwa 0,55 mm, die maximal gemessene Abweichung auf dieser Distanz liegt bei knapp unter 1,75 mm.<sup>234</sup> In der folgenden Berechnung wird diese Abweichung als Wert für  $\Delta y_{\text{präz}}$  genutzt, um die maximale Positionsabweichung für verschiedene Ankerpunktabstände  $d$  zu ermitteln. Die größtmögliche Abweichung entsteht, wenn die beiden Ankerpunkte mit dem maximalen vertikalen Abstand zueinander erfasst werden, also dem doppelten Wert von  $\Delta y_{\text{präz}}$ . Die folgende Tabelle ermittelt  $\Delta y_{\text{pos}}$ , die maximale Positionsabweichung eines Spielers am Ende des Spielbereiches.

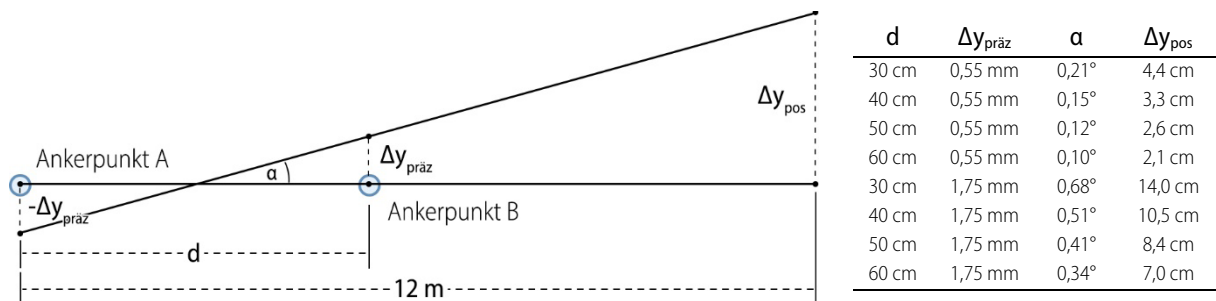


Abbildung 47: Kalkulation des minimalen Ankerpunktabstands  $d$  zur Reduktion der maximalen vertikalen Positionsverschiebung  $\Delta y_{\text{pos}}$  am hinteren Ende des Spielraums; berechnet für zwei verschiedene Präzisionswerte  $\Delta y_{\text{präz}}$ , der maximal gemessenen Abweichung sowie der Medianabweichung

Quelle: Eigene Darstellung

Die zur Kalkulation der Kollisionsmöglichkeit herangezogene Abweichung entspricht dem doppelten Wert von  $\Delta y_{\text{pos}}$ , da dieser je Spieler gilt. Der natürliche Abstand, den Menschen zueinander einhalten, wird als *Personal Space* bezeichnet. Zwischen Freunden und Familie liegt dieser Abstand im Mittel bei 61 cm.<sup>235</sup> In virtuellen Umgebungen wird der Personal Space nahezu unverändert eingehalten.<sup>236</sup> Die durchschnittliche Armreichweite der Testspieler entsprach 45 cm, daher entschieden wir, die maximale Abweichung bei unter 15 cm zu halten, und wählten einen Ankerpunktabstand von 60 cm.

Im März 2021 fand ein Feldtest im Zukunftsmuseum statt. An diesem Test nahmen vier Mitglieder des Projektteams und acht Mitarbeiter des Deutschen Museums teil. Getestet wurde die Anwendbarkeit des Weltankers in den Räumlichkeiten, einschließlich der korrekten Darstellung der Position von Tür und Wänden sowie der Positionssynchronisation anderer Spieler. Die Weltanker funktionierten wie geplant, die Wandpositionen wurden sehr präzise dargestellt. Hier zeigte sich allerdings ein wichtiges Sicherheitsproblem, vor allem in den Außenszenen mit Warngitter: Zwar wurden die Wände korrekt an ihrer physischen Position

<sup>234</sup> Vitor Macedo u. Christoph Runde: *Head-Mounted Displays. Messung räumlicher Präzision bei VR-Trackingsystemen*. Applikationszentrum V/AR 2021.

<sup>235</sup> Edward T. Hall: *The Hidden Dimension*, New York: Anchor, 1992. S. 116.

<sup>236</sup> Heiko Hecht, Robin Welsch u. a.: „The Shape of Personal Space“. In: *Acta Psychologica*, 193 (2019), 113–122. S. 120.

dargestellt, dennoch kam es zu leichten Kollisionen und überraschten Reaktionen, wenn die physische Wand tatsächlich an der Stelle des dargestellten Gitters war. Intuitiv erwarteten die Spieler einen gewissen Puffer zum Hindernis. Es wurde deutlich, dass trotz der präzisen Verortung ein Sicherheitsabstand zur realen Wand erforderlich war, um Kollisionen mit physischen Hindernissen zu vermeiden. Diese Erkenntnis führte zur Neukonzeption der Größe des virtuellen Spielbereichs. Es wurde ein Sicherheitspuffer von etwa 10 cm rund um den Spielbereich eingeführt.

Es zeigte sich, dass die Trackingsituation vor Ort aufgrund einer homogenen Oberflächengestaltung von Wänden und Boden nicht ideal war. Das Inside-Out Tracking verlor phasenweise die Orientierung, da markante Referenzpunkte fehlten. Dies führte zu vereinzelt Positionssprüngen der Spieler innerhalb der virtuellen Umgebung und damit verbundenen Ungenauigkeiten in der Positionssynchronisation. Durch das Anbringen zusätzlicher kontrastgebender Elemente, in Form von aufgeklebten Mustern an Wand und Boden, konnten weitere Tracking-Referenzpunkte hinzugefügt und die Qualität der Positionsbestimmung verbessert werden (vgl. Abbildung 48).



Abbildung 48: Referenzpunkte zur Verbesserung des Inside-Out Trackings durch kontrastreiche Aufkleber  
Quelle: Eigene Aufnahme

Im Rahmen eines Gruppeninterviews nach dem Test wurden mehrere Aspekte identifiziert, die entweder förderlich oder hinderlich für das Gefühl der Körperlichkeit und die soziale Immersion waren. Zunächst wurde das gesteigerte Vertrauen der Spieler in die VR-Technologie als ein bedeutender Faktor für die Förderung des Gefühls der Körperlichkeit erkannt. Durch verbessertes Tracking und präzisere Verortung konnten sich die Spieler während des Feldtests flüssiger und selbstbewusster in der virtuellen Umgebung bewegen, als das im ersten Labortest der Fall gewesen war. Dies trug zu einem stärkeren Gefühl der Präsenz und einem gestiegenen Körpergefühl in der virtuellen Realität bei. Parallel dazu trug die Möglichkeit zur Interaktion mit anderen Avataren zur Förderung der sozialen Immersion bei. Auch ohne vollständig ausgearbeitetes Gameplay konnte festgestellt werden, dass die Interaktion zwischen den Spielern bereits ein hohes Maß an sozialer Bindung und Freude am gemeinsamen Erleben generierte. Auf der anderen Seite wurden auch technologische Grenzen aufgezeigt, die die Verkörperung und die soziale Immersion beeinträchtigten. Insbesondere feinere Avatar-Animationen, wie das Greifen und Loslassen, wurden nicht über das Netzwerk synchronisiert. Dies hatte einen direkten Einfluss auf die Fähigkeit der Spieler, nonverbal zu kommunizieren, und stellte eine Einschränkung sowohl für das Gefühl der Körperlichkeit als auch für die soziale Immersion dar.

Der finale Feldtest wurde im August 2021 mit Fokus auf die Prüfung der implementierten Avatare abgehalten.<sup>237</sup> Durchgeführt im Museum und mit 20 Personen aus dem Museumspersonal, bot dieser Test einen umfassenden Rahmen zur Überprüfung der Verkörperung der Spieler in der VR und der Positionierung und Verortung der Mitspieler. Während der Beobachtungen im Rahmen dieses Feldtests zeigte sich eine hohe

<sup>237</sup> Jonas Zimmer: *Project Holodeck | Final Playtest: Roomscales Co-Location Multiplayer VR-Experience*. In: YouTube, 2021. URL: [https://youtu.be/CTYX\\_ZQuZS0](https://youtu.be/CTYX_ZQuZS0) (17.08.2023).

Akzeptanz der final implementierten Avatare. Dies spricht dafür, dass eine hohe Intensität des Verkörperungsgefühls erzielt wurde. Die Gestaltung und Umsetzung der Avatare schienen – trotz ihrer Simplizität – den Anforderungen und Erwartungen der Spieler in Bezug auf ihre virtuelle Verkörperung gerecht geworden zu sein. Des Weiteren trug die natürliche Art der Kommunikation zwischen den Spielern dazu bei, einen hohen Grad der sozialen Immersion zu erzeugen. Die Tatsache, dass die Spieler intuitiv miteinander interagierten und sich einander zuwandten, wenn sie kommunizierten, zeugt vom hohen Potenzial, das die virtuelle Darstellung hinsichtlich der Förderung und Erleichterung von sozialen Interaktionen birgt. Ein weiteres wichtiges Ergebnis betrifft das kollaborative Spielverhalten. Die Interaktion untereinander, das Übergeben von Objekten und das gemeinsame Lösen von Aufgaben funktionierte reibungslos. Dies unterstreicht die Effektivität der implementierten Avatare und des räumlichen Designs bei der Förderung einer gemeinsamen Nutzung und Exploration des virtuellen Raumes.

Die systematische Durchführung und Auswertung von Spieltests während der Entwicklungsphase der VR-ZEITREISE führte zu einer kontinuierlichen Anpassung und Optimierung der Mittel zur Evokation räumlichen Empfindens. Untersuchungen zur technischen Machbarkeit, zur Interaktion in virtuellen Umgebungen und zur Anpassung an reale Räume waren dabei zentral.

### 4.3.5 Diskussion

Die Testergebnisse zur Körperlichkeit in der VR-ZEITREISE verdeutlichen die umfassende Rolle, die ein virtueller Körper für die Vertiefung der Immersion und des Präsenzgefühls spielt. Ein Sense of Embodiment, wie von Slater et al. definiert, das Gefühl der Körperlichkeit, ist dabei zentral. Die Annahme ist hier, dass dieses Gefühl entsteht, wenn die Eigenschaften und Funktionen eines virtuellen Körpers so verarbeitet werden, als ob sie die des eigenen physischen Körpers wären. Im Zuge der Analyse wurden die drei Hauptkomponenten der Verkörperung (Sense of Self-Location, Sense of Agency sowie Sense of Body Ownership) beleuchtet und ihr jeweiliger Beitrag zur Erzeugung eines tieferen Gefühls von Immersion in VR-Umgebungen wurde betrachtet. Insbesondere wurde untersucht, wie diese Elemente der Verkörperung die Wahrnehmung und Akzeptanz des eigenen virtuellen Körpers sowie jenes der Mitspieler durch den Benutzer beeinflussen und wie sie zusammenwirken, um ein authentisches Gefühl der Verortetheit in der virtuellen Welt zu erzeugen. Es wurde auch untersucht, wie die Einbeziehung sozialer Interaktionen und der Avatare anderer Spieler das Gefühl der Immersion weiter verstärken und zu einer umfassenderen und tiefergehenden VR-Erfahrung beitragen können. Die vorgenommenen Spieltests verdeutlichen, dass die Präzision des Trackings eine signifikante Rolle für die Verkörperung spielt.

Die Feinabstimmung des Weltankers zur präzisen Verortung im Raum und zur qualitativen Anpassung an reale Umgebungen ist ein wichtiger Faktor, um das Gefühl von Präsenz und Verkörperung zu vertiefen. Die Kontinuität zwischen der physischen und der virtuellen Umgebung ermöglicht eine nahtlose Bewegung und Interaktion innerhalb der VR-Umgebung, was ein intuitives Eintauchen in das Erlebnis fördert. Die soziale

Immersion durch die Mehrspieler-Komponente erwies sich ebenfalls als integraler Aspekt des VR-Erlebnisses. Die Interaktion mit Mitspielern durch ihre Avatare, insbesondere auch mit der Möglichkeit zur nonverbalen Kommunikation, förderte ein Gefühl der Gemeinschaft und sozialen Bindung unter den Spielern. Die Beobachtung, dass die Testpersonen ein hohes Maß an sozialer Interaktion zeigten, unterstreicht die Potenziale von VR-Technologien für soziale Erfahrungen und Zusammenarbeit in einem gemeinsamen virtuellen Raum. Hier zeigte sich, dass sich die Synchronisation von Avatar-Animationen und die Genauigkeit des Trackings direkt auf das Level der sozialen Immersion auswirken.

In diesem Kapitel wurde Verkörperung/das Gefühl der Körperlichkeit als ein zentraler Baustein für das Immersionserlebnis in virtuellen Umgebungen dargestellt. Verkörperung umfasst das Gefühl der Selbstverortung, die empfundene Handlungsfähigkeit und das Körperbesitzgefühl. Die Verortung des eigenen Selbst innerhalb eines virtuellen Körpers, die Kontrolle über die eigenen Bewegungen und Handlungen sowie die Selbstzuschreibung eines Körpers formen zusammen das ganzheitliche Gefühl für den virtuellen Raum und die eigene, in diesem wirkende Körperlichkeit. Diese Komponenten tragen dazu bei, dass Benutzer ihren virtuellen Körper als authentisches Äquivalent zu ihrem physischen Körper wahrnehmen und intuitiv mit ihm interagieren können. In dieser Form soll Verkörperung als erster Aspekt der zweiten Prozessstufe der Immersion definiert werden.

## 4.4 Einbindung: Project Holodeck – Entwicklungsphase 2

Die bisherigen Untersuchungen haben einen Schwerpunkt auf die sensorischen Aspekte der Immersion in virtuellen Umgebungen gelegt. Sie haben gezeigt, dass die Wahrnehmung von Objekten, das Gefühl, in einer virtuellen Umgebung wirksam zu sein, sowie die Wahrnehmung von Raum und Körper wesentliche Faktoren für die Tiefe der Immersion sind. Dieses Kapitel betrachtet eine andere Dimension des immersiven Erlebnisses, die Einbindung des Spielers.

Unter *Einbindung* (Engagement) versteht man im Kontext digitaler Spiele die aktive Teilnahme des Spielers am Geschehen. Dabei kann es sich sowohl um spielerische Aktionen als auch um das Eintauchen in die erzählte Geschichte handeln. In beiden Fällen entsteht ein Zustand intensiver Beteiligung und Konzentration, der das Immersionserlebnis erheblich steigert. Dieses Phänomen wird als *Ludic Engagement* bei spielerischen Aktivitäten beziehungsweise als *Narrative Engagement* bei der aktiven Auseinandersetzung mit der Spielgeschichte bezeichnet. Das Kapitel versucht also der Frage nachzugehen:

*Durch welche Methoden kann das Spiel den Fokus des Spielers so einnehmen, dass dieser vollends in der zu erfüllenden Aufgabe aufgeht?*

Dazu sollen zunächst die verschiedenen Formen der Einbindung betrachtet werden, um daraufhin aufzuzeigen, welche Konsequenzen aus diesen Betrachtungen im Projekt für die Konzeption der Spielgeschichte und -mechanik gezogen wurden.

### 4.4.1 Analyse

*Einbindung* bezieht sich auf das Maß, in dem ein Individuum in einer Aktivität involviert ist, sei es auf emotionaler, kognitiver oder physischer Ebene. Ein hohes Maß an Einbindung bedeutet oft, dass das Individuum vollständig in dem, was es tut, aufgeht, mit hoher Konzentration und Energie bei der Sache ist. Ein hohes Maß an Einbindung kann zu stärkerer Immersion führen. Ein Spieler, der sich intensiv mit einem Videospiel beschäftigt, kann sich so sehr in die Spielwelt hineinversetzen, dass er die reale Welt um sich herum vergisst und tiefe Immersion erreicht.<sup>238</sup> Allerdings führt nicht jede Form der Einbindung zu Immersion. Beispielsweise kann man sich sehr intensiv mit einer schwierigen mathematischen Aufgabe beschäftigen, ohne dabei das Gefühl der Immersion zu erleben. Daher scheint es, dass bestimmte Arten von Aktivitäten eher zur Immersion führen als andere, und diese Aktivitäten sind tendenziell solche, die sowohl emotionale als auch kognitive Elemente der Einbindung enthalten. In dieser Analyse sollen daher die Gestaltungsaspekte betrachtet werden, die für die Einbindung des Spielers förderlich sind.

---

<sup>238</sup> Alison McMahan: „Immersion, Engagement, and Presence. A Method for Analyzing 3-D Video Games“. In: *The Video Game Theory Reader* (2003), 67–86. S. 69.

## Flow

Das Konzept des *Flows* von Mihaly Csikszentmihalyi beschreibt einen Zustand der völligen Vertiefung in eine Tätigkeit. Flow tritt ein, wenn sich der Herausforderungsgrad einer Aktivität und der individuelle Fähigkeitslevel des Ausführenden die Balance halten, sodass die Person sich intensiv auf die Durchführung der Aktivität konzentrieren muss. Dabei entsteht ein Zustand völliger Fokussierung und gleichzeitigen Wohlbefindens, der Zufriedenheit über die gelingende Durchführung, während dessen die Person das Gefühl für Zeit und Raum verliert.<sup>239</sup> Das Flow-Erlebnis bei körperlichen Aktivitäten, beispielsweise beim Sport, wird oft beschrieben als das vollständige Aufgehen in der Bewegung, bei dem Körper und Geist synchronisiert sind und mühelos zusammenarbeiten. Es ist ein Zustand, in dem die Person das Gefühl verspürt, die Kontrolle über ihre Bewegungen zu haben, und gleichzeitig in der Lage ist, auf Herausforderungen und Veränderungen in ihrer Umgebung zu reagieren. Das Flow-Erlebnis kann zu erhöhter Leistung, größerer Zufriedenheit und einem intensiven Gefühl von Erfüllung führen.<sup>240</sup>

Digitale Spiele sind äußerst effektiv darin, einen Flow-Zustand hervorzurufen, da sie konkrete Regeln und Ziele haben, dynamische Schwierigkeitsgrade bieten, klares Feedback zur Leistung der Spieler liefern und durch reichlich multimodale Informationen die Konzentration fördern. Der *Spielflow* ist ein zusammengesetztes Konstrukt, das verschiedene Dimensionen einer einnehmenden, jedoch angenehmen Erfahrung beschreibt, darunter Konzentration, Kontrolle sowie das Gleichgewicht zwischen Herausforderung und Fähigkeiten. Eine zu geringe Herausforderung kann zu Apathie und Langeweile führen, während zu hohe Anforderungen zu Angst und Frustration führen können. Die Natur digitaler Spiele ermöglicht es, den Schwierigkeitsgrad kontinuierlich an die sich entwickelnden Fähigkeiten eines Spielers anzupassen und so ein Gefühl der Beherrschung zu vermitteln. Spieler sollten unbewusst das Gefühl haben, dass die Herausforderungen ausgewogen und bewältigbar sind, um Flow und Vergnügen auf optimalen Niveaus zu halten.<sup>241</sup>

In VR-Erfahrungen verschmelzen die Potenziale für das Flow-Erlebnis durch körperliche Aktivität und durch interaktive Medien, da die Spielinteraktionen normalerweise durch eine physische Aktion durchgeführt werden. Die nahtlose Verschmelzung von körperlichen Herausforderungen und spielerischen Elementen kann das Gefühl der Kompetenz und des Eintauchens in die virtuelle Umgebung verstärken, wodurch das Potenzial für das Flow-Erleben erhöht wird. Diese Elemente, kombiniert mit der Möglichkeit, die Schwierigkeit der Herausforderungen an die Fähigkeiten des Spielers anzupassen, könnten dazu beitragen, ein optimales Gleichgewicht zwischen Herausforderung und Fähigkeit zu schaffen, das für das Flow-Erleben

<sup>239</sup> Jeanne Nakamura u. Mihaly Csikszentmihalyi: „The Concept of Flow“. In: *Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi*, Hrsg. von Mihaly Csikszentmihalyi, 239–263. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. S. 90.

<sup>240</sup> Susan Jackson u. Mihaly Csikszentmihalyi: *Flow in Sports*, Champaign: Human Kinetics, 1999. S. 13 f.

<sup>241</sup> Jeroen S. Lemmens u. Constantin Freiherr von Münchhausen: „Let the Beat Flow. How Game Difficulty in Virtual Reality affects Flow“. In: *Acta Psychologica*, 232 (2023). S. 1.

entscheidend ist.<sup>242</sup> Allerdings deutet die Studie von Lemmens et al. darauf hin, dass bei Personen mit wenig VR-Erfahrung der Schwierigkeitsgrad des Spiels möglicherweise nicht so ausschlaggebend für das Erleben von Flow ist. Stattdessen kann die reine Interaktion mit dem VR-Medium bereits einen unterhaltsamen Flow-Effekt hervorrufen, selbst wenn das Gameplay relativ einfach ist.<sup>243</sup>

## Narration

Über die Narration des Videospiels wurde im wissenschaftlichen Diskurs ausgiebig debattiert. Obwohl es unstrittig ist, dass das Medium zur Darstellung komplexer Geschichten eingesetzt wird, konnte sich ein wissenschaftliches Verständnis der Narrativität von Computerspielen nur schleppend etablieren. Dies mag einerseits an den unterschiedlichen interdisziplinären Einflüssen in den frühen Jahren der Game Studies liegen, andererseits an den daraus entsprungenen Verwerfungen ob eines ludologischen oder narratologischen Analyseansatzes.<sup>244</sup> Durch das aus diesen Konflikten entstandene Verständnis des Videospiels als Verbindung ludischer und narrativer Elemente dreht sich der Diskurs nunmehr nicht länger um „die Frage, ob Computerspiele narrativ sind, sondern vielmehr darum, verstehen zu können, auf welche Weise sie narrativ sein können“<sup>245</sup>. Zur Beantwortung dieser Frage sollen im Folgenden videospieletypische Erzählstrukturen analysiert und ihr Zusammenwirken mit den Spielerinteraktionen soll betrachtet werden.

1972 veröffentlichte Ralph H. Baer mit der *Magnavox Odyssey* die erste kommerzielle Heim-Videokonsole. Dem Gerät beigelegt war eine Sammlung bunter Folien, die direkt auf dem Fernsehbildschirm platziert werden konnten. Die Motive zeigten Spielflächen unterschiedlicher Sportarten, an Brettspiele erinnernde Parcours oder Szenen wie Häuser und Personen (vgl. Abbildung 49). Diese Auflagefolien verdeutlichen eine der Grundintentionen der Narration in frühen Videospielen: die Kontextualisierung der Spielmechanik.



Abbildung 49: Bildschirmfolien der Magnavox Odyssey (links); unterschiedliche Kontextualisierung des gleichen Spiels (rechts)

Quelle: YouTube, @odysseynow1972

Das Szenario und die narrative Handlung formen einen Rahmen, der einen Kontext zur Interpretation der Spielmechanik bietet und den Spieler zu weiteren Explorationen des Spielraums motiviert. Diese Erkundung des Spielraums sowie der Narration des Computerspiels, insbesondere einer nonlinearen Erzählung, bringen

<sup>242</sup> Ebd. S. 2.

<sup>243</sup> Ebd. S. 4.

<sup>244</sup> Jan-Noël Thon: *Game Studies. Aktuelle Ansätze der Computerspielforschung*. 1. Aufl., Köln: Herbert von Halem, 2015. S. 104-106.

<sup>245</sup> Ebd. S. 111.

den Spieler während der Rezeption des Mediums in eine aktive Rolle und fördern so das Gefühl der Einbindung.<sup>246</sup> Wie Alison McMahan feststellt, ist die Kombination des narrativen und des spielerischen Ansatzes essenziell, um ein Gefühl der Immersion zu evozieren. „[Immersion] means the player is caught up in the world of the game’s story (the diegetic level), but it also refers to the player’s love of the game and the strategy that goes into it (the nondiegetic level).“<sup>247</sup>

## Narrativer Spielraum

Die Konstruktion eines narrativen Spielraums, in dem Interaktion und Storytelling zusammenkommen, um die Spieler in ihren Bann zu ziehen, benötigt eine ganzheitliche Herangehensweise. Um dies zu erläutern, muss zunächst der Begriff des *Spiele*s betrachtet werden. Salen und Zimmerman differenzieren drei hierarchische Ebenen von spielerischer Handlung (vgl. Abbildung 50). Der äußere Kreis, *Being Playful*, umfasst die Gesamtheit spielerischen Verhaltens. Vage kann dies als spielerische Grundhaltung bezeichnet werden, die beispielsweise zu ziel- und regellosem Herumtollen führt. Die nächsttiefere Ebene beschreibt die strukturierten *Ludic Activities*. Darunter versteht man nicht-kompetitive spielerische Aktivitäten, wie das Fußballspiel auf dem Pausenhof ohne Punktestand. Erst die innerste Ebene, das *Game Play*, beinhaltet regelgebundenes, formalisiertes Spiel. Bewegt man sich auf den Hierarchieebenen nach innen, wird das Spiel immer spezifischer und reglementierter. Die Spielmechanik formuliert einen reglementierten Raum, einen definierten Rahmen konstruierter Gesetze. Dieser Definition folgend bezeichnet die Aktivität des *Spiele*ns das Agieren des Spielers innerhalb der Grenzen dieses Regelraums.<sup>248</sup> Vom einfachen Jonglieren über das kindliche Versteck-Spielen zu den vielschichtigen soziokulturellen Umgangsformen in *Massive Multiplayer Roleplaying Games* – die Definition gilt für spielerisches Verhalten jeglicher Komplexität. Den Vorgang der Konstruktion dieser Regelräume bezeichnet man als *Gamedesign*.

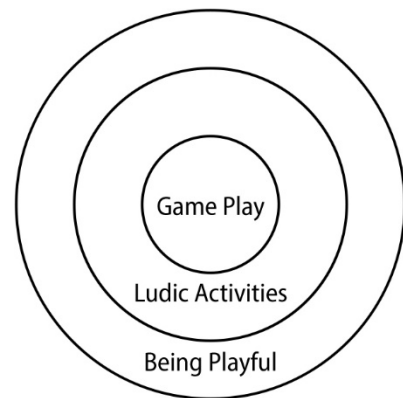


Abbildung 50: Formen des Spiels

Quelle: Salen und Zimmerman: *Rules of Play: Game Design Fundamentals*, S. 304

Neben der Aufgabe der Regelkonstruktion obliegt es dem *Gamedesigner* als narrativem Architekten, eine das Spiel umgebende Erzählwelt zu generieren. „Anders als Theaterstücke, Spielfilme oder Fernsehserien werden Spiele nicht geschrieben“, sie werden ganz ähnlich dem Regelraum konstruiert.<sup>249</sup> Das Prinzip dieses Weltentbaus, im Sinne einer reichhaltigen Ausgestaltung fiktiver Welten mit Nebenschauplätzen oder einer Historie, um die Authentizität der Erzählwelt zu steigern, ist dabei keine Innovation des Mediums Videospiel.<sup>250</sup> Doch

<sup>246</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 32.

<sup>247</sup> McMahan: *Immersion, Engagement, and Presence*. 2003, S. 68.

<sup>248</sup> Salen u. Zimmerman: *Rules of Play*. 2003, S. 304.

<sup>249</sup> Freyermuth: *Games | Game Design | Game Studies*. 2015, S. 181.

<sup>250</sup> Vgl. dazu beispielsweise das detailliert ausgearbeitete Universum von J. R. R. Tolkiens Werk *Herr der Ringe*.

„erst mit dem Übergang zu virtueller, das heißt softwarebasierter Audiovisualität rückte auch die Konstruktion und Rezeption *kompletter* audiovisueller Welten in den Bereich des Möglichen“<sup>251</sup>. Eine derartige Ausgestaltung dreidimensionaler Handlungs*räume* im Gegensatz zum Entwurf linearer Handlungs*verläufe* lässt sich ästhetisch mit der Konstruktion eines Themenparks vergleichen: Begehbare Fiktionen schaffen durch Transformation der Wirklichkeit und Darbietung unterschiedlicher Interaktionsmöglichkeiten eine Erfahrung, die als solche schon narrativen Charakter hat.<sup>252</sup> Denn eine Rezeption der gebotenen Erzählwelten erfordert eine aktive Rekonstruktion des Dargestellten: Mithilfe seines Wissens über die reale Welt und über fiktive Welten sowie die Medien- und Genrekonventionen interpretiert der Rezipient die ihm vorliegende Erzählwelt und generiert daraus eine narrative Erfahrung.<sup>253</sup> „The computer is just an incremental step [...] an intermediate model to the model in the player's head.“<sup>254</sup> Diese aus der Erkundung und Interaktion des Nutzers mit der konstruierten Symbiose aus Regelraum und Erzählwelt erlangten (und daher als *ludische Ereignisdarstellungen* bezeichneten) Erfahrungen bilden den Großteil der spielerischen Erlebnisse in interaktiven Medien.<sup>255</sup>

Demgegenüber stehen die *narrativen Ereignisdarstellungen*, präterminierte, also bereits vor Spielbeginn im Programmcode festgelegte Abläufe. In Bezug auf die Narratologie des Videospiele versteht man darunter die Verwendung klassischer linearer Erzählstrukturen, meist in Form aufeinanderfolgender Handlungsabläufe.<sup>256</sup> Typischerweise wird diese Form der Narration vermehrt in *progressiv* strukturierten Videospielen verwendet, also in Spielen, die den Spieler auf einem sehr linearen Pfad zum Ziel führen.<sup>257</sup> Die narrativen Ereignisdarstellungen lassen sich überwiegend in zwei Gruppen kategorisieren: der iterativ fortlaufenden Präsentation der zu erzählenden Geschichte und der Anleitung des Spielers, um ihn auf diesem fortschreitenden Weg voranzutreiben. Mit einem Blick auf die unterschiedlichen „Darstellungsmodi lassen sich zunächst zwei idealtypische Strategien narrativer Darstellung unterscheiden, nämlich *Cut-Scenes* und *geskriptete Ereignisse*“<sup>258</sup>. *Cut-Scenes* werden dabei meist in der Form von nicht interaktiven, kurzen Filmsequenzen eingebaut und vom Rezipienten auch im interpretativen Rahmen einer Film-Narratologie betrachtet. Sie dienen fast immer der Vermittlung der rahmenden Spielgeschichte. *Geskriptete Ereignisse* dagegen tauchen innerhalb des Spielvorgangs auf und werden durch vorher festgelegte Voraussetzungen ausgelöst. Sie sind für den Gamedesigner ein mächtiges Werkzeug, um dem Spieler in frei erkundbaren Welten intradiegetisch und ohne immersive Brüche den Weg aufzuzeigen.<sup>259</sup>

<sup>251</sup> Freyermuth: *Games | Game Design | Game Studies*. 2015, S. 182.

<sup>252</sup> Ebd. S. 182 f.

<sup>253</sup> Thon: *Game Studies*. 2015, S. 127.

<sup>254</sup> Celia Pearce: „Sims, BattleBots, Cellular Automata God and Go. A Conversation with Will Wright“. In: *Game Studies. The International Journal of Computer Game Research.*, 2 (2002), H. 1.

<sup>255</sup> Thon: *Game Studies*. 2015, S. 113.

<sup>256</sup> Ebd.

<sup>257</sup> Juul: *Half-Real*. 2005, S. 71-76.

<sup>258</sup> Thon: *Game Studies*. 2015, S. 114.

<sup>259</sup> Brown u. Cairns: *A Grounded Investigation of Game Immersion*. 2004.

## Spielerisches Design

Die bisherigen Analysen fokussierten vor allem das zielorientierte Spielen und damit Elemente, die den Spieler befähigen, die Spielaufgabe zu lösen. Doch die Gestaltung des Spielraums sollte über die Grenzen der von Salen und Zimmerman definierten Game-Play-Hierarchieebene hinausgehen.<sup>260</sup> Virtuelle Realitäten sind inhärent spielerisch und sollten spielerisches Verhalten im Sinne des Being Playful ermöglichen.

Die Gestaltung von VR-Interaktionsmethoden als Mimetic Interface führt bei der Betrachtung virtueller Objekte zu einer naturnahen Zuschreibung wahrgenommener Affordanzen.<sup>261</sup> Objekte, mit denen man in der realen Welt interagieren kann, sollten auch in der VR so implementiert werden, da das Ausbleiben des erwarteten Interaktionspotenzials zu immersiven Brüchen führen kann. Dies gilt auch für Interaktionen, die nicht dazu beitragen, das Spielziel zu erreichen: das Aufheben und (Um-)Werfen von Objekten, die leicht genug scheinen, um physisch manipulierbar zu sein, das Betätigen von Schaltern und Knöpfen sowie die Bedienung von Geräten und Touchbildschirmen. Diese vermeintlich unnützen Interaktionen befördern, dass sich der Spieler als aktiver Besucher in einer glaubwürdigen Welt fühlt. Die Möglichkeit, sich nicht nur auf das Spielziel zu konzentrieren, sondern auch die Umgebung in einer freien und spielerischen Weise zu erkunden und mit ihr zu interagieren, kann die Einbindung des Spielers verstärken.

Dabei erlaubt der virtuelle Raum auch eine Uminterpretation sozialer Regeln und Normen: Innerhalb der grenzenlosen Domäne der virtuellen Realität können Spieler Aktionen durchführen, die im Kontext der physischen Welt unmöglich oder tabuisiert sein könnten. „Wo ein Pergament im Realen gegebenenfalls gar nicht oder nur um den Preis seiner Zerstörung zu entrollen ist, sollen virtuelle Varianten genau das ermöglichen.“<sup>262</sup> Diese Freiheit, konventionelle Verhaltensmuster zu umgehen, ermöglicht Nutzern, ungewohnte Interaktionsmöglichkeiten zu erkunden und dabei neue Erfahrungen zu sammeln. Dies kann sowohl die Einbindung als auch die Immersion der Nutzer verstärken, indem es eine eingehendere Exploration des virtuellen Raums und dessen interaktiver Dynamiken ermöglicht. Daher sollten umfassende Interaktionsmodelle implementiert werden, um den Spielern eine größere Bandbreite an Handlungsmöglichkeiten zu bieten.

### 4.4.2 Konzeption

Eine Herausforderung bei der Entwicklung des Gamedesigns lag bei diesem Projekt darin, das Spiel für die sehr breite Zielgruppe der Museumsbesucher zugänglich zu machen: Kinder, Eltern und Großeltern sollen in der Lage sein, gemeinsam an der VR-ZEITREISE teilzunehmen. Daher musste das Spieldesign für verschiedene Spielertypen ansprechend gestaltet werden. Die vorangegangenen Analysen beschreiben das Bild eines spielerischen Raums, gerahmt von einer kontextualisierenden Narration, angereichert mit Interaktion. In

<sup>260</sup> Salen u. Zimmerman: *Rules of Play*. 2003, S. 304.

<sup>261</sup> Robben u. Schelhowe: *Be-greifbare Interaktionen*. 2012, S. 46.

<sup>262</sup> Rieger: *Virtual Humanities*. 2020, S. 486.

Anlehnung daran konzipierten wir die VR-ZEITREISE als kooperative spielerische Erfahrung ohne striktes Regelwerk, um auch spielerisches Verhalten zu ermöglichen. Dieser Ansatz bietet nicht spielaffinen Besuchern einen interaktiven Raum, der wie ein Museumsraum besucht werden kann, während er anderen die Möglichkeit bietet, die Erfahrung als spielerische Herausforderung gegen die Zeit zu betrachten. Als pädagogisches Ziel des Ausstellungsstücks war gesteckt, dass es zu einer Auseinandersetzung mit Zukunftsentwicklungen und Technologien motivieren sollte, dieses Ziel sollte bei beiden Spielertypen erreicht werden.

Die zentrale Spielmechanik sollte als räumliches Wimmelbild gestaltet werden. Als Suchspiel, das die Erkundung der Umgebung und der darin enthaltenen Spielobjekte fördert. Diese Spielobjekte sollten mit informativen Metainformationen angereichert werden, die für die Lösung der Spielaufgaben relevant sein würden. Als Spielaufgabe wurde die Identifikation von Objekten, die zu zukunftsrelevanten Themengebieten passen, festgelegt. Dazu entwickelten wir eine Rahmenhandlung rund um zwei Wissenschaftler des Museums.

Während der Errichtung des Zukunftsmuseums wurde eine Anomalie im Raum-Zeit-Kontinuum entdeckt, eine Einstein-Rosenberg-Brücke (umgangssprachlich ein Wurmloch), die ins Jahr 2050 führt. Ein Forschungsteam des Museums, bestehend aus den fiktiven Museumsmitarbeitern Dr. ing. Alex Blütenbausch und Dr. rer. nat. Jean Bouclier, untersucht das Phänomen. Das Wurmloch erlaubt lediglich einen lokal sehr beschränkten Blick in die Zukunft, doch die beiden Wissenschaftler konnten dennoch eine Handvoll Daten erheben. Sie analysieren die gesammelten Daten mithilfe eines Quantencomputers, der sie in ein visualisiertes Modell der Zukunft umrechnet. Durch den Einsatz von Raumzeit-Projektions-Brillen ist es den Museumsbesuchern möglich, dieses Modell zu betrachten und damit zu interagieren, um mehr Daten zur Validierung des aktuellen Modells zu erheben.<sup>263</sup>

Als Spielverlauf wurde Folgendes konzipiert: Bis zu vier Spieler finden sich auf einem Trödelmarkt in der Zukunft wieder. Der Algorithmus des fiktiven Quantencomputers gibt Themengebiete vor, zu denen aktuell mehr Daten benötigt werden (z. B. das Thema *biologische Vielfalt*) und zeigt diese auf einem Bildschirm an.



Abbildung 51: Links: Der Spielbereich liegt am Trödelmarkt an der Pegnitz. Der Bildschirm über dem Transmitter gibt die aktuelle Aufgabe vor. Mitte: Aufgehobene Objekte werden auf Metadaten gescannt. Rechts: Objekte können zur Analyse in den Raumzeittransmitter gebracht werden. Quelle: Eigene Aufnahmen

Die Aufgabe der Spieler ist es nun, passende Gegenstände auf dem Markt zu identifizieren (z. B. eine *Bestäuberdrohne*) und mithilfe eines auf dem Markt verorteten *Raumzeittransmitters* zur Datenverwertung zurückzusenden. Um die Relevanz eines Objektes für die aktuell laufende Suchmission zu evaluieren, werden,

<sup>263</sup> Jonas Zimmer: *VR-Zeitreise Mitarbeiterhandbuch*, (intern veröffentlicht): Deutsches Museum Nürnberg 2021.

sobald ein solches aufgehoben wird, relevante Metadaten direkt daneben angezeigt (vgl. Abbildung 51, Mitte). Dies ermöglicht eine Informationsanreicherung der Objekte und erleichtert so eine Kontextualisierung dieser, während gleichzeitig Wissen vermittelt wird, um den pädagogischen Auftrag zu erfüllen.

Um den Raum über den zentralen Spielbereich hinaus ansprechend zu gestalten, sollten neben den spielrelevanten Objekten im Zuge des *Environmental Storytellings* auch die umgebenden Architekturen so gestaltet werden, dass sie ein Bild der Zukunftsentwicklung aufzeigen. Environmental Storytelling ist eine erzählerische Technik, bei der visuelle, auditive und andere sensorische Hinweise in der Umgebung genutzt werden, um narrative Elemente zu kommunizieren, anstatt dafür traditionelle erzählerische Techniken wie Text oder Dialog einzusetzen.

Raumgefüge, Netzwerke von Orten und räumliche Herausforderungen ersetzen immer öfter durch nicht lineare Raumaneygung eine wirkmächtige Narration. Dieses *environmental storytelling* kommuniziert [...] die nötigen Informationen, welche die Spielerinnen und Spieler je nach Erfahrungswerten und Sozialisation mit Computerspielen, deren diversen Genres, anderen fiktiven Bildwelten und der physisch-realen Alltagswelt decodieren, abrufen oder gar nicht erst benötigen...<sup>264</sup>

Das Spiel sollte in der Nürnberger Altstadt verortet werden, wenige Hundert Meter vom Museum entfernt. So konnte bei der narrativen Ausgestaltung der Umgebung auf die Erfahrungswerte der Besucher zurückgegriffen werden. Mithilfe einer über die bestehende Architektur gezogenen Zukunftsschicht sollten die urbanen Entwicklungen aufgezeigt werden, Präsentationsflächen sollten die Darstellung zeitgenössischer Themen erlauben. All diese Elemente dienen einem konsistenten *Worldbuilding*, dem Prozess der Erschaffung einer fiktiven, aber kohärenten und umfassenden Welt, in der die Handlung eines Spiels stattfindet.<sup>265</sup> Dabei geht es nicht nur um die Gestaltung der Umgebung, sondern auch um soziale Strukturen, Geschichte, Kultur und andere Elemente, die diese Welt real und glaubwürdig erscheinen lassen sollen.

Im Kontext dieses Projekts sollte sich die geschaffene Diegese dabei nicht nur über die kommenden drei Jahrzehnte, sondern auch über den Spielraum hinaus in den musealen Raum ausdehnen. Das bedeutet, dass das Erlebnis nicht auf das Spiel selbst beschränkt sein, sondern in den physischen Raum des Museums übergehen sollte. Die Idee wurde formuliert, Mitarbeiter diegetisch einzubinden und als Forschungsassistenzen innerhalb der Spielhandlung agieren zu lassen. Dadurch würde der Prozess des *narrativen On-*

<sup>264</sup> Marc Bonner: „Erkundung als virtuell-fiktionale Immersionsstrategie. Das prospect pacing der Open-World-Computerspiele als Spiegel nicht linearer Spielereinbindung“. In: *Jahrbuch immersiver Medien*, Hrsg. von Institut für immersive Medien (ifim), Bd. 8, 38–57. Marburg: Schüren, 2016. S. 41.

<sup>265</sup> Henry Jenkins: *Convergence Culture. Where Old and New Media Collide*, New York: NYU, 2008. S. 21.

und *Offboardings* die Rolle der Spieler als Museumsbesucher berücksichtigen, was die Einbindung noch steigern sollte.<sup>266</sup>

### 4.4.3 Umsetzung

Um eine Grundlage für ein kohärentes Worldbuilding zu schaffen, wurden zu Beginn der zweiten Entwicklungsphase zunächst elementare Ereignisse einer möglichen Zukunftsentwicklung formuliert und es wurde ein fiktiver Zeitstrahl erstellt. Dieser definierte im weiteren Verlauf der Entwicklung die Elemente der überlagernden architektonischen Zukunftsschicht sowie die in den Objekt-Metainformationen dargestellten Inhalte. Die Gestaltung des Zeitstrahls geschah im engen Austausch mit den Kuratoren der verschiedenen Themenbereiche des Zukunftsmuseums, basierend auf aktuellen Forschungen, erwartbaren Entwicklungen sowie Ideen aus der Science-Fiction (vgl. Abbildung 52).

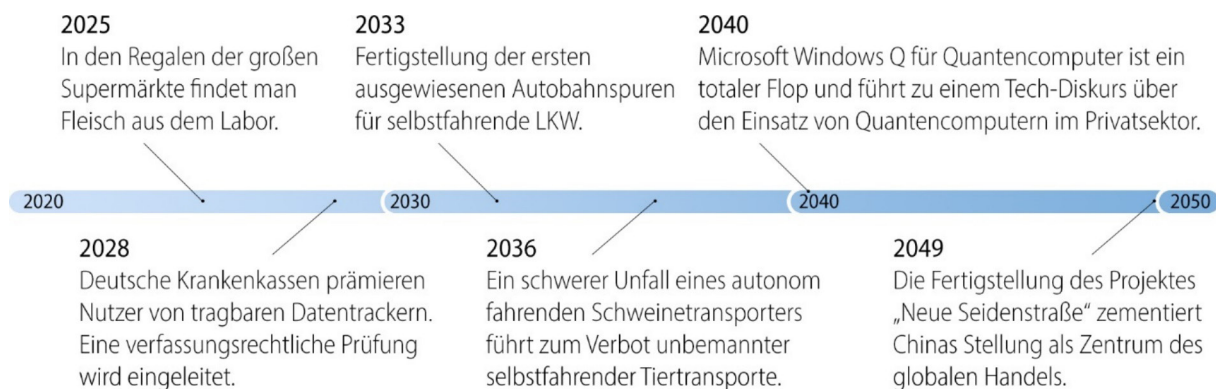


Abbildung 52: Entwicklung einer fiktiven Zeitleiste als Grundlage eines konsistenten Worldbuildings; die Auswahl der entworfenen Ereignisse wurde auf Basis aktueller Forschungsentwicklungen und in Absprache mit den Kuratoren des Zukunftsmuseums getroffen.

Quelle: Eigene Darstellung

Im Anschluss wurde ein geeigneter Schauplatz für das Spielszenario in der Nähe des Museums lokalisiert. Die gefundene Fläche war groß genug, um die 80 m<sup>2</sup> große Spielfläche des VR-Raums auszufüllen.<sup>267</sup> Der aktuelle Zustand der umgebenden Architektur wurde von einem 3D-Artist nachmodelliert und texturiert. Im Anschluss wurde die überlagernde Zukunftsschicht basierend auf den im Zeitstrahl beschriebenen Entwicklungen entworfen und über das Modell gelegt (vgl. Abbildung 53).

<sup>266</sup> Die Ausdrücke *narratives On- und Offboarding* bezeichnen die erzählerischen Techniken, um Besucher in die virtuelle Welt einzuführen (*Onboarding*) und sie nach dem Ende der Erfahrung wieder zurück in die Realität zu führen (*Offboarding*), wobei der erzählerische Bogen zu einem Abschluss gebracht und eine Verbindung zur realen Welt hergestellt wird.

<sup>267</sup> Gegenüber dem Museum befindet sich eine bebaute Insel, der Trödelmarkt. Die dort gelegene Bratwurstgasse entspricht den Größenvorgaben, bietet einen Blick auf das Museum und ist historisch mit dem Thema des Spiels verknüpft.

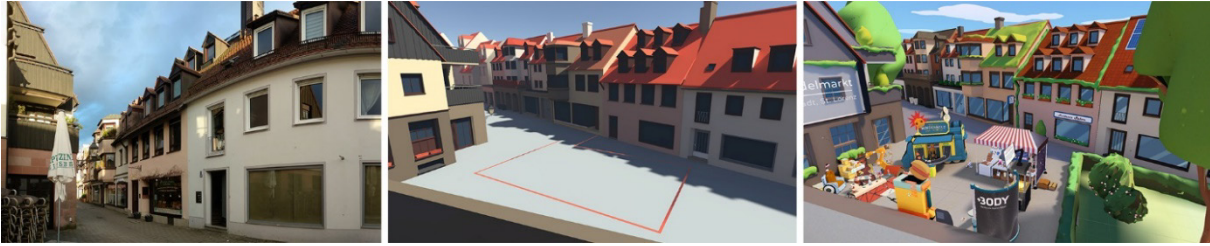


Abbildung 53: Gestaltung der visuell überlagernden Zukunftsschicht; Analyse der Gegebenheiten vor Ort (links); Nachbau des Ist-Zustandes in 3D (Mitte) und Anreicherung um die Zukunftsschicht (rechts)

Quelle: Eigene Aufnahmen

Es wurden dazu Verkaufsstände für den virtuellen Trödelmarkt gestaltet und platziert. Während der Gestaltung stellten wir sicher, dass sie eine thematische Gruppierung der interaktiven Objekte auf dem Markt erlauben. Die Verkaufsstände wurden als NPC-Entitäten betrachtet, ihnen wurden Persönlichkeitsprofile zugewiesen, die die Gestaltung des Standes sowie des verkaufenden Roboters definierten (vgl. Abbildung 54). Unter Bezugnahme auf die Bestandsliste des Museums sowie in Absprache mit den Kuratoren identifizierten wir Objekte, die auf dem Markt angeboten und betrachtet werden können. Insgesamt 42 spielrelevante Zukunftsartefakte wurden entworfen, mit Metainformationen versehen und thematisch den fünf Verkaufsständen zugeordnet.

Zur narrativen Rahmung wurde ein einleitender Geschichtsabschnitt geschrieben, in dem die Spieler in das Projekt eingewiesen werden. In diesem treffen die Spieler auf die beiden Forscher des Museums, die sie in die Rahmenhandlung einführen. Der Autor des Teams formulierte dazu einen voll vertonten Dialog, der zu Beginn der Erfahrung einerseits als Teil des Onboarding-Prozesses fungiert und andererseits als Tutorial zur Erläuterung der zentralen Spielmechanik dient. In einer abschließenden Sequenz kommentieren die Wissenschaftler die Leistungen der Spieler und leiten sie im Sinne des Offboarding-Prozesses wieder zurück in den physischen musealen Raum.

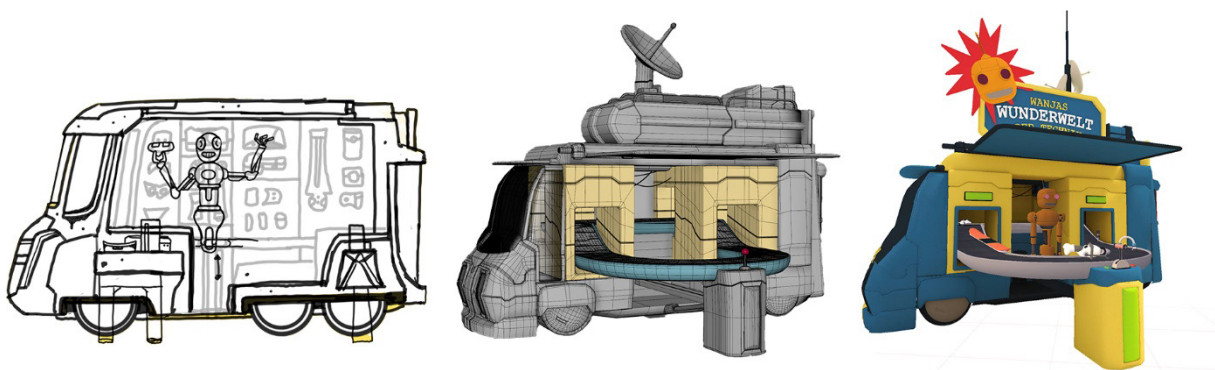


Abbildung 54: Entwicklung eines Verkaufsstandes von der Konzeptzeichnung (links) zur Ausarbeitung (Mitte) bis hin zur finalen Version (rechts). Die Gestaltung folgt den Prinzipien der NPC-Gestaltung, bei der einer Entität im Spiel ein Charakterprofil zugewiesen wird. Der hier dargestellte Roboter verkauft Retro-Technologie, zumindest aus der Perspektive der 2050er. Für die Museumsbesucher ist die dargebotene Technik noch Zukunftsmusik.

Quelle: Hady Aymen, Cologne Game Lab

Die dort positionierten Museumsmitarbeiter agieren als Teil der Diegese und sind in dieser Rolle bereits in den Einbindungsprozess involviert.<sup>268</sup> Sie stellen sich den Besuchern als Hilfskräfte der Wissenschaftler vor

<sup>268</sup> Rebecca Williams: *Theme Park Fandom*, Amsterdam: Amsterdam University, 2020. S. 47.

und adressieren die Spieler als Mitwirkende am Forschungsprojekt. Diese diegetische Gestaltung des das Spiel umgebenden organisatorischen Rahmens erinnert an die Gestaltung von Freizeitpark-Attraktionen. Diese *Themed Spaces* induzieren eine Erwartungshaltung in den Spielern und erlauben ihnen einen einnehmenden Zugang zum umgebenden Raum.<sup>269</sup> „In its themed design definition, immersion describes whether the designer intends for the guest to suspend their disbelief and pretend to actually be amongst the fictional world.“<sup>270</sup> Die bisher beschriebenen Maßnahmen dienen der Etablierung und Validierung des narrativen Raums, in dem das Spielgeschehen stattfindet. Sie involvieren den Spieler als aktive diegetische Rolle in die Rahmenhandlung und begünstigen so den Effekt der Einbindung von der erzählerischen Seite aus.

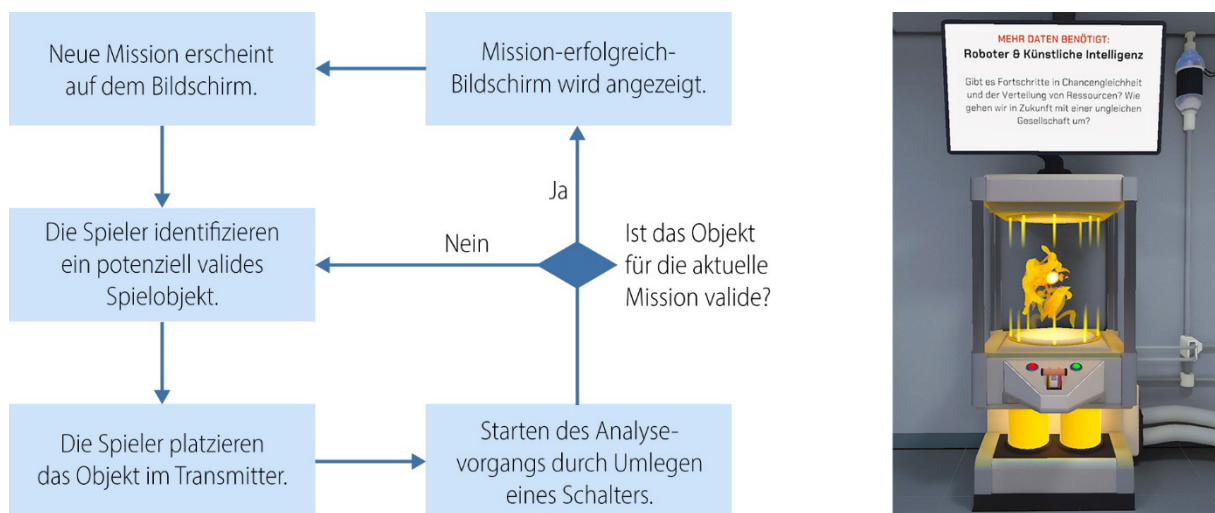


Abbildung 55: Darstellung des Game Loops (links): Auf dem Bildschirm des Transmitters (rechts), der als zentrales Spielobjekt des Wimmelbild-Suchspiels dient, wird ein neues Themengebiet angezeigt. Die Spieler identifizieren Objekte, die zu diesem Themengebiet passen, platzieren diese im Transmitter und scannen sie mithilfe des Hebels. Bei erfolgreicher Zuordnung wird eine neue Mission angezeigt.

Quelle: Eigene Darstellung/Aufnahme

Um auch aus spielerischer Sicht Einbindung zu induzieren und eventuell sogar einen Flow-Zustand hervorzurufen, wurde die zentrale Spielmechanik simpel, aber körperlich und mit einem dynamischen Herausforderungsgrad implementiert. Zentrales Element des Suchspiels ist der bereits erwähnte Raumzeittransmitter, eine fiktive Technologie, die Artefakte aus der Zukunft zur Datenverwertung in die Gegenwart senden kann (vgl. Abbildung 55, rechts).

Auf einem Bildschirm, der am Transmitter angebracht ist, wird ein Themengebiet angezeigt, zu dem mehr Daten benötigt werden. Dieses Themengebiet wird zufällig aus einem Pool von fünfzehn verschiedenen Möglichkeiten ausgewählt, wobei zur Vermeidung von Wiederholungen sichergestellt wird, dass es mit keinem der letzten drei aktiven Gebiete übereinstimmt. Jedes der Themengebiete erlaubt mehrere der Objekte auf dem Markt als valide Antwort, wobei ein einzelnes Objekt auch mehreren Themengebieten zugeordnet werden kann. Ein neues Themengebiet wird durch eine Aussage einer der beiden Wissenschaftler angekündigt, alle Spieler sehen die gleiche Fragestellung. Kooperativ sollen sie nun versuchen, ein

<sup>269</sup> Ebd.

<sup>270</sup> Ebd.

entsprechendes Objekt zu identifizieren.<sup>271</sup> Dazu nehmen sie Objekte auf und untersuchen diese. Neben dem Objekt werden in einer intradiegetischen Augmented-Reality-Ansicht nach und nach Analyseinformationen aus diversen Quellen angezeigt (vgl. Abbildung 51, Mitte). Sobald ein valides Objekt gefunden scheint, wird dieses im Scanbereich des Transmitters positioniert und der Hebel zur Überprüfung umgelegt. Ein nicht passendes Objekt wird daraufhin aus dem Transmitter katapultiert, gefolgt von einem Audiokommentar der Wissenschaftler mit der Bitte, die Missionsparameter zu beachten. Bei einem passenden Objekt zeigt der Transmitterbildschirm eine Erfolgsmeldung, die Wissenschaftler bejubeln den Fortschritt und ein neues Themengebiet wird aus dem Pool gewählt (vgl. Abbildung 55, links).

Dies wird so lange wiederholt, bis das Spiel nach zehn Minuten automatisch endet. Im Narrativ bricht die Simulation der Zukunft wegen Überhitzung des Quantencomputers zusammen, es beginnt das Offboarding durch die fiktiven Wissenschaftler. Dabei handelt es sich um einen geskripteten Abschlussdialog, bei dem einige Aussagen dynamisch hinzugefügt werden, je nachdem welche Objekte die Gruppe erfolgreich transferierte. Der Dialog wird abgeschlossen mit einem Verweis, dass man den Spielraum nun verlassen könne und die Kollegen vor Ort einem die Brillen abnehmen würden.

Neben diesem zentralen (und eher zielgerichteten) Game Loop erlaubt das Spiel aber auch andere spielerische Ansätze. Im Sinne des Being Playful wurde der Raum als interaktiver Experimentierraum gestaltet, der nicht zielgerichtete Aktionen ermöglicht und belohnt. Grundsätzlich sind alle Objekte, bis auf die fest installierten Verkaufsstände sowie sicherheitsrelevante Objekte, die als natürliche Grenze die Spieler von der physischen Wand fernhalten, aufhebbar und manipulierbar. Es wurde ein Physiksystem implementiert, das das Umher- und gegenseitige Zuwerfen von Objekten erlaubt. Objekte werden nach einiger Zeit wieder an ihrem Ursprungsplatz manifestiert, sodass verloren gegangene Elemente, die als Antworten für das aktuelle Themengebiet benötigt werden, wieder auftauchen. Diverse andere Elemente auf dem Markt erlauben einen spielerischen Umgang: Die Geschwindigkeit eines Laufbands vor einem der Stände, auf dem die Ware permanent dargeboten wird, lässt sich per Hebel manipulieren (vgl. Abbildung 54), was zu chaotischen Zuständen am Stand führen kann. Ein städtischer Abfalleimer lässt sich mit Objekten des Marktes befüllen. Sobald er keine Kapazität mehr hat, wird er von einer heranfliegenden Drohne der Nürnberger Abfallbetriebe entleert. Diese Interaktionen sind für die Erfüllung des Spielziels unerheblich, doch sie ermöglichen ein spielerisches Erkunden der virtuellen Umgebung, induzieren eine höhere Handlungsfreiheit beim Spieler und motivieren insgesamt zu experimentellerer Interaktion.

---

<sup>271</sup> Jonas Zimmer: *Project Holodeck | Prototyping: Interaction, Main Game Loop and Environment*. In: YouTube, 2020. URL: <https://youtu.be/I95xmYsfTVI> (17.08.2023).

#### 4.4.4 Reflexion

Die zentralen Spielmechaniken wurden über den Projektverlauf hinweg mehrfach intern getestet, wobei zwei Aspekte im Vordergrund standen: In der ersten Hälfte der Entwicklungsphase wurde der Fokus hauptsächlich auf die Durchführbarkeit der Spielinteraktionen gelegt, die zweite Hälfte priorisierte die Verständlichkeit des Spielziels sowie den entstehenden Spielspaß. Hervorzuheben sind hier zwei zentrale Tests, die in der Reflexion elementaren Input für die weitere Entwicklung lieferten. Der erste dieser Tests wurde im Juli 2020 als Labortest in den Räumlichkeiten des Cologne Game Lab durchgeführt. An diesem Test nahmen zwölf Personen teil, darunter acht Mitglieder des Entwicklungsteams und vier externe Studierende. Der Schwerpunkt des Tests lag, wie in Kapitel 4.3.4 beschrieben, auf der Überprüfung der räumlichen Verortung. Im Zuge dessen wurde aber auch die Anwendbarkeit der Spielmechanik überprüft. Der Game Loop war in einem sehr frühen prototypischen Status umgesetzt, er erlaubte das Aufheben von Objekten, die Überprüfung auf Metainformationen und das Scannen mit dem Transmitter (vgl. Abbildung 56).

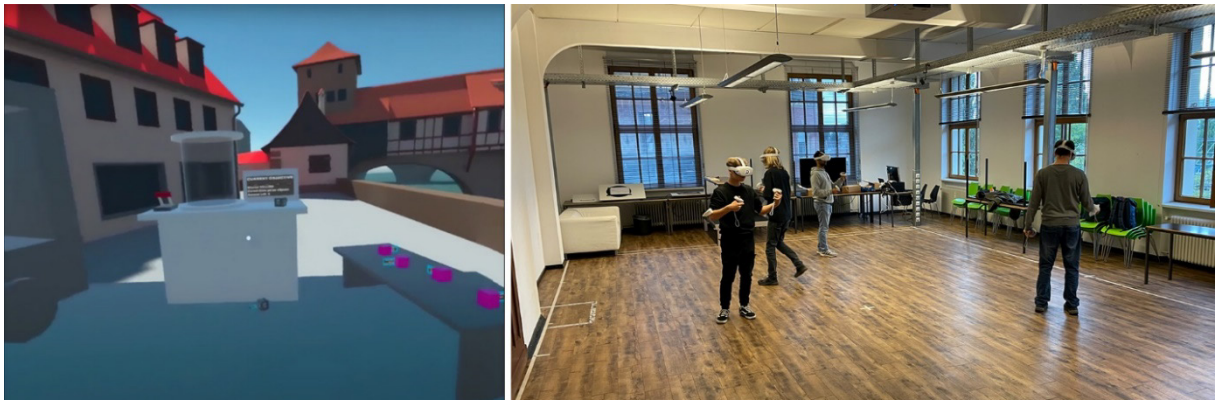


Abbildung 56: Erster Playtest der zentralen Spielmechanik im Juli 2020

Quelle: Eigene Aufnahme

Es zeigte sich, dass die physikalische Verortung des Transmitters an der Stirnseite der Spielfläche zu dynamischen Gruppeninteraktionen führte. Da die Schriftart auf dem Display der ersten Version des Transmitters sehr klein war, entstand intuitiv eine Aufgabenteilung im Team: Eine Person in der Nähe des Transmitters las die aktuelle Aufgabe laut vor, während die anderen Spieler nach den passenden Objekten suchten. Die Versuche, dem vorlesenden Spieler die identifizierten Objekte zuzuwerfen, damit dieser sie scannen kann, misslangen, da das Physiksystem noch nicht ausreichend ausgearbeitet war. Sie verdeutlichten aber den Bedarf am spielerischen Umgang mit den Objekten, wie dem Herumwerfen. Der Wunsch nach narrativer Rahmung zur Sinnstiftung der Tätigkeit wurde geäußert, die Rahmenhandlung war aufgrund des frühen Stadiums des Projektes noch nicht implementiert.

Im März 2021 fand ein Feldtest im Zukunftsmuseum statt.<sup>272</sup> An diesem Test nahmen vier Mitglieder des Projektteams und acht Mitarbeiter des Deutschen Museums teil. Die Interaktionsmethoden waren weitestgehend vollständig eingebaut, die grafische Aufbereitung einiger Objekte war noch nicht final. Getestet wurde einerseits, ob das entwickelte Spielkonzept auch für nicht spielaffine Besucher funktioniert, und andererseits, wie einnehmend das Spielgeschehen ist. Der Test verdeutlichte klare Diskrepanzen zwischen Testern, die intrinsisch motiviert ein gutes Ergebnis erzielen wollten, und anderen, die sich dem Spiel vorsichtiger und passiver näherten. Der Wunsch nach Interaktionsmöglichkeiten, die nicht spielzielrelevant sind, wurde hervorgehoben. Daher wurde in der finalen Entwicklungsphase ein größerer Fokus auf die Anreicherung der nicht zielgerichteten spielerischen Aktivitäten gelegt. Es zeigte sich auch, dass ein reiner Fokus auf die Spielmechanik schnell als monoton empfunden werden kann. Es wurde daher entschieden, auch die visuelle Anreicherung der Umgebung verstärkt zu verfolgen, um auch nicht spielenden Besuchern der virtuellen Welt eine unterhaltsame Erfahrung zu bieten. Im Sinne des interaktiven Wimmelbildes wurde daher die Umgebung reichhaltiger und detaillierter gestaltet. Da vereinzelt Spieler sich dennoch langweilten und der Zeitdruck eine herausfordernde Komponente darstellen kann, wurde die Spielzeit von 20 Minuten auf 10 Minuten gekürzt.

Während unserer Playtests stellten wir fest, dass einige Benutzer unsicher waren, welche Aktionen sie ausführen sollten. Dieser Mangel an Klarheit führte dazu, dass sie nicht optimal in das Spiel-Erlebnis eintauchen konnten. Um dieses Problem zu beheben und den Spielern eine klarere Richtung zu geben, implementierten wir zusätzliche Sprachaufnahmen. Diese werden automatisch abgespielt, wenn ein Spieler eine bestimmte Zeit lang inaktiv bleibt. Die Sprachaufnahmen wurden intradiegetisch gestaltet, in der Erzählung weisen die beiden Forscher die Spieler auf den entsprechenden Transmitter hin.

#### 4.4.5 Diskussion

Die Reflexion des Projekts unterstreicht die Signifikanz des Zusammenspiels von spielerischer und narrativer Einbindung, um eine erhöhte Immersion innerhalb des Spiel-Erlebnisses zu induzieren. Im Laufe der Entwicklung zeigte sich deutlich, dass eine aktive Rolle des Spielers in der Diegese und die intensive Auseinandersetzung mit Spielmechaniken das Gefühl der Immersion verstärken.

Der spielerische Umgang mit Objekten im Spiel, insbesondere in Form dynamischer Gruppeninteraktionen, förderte aktiv das Gefühl der Präsenz in der Spielwelt. Besonders bemerkenswert war der von den Spielern geäußerte Wunsch nach erweiterten spielerischen Möglichkeiten, die über die reine Zielerreichung hinausgehen. Dies unterstreicht die Bedeutung des Being Playful für die tiefergehende Auseinandersetzung mit der Spielumgebung und folglich für eine gesteigerte Immersion. Neben der spielerischen Einbindung erwies sich

---

<sup>272</sup> Jonas Zimmer: *Project Holodeck | Prototyping: Avatar, Playful Behavior, Worldbuilding*. In: YouTube, 2021. URL: <https://youtu.be/XHQnRPfroU> (17.08.2023).

auch die narrative Einbindung als entscheidender Faktor für die Immersion. Die Forderung nach einer narrativen Rahmung ihrer Aktivitäten, die die Spieler während der frühen Playtests äußerten, verdeutlicht die Relevanz eines eingebetteten Narrativs für die Einbindung und die Immersion der Spieler. Darüber hinaus weist die Präferenz für eine detaillierte, visuell ansprechende Umgebung auf den potenziellen Mehrwert auch für nicht spielende Besucher hin. Die aktive Rolle der Spieler innerhalb der Diegese ist somit eng verknüpft mit spielerischer und narrativer Einbindung. Eine aktive Rolle und Interaktion in der Spielwelt verstärken das Gefühl der Präsenz und Zugehörigkeit, was die Notwendigkeit betont, Spielmechaniken zu entwickeln, die eine solche aktive Rolle vorsehen.

Zusammenfassend lässt sich nochmals betonen, dass eine sorgfältige Ausgewogenheit von spielerischer und narrativer Einbindung maßgeblich für ein immersives Spiel-Erlebnis ist. Aktive Rollen und Interaktionen innerhalb der Spielwelt sowie eine narrative Kontextualisierung erhöhen die Immersion. Einbindung soll daher als zweiter Aspekt der zweiten immersiven Prozessstufe definiert werden. Zwar ist dieser Aspekt nicht exklusiv für immersive räumliche Erfahrungen relevant, da jedes interaktive Medium beim Rezipienten Einbindung induzieren kann, allerdings ist die Kombination aus digitalen spielerischen Aktivitäten und VR-immanenter körperlicher Betätigung ein einnehmender Faktor im immersiven Prozess. Insbesondere die Ausweitung nicht zielorientierter spielerischer Aktivitäten und eine weitergehende visuelle Ausgestaltung der Spielumgebung könnten dabei einen signifikanten Beitrag zur Intensivierung der Glaubwürdigkeit des virtuellen Raums leisten.

## 4.5 Präsenz: Project Holodeck – Entwicklungsphase 3

Nach der eingehenden Betrachtung der räumlichen Wahrnehmung und der Lokalisation des eigenen Körpers in virtuellen Räumen sowie der Rolle des Spielerischen und Narrativen wandte sich die dritte Phase des Entwicklungsprozesses einem weiteren zentralen Aspekt der Immersion in virtuellen Räumen zu: der *Präsenz*. Dieses Konzept bezieht sich auf das Erleben der Nutzenden, wirklich und ganzheitlich im virtuellen Raum präsent zu sein, während die Wahrnehmung der realen Welt unterdrückt wird. Der Terminus beschreibt das subjektive Erleben einer digitalen Umgebung als unmittelbar und real. Dabei modulieren Aspekte wie Körperempfinden, Interaktionsmöglichkeit und Authentizität der virtuellen Darstellung maßgeblich das Präsenzepfinden. Mit diesem Kapitel rücken die Mechanismen der Präsenzerzeugung und -steigerung in den Fokus der Untersuchung, wobei auf die bisher erarbeiteten theoretischen Aspekte, insbesondere die Theorie der Verkörperung und das Konzept der spielerischen und narrativen Einbindung, aufgebaut wird.

Im Kontext immersiver räumlicher Erfahrungen nimmt die Doppelrolle des Spielers eine zentrale Position ein. Diese Doppelrolle fußt auf der Tatsache, dass der Spieler sowohl im virtuellen Raum agiert als auch gleichzeitig eine physische Entität im realen Raum bleibt. Insbesondere die körperzentrierte, natürliche Bewegung, wie sie in dem Projekt implementiert wurde, trägt maßgeblich dazu bei, die Aufmerksamkeit des Spielers auf seine physische Rolle zu lenken. Es ergibt sich ein interessantes Spannungsfeld, in dem der Wahrnehmungsfokus des Spielers zwischen diesen beiden Rollen hin- und herpendelt. Je nach Kontext und Situation kann die Aufmerksamkeit mehr auf die digitale Verkörperung im virtuellen Raum oder auf die reale physische Präsenz im tatsächlichen Raum gerichtet sein.

Für die Präsenzforschung und insbesondere für die Erzeugung eines hohen Grades an Immersion ist es daher von entscheidender Bedeutung, eine intensive Auseinandersetzung mit dieser Doppelrolle zu führen. Es gilt, Methoden und Techniken zu entwickeln und einzusetzen, die dazu beitragen, die Aufmerksamkeit des Spielers stärker auf seine digitale Verkörperung im virtuellen Raum zu lenken und die Wahrnehmung der realen Welt zu minimieren. Das grundlegende Ziel besteht darin, den Spieler so weit in die virtuelle Welt zu versetzen, dass er die Rolle des physischen Akteurs im realen Raum vergisst und vollständig in die digitale Realität eintaucht. In Anbetracht dieser Überlegungen formuliert sich die Forschungsfrage:

*Welche Mechanismen sind geeignet, die Wahrnehmung der Rolle im physischen Raum zu minimieren und somit die immersive Präsenz im virtuellen Raum zu maximieren?*

### 4.5.1 Analyse

Wie beschrieben soll zur Identifikation dieser Mechanismen die komplexe Dynamik der Doppelrolle des Spielers in *Spatial Environments* detaillierter untersucht werden. Ein Spieler navigiert in einer dualen Existenz, in der er sich sowohl in der realen als auch in der virtuellen Welt bewegt, was zum ständigen Wechsel des

Wahrnehmungsfokus zwischen diesen beiden Rollen führt. Dies ist eine zentrale Herausforderung für die Entwicklung eines Präsenzgefühls in der virtuellen Umgebung. Eine genauere Untersuchung dieser Dynamik muss allerdings auf einer eingehenden Untersuchung des Präsenzgefühls während immersiver räumlicher Erfahrungen gründen.

## Präsenz

*Präsenz*, im Kontext der Immersion und Virtual Reality, beschreibt ein Gefühl des *Daseins* in der virtuellen Umgebung.<sup>273</sup> In der Fachliteratur wird häufig eine enge Abhängigkeit zwischen *Immersion* und *Präsenz* angenommen. Gelegentlich werden die Begriffe sogar synonym verwendet.<sup>274</sup> Im Zuge dieser Arbeit soll *Präsenz* als Maß verstanden werden, wie umfassend ein Spieler in die Umgebung eingetaucht ist. Eine hohe Präsenz würde demnach darauf hinweisen, dass der Nutzer sich selbst vollständig in der virtuellen Welt verortet, während eine geringe Präsenz bedeutet, dass die Aufmerksamkeit des Nutzers zwischen der virtuellen und der physischen Welt geteilt ist.

Der Grad der Präsenz hängt von verschiedenen Faktoren ab, beispielsweise der sozialen Präsenz: Ein Gefühl der Zusammengehörigkeit oder das Empfinden, mit jemandem zusammen im Raum zu sein, erhöht das Präsenzgefühl. Soziale Präsenz wird daher durch die Qualität der sozialen Interaktionen innerhalb dieser Umgebung definiert, insbesondere dadurch, dass Spieler gemeinsam mit der Umgebung oder miteinander interagieren können sowie dass Aktionen, die durch die Handlungen eines Spielers verursacht werden, deutlich von den anderen Spielern wahrgenommen werden können. Darüber hinaus beschreibt *soziale Präsenz*, ob die Fähigkeit gegeben ist, verbale und nonverbale Signale der menschlichen Kommunikation zwischen den Spielern zu übertragen. Ein besonderer Fokus liegt auf der Intimität und Unmittelbarkeit dieser Kommunikation zur Förderung einer stärkeren sozialen Präsenz.<sup>275</sup>

Ein weiterer Faktor für das Gefühl von Präsenz ist das Gefühl von Realismus. Dieser wird unterteilt in sozialen Realismus und Wahrnehmungsrealismus. Der Ausdruck *sozialer Realismus* bezieht sich auf die Plausibilität einer Mediendarstellung, darauf, wie sehr die präsentierten Interaktionen in der virtuellen Realität denen in der realen Welt entsprechen. *Wahrnehmungsrealismus* hingegen beschreibt, wie authentisch die Umgebung gestaltet ist, wie ähnlich die dargestellten Objekte und Ereignisse tatsächlich Existierendem sind. Ein wichtiger Aspekt dabei ist, wie der Nutzer den Raum wahrnimmt, insbesondere die Befähigung, sich im Raum zu orientieren und die Orientierung virtueller Objekte im selben Raum zu verstehen.<sup>276</sup>

Die Fähigkeit, mit der vermittelten Umgebung zu interagieren, wird als einer der wichtigsten Faktoren für das Entstehen eines Gefühls des Daseins angesehen. Das Bewusstsein, in der virtuellen Welt nicht nur als

<sup>273</sup> Thomas W. Schubert: „A New Conception of Spatial Presence. Once Again, with Feeling“. In: *Communication Theory*, 19 (2009), H. 2, 161–187.

<sup>274</sup> McMahan: *Immersion, Engagement, and Presence*. 2003, S. 68.

<sup>275</sup> Ebd. S. 73 f.

<sup>276</sup> Ebd. S. 75 f.

Beobachtungspunkt, sondern auch als Handlungszentrum zu fungieren, von dem aus alle Spielaktionen ausgehen, verstärkt dieses Gefühl der Präsenz.<sup>277</sup> Während Neitzel in der Betrachtung des klassischen Computerspieldispositivs noch auf den Term *Beobachterperspektive* verweist, kann man in diesem Falle von einer Wahrnehmungsperspektive in ihrem Sinne sprechen.<sup>278</sup>

The key to this approach is that the sense of 'being there' in a VE is grounded on the ability to 'do' there. These ideas have been expressed in other body-centred approaches, in which it is argued that a close match between kinaesthetic proprioception and the stream of sensory data is essential. For example, if the visual flow indicates a walking motion, presence should be increased if the participant's body movements correspond to real walking.<sup>279</sup>

Inwiefern diese natürliche Bewegung beziehungsweise die im Zitat beispielhaft angesprochene Fortbewegung allerdings auch präsenzhemmend wirken kann, zeigt die folgende Analyse der Doppelrolle des Spielers.

## Doppelrolle

In Kapitel 3, Wahrnehmen: sensorische Immersion, wurde das erste Eintreten in den virtuellen Raum behandelt. Dazu wurden Darstellungsmethoden betrachtet, die es den Spielern erlauben, die Präsenz des virtuellen Raums wahrzunehmen und in diesem zu handeln. Das Potenzial des ritualisierten Übergangs wurde herausgestellt, der eine transformierende Wirkung auf die Rolle des Spielers hat. Im Rahmen der in diesem Zusammenhang dargestellten Projekte zeigte sich die Problematik von Konflikten zwischen sich überlagernden Dispositiven, da die schmale Rahmung des Spielgeschehens auf dem Mobilgerät nicht abschirmend genug gegenüber externen Störquellen ist. Die aus den externen Dispositiven wirkenden Subjektivierungsprozesse beeinflussen in diesem Fall die des Spiels, kämpfen mit diesen um die Vorherrschaft der transformativen Wirkung auf den Spieler.<sup>280</sup> Insbesondere im Einsatzszenario von Pervasive Games, die ortsbezogen in der Außenwelt stattfinden, wie den beiden Forschungsprojekten PORTA PRAETORIA C.C.A.A.<sup>281</sup> und BORDER ZONE<sup>282</sup>, wirken die spielexternen Dispositive disruptiv auf die Subjekte des Spiels und lösen immersive Brüche aus.<sup>283</sup> Eine Schlussfolgerung, die daraus im hier behandelten Projekt gezogen wurde, war es, im Rahmen der Möglichkeiten die externalen Störquellen zu modifizieren oder den Spieler von diesen abzuschirmen.

<sup>277</sup> Sanchez-Vives u. Slater: *From Presence to Consciousness through Virtual Reality*. 2005, S. 333.

<sup>278</sup> Neitzel: *Point of View und Point of Action*. 2014, S. 63.

<sup>279</sup> Sanchez-Vives u. Slater: *From Presence to Consciousness through Virtual Reality*. 2005, S. 333.

<sup>280</sup> Agamben: *Was ist ein Dispositiv?* 2008, S. 27.

<sup>281</sup> Porta Praetoria C.C.A.A., Cologne Game Lab, 2019.

<sup>282</sup> Border Zone, Cologne Game Lab, 2021.

<sup>283</sup> Vgl. Kapitel 3.6.5 Diskussion, S. 65.

*Perzeptuelle Immersion* beschreibt einen Zustand, bei der die Sinne des Benutzers so weit wie möglich von der Außenwelt abgeschirmt sind und nur die künstliche, virtuelle Welt wahrgenommen wird.<sup>284</sup> Die geschlossene Bauweise einer VR-Brille macht diese Hardware damit zu einem zweckmäßigen Instrument, insofern sie die primären audiovisuellen Sinne des Nutzers bespielt.

The head-mounted display shrouds the user's head much like the hood that covers the head of a pet falcon. Such falcon-hood immersion derives from not having a choice about where to look. The falcon grows tame under the hood because it is temporarily blind to the larger world.<sup>285</sup>

Diese Abschottung der Sinneswahrnehmungen der realen Welt führt allerdings nicht automatisch zu einer Abkapselung von dieser. Zur besseren Einordnung dieses Phänomens ist es hilfreich, zwischen Wahrnehmung und Apperzeption zu unterscheiden.<sup>286</sup> Während die Wahrnehmung Entitäten und deren Eigenschaften wie Farbe, Form und Textur erkennt, geht die Apperzeption über diese direkte Interaktion hinaus und beinhaltet auch das bewusste Bemerken des Wahrnehmungsprozesses selbst.<sup>287</sup> „With perception we see something. With apperception we notice that we are seeing something.“<sup>288</sup> Diese Selbstwahrnehmung oder Reflexivität der Apperzeption ermöglicht uns eine kritische Einstellung gegenüber dem, was wir wahrnehmen – respektive gegenüber dem, was wir nicht mehr wahrnehmen. Die abschottende Natur der VR-Geräte kann zwar zu einer intensiven Wahrnehmung der virtuellen Umgebung führen, führt jedoch gleichzeitig zu einem Verlust der Wahrnehmung von Reizen der realen Welt. Die Apperzeption lässt die Nutzer dieses Fehlen bestimmter Sinneseindrücke bewusst wahrnehmen und lenkt die Aufmerksamkeit darauf.<sup>289</sup> Dieses Bewusstsein für den Mangel führt zu Unbehagen und einem Gefühl der Wehrlosigkeit.<sup>290</sup> Es findet ein ständiger Wechsel zwischen der bewussten Wahrnehmung von Sinnesreizen der virtuellen und der realen Welt statt, eine periodische Fokusverschiebung der Aufmerksamkeit, um etwaige Gefahrenquellen in der physischen Welt zu identifizieren und gleichzeitig die Inhalte der virtuellen zu erkennen. Der Nutzer wird sich bewusst, dass er in diesem Moment aktiver Akteur in zwei Dimensionen ist, in der physischen Welt und der virtuellen Überlagerung. Diese Doppelrolle hemmt die vollständige Aufmerksamkeitsverschiebung zugunsten der virtuellen Welt und somit Präsenzepfinden sowie Immersion.

Diese doppelte Rolle ist dabei nicht exklusiv den Mixed-Reality-Medien vorbehalten. In seinem Aufsatz *Leaving the Movie Theater* beschreibt Roland Barthes die Fähigkeit des Kinos, ihn in doppelter Hinsicht zu faszinieren:

<sup>284</sup> McMahan: *Immersion, Engagement, and Presence*. 2003, S. 77.

<sup>285</sup> Michael Heim: „The Design of Virtual Reality“. In: *Body & Society*, 1 (1995), H. 3-4, 65–77. S. 72.

<sup>286</sup> Vgl. Kapitel Wahrnehmung, S. 27.

<sup>287</sup> Heim: *The Design of Virtual Reality*. 1995, S. 72.

<sup>288</sup> Ebd.

<sup>289</sup> Ebd.

<sup>290</sup> Muriel D. Lezak, Diane B. Howieson u. a.: *Neuropsychological Assessment*. 5 Aufl., New York: Oxford University, 2012. S. 513.

by the image and by its surroundings – as if I had two bodies at the same time: a narcissistic body which gazes, lost, into the engulfing mirror, and a perverse body, ready to fetishize not the image but precisely what exceeds it: the texture of the sound, the hall, the darkness, the obscure mass of the other bodies, the rays of light, entering the theater, leaving the hall.<sup>291</sup>

Roland Barthes nutzt die Begrifflichkeiten der Psychoanalyse, um zu erläutern, dass das Kinoerlebnis eine narzisstische Faszination mit der Leinwand, also dem Filmgeschehen selbst, sowie ein fetischistisches Interesse an der physischen Realität des Kinos beinhaltet. Trotz der Entwicklung fortschrittlicher Technologien, die das Kinoerlebnis technisch immersiver gestalten sollen, verbleibt beim Betrachter eine anhaltende Dissonanz zwischen der filmischen Wahrnehmung des Leinwandraums und dem Bewusstsein seiner realen Umgebung, dem Zuschauerraum. Dies manifestiert sich häufig in der Empfindung, zwei Körper gleichzeitig zu besitzen – einen innerhalb des filmischen Geschehens und einen außerhalb davon.<sup>292</sup> Fabienne Liptay sieht in dieser Oszillation von Perzeption und Apperzeption den Kern filmischer Immersion.

According to this paradox, we must doubt the possibility of immersion in the sense of a complete absorption. Or, as I would like to suggest, we must redraft the term: as the experience the threshold of an instable in-between zone, wherein the viewer balances between different perceptual offerings.<sup>293</sup>

Allerdings unterscheidet sich dieses filmische Dispositiv und die hier beschriebene Doppelrolle in einigen Punkten signifikant von der in den Mixed Realities. Einerseits handelt es sich nämlich bei diesen um ein interaktives Medium, die Aktionen des Spiels werden vom Spieler ausgelöst und vorangetrieben, er bestimmt durch aktive Teilhabe den Verlauf der Erfahrung. Andererseits wird durch die Einnahme einer subjektiven Wahrnehmungsperspektive<sup>294</sup> und durch körperzentrierte Bewegungsmethoden die Diskrepanz der dargestellten und wahrgenommenen sensorischen Reize reduziert, sodass der Identifikationskörper und der eigene Körper im Einklang sind und es zu weniger immersiven Brüchen kommt.<sup>295</sup> Zuletzt entspringt die oben beschriebene Doppelrolle nicht einer Reflexion der Rezeptionssituation, sondern einem evolutionären Sicherheitsbedürfnis, einer aufgrund der plötzlichen sensorischen Abschottung evozierten Gefahrensensibilisierung.<sup>296</sup> Im Zuge des hier beschriebenen Mixed-Reality-Projektes ist diese Doppelrolle daher nicht Teil der Rezeptionsästhetik, sondern ein immersionshinderlicher Faktor, der die Präsenz der Spieler in diesem Limbus zwischen den Welten hält.

<sup>291</sup> Roland Barthes: *The Rustle of Language*, Berkeley: University of California, 1989. S. 349.

<sup>292</sup> Fabienne Liptay: „Neither Here Nor There. The Paradoxes of Immersion“. In: *Immersion in the Visual Arts and Media*, 86–108. Niederlande: Brill, 2015. S. 88.

<sup>293</sup> Ebd. S. 101.

<sup>294</sup> Vgl. Kapitel Betrachtungsperspektiven, S. 43, und Neitzel: *Point of View und Point of Action*. 2014, S. 77.

<sup>295</sup> Sanchez-Vives u. Slater: *From Presence to Consciousness through Virtual Reality*. 2005, S. 333.

<sup>296</sup> Karlheinz Pfeiffer: „Stress Experienced While Travelling without Sight“. In: *Perceptual and Motor Skills*, 81 (1995), H. 2, 411–417. S. 416.

Diese Formulierung erinnert an die Analysen zum rituellen Übergang: In Arnold van Genneps Beschreibungen von Ritualen spricht er bei der zweiten Phase eines solchen von der Übergangs- oder Schwellenphase. Auf dieses Projekt angewandt würde die erste Phase, die Trennungsphase, ein Loslösen von der Rolle in der physischen Welt beschreiben. In der dritten und letzten Phase, der Inkorporationsphase, erkennt der Spieler seine diegetische Rolle an und empfindet volle Präsenz in der virtuellen Umgebung.<sup>297</sup> Doch wie muss die Übergangsphase gestaltet werden, um diese Transformation zu erreichen?

## Spatial Shifts

Beim Überschreiten einer Schwelle, beispielsweise beim Betreten oder Verlassen eines Raumes, findet eine merkliche Veränderung unserer mentalen Modelle statt. Dieser Vorgang wird als *Spatial Shift* bezeichnet und zeichnet sich durch die Anpassung und Aktualisierung der internen Repräsentationen der Umgebung aus, die durch solche räumlichen Übergänge hervorgerufen werden. Die Veränderung der mentalen Modelle ist kein isolierter Prozess. Vielmehr hat er Auswirkungen auf andere kognitive Funktionen, wie beispielsweise das Erinnerungsvermögen. So kann es vorkommen, dass man vergisst, was man in einem Raum tun wollte, sobald man ihn betreten hat.<sup>298</sup>

In einem Experiment hat Gabriel Radvansky aufgezeigt, dass die Übergänge von einem Raum zum anderen einen Einfluss darauf haben, wie zugänglich Informationen über gerade genutzte Objekte sind. Dieser Effekt wird verstärkt, wenn beim Raumwechsel eine Tür durchschritten wird. Demnach hat nicht nur die neue Umgebung nach einem solchen Wechsel einen Einfluss auf die Gedächtnisprozesse sowie die mentale Darstellung, sondern auch der physische Akt des Übergangs selbst.<sup>299</sup>

At this point, we think that the disruption in memory occurs as a result of moving through doorways because entering a new room is a major change in the current situation, and this requires a person to update their situation model of the environment. [...] Situation model updating requires a relatively large amount of cognitive effort and coordination, which can slow processing and allow for more errors to occur.<sup>300</sup>

Diese Beschreibung deckt sich mit der transformierenden Wirkung, die in den Analysen des Eintretens in die Mixed-Reality-Sphären von PORTA PRAETORIA identifiziert wurde.<sup>301</sup> Der Effekt soll in der Gestaltung immersiver räumlicher Erfahrungen genutzt werden, um den Spieler seine Rolle in der physischen Welt vergessen zu lassen. Dabei soll tatsächlich der Prozess des Übergangsrituals implementiert werden, während

<sup>297</sup> Van Gennep: *Rites of Passage*. 1960, S. 11.

<sup>298</sup> Gabriel A. Radvansky u. David E. Copeland: „Walking through Doorways Causes Forgetting. Situation Models and Experienced Space“. In: *Memory & Cognition*, 34 (2006), H. 5, 1150–1156. S. 1154 f.

<sup>299</sup> Ebd. S. 1154.

<sup>300</sup> Ebd. S. 1155.

<sup>301</sup> Vgl. Kapitel 3.6.5 Diskussion, S. 65.

dessen sich der Spieler von seiner Rolle als Akteur in der physischen Welt löst und in der diegetischen Rolle inkorporiert.

## 4.5.2 Konzeption

Die vorangegangenen Analysen zum Präsenzepfinden verdeutlichen die Intention einiger während der Konzeption und Entwicklung der VR-ZEITREISE getroffenen Designentscheidungen. Die Integration von Mitspielern in einem Co-Location-Spielaufbau,<sup>302</sup> das Ermöglichen einer freien Bewegung im Raum,<sup>303</sup> sowie die Gestaltung einer authentischen Welt zur Steigerung des Realismusempfindens<sup>304</sup> – alle diese Faktoren wirken präsenzbegünstigend, was wiederum die Relevanz des ganzheitlichen Ansatzes zur Entwicklung immersiver Räume aufzeigt.

Um zur zusätzlichen Präsenzsteigerung das Potenzial der Spatial Shifts zu nutzen, sollten verschiedene Übergänge identifiziert und im Rahmen der Möglichkeiten ritualisiert werden. Die Kalibration der Brillenposition mit den Weltankern, so wurde festgelegt, sollte bereits vor dem Spielraum geschehen, sodass die Spieler den Spielraum über eine Schwelle betreten müssen. Insgesamt wurden so vier Übergänge konzipiert (vgl. Abbildung 57).



Abbildung 57: Übergänge mit Spatial Shift in der VR-ZEITREISE

Quelle: Eigene Darstellung

Jeder dieser Übergänge verändert das situative Modell der Spieler, wodurch eine Neu-Evaluation ausgelöst wird, im Zuge derer der Spieler einen Teil der Gedanken- und Wahrnehmungsprozesse, die davor stattgefunden haben, zurücklässt. Die Idee dieser konzeptionellen Entscheidung ist, dass durch diesen Übergang apperzeptionelle Wahrnehmungsprozesse unterbrochen werden und die Spieler den virtuellen Raum ab diesem Moment verhältnismäßig unbeeinflusst von dem, was vorher stattgefunden hat, wahrnehmen können.

## 4.5.3 Umsetzung

Diese Entwicklungsphase konzentrierte sich auf die Gestaltung der Übergänge. Da das Anlegen der VR-Brille bereits den ersten Übergang darstellt, soll (der Konzeption der vorangegangenen Entwicklungsphase eines in den musealen Raum hineinreichenden Worldbuildings folgend) die Einführung in den narrativen Raum

<sup>302</sup> Vgl. Kapitel Soziale Immersion, S. 98.

<sup>303</sup> Vgl. Kapitel Fortbewegungsmethoden, S.94.

<sup>304</sup> Vgl. Kapitel 4.5.2 Konzeption, S. 112.

bereits beim Kontakt mit den Museumsmitarbeitern starten.<sup>305</sup> Ein Mitarbeiterhandbuch beinhaltet Anweisungen zur Begrüßung der Besucher aus einer diegetischen Handlungsposition heraus.<sup>306</sup>

Direkt nach dem Start des Spiels wurde eine leere Umgebung mit einem Hinweis implementiert, dass die Brille noch kalibriert werden müsse und die Spieler dazu bitte den Anweisungen der Mitarbeiter folgen sollten. Die Brillen verfolgen die Controllerposition. Sobald diese auf den vorgesehenen Flächen der Ausgabetheke erkannt wurden, wird der Kalibrierungsvorgang als erfolgreich gewertet und per Vibrationsfeedback an die Mitarbeiter vermittelt.



Abbildung 58: Der physische Wartebereich (links) und seine virtuelle, abstrahierte Version (Mitte). Dieser Zwischenraum, an der Grenze der physischen und der virtuellen Welt, ist inspiriert vom *Construct Room* des Films *The Matrix* (rechts).

Quelle: Links: Ilja Burzev; Mitte: eigene Aufnahmen; rechts: *The Matrix* (1999, TC:0:40:20)

Die Ansicht des Spiels wechselt daraufhin zu einer abstrahierten Version des Wartebereichs (vgl. Abbildung 58). Dieser Übergang repräsentiert den ersten Spatial Shift, von der physischen Welt zur virtuellen. Dass dieser Übergang sanft gestaltet ist, ist essenziell, da die abrupte Verschiebung in eine völlig neue, unbekannte virtuelle Welt häufig negative Effekte wie Desorientierung, Verwirrung und Unbehagen auslösen kann. Durch die schrittweise Transformation des bekannten Wartebereichs in eine abstrahierte virtuelle Variante kann der Besucher sich behutsam an die neue Umgebung gewöhnen. Die Abstraktion des Warteraums zeigt die Wände, Fenster und das Mobiliar in einem neutralen Weißton. Die Mitarbeitertheke, vor der sich die Spieler nach dem Kalibrieren physisch befinden, wird in der virtuellen Realität ebenfalls abstrahiert dargestellt. Sie lässt sich aufgrund der Deckungsgleichheit zwischen virtuellem und physischem Raum haptisch erfahren und dient den Spielern nach der Kalibrierung als taktiler Ankerpunkt, an dem sie sich festhalten und sich der Deckungsgleichheit der Raumsynchronisation versichern können.



Abbildung 59: Links: physischer Wartebereich und abstrahierte virtuelle Repräsentation. Das Hauptaugenmerk liegt auf der Theke, auf der die Controller nach der Positionskalibrierung auf den Ankerpunkten bereit liegen. Rechts: Physischer und virtueller Übergang zum Spielbereich. Sowohl die virtuelle als auch die physische Türöffnung werden während des Spiels geschlossen, im physischen Raum durch einen blickdichten Vorhang.

<sup>305</sup> Vgl. Kapitel 4.5.2 Konzeption, S. 112.

<sup>306</sup> Zimmer: *VR-Zeitreise Mitarbeiterhandbuch*

Der helle, weiße Raum entbehrt aller Details, zeigt lediglich die für den Übergang relevanten Aspekte: die Theke, auf der die Controller zum Aufheben bereitstehen, sowie die Türöffnung zur Rechten, die in den Spielbereich führt (vgl. Abbildung 59). Der Raum stellt einen Zwischenbereich dar, eine Verbindungsbrücke zwischen der physischen und der virtuellen Welt. Er repräsentiert die rituelle Liminalitätsphase des Übergangs von der physischen in die virtuelle Welt, eine Phase, in der die Person weder Teil ihres vorherigen Zustandes noch ihres kommenden Zustandes ist. Die Gestaltung des Raumes wurde an den *Construct Room* aus dem Film *The Matrix* angelehnt, in dem dieser Raum als neutral gestalteter Zugangspunkt zur Weltsimulation dient...<sup>307</sup>

Nach der Kalibrierung der Position sollen die Spieler die Anweisung bekommen, sich nach rechts zu drehen und durch die Tür in den Spielbereich zu treten. Dieser Übergang von der abstrahierten, detailarmen Repräsentation des physischen Warteraums in den visuell ansprechenderen Spielbereich unterstreicht den immersiven Prozess des Eintretens in den virtuellen Raum. Das Überschreiten der virtuellen Türschwelle, die sich mit der Schwelle des physischen Raums deckt, löst darüber hinaus den zweiten Spatial Shift aus, der als eine der zentralen Mechaniken zur Immersionssteigerung innerhalb dieses Projektes angenommen wird...<sup>308</sup>

Der Spielraum hinter dem Übergang, das Labor der Wissenschaftler, ist der Betonästhetik des Museums nachempfunden, um zwar einen eindeutig virtuellen und spielerischen Bereich zu präsentieren, aber keinen zu abrupten und unmittelbaren Sprung in eine gänzlich andere Umgebung zu forcieren. In diesem Bereich werden dem Spieler eine narrative Einführung und ein Tutorial präsentiert. Dies geschieht durch die diegetischen Erzählerfiguren, die Wissenschaftler, die über die gesamte Erfahrung eine narrative Kontinuität gewährleisten und die Spieler auf die Interaktion mit dem virtuellen Raum vorbereiten.



Abbildung 60: Die Umgebung des Spiels im engeren Sinn: der Trödelmarkt im Nürnberg des Jahrs 2050

Quelle: Eigene Aufnahme

Sobald das Tutorial erfolgreich durchlaufen wurde, folgt ein ritualisierter Übergang vom Laborbereich zur Zukunftsumgebung. Dazu soll sich die Spielgruppe in der Mitte des Raumes versammeln, um dann durch eine visuelle Weißblende zum Marktplatz transportiert zu werden. Technisch wird dazu im Peak-Moment der

<sup>307</sup> *The Matrix* The Wachowskis. USA 1999.

<sup>308</sup> Radvansky u. Copeland: *Walking through Doorways Causes Forgetting*. 2006, S. 1154.

Blende das 3D-Modell der Umgebung ausgetauscht. Dieser umfassende Übergang, der den dritten Spatial Shift repräsentiert, führt die Benutzer in eine neu gestaltete, deutlich farbenfrohere und auditiv atmosphärischere Umgebung (vgl. Abbildung 60). Die Erzählerfiguren begrüßen die Benutzer in dieser neuen Umgebung und leiten zur Erkundung der Umgebung an. Nach einer festgelegten Spielzeit findet ein erneuter Wechsel der Umgebung zurück in die initialisierte Laborumgebung statt, was den vierten Spatial Shift darstellt. Im Anschluss an diesen Übergang wird von den Spielern verlangt, den Raum durch die gleiche Tür, durch die sie eingetreten sind, wieder zu verlassen. In der finalen Phase der Interaktion werden die VR-Brillen von den Mitarbeitern entfernt, diese Aktion symbolisiert den letzten Spatial Shift, der den endgültigen Übergang der Benutzer von der virtuellen Realität zurück in die physische Realität markiert.

#### 4.5.4 Reflexion

Die Anwendbarkeit der Spatial Shifts zur Steigerung des Präsenzgefühls konnte erst gegen Ende der Projektlaufzeit getestet werden, als der Raumaufbau im Museum weitestgehend abgeschlossen war. Im Mai 2021, nach Fertigstellung der Mitarbeitertheke und der Spielraumbegrenzung, wurde das System mithilfe eines Feldtests im Zukunftsmuseum evaluiert. An diesem Test nahmen zwölf Mitarbeiter des Deutschen Museums teil, zehn davon waren mit dem Projekt bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht vertraut. Die Teilnehmer wurden während des Spieltests beobachtet, der Fokus lag dabei auf Verhaltensänderungen der Spieler unmittelbar nach den Spatial Shifts. Im Anschluss an den Durchlauf fand eine offene Diskussion mit der Teilnehmergruppe statt.



Abbildung 61: Feldtest nach Fertigstellung der baulichen Maßnahmen im Bereich des VR-Ausstellungsstücks

Quelle: Eigene Aufnahme

Allerdings ist zu beachten, dass die Bedingungen dieses Tests nicht optimal waren. Während der Testphase waren noch Teile des Museums, insbesondere der Warteraum, verhüllt (vgl. Abbildung 61). Dieser Umstand verhinderte, dass der erste Spatial Shift, der sanfte Übergang von der realen Umgebung zu einer abstrahierten Version des Warteraums, wie intendiert stattfinden konnte. Außerdem konnten die Weltanker

aufgrund dieser Bedingungen noch nicht auf der Theke montiert werden. Stattdessen wurde ein provisorisches Set-up verwendet, was zu einer Reduzierung der Kalibrierungspräzision führte.<sup>309</sup> Darüber hinaus konnte das Dispositiv des abgeschlossenen Raums nicht eingehalten werden. Ein Konstruktionsfehler verhinderte das Schließen des Vorhangs, der den virtuellen Spielraum von der realen Umgebung abtrennen sollte. Diese suboptimale Konfiguration musste jedoch in Kauf genommen werden, damit der Test zu diesem Zeitpunkt durchgeführt werden konnte.

Die Beobachtungen deuten auf eine verhaltensändernde Wirkung der räumlichen Übergänge hin. So konnte bei mehreren Probanden eine Verhaltensveränderung festgestellt werden, als sie die Schwelle vom Wartezum Spielbereich überschritten. Ihre Trittsicherheit erhöhte sich und ihre Bewegungsgeschwindigkeit nahm zu, was auf ein gesteigertes physisches Präsenzgefühl hindeutet. Außerdem nahm die Kommunikation mit spielexternen Personen ab, was darauf hindeutet, dass die Probanden stärker in die Spielwelt eingetaucht waren. Des Weiteren ließ sich eine Verschiebung der Diskussionsinhalte innerhalb der Gruppe beobachten: Nach dem Spatial Shift vom Labor zum virtuellen Marktplatz bestanden die Diskussionen weniger in der Analyse der VR-Technik oder der Grafikqualität und verstärkt in spielbezogenen Absprachen. Dies deutet auf eine gesteigerte Einbindung der Spieler nach dem Übergang hin. Nach Beendigung des Spieltests konnte festgestellt werden, dass die Probanden einige Aussagen wiederholt äußerten. Es wurde vermehrt Verblüffung darüber kundgetan, „wieder zurück“ in der realen Welt zu sein. Einige Teilnehmer gaben an, dass sie sich während des Spiels „vollkommen drin“ gefühlt hätten.<sup>310</sup>

#### 4.5.5 Diskussion

Das in diesem Kapitel betrachtete Präsenzempfinden, das fokussierte Agieren in der Rolle im virtuellen Raum, soll als letzter Aspekt der kognitiven Immersion definiert werden. Das Selbstverständnis, Akteur im wahrgenommenen Raum zu sein, wird durch die Aspekte der Verkörperung (Embodiment) sowie der Einbindung (Engagement) befördert. Dennoch wird Präsenz als eigenständiger Punkt definiert, da sie den letzten Schritt der kognitiven Immersion darstellt. Die empfundene Präsenz soll dabei als Spektrum verstanden werden, als kontinuierliche Verortung zwischen der Rolle der physischen Welt und jener der virtuellen. Ein hohes Präsenzempfinden verschiebt die Rolle in Richtung der virtuellen Umgebung.

Die aus den Beobachtungen während des Playtests gewonnenen Erkenntnisse deuten darauf hin, dass die Implementierung von Spatial Shifts eine wirksame Methode zur Verschiebung des Präsenzempfindens hin zur Rolle in der virtuellen Umgebung darstellen kann. Allerdings waren wie bereits erläutert die Erhebungsumstände zum Zeitpunkt des Feldtests nicht ideal und lassen keine belastbaren Rückschlüsse zu. Es zeigte sich, dass weitere Untersuchungen im regulären Ausstellungsbetrieb notwendig waren, um detailliertere Erkenntnisse über die Mechanismen und Bedingungen dieser Präsenzsteigerung zu gewinnen. Die bis dahin

<sup>309</sup> In Abbildung 61 ist der Kalibrierungsvorgang auf dem losen Brett dargestellt.

<sup>310</sup> Jonas Zimmer: *Projekt Holodeck Playtest Notes*. 2021.

gewonnenen Erkenntnisse führten aber bereits zur Formulierung der Hypothese, dass Spieler, die vor dem Betreten des Spielraums der VR-ZEITREISE kalibriert werden und die virtuelle Türschwelle überschreiten müssen, um den Raum zu betreten, ein höheres Gefühl der Präsenz in der Erfahrung berichten werden als Spieler, die keine Türschwelle passieren müssen. Diese Hypothese sollte im Zuge eines Experimentes, das in Kapitel 4.7 beschrieben wird, überprüft werden.

## 4.6 Die VR-Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg

Die Entwicklungsphase endete mit der Eröffnung des Museums am 17. September 2021, seitdem haben mehr als 19.600 Besucher die VR-ZEITREISE erlebt.<sup>311</sup> Die finale Version des Projekts soll hier beschrieben werden.<sup>312</sup> Das Ausstellungsstück befindet sich zum Zeitpunkt der Fertigstellung der vorliegenden Dissertation als thematischer Abschluss am Ende der Ausstellung des Zukunftsmuseums.<sup>313</sup> Die Anwendung ermöglicht bis zu vier Spielern die gleichzeitige Erkundung und Bespielung einer 75 m<sup>2</sup> großen dedizierten Spielfläche. Um die freie Exploration zu gewährleisten, nutzt das Spiel kabellose VR-Brillen mit Inside-Out-Tracking-Technologie.<sup>314</sup> Die Zielgruppe besteht aus der kompletten Bandbreite der Museumsbesucher, Kernzielgruppe sind Menschen zwischen 16 und 39 Jahren mit wenig bis keiner VR-Erfahrung.



Abbildung 62: Der Spielbereich ist vom Wartebereich durch eine Trockenbauwand separiert, der Zugang mit einem Vorhang verschlossen (links). Der Mitarbeiterbereich besteht aus einer Ausgabetheke und zwei eingelassenen Informationsbildschirmen. Auf der Theke befinden sich die Kalibrierungspunkte des Weltankers (mittig). Der Spielbereich ist mit einem Raster versehen, um dem Inside-Out Tracking Kontrastpunkte zu liefern (rechts).

Quelle: Eigene Aufnahmen

Die Spielfläche wurde – wie beschrieben – als abgeschlossener Raum konzipiert, der Spieler von Außenstehenden abschirmt. Zwei Trockenbauwände unterteilen die Fläche in Wartebereich und Spielbereich, ein Vorhang am Eingang schirmt die Spieler weiter ab und verhindert den direkten Blick neuer Spieler in den Raum. In die Trockenbauwand wurden zwei Computer montiert, die über eingelassene Monitore im Wartebereich Informationen zum Spiel zeigen und als Administratoren-Zugangspunkt für die Mitarbeiter dienen. Auf der Mitarbeitertheke wurden die Weltanker zur Synchronisation von virtuellem und realem Raum montiert (vgl. Abbildung 62).<sup>315</sup>

Der Spielbereich ist mit einem unregelmäßigen Muster an Boden und Wänden verziert, das vom Muster des Holodecks in *Star Trek* inspiriert ist. Dieses Design bietet den VR-Brillen die nötigen Kontrastpunkte zur präzisen Verortung (vgl. Abbildung 62, rechts). Der so gestaltete Spielbereich zeigt sich als eine von extern

<sup>311</sup> Deutsches Museum: *Jahresbericht 2021*. 2022, S. 118.

Deutsches Museum: *Jahresbericht 2022*. 2023, S. 133.

<sup>312</sup> Siehe auch Projektbeschreibung im Anhang 8.1.4 VR-Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg, S. VIII.

<sup>313</sup> Jonas Zimmer u. Ilja Burzev: *VR Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg - Atmospheric Trailer*. In: YouTube, 2022. URL: <https://youtu.be/GycjEp19qUM> (03.07.2023).

<sup>314</sup> Meta Quest 2, Meta Platforms 2020, Android.

<sup>315</sup> Vgl. Kapitel Spatial Anchoring, S. 93.

wirkenden Kräftelinien abgeschirmte Zone, die ein geschlossenes Dispositiv ermöglicht. Mit dem Überschreiten der virtuellen Türschwelle betreten die Spieler den Spielbereich und lassen die wirkenden Subjekte der physischen Welt hinter sich..<sup>316</sup>

Um einen planbaren Ablauf im Museum zu gewährleisten, ist die Laufzeit des Spiels auf eine feste Zeitspanne beschränkt. Auf diese Weise konnten wir feste Zeitfenster definieren, die nach dem Betreten des Museums gebucht werden, sodass alle 20 Minuten eine neue Gruppe Spieler die VR-ZEITREISE betritt. Der Spielablauf ist in fünf Abschnitte aufgeteilt, die im Folgenden detailliert beschrieben werden (vgl. Abbildung 63).

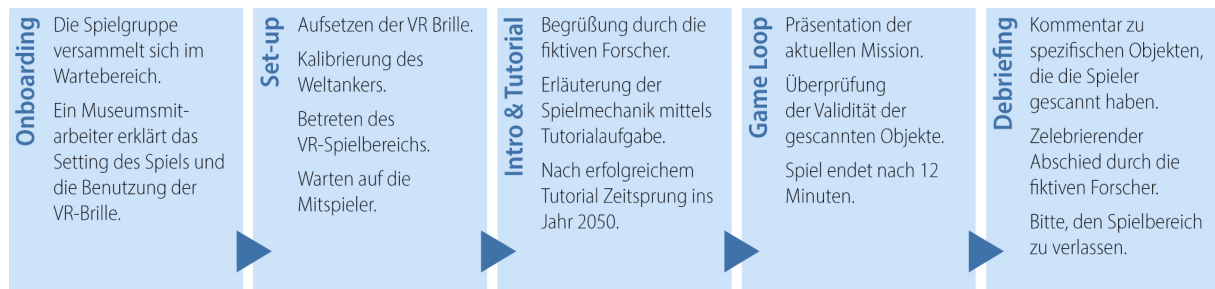


Abbildung 63: Spielablauf der VR-Zeitreise

Quelle: Eigene Darstellung

Der narrative Raum wird bereits im Wartebereich eröffnet, mittels eines Onboarding-Prozesses, geleitet durch die Mitarbeiter des Museums. Zum gebuchten Zeitpunkt versammelt sich die Gruppe von bis zu vier Spielern im Wartebereich der VR-ZEITREISE. Dort erhalten die Spieler eine kurze Einführung zur bevorstehenden Erfahrung und zur Handhabung der VR-Controller. Die narrative Einweisung geschieht intradiegetisch: Die Mitarbeiter wurden geschult, auf die beiden fiktiven Forscher wie auf reale Kollegen zu verweisen. Auch die VR-Brillen werden, dem Narrativ folgend, als *Raumzeit-Projektionsbrillen* bezeichnet, die von der fiktiven Forscherin und Kollegin Alex Blütenbach entwickelt wurden..<sup>317</sup> Diese diegetische Einleitung führt zu einer ersten Kontaktaufnahme mit der virtuellen Erfahrung, sie bereitet die Besucher thematisch auf das kommende Erleben vor. Unterstützt wird sie von einer begleitenden Gestaltung des Innenraums, Artefakte aus der virtuellen Welt sind ausgestellt, auf einem Monitor zeigen sich Stellenausschreibungen für Forschungsassistenten, verfasst von den beiden fiktiven Forschern. Diese thematische Vorbereitung folgt den Prinzipien eines Vergnügungsparks, in dem die Besucher, bereits während sie auf die Attraktionen warten, auf diese vorbereitet werden sollen. Durch die Einbindung des Narrativs in den vorgelagerten Raum, mithilfe thematischer Gestaltung und Bespielung durch die Mitarbeiter, soll die Perspektive der Besucher geändert werden: vom Blick eines Außenstehenden (wie dem symbolischen Blick durch ein Schaufenster) zu einem Erleben aus der Erfahrung selbst heraus, einer Positionierung innerhalb des immersiven Raums..<sup>318</sup>

For the visitor, the pre-show functions as an initiation to the fictional world of the ride. It creates expectations and raises tension; even the practical information and warnings about behavior work towards this

<sup>316</sup> Vgl. Kapitel Spatial Shifts, S. 127.

<sup>317</sup> Zimmer: *VR-Zeitreise Mitarbeiterhandbuch*

<sup>318</sup> Freyermuth: *Vegas, Disney, and the Metaverse*. 2022, S. 81.

goal. The pre-show also helps to produce the immersive experience by gradually dissolving the border separating the physical world and the virtual world of the screen, even though this takes place in the sphere of play and the willing suspension of disbelief.<sup>319</sup>

Wie in der Konzeption entworfen setzt sich der Onboarding-Prozess in der Set-up-Phase fort. An einer Theke erhalten die Spieler ihre VR-Brillen und werden nach dem Aufsetzen zu einem Informationsbildschirm geführt, der sie zum Warten auffordert. Nach der Kalibrierung befinden sie sich in einer vereinfachten Version des Wartebereichs und werden angeleitet, in den Labor-Spielbereich zu treten. Dieser Raum kann bereits erkundet werden, während sie auf Mitspieler warten. Nach erfolgreicher Vorbereitung aller Spieler startet ein Mitarbeiter das Spiel von außen über eine Administratorenkonsole (vgl. Abbildung 64).



Abbildung 64: Links: Administratoren-Ansicht auf das Spielgeschehen über einen Bildschirm bei der Mitarbeitertheke. Rechts: Der virtuelle Laborraum, in dem sich die Spieler für Intro und Outro befinden, ist mit seiner Betonästhetik der Gestaltung des Museums nachempfunden. Die beiden virtuellen leitenden Forscher kommunizieren mittels Telepräsenzdrohnen mit den Spielern.

Quelle: Eigene Aufnahmen

Es folgt eine narrative Einführung in das Spiel durch die beiden fiktiven leitenden Wissenschaftler.<sup>320</sup> Ein Tutorial erklärt die Spielmechanik, Objekte zu inspizieren sowie ihre Eigenschaften zu analysieren und sie anschließend mithilfe des Transmitters als mögliche Lösungsobjekte zu scannen. Nachdem das Tutorial erfolgreich bestanden worden ist, werden die Spieler gebeten, sich in der Mitte des Raumes zu sammeln, um den Zeitsprung durchzuführen. Es folgt eine Weißblende, während der die Umgebung ausgetauscht wird und die Spieler nun unter freiem Himmel auf dem Trödelmarkt im Jahr 2050 stehen.<sup>321</sup> Auf diesem Markt startet nun der zentrale Game Loop: Die Spieler müssen aus 42 interaktiven Objekten diejenigen identifizieren, die zur aktuellen Anfrage des Transmitters passen. Dazu heben sie die Objekte auf, lesen die angezeigten Analyseinformationen und entscheiden dann über die Relevanz für die aktuelle Aufgabe. Zur Überprüfung, ob das Objekt passend ist, legen die Spieler es in den Transmitter und betätigen an diesem einen Hebel zum Scannen. Auditives und visuelles Feedback zeigen den Erfolg oder Misserfolg an, im ersten

<sup>319</sup> Erkki Huhtamo: „Encapsulated Bodies in Motion. Simulators and the Quest for Total Immersion“. In: *Critical issues in electronic media*, Hrsg. von Simon Penny, 159–186. Albany: State University of New York, 1995. S. 171.

<sup>320</sup> Jonas Zimmer: *VR Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg - Gameplay Video*. In: YouTube, 2022. URL: <https://youtu.be/AhzyTtlhAYU> (03.07.2023). TC 0:00:14.

<sup>321</sup> Ebd. TC 0:03:00.

Fall wird auf dem Bildschirm eine neue Mission generiert.<sup>322</sup> Informationen über mögliche Zukunftsentwicklungen werden durch kontextuelles Environmental Storytelling transportiert. Ein Wein aus einem Anbaug Gebiet im südlichen Alaska verdeutlicht beispielsweise die negativen Entwicklungen der Erderwärmung und fungiert als passendes Scanobjekt im Rahmen der Missionen *Biologische Vielfalt* und *Klimawandel*.

Die Missionen sind recht breit gestaltet, um diverse Lösungswege zu eröffnen; dabei erlaubt fast jede Mission eine eher optimistische sowie eine eher pessimistische Lösung. Die Mission zum Gebiet *Bildung & Erziehung* erlaubt beispielsweise einen adaptiven Nachhilfe-Roboter zur individuellen Förderung des Kindes, sowie ein Kuscheltier mit allerlei Sensoren zur Vollüberwachung der kindlichen Körperfunktionen. Ziel ist es, einen Diskurs unter den Spielern anzuregen. Da alle Spieler im gleichen Raum sind und keine Kopfhörer tragen, sondern die Lautsprecher der Oculus-Quest-Brille mit offener Bauweise benutzen, können sie untereinander kommunizieren und sich zur Lösung der Mission absprechen. Daher wurde die Master-Lautstärke der Umgebungsgeräusche und der Soundeffekte reduziert, um einen Kompromiss zwischen atmosphärischer Geräuschkulisse und Kommunikationsfähigkeit der Spieler zu schaffen. Neben den Daten, die durch die Analyse der Objekte erlangt werden, gibt es auch in der Spielumgebung einige Informationsquellen (vgl. Abbildung 65).<sup>323</sup>



Abbildung 65: Beispiele für Environmental Storytelling. Eine Anzeigetafel an einer Hauswand zeigt Lokalnachrichten (links). Eine historische Häuserfassade dient als Fläche für Wahlwerbung (mittig). Die Nürnberger Abfallbetriebe nutzen zur Leerung der Mülltonnen ein Geschwader von Drohnen, die Spieler können die Leerung durch Befüllen des Mülleimers am Markt selbst auslösen (rechts).

Quelle: Eigene Aufnahmen

Nach dem Ablauf der Spielzeit kommt es erneut zu einer Weißblende und die Spieler befinden sich wieder zurück im Labor.<sup>324</sup> Die beiden Wissenschaftler starten ein Debriefing, in dem sie zunächst allgemein über das Gesehene und Erlebte sprechen, um schließlich spezifische Objekte zu kommentieren, die während der aktuellen Spielsitzung gescannt worden sind. Anschließend öffnen sich die Türen des virtuellen Labors wieder und die Forscher bitten die Spieler, nach draußen zu gehen und ihre VR-Brillen abzulegen.<sup>325</sup> Die Mitarbeiter nehmen diese entgegen und verabschieden die Spieler zurück ins Museum.

<sup>322</sup> Ebd. TC 0:04:20.

<sup>323</sup> Ebd. TC 0:6:35.

<sup>324</sup> Ebd. TC 0:11:05.

<sup>325</sup> Ebd. TC 0:12:10.

## 4.7 Evaluation der VR-Zeitreise

Zur Überprüfung, ob die getroffenen Designentscheidungen zu einem höheren immersiven Erleben führen, wurde die VR-ZEITREISE nach ihrer Veröffentlichung befragt. Im Mittelpunkt der Untersuchung stand das immersionssteigernde Potenzial der Spatial Shifts. Das Experiment wurde vor Ort im Museum durchgeführt. Die zugrunde liegende Hypothese lautet:

*Spieler, die vor dem Betreten des Spielraums der VR-ZEITREISE kalibriert werden und die virtuelle Türschwelle überschreiten müssen, um den Raum zu betreten, werden ein höheres Gefühl der Immersion und Präsenz in der Erfahrung berichten im Vergleich zu Spielern, die im Spielraum selbst kalibriert werden und keine Türschwelle passieren müssen.*

Damit einher geht eine Unterhypothese, dass aufeinanderfolgende Schwellenüberschreitungen das Gefühl der Präsenz über das jeweils vorherige Niveau hinaus erhöhen:

*Die immersionssteigernden Wirkungen sequenzieller Schwellenüberschreitungen wirken in kumulativer Weise auf das Präsenzepfinden.*

Die Erhebung fand in zwei Phasen statt: im Rahmen einer Beobachtungsstudie, die im August 2022 durchgeführt wurde, sowie einer anschließenden Nutzerstudie mit 250 Teilnehmern im April 2023. Die Stichprobe bestand aus regulären Museumsbesuchern des Deutschen Museums Nürnberg, die an der VR-ZEITREISE teilnahmen.

### 4.7.1 Beobachtungsstudie

In der Vorstudie wurde eine Beobachtungsuntersuchung zur Identifikation der für die Immersion relevanten Faktoren durchgeführt. Bei dieser begleitete ich das Museumspersonal über zwei Tage und analysierte das Verhalten der Spieler. In meiner Funktion als Beobachter agierte ich aus drei verschiedenen Perspektiven. Erstens nahm ich selbst an der VR-Erfahrung teil und war als zusätzliches Mitglied in Gruppen von Spielern eingebunden. Dies vermittelte mir einen ersten Einblick in die direkte Interaktion und Kommunikation innerhalb der virtuellen Umgebung sowie in die Wahrnehmung des virtuellen Raumes aus der Spielerperspektive. Zweitens positionierte ich mich physisch in der Ecke des Spielraums, um das Bewegungs- und Interaktionsverhalten der Spieler aus einer Außenperspektive zu beobachten. In dieser Rolle war ich für die Spieler nicht sichtbar und konnte ihre natürlichen Reaktionen und Verhaltensweisen in der VR-Umgebung verfolgen. Zuletzt nutzte ich den Administratorbildschirm, der eine Vogelperspektive auf den Spielraum bietet, um Bewegungsverhalten und -muster der Spieler zu analysieren. Diese Perspektive bietet die Möglichkeit, die gesamte Szene zu überblicken und Verhaltensmuster der Gruppe zu erfassen, die aus den anderen Positionen weniger offensichtlich sein könnten. Die Kombination dieser drei Beobachtungspositionen ermöglichte es

mir, ein umfassendes Verständnis für das Verhalten der Spieler in der VR-ZEITREISE zu entwickeln und Hypothesen über die Faktoren zu formulieren, die das Gefühl der Präsenz beeinflussen könnten. Die Beobachtungen wurden vereinzelt um Fragen nach den sozialen Strukturen einer Spielgruppe ergänzt, um so in den Bewegungsabläufen beobachtete Gefüge zu validieren.

Es konnte ein deutlicher Anstieg in der Bewegungsgeschwindigkeit und -souveränität der Spieler beobachtet werden, sobald sie die Schwelle vom Wartebereich zum Spielraum überschritten. Dies lässt darauf schließen, dass der räumliche Übergang eine signifikante Änderung in der Wahrnehmung und dem Verhalten der Spieler bewirkte, was möglicherweise auf den Spatial Shift zurückzuführen ist. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die Interaktionssicherheit unter den Spielern stark mit ihren sozialen Beziehungen korrelierte. Spieler, die in engen sozialen Beziehungen zueinander standen (beispielsweise Geschwister oder enge Freunde), hielten signifikant weniger Abstand zueinander als zu weniger bekannten Mitspielern. Dieses Verhalten deutet auf eine hohe soziale Immersion in der virtuellen Umgebung hin und bietet wertvolle Einblicke in die Wechselwirkungen zwischen realen sozialen Beziehungen und dem Verhalten innerhalb der VR-Erfahrung.

Basierend auf diesen Beobachtungen wurde in der Folge ein Versuchsdesign für das Experiment erstellt, das darauf abzielt, diese Phänomene genauer zu untersuchen. Im Mittelpunkt dieses Experimentes stand die Untersuchung der Auswirkungen des Schwellenübergangs als unabhängige Variable. Es wurde postuliert, dass dieser Spatial Shift maßgeblich zum Präsenzgefühl (und damit zur Immersion) der Spieler in die VR-Umgebung beiträgt und dass das Überschreiten einer Schwelle in den Spielraum einen entscheidenden Unterschied für das Immersionsgefühl der Spieler machen könnte. Die abhängige Variable in diesem Experiment war die wahrgenommene Immersion, die sowohl physische als auch soziale Aspekte beinhaltet. Die physische Immersion bezieht sich dabei auf das Maß an Präsenz und Handlungssouveränität, das die Spieler in der virtuellen Umgebung erlebten, während die soziale Immersion das Ausmaß der Interaktion und der wahrgenommenen sozialen Bindung unter den Spielern innerhalb der VR-Umgebung widerspiegelt.

### 4.7.2 Experiment

Im April 2023 wurden über den Zeitraum von zwei Wochen die Besucher der VR-ZEITREISE gebeten, an einem Experiment teilzunehmen.<sup>326</sup> Ziel war die Überprüfung der oben stehenden Hypothese, das Überschreiten der Schwelle in den Spielbereich würde das immersive Potenzial steigern. Dazu wurden zwei Besuchergruppen gebildet. Die Experimentalgruppe, die das Spiel regulär spielte, sowie die Kontrollgruppe, die zu Spielbeginn im Spielbereich kalibriert wurde und somit den Übergang vom Wartebereich ausließ. Während des Experimentalzeitraums wurden alle Teilnehmer der VR-ZEITREISE bei ihrer Ankunft im Wartebereich begrüßt und über die laufende Studie informiert. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig, der Besuch der

---

<sup>326</sup> Jonas Zimmer: *Project Holodeck | Experiment: Evaluating the Impact of Spatial Shifts on Immersion Quality* In: YouTube, 2023. URL: [https://youtu.be/cTYX\\_ZQuZS0](https://youtu.be/cTYX_ZQuZS0) (17.08.2023).

VR-ZEITREISE nicht daran gebunden. Die Erhebungen zur Kontrollgruppe wurden von mir durchgeführt, diejenigen zur Experimentalgruppe durch die Mitarbeiter des Museums. Die Informationen zur Studie wurden von einem Skript abgelesen, um Einheitlichkeit sicherzustellen.



Abbildung 66: Versuchsaufbau, Ankerpunkt der Kontrollgruppe im Spielbereich

Quelle: Eigene Darstellung/Aufnahmen

Nachdem die Museumsbesucher ihre Einwilligung zur Teilnahme an der Studie gegeben hatten, wurden sie gebeten, den ersten Teil des Fragebogens auszufüllen, der demografische Daten sowie Informationen über ihre Immersionstendenz sammelte. Im Anschluss daran wurde den Teilnehmern die Interaktion mit dem Spiel und die Verwendung des VR-Headsets erklärt. Die Teilnehmer der Kontrollgruppe wurden daraufhin in den Spielbereich geführt. Hier wurden sie nacheinander kalibriert und das Spiel wurde gestartet (vgl. Abbildung 66). Die Teilnehmer der Experimentalgruppe hingegen wurden regulär an der Mitarbeitertheke kalibriert und anschließend gebeten, den Spielbereich eigenständig zu betreten. Nach Abschluss der VR-Erfahrung füllten die Teilnehmer den zweiten Teil des Fragebogens aus, der dazu diente, ihre empfundene Präsenz im virtuellen Raum zu ermitteln. Teilnahmeberechtigt waren alle Besucher der VR-ZEITREISE, die der Teilnahme zustimmten, mindestens 14 Jahre alt waren, Deutsch sprachen und eigenständig den Fragebogen lesen sowie ausfüllen konnten. Die Zuweisung zu den Gruppen erfolgte auf wöchentlicher Basis: In der ersten Woche des Experiments wurde die Kontrollgruppe getestet, in der zweiten Woche die Experimentalgruppe.

Die abhängigen Variablen umfassen das empfundene Präsenzgefühl während der VR-ZEITREISE sowie eine Selbsteinschätzung des Wahrnehmungsfokus zwischen virtuellem Raum und realem Raum. Diese Variablen wurden mithilfe zweier Fragebogen erfasst, wobei der erste Fragebogen vor und der zweite nach der VR-ZEITREISE ausgefüllt wurde.<sup>327</sup> Im ersten Fragebogen wurde neben den demografischen Angaben auch die immersive Tendenz des Probanden erhoben. Diese soll als Kontrollvariable genutzt werden, um tiefere Immersion nicht auf Gruppenzusammenstellung zurückführen zu können. Sie wurde mit dem *Immersive Tendencies Questionnaire* erhoben (vgl. Tabelle 5).<sup>328</sup>

<sup>327</sup> Vergleiche Anhang 8.1.5 Fragebogen: VR-Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg, S. XI.

<sup>328</sup> Bob G. Witmer u. Michael J. Singer: „Measuring Presence in Virtual Environments. A Presence Questionnaire“. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7 (1998), H. 3, 225–240.

Tabelle 5: Immersive Tendencies Questionnaire (ITQ18). Beantwortung auf einer Skala von 1 (*stimme gar nicht zu*) bis 7 (*stimme voll zu*)

| Item ID | Frage                                                                                                                                                     |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ITQ 01  | Es fällt mir leicht, in Filme oder TV-Serien einzutauchen.                                                                                                |
| ITQ 02  | Ich vertiefe mich manchmal so sehr in eine Serie oder ein Buch, dass Außenstehende Schwierigkeiten haben, meine Aufmerksamkeit zu bekommen.               |
| ITQ 03  | Ich fühle mich im Moment geistig aufmerksam.                                                                                                              |
| ITQ 04  | Ab und zu werde ich so sehr in einen Film hineingezogen, dass ich die Dinge um mich herum nicht mehr wahrnehme.                                           |
| ITQ 05  | Ich identifiziere mich oft mit einem Charakter in einer Geschichte.                                                                                       |
| ITQ 06  | Ich fühle mich beim Spielen eines Videospiele manchmal so vertieft, als wäre ich mitten im Spielgeschehen und nicht außerhalb, den Bildschirm anschauend. |
| ITQ 07  | Ich fühle mich heute körperlich fit.                                                                                                                      |
| ITQ 08  | Ich kann äußere Ablenkungen gut abschirmen, wenn ich mit etwas beschäftigt bin.                                                                           |
| ITQ 09  | Wenn ich im Fernsehen Sport anschau, bin ich manchmal so in das Geschehen vertieft, dass ich reagiere, als wäre ich einer der Sportler.                   |
| ITQ 10  | Ich versinke manchmal so sehr in einem Tagtraum, dass ich die Dinge um mich herum nicht mehr wahrnehme.                                                   |
| ITQ 11  | Ich habe schon einmal einen Traum gehabt, der so realistisch war, dass ich mich nach dem Aufwachen desorientiert gefühlt habe.                            |
| ITQ 12  | Ich vertiefe mich manchmal so sehr in eine Sportart, dass ich die Zeit vergesse.                                                                          |
| ITQ 13  | Ich kann mich gut bei unterhaltsamen Aktivitäten konzentrieren.                                                                                           |
| ITQ 14  | Ich spiele regelmäßige Videospiele (1 entspricht „Nie“, 7 entspricht „Im Durchschnitt jeden Tag oder jeden zweiten Tag“).                                 |
| ITQ 15  | Ich werde manchmal sehr nervös, wenn ich eine Verfolgungsjagd oder Kampfszene im Fernsehen oder Kino sehe.                                                |
| ITQ 16  | Ich habe mich schon einmal bei etwas Unheimlichem in einer Fernsehsendung oder einem Film erschrocken.                                                    |
| ITQ 17  | Manchmal fühle ich mich auch Stunden nach dem Ende eines grusigen Films noch ängstlich und nervös.                                                        |
| ITQ 18  | Manchmal vertiefe ich mich so sehr in eine Tätigkeit, dass ich jegliches Zeitgefühl verliere.                                                             |

Die individuelle immersive Tendenz des Probanden wurde aus dem gewichteten Mittel der Antworten im Fragebogen berechnet. Um die interne Konsistenz des Fragebogens zu bestimmen, wurde Cronbachs Alpha für die 18 Fragen berechnet. Die interne Konsistenz war zufriedenstellend, mit Cronbachs  $\alpha = .76$ .

Tabelle 6: Multimodal Presence Scale (MPS). Beantwortung auf einer Skala von 1 (*stimme gar nicht zu*) bis 7 (*stimme voll zu*)

| Item ID | Frage                                                                                                       |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MPS 01  | Ich empfand die virtuelle Umgebung als realistisch.                                                         |
| MPS 02  | Mir war während des Durchquerens der virtuellen Welt bewusst, was in der realen Welt um mich herum geschah. |
| MPS 03  | Mein Erleben in der virtuellen Umgebung stimmte mit meinem Erleben in der realen Welt überein.              |
| MPS 04  | Während meines Aufenthalts in der virtuellen Umgebung hatte ich das Gefühl, wirklich „dort“ zu sein.        |
| MPS 05  | Ich hatte Angst, in andere Spieler zu laufen.                                                               |
| MPS 06  | Ich hatte das Gefühl, dass sich die Menschen in der virtuellen Umgebung meiner Anwesenheit bewusst waren.   |
| MPS 07  | Ich hatte das Gefühl, dass mein virtueller Körper in der Simulation ein Teil von mir war.                   |
| MPS 08  | Ich fühlte mich von Außenstehenden beobachtet.                                                              |
| MPS 09  | Ich hatte das Gefühl, in einer belebten Stadt zu sein.                                                      |
| MPS 10  | Ich hatte das Gefühl, mich frei im Raum bewegen zu können.                                                  |

Im zweiten Fragebogen wurde das Gefühl der Präsenz in der VR-ZEITREISE mit der *Multimodal Presence Scale* erfasst, die Aspekte der physischen, sozialen und selbst wahrgenommenen Präsenz berücksichtigt.<sup>329</sup> Der

<sup>329</sup> Guido Makransky, Lau Lilleholt u. a.: „Development and Validation of the Multimodal Presence Scale for Virtual Reality Environments. A Confirmatory Factor Analysis and Item Response Theory Approach“. In: *Computers in Human Behavior*, 72 (2017), 276–285.

originale Fragebogen zu dieser Skala umfasst Fragen zur Wahrnehmung umgebender NPCs, die in diesem Projekt nicht relevant waren. Diese Fragen wurden angepasst, um die Wahrnehmung der Präsenz umgebender Mitspieler und Museumsbesucher zu erfassen (vgl. Tabelle 6).

Während der Erhebung zeigte sich, dass einige der Probanden Verständnisprobleme mit der Formulierung von drei Fragen hatten (MPS 02, MPS 06 und MPS 08). Bei der Bewertung der Fragen wurde regelmäßig auf die Mitspieler im Raum Bezug genommen statt auf den musealen Raum sowie außenstehende Museumsbesucher. Die Berechnung der internen Konsistenz des Fragebogens war unzureichend (Cronbachs  $\alpha = .62$ ). Die drei Fragen wurden daher aus der Berechnung der empfundenen Präsenz exkludiert, diese wurde aus dem gewichteten Mittel der Antworten auf die verbleibenden sieben Fragen berechnet. Nach der Entfernung konnte die interne Konsistenz auf einen akzeptablen Wert gesteigert werden (Cronbachs  $\alpha = .70$ ).

Das finale Frage-Item des Fragebogens war eine Selbsteinschätzung des Aufmerksamkeitsfokus, um die Doppelrolle des Spielers über den Verlauf des Spiels zu erheben (vgl. Abbildung 67). Sie wurde als visuelle Analogskala gestaltet, in der die Spieler frei auf einer Skala von *reale Umgebung* bis *virtuelle Umgebung* markieren sollten, wo sie sich während der jeweiligen Spielabschnitte selbst verortet haben.



Abbildung 67: Visuelle Analogskala zur Selbsteinschätzung des Wahrnehmungsfokus

Quelle: Eigene Darstellung

Die Probanden wurden dabei gebeten: „Geben Sie bitte je Spielabschnitt an, zu welchem Grad Sie sich in der realen oder in der virtuellen Umgebung fühlten. Kreuzen Sie dazu einfach frei auf der Skala an.“ Die vier Spielabschnitte waren der Vorraum, die Einleitung im Labor, das eigentliche Spiel auf dem Trödelmarkt und schließlich die abschließende Besprechung im Labor. Den Probanden wurde ein Beispiel zum korrekten Ankreuzen gezeigt.

### 4.7.3 Ergebnis

Nach der Datenbereinigung, die den Ausschluss unvollständiger Fragebogen beinhaltete (Skalentest nicht beantwortet), wurden von den ursprünglich 250 Probanden insgesamt  $N = 203$  Probanden für die endgültige Analyse berücksichtigt. Die Kontrollgruppe bestand aus  $n_{Kon} = 97$  Teilnehmern, die Experimentalgruppe aus  $n_{Exp} = 106$ . Das Durchschnittsalter der Gesamtstichprobe liegt bei 36,3 Jahren (Quartile 19–50), die Probanden

waren überwiegend männlich (vgl. Tabelle 7). 89 Probanden gaben an, bereits VR-Vorerfahrung zu haben ( $n_{Exp} = 43$ ,  $n_{Kon} = 46$ ), 15 Personen hatten die VR-ZEITREISE schon einmal besucht ( $n_{Exp} = 11$ ,  $n_{Kon} = 4$ ). Eine Stichprobenanalyse zeigt keine relevanten Unterschiede in der Altersverteilung und ebenfalls keine relevanten Unterschiede in der Verteilung der immersiven Tendenz (vgl. Tabelle 8). Die Stichproben sind daher vergleichbar.

Tabelle 7: Demografische Verteilung der Stichproben

| Stichprobe             | Alter |       |       |       |       |       |       |      | Geschlecht |          |        | k. Angabe |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------------|----------|--------|-----------|
|                        | < 20  | 20–29 | 30–39 | 40–49 | 50–59 | 60–69 | 70–79 | > 79 | männlich   | weiblich | divers |           |
| <i>N</i>               | 52    | 36    | 30    | 26    | 30    | 12    | 10    | 4    | 106        | 95       | 1      | 1         |
| <i>n<sub>Exp</sub></i> | 30    | 17    | 10    | 11    | 10    | 7     | 8     | 3    | 47         | 49       | 1      | 0         |
| <i>n<sub>Kon</sub></i> | 22    | 19    | 20    | 15    | 20    | 5     | 2     | 1    | 59         | 46       | 0      | 1         |

Tabelle 8: Datensätze (N), Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD) für die Variablen je Stichprobe

| Stichprobe             | Alter |       |       | Immersion Tendenz |      |      | Selbsteinschätzung Präsenz |      |      |
|------------------------|-------|-------|-------|-------------------|------|------|----------------------------|------|------|
|                        | N     | M     | SD    | N                 | M    | SD   | N                          | M    | SD   |
| <i>n<sub>Exp</sub></i> | 102   | 36,64 | 16,36 | 106               | 4,27 | ,739 | 106                        | 4,85 | ,091 |
| <i>n<sub>Kon</sub></i> | 96    | 36,71 | 21,19 | 97                | 4,34 | ,840 | 97                         | 4,54 | ,095 |

Die Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der erhobenen Variablen finden sich in Tabelle 9. Es zeigt sich, dass die immersive Tendenz negativ mit dem Alter korreliert ( $r = -.246$ ,  $p < .01$ ). Die erhobene empfundene Präsenz während der VR-ZEITREISE korrelierte mit der immersiven Tendenz ( $r = .277$ ,  $p < .01$ ) sowie der Gruppenzuweisung ( $r = .167$ ,  $p < .05$ ).

Tabelle 9: Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD) und Korrelationen der Variablen

|                              | M     | SD    | 1     | 2       | 3      |
|------------------------------|-------|-------|-------|---------|--------|
| 1 Gruppe                     | 0,522 | ,50   |       |         |        |
| 2 Alter                      | 36,67 | 18,81 | -,002 |         |        |
| 3 Immersive Tendenz          | 4,31  | ,79   | -,040 | -,246** |        |
| 4 Selbsteinschätzung Präsenz | 4,70  | ,94   | ,167* | ,042    | ,227** |

\*  $p < .05$ \*\*  $p < .01$ 

In der Hypothese wurde angenommen, dass die empfundene Präsenz bei der Experimentalgruppe höher ist, da diese vor dem Raum kalibriert wurde. In einem T-Test für unabhängige Stichproben zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen dem Präsenzepfinden der Kontrollgruppe ( $M = 4,54$ ,  $SD = 0,93$ ) und der Experimentalgruppe ( $M = 4,85$ ,  $SD = 0,93$ ),  $t(201) = -2,40$ ,  $p = .017$ .

In der Unterhypothese wurde die kumulative Wirkung sequenzieller Schwellenüberschreitungen postuliert. Dazu wurde die Selbstverortung auf der visuellen Analogskala der letzten Frage analysiert (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10: Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) für die Variable *Präsenz-Selbstverortung* auf der visuellen Analogskala

| Stichprobe             | Vorbereitung |      | Einleitung |      | Trödelmarkt |      | Ende  |      |
|------------------------|--------------|------|------------|------|-------------|------|-------|------|
|                        | M            | SD   | M          | SD   | M           | SD   | M     | SD   |
| <i>n<sub>Exp</sub></i> | 0,271        | ,026 | 0,691      | ,022 | 0,784       | ,020 | 0,684 | ,023 |
| <i>n<sub>Kon</sub></i> | 0,299        | ,027 | 0,672      | ,023 | 0,755       | ,021 | 0,673 | ,024 |

Eine ANOVA mit Messwiederholung mit vier Messzeitpunkten zu den jeweiligen Spielphasen zeigte einen Haupteffekt für die Spielphase,  $F(3, 201) = 236,00$ ,  $p < .001$ . Es findet sich keine Interaktion zwischen der Stichprobe und den Messzeitpunkten,  $F(3, 201) = 0,573$ ,  $p = .633$ . Die Post-hoc-Tests für die Spielphasen zeigen einen signifikanten linearen [ $F(1, 201) = 335,21$ ,  $p < .001$ ] und quadratischen Trend [ $F(1, 201) = 269,83$ ,  $p < .001$ ]. Das Profildigramm in Abbildung 68 illustriert die Ergebnisse der Varianzanalyse.

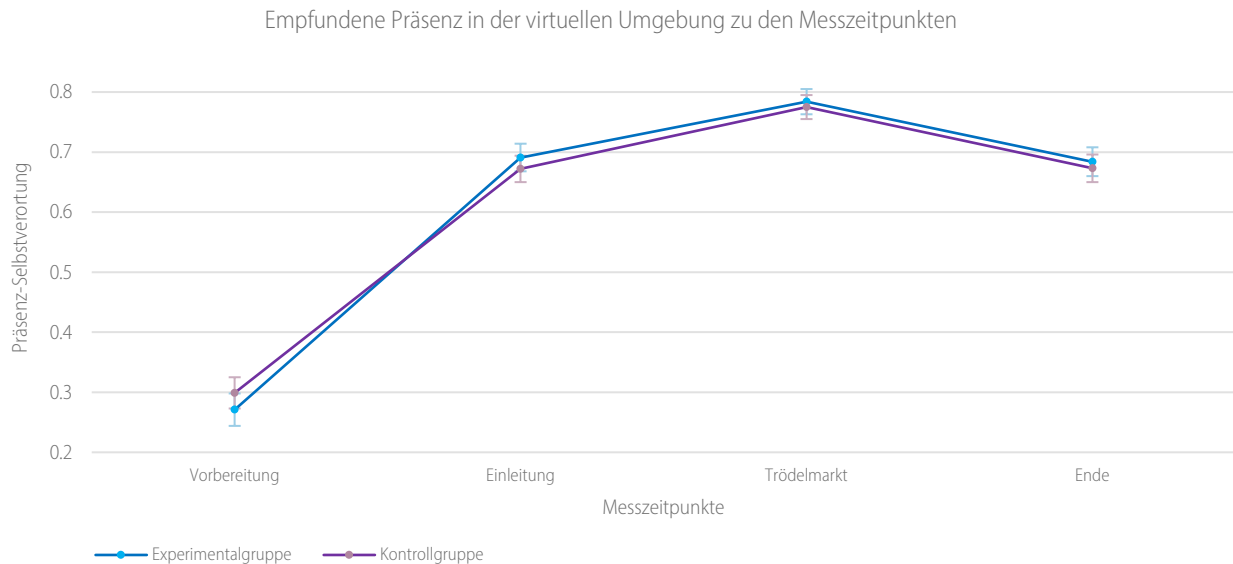


Abbildung 68: Verlauf der Mittelwerte der Präsenz-Selbstverortung (0 = im physischen Raum bis 1 = im virtuellen Raum) für die Experimentalgruppe (blau) und Kontrollgruppe (lila), vergleiche Teil 4 des Fragebogens. Die Fehlerbalken zeigen die Standardabweichungen. Messzeitpunkte definieren distinkte Spielabschnitte, an denen sich die Probanden im virtuellen Raum befanden.

Quelle: Eigene Darstellung

#### 4.7.4 Diskussion

Die Erhebung konnte einen signifikanten Anstieg des selbst eingeschätzten Präsenzepfindens bei der Experimentalgruppe gegenüber der Kontrollgruppe feststellen. Das Überschreiten der Türschwelle und der so ausgelöste Spatial Shift unterstützt die Spieler dabei, ihre Rolle in der physischen Welt zurückzulassen und die diegetische Rolle im virtuellen Raum anzunehmen. Dieses Ergebnis stützt die aufgestellte Hypothese, dass Spieler, die vor dem Betreten des Spielraums der VR-ZEITREISE kalibriert werden und die virtuelle Türschwelle überschreiten müssen, ein höheres Gefühl der Immersion und Präsenz in der Erfahrung berichten.

Die Daten zeigen außerdem, dass die immersive Tendenz mit zunehmendem Alter abnimmt. Dabei zeigt sich, dass die empfundene Präsenz zwar mit der individuellen Immersive Tendency korreliert, jedoch keine signifikante Korrelation mit dem Alter zeigt ( $p = .042$ ). Daraus kann auf den Erfolg des Spielkonzepts bei der Gestaltung einer immersiven und unterhaltsamen Anwendung für eine breite Zielgruppe geschlossen werden.

Die kumulative Wirkung sequenzieller Spatial Shifts kann durch eine Analyse der Selbstverortung auf der visuellen Analogskala festgestellt werden. Es zeigt sich ein signifikanter linearer und quadratischer Trend über die Spielphasen. Die Analyse verdeutlicht, dass der Übergang der Labor- zur Marktumgebung als Spatial Shift innerhalb der Anwendung den Grad des Präsenzepfindens weiter steigerte. Dies geschah unabhängig

von der Stichprobe, das heißt, es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede der Selbsteinschätzung zwischen der Kontroll- und der Experimentalgruppe. Es zeigte sich, dass der Schritt zurück von der Markt- in die Laborumgebung die Spieler nahezu exakt auf den gleichen Grad der Präsenzwahrnehmung zurücksetzte, den sie vor dem Wechsel zum Markt gehabt hatten. Dies deckt sich mit der Theorie Radvanskys, wonach Wahrnehmungsprozesse an das *situative Umgebungsmodell* geknüpft sind.<sup>330</sup> Eine Rückkehr in ein bereits besuchtes situatives Modell reaktiviert die Wahrnehmungsprozesse, die dort stattgefunden haben, und lässt die Spieler ihren dort empfundenen Grad der Präsenz erinnern. Dieser Umstand deutet eine bedeutende weitere Funktion eines Spatial Shifts an: Nicht nur kann durch den Einsatz eines solchen das Präsenz- und Immersionsgefühl der Spieler vertieft werden, durch die Möglichkeit, in bereits besuchte Umgebungen zurückzukehren, kann der Grad der Immersion sukzessive reduziert werden, um so eine sanfte Rückführung der Spieler in die physische Welt zu ermöglichen.

---

<sup>330</sup> Radvansky u. Copeland: *Walking through Doorways Causes Forgetting*. 2006, S. 1155.

## 4.8 Die kognitive Immersion – Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde die zweite Stufe des immersiven Prozesses untersucht, die kognitive Immersion. Diese Stufe stellt den Übergang von der bloßen Wahrnehmung der virtuellen Umgebung zur Selbstverortung innerhalb und aktiven Beteiligung an der Spielwelt dar. Dabei wurden die Fragen gestellt, wie Spieler ihre eigene Körperlichkeit und jene der Mitspieler im virtuellen Raum wahrnehmen und verorten (Verkörperung), wie eine Flow-induzierende Spielmechanik und eine spannende Narration dazu beiträgt, den Spieler einzubinden (Einbindung), und wie die Kombination dieser Aspekte dazu beitragen kann, dass Spieler das Gefühl entwickeln, als Akteur in der virtuellen Welt präsent zu sein (Präsenz). Antworten auf diese Fragen wurden durch eine Analyse der Entwicklungsprozesse im *Project Holodeck* gefunden, das in der Virtual-Reality-Erfahrung VR-ZEITREISE IM DEUTSCHEN MUSEUM kulminierte.

Die Ergebnisse dieses Kapitels verdeutlichen die multifaktoriellen Einflüsse der einzelnen Aspekte auf das Empfinden einer kognitiven Immersion durch die Spieler. Es wurde festgestellt, dass die drei identifizierten Aspekte Verkörperung, Einbindung und Präsenz nicht isoliert voneinander betrachtet werden können, sondern sich gegenseitig beeinflussen und verstärken. Die Designprozesse bei der Gestaltung einer immersiven räumlichen Erfahrung müssen daher einem ganzheitlichen Ansatz folgen. Eine intuitive und reibungslose Interaktion mit der virtuellen Umgebung, eine die Aufmerksamkeit-fokussierende Spielhandlung und eine sorgfältige Einbettung des Projekts in den realen Raum vertiefen die empfundene Präsenz der Spieler in der Spielumgebung und führen dadurch zu einer höheren Immersion. Nach der eingehenden Erörterung dieser Aspekte und ihrer wechselseitigen Beziehungen werden die gewonnenen Erkenntnisse in einem zusammenfassenden Überblick gebündelt. Diese Synthese ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung der kognitiven Immersion und erlaubt einen Einblick in die wesentlichen Paradigmen, die für die Gestaltung immersiver Erfahrungen von Bedeutung sind.

**Verkörperung.** Die Wahrnehmung des virtuellen Raums, des eigenen Körpers und der Handlungsfähigkeit im virtuellen Raum ist der Aspekt, der am engsten an den Aspekt der Wahrnehmung aus der Prozessstufe der sensorischen Immersion gekoppelt ist. Der virtuelle Körper muss es ermöglichen, als Referenzpunkt für die im Spiel evozierten Reize und als Ausgangspunkt der Spielerhandlungen zu dienen. Er sollte vertraut wirken, um einen leichteren Zugang zu ermöglichen. Im besten Fall kann er durch wahrnehmbare Affordanzen direkt das interaktive Potenzial mit der Umgebung formulieren, sodass ein intuitiver Umgang mit dem Körper ermöglicht wird. Neben dem eigenen Körper muss auch die Körperlichkeit eventueller Mitspieler natürlich wahrnehmbar sein. Zur Steigerung der sozialen Immersion müssen nonverbale Kommunikationsformen zwischen den Akteuren des virtuellen Raums ermöglicht werden.

**Einbindung.** Die Einbindung des Spielers in den virtuellen Raum geschieht situativ, abhängig vom Schwerpunkt der zugrunde liegenden Erfahrung. Ludische immersive Erfahrungen bedienen sich des Spieler-Empfindens von Flow, dem Zustand des völligen Aufgehens in der Spielmechanik. Hier sticht insbesondere die Kombination aus physischer Aktivität sowie dynamischem Herausforderungslevel hervor, die dem Medium immanent sind und hohes Flow-Potenzial mit sich bringen. Demgegenüber binden erzählerische immersive Erfahrungen den Spieler durch die Narration und positionieren ihn in einer aktiven Rolle innerhalb des Erzählraums. Bei der Gestaltung des Spielraums sollte unabhängig vom Schwerpunkt der Erfahrung auf zwei Aspekte geachtet werden: Zunächst sollte er als konsistente Umgebung implementiert werden, die mithilfe von Environmental Storytelling ihre eigene Narration transportiert. Außerdem sollte der interaktive Raum als spielerischer Probierraum umgesetzt werden, unabhängig von der Zielführung der *Playful Activities*.

**Präsenz.** Die Präsenz bezieht sich auf das subjektive Gefühl des Spielers, physisch in der virtuellen Umgebung zu existieren. Dies erweckt ein Problem der Doppelrolle, da der Spieler gleichzeitig in der realen und virtuellen Welt agiert. Präsenz dient als Indikator für die Verortung in der virtuellen Umgebung: hohe Präsenz impliziert eine vollständige Selbstverortung in der virtuellen Welt, während geringe Präsenz eine geteilte Aufmerksamkeit zwischen beiden Welten signalisiert. Dieses Empfinden profitiert von umfassender Verkörperung und starker Einbindung. Zur Steigerung der Präsenz hilft die Designmethode der Spatial Shifts, räumlicher Schwellenübergänge, die eine Aktualisierung des mentalen Modells der Spieler fördern, wodurch sie sukzessive ihre physische Rolle vergessen.

Diese Zusammenfassung beleuchtet die wesentlichen Faktoren, die die kognitive Immersion beeinflussen, und stellt einen Leitfaden für die Gestaltung von immersiven Spiel-Erlebnissen dar. Sie zeigt die Notwendigkeit einer umfassenden, ganzheitlichen Herangehensweise auf, die alle Aspekte der kognitiven Immersion berücksichtigt und darauf abzielt, den Spielern ein kohärentes Erlebnis zu bieten. Abschließend lässt sich festhalten, dass die Prozessstufe der kognitiven Immersion bereits ein Stadium intensiver, immersiver Erfahrung darstellt. Es ist die Stufe, in der die Spieler vollständig in der virtuellen Welt präsent sind und sich mit der Umgebung und den Handlungen, die sie ausführen, intensiv identifizieren. Es wurden während der beschriebenen Spieltests Fälle beobachtet, in denen das Präsenzepfinden der Spieler so stark war, dass sie das Bewusstsein für ihre physische Existenz vorübergehend vergaßen und ganz in der virtuellen Erfahrung aufgingen.<sup>331</sup> Diese Intensität des Eintauchens kann in vielen Anwendungsfällen bereits ausreichend sein und bietet den Nutzern ein fesselndes und befriedigendes Erlebnis.

---

<sup>331</sup> In zwei Fällen stürzten Teilnehmer der VR-ZEITREISE beispielsweise, da sie sich am im Tutorial dargestellten Tisch abstützen wollten.

## Kapitel 5

# Versinken: emotionale Immersion

*Ein letztes Aufblitzen und das Bildschirmlicht erlischt. In der Dunkelheit des Raumes ist nur noch das stetige Surren des Computers zu hören. Doch im Kopf des Spielers ist das Erlebte noch lebendig. Sein Herz schlägt noch im Rhythmus der virtuellen Welt. Das echoende Lachen des Antagonisten, die kalte Glätte der Waffen in seiner Hand, das grüne Schimmern des Zaubertranks. Die Schlachtrufe hallen in seinen Ohren nach. Das Spiel ist vorbei, doch er ist noch immer gefangen – in den nachhallenden Emotionen und in den Erinnerungen an die virtuelle Welt. Seine Hände zittern nach wie vor vom letzten Gefecht. Ein seltsames Gefühl von Verlust überkommt ihn. Ein Verlangen, zurück in die Welt zu gehen, die er gerade verlassen hat.*

Dieses Kapitel konzentriert sich auf die dritte und letzte Stufe des immersiven Prozesses, die emotionale Immersion. Sie soll als *Versinken* bezeichnet werden, als das vollständige Abtauchen im neuen, den Spieler umgebenden Medium, bis die Welt außerhalb vergessen wird. Es handelt sich um ein vollständiges Loslösen von allen äußeren Einflüssen und die Erreichung des Zustandes absoluter Immersion. In diesem Kapitel sollen anhand des Forschungsprojektes FEAR//ANXIETY Methoden beleuchtet werden, die diese Auflösung begünstigen. Die emotionale Immersion bezeichnet eine umfassende Verortung des Spielers innerhalb des virtuellen Raums, die über die bloße Empfindung von Präsenz hinausgeht. Hierbei spielt vor allem das Gefühl, innerhalb des virtuellen Raums eigenständige Entscheidungen treffen zu können, eine Rolle. Diese Handlungsmacht positioniert den Spieler in einer den Spielverlauf aktiv gestaltenden Rolle. Durch emotionale Involvierung wird das empfindsame Selbst des Spielers im virtuellen Raum verortet, was zu tiefgreifenden Erlebnissen führen kann. Zum Abschluss wird in diesem Kapitel die Frage der ethischen Implikationen von emotionaler Immersion diskutiert. Dabei muss immer wieder reflektiert werden, ob eine Gestaltung des virtuellen Raumes zur umfänglichen Erreichung eines emotional immersiven Zustandes wirklich notwendig ist. Es geht darum, zu verstehen, wie dieses Wissen genutzt werden kann, um überzeugende und gleichzeitig ethisch verantwortungsvolle immersive Erfahrungen zu gestalten.

## 5.1 Methodologie

Das folgende Kapitel betrachtet die dritte Prozessstufe der Immersion, die emotionale Immersion. Das Kapitel folgt einer analytischen Betrachtung der Entwicklungsprozesse des psychologischen Forschungsprojekts *Fear//Anxiety*. Das Projekt versucht, eine immersive Laborerfahrung zur Erhebung von Persönlichkeitsdaten zu schaffen. Es werden zwei zentrale Aspekte dieser Stufe des immersiven Prozesses identifiziert werden: *Handlungsmacht (Agency)* und *Emotionale Involviertheit (Emotional Involvement)*. Das Projekt implementiert die beiden Aspekte in einem iterativen Entwicklungsprozess, das Kapitel folgt strukturell diesen Entwicklungsphasen (vgl. Abbildung 69).

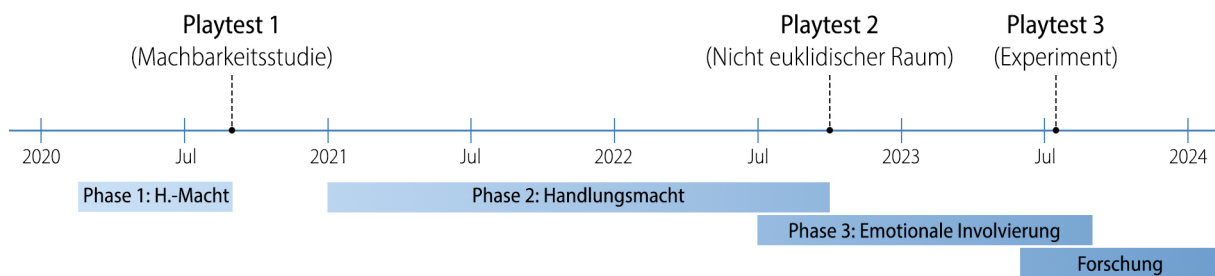


Abbildung 69: Zeitleiste des Projekts FEAR//ANXIETY: Der Entwicklungsprozess folgt den thematischen Phasen der Handlungsmacht und Emotionale Involviertheit (unten), deren Fortschritt in iterativen Playtests evaluiert wurde (oben). Dargestellt sind nur die formalisierten Playtests, die internen Tests waren deutlich engmaschiger.

Quelle: Eigene Darstellung

Der erste Aspekt, Handlungsmacht, beschreibt die Fähigkeit eines Spielers, den Ablauf dessen, was im immersiven Raum erlebt wird, selbst zu gestalten. In den zugehörigen Entwicklungsphasen wurden Methoden zum Aufbrechen der Grenzen des das Spiel umgebenden physischen Raums untersucht, wodurch dem Spieler die freie Erkundung eines großen virtuellen Raums ermöglicht wird. Die Qualität der Methoden wurde durch iterative Tests, zunächst in Form von Labortests, später dann mit Feldtests evaluiert. Die zweite Entwicklungsphase integriert den Aspekt der emotionalen Involviertheit. Dieser bezieht sich auf den Aufbau einer emotionalen Verbindung zwischen Spieler und Erfahrung, die in einer vollständigen Verortung des Spielers innerhalb des virtuellen Raums mündet. Die Wirksamkeit der emotionalen Involviertheit auf die empfundene Immersion wurde im Zuge eines Experiments überprüft. Die Entwicklungsprozesse werden in den folgenden Kapiteln ausführlich analysiert, die aus den Reflexionen hervorgegangenen Erkenntnisse im Diskussionskapitel jeder Entwicklungsphase besprochen.

## 5.2 Erhebungsraum – Projekt Fear//Anxiety

Seit Anfang 2020 wird im Rahmen einer zum Zeitpunkt des Abschlusses der Dissertation noch laufenden Forschungsk Kooperation zwischen dem Institut für Differentielle und Biologische Psychologie der Universität Bonn und dem Cologne Game Lab der TH Köln am Projekt FEAR//ANXIETY gearbeitet.<sup>332</sup> Das Projekt wurde mit dem Ziel ins Leben gerufen, fundierte biologische Einblicke in die Primäremotionen Angst und Furcht zu gewinnen und daraus therapeutische Maßnahmen für die Behandlung von Angststörungen, Panikattacken und Phobien abzuleiten. Obwohl bereits Belege für die Trennung von Furcht und Angst aus tierexperimentellen Studien vorliegen, ist die Datenlage bei Humanstudien noch dünn. Verhaltensanordnungen im Labor sind meist artifiziell und wenig realistisch, während Forschung im Feld oft an fehlender Verallgemeinerbarkeit auf unterschiedliche Situationen und Zeitpunkte sowie mangelnder Kontrolle situativer Variablen und Berechnung von Reliabilitätsmaßen leidet.<sup>333</sup> Immersive Erfahrungen eröffnen hier jedoch vollkommen neue Perspektiven: Das Ziel des Forschungsprojektes ist es, eine experimentelle virtuelle Laborumgebung zu entwickeln, die eine realistische Differenzierung von Angst und Furcht in angewandten Situationen ermöglicht. Diese Forschung soll das Verständnis der biologischen Grundlagen dieser Emotionen verbessern und die Anwendbarkeit für die Behandlung von Angststörungen, Panikattacken und Phobien untersuchen. Angestoßen wurde das Projekt von Martin Reuter vom Institut für Psychologie der Universität Bonn und mir, es startete mit einer Machbarkeitsstudie im Verlauf des Jahres 2020. Seit Anfang 2021 wird es von der Daimler und Benz Stiftung gefördert.

Seit Projektbeginn leite ich die Konzeption und Entwicklung von FEAR//ANXIETY, die von einem wechselnden Projektteam des Cologne Game Lab umgesetzt wird. Das Team bestand über den Verlauf des Projekts aus drei wissenschaftlichen Mitarbeitern und zwei studentischen Hilfskräften aus dem Studiengang Digital Games. Ergänzt wurde es durch Studierende, die im Rahmen eines Forschungspraktikums 3D-Grafiken erstellten. In meiner Rolle als Projektleiter, Creative Director und leitender Programmierer war ich maßgeblich an der Konzeptionsphase beteiligt, sicherte die Einhaltung der wissenschaftlichen Vision während der Umsetzungsphase und evaluierte den Projektzustand mittels Spieltests.

Das Projekt untersucht die grundlegenden Unterschiede zwischen Angst und Furcht mit Methoden der virtuellen Realität. Für die Datenerhebung werden Testpersonen in realistisch wirkende VR-Szenarien versetzt und ihre Reaktionen erfasst. Die Probanden bewegen sich dabei durch labyrinthartige Räume in einem bedrohlich wirkenden virtuellen Laborgebäude (vgl. Abbildung 70). Innerhalb dieses Szenarios sollen durch spielinterne Mechaniken die Emotionen Angst und Furcht ausgelöst und die Verhaltensreaktionen und Reaktionszeiten der Probanden auf diese Reize gemessen werden. Das Projekt folgt dabei der *Revised Reinforcement Sensitivity*

<sup>332</sup> Fear//Anxiety, Cologne Game Lab. Universität Bonn, 2023 (Meta Quest 2).

<sup>333</sup> Vgl. D. Caroline Blanchard: „Translating Dynamic Defense Patterns from Rodents to People“. In: *Neurosci Biobehav Rev*, 76 (2017), H. Pt A, 22–28.

*Theory* (rRST) von Jeffrey Gray, die auf tierexperimentellen Arbeiten basiert.<sup>334</sup> Die Ergebnisse der Untersuchung sollen mit genetischen Markern und Persönlichkeitsdaten der Probanden abgeglichen werden. Im Laufe des dreijährigen Förderprojekts wird geprüft, ob sich mithilfe der VR-Daten die Unterschiede bezüglich der jeweiligen Persönlichkeitsmerkmale bei Angst und Furcht validieren lassen und ob sich das Verhalten der Testpersonen vorhersagen lässt.



Abbildung 70: Konzeptzeichnung der Virtual-Reality-Umgebung in FEAR//ANXIETY

Quelle: Iuliia Chesnokova, Cologne Game Lab

Damit innerhalb des VR-Experiments authentische und naturgetreue Reaktionen der Probanden evoziert werden, ist es notwendig, die Erfahrung so zu gestalten, dass die tiefste Ebene des immersiven Prozesses erreicht wird. Die Rolle des Spielers in der physischen Welt soll vollständig vergessen, die Aufmerksamkeit in der virtuellen Umgebung gebündelt werden. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, die Testumgebung als hochimmersiven Raum zu gestalten. In diesem Raum sollen die Probanden in der Lage sein, frei und intuitiv zu agieren und sich vollständig darin zu verorten.

Dieses Ziel einer möglichst realistischen und immersiven Gestaltung des Testraumes bildet den Fokus der in diesem Kapitel beschriebenen Entwicklungsphasen. Um die Interaktionskomplexität mit dem Experiment niederschwellig zu halten, wurde wie bei der VR-ZEITREISE auf eine artifizielle Bewegungsmethode verzichtet. Der physische Raum, in dem das Experiment stattfindet, ist mit 32 m<sup>2</sup> verhältnismäßig klein. Um dennoch genügend Entscheidungs- und Konfrontationssituationen zu präsentieren, wurde auf einen experimentellen Raumaufbau zurückgegriffen. Darüber hinaus sollte, wie im vorangegangenen Projekt, ein Dispositiv des abgeschlossenen Raums genutzt werden, um die Probanden von externen disruptiven Subjektivierungen abzuschirmen.

<sup>334</sup> Martin Reuter, Andrew J. Cooper u. a.: „A new Measure for the Revised Reinforcement Sensitivity Theory. Psychometric Criteria and Genetic Validation“. In: *Frontiers in Systems Neuroscience*, 9 (2015).

### 5.3 Handlungsmacht: Fear//Anxiety – Entwicklungsphase 1

Die durch den physischen Raum evozierten Limitierungen der virtuellen Umgebung dämpfen das immersive Potenzial der VR-ZEITREISE. Regelmäßig müssen aus Sicherheitsgründen die Grenzen des Spielbereichs in der ansonsten offen gestalteten Umgebung des virtuellen Marktplatzes eingeblendet werden, eine konstante Erinnerung an die wirkenden Limitierungen der physischen Welt. Diese Begrenzung limitiert auch den für Interaktionen zur Verfügung stehenden Raum, was dem Spieler stets verdeutlicht, dass seine Handlungsfähigkeit an den durch den umgebenden Raum definierten Grenzen endet. Um die Ziele des Forschungsprojektes zu FEAR//ANXIETY zu erreichen, musste eine immersive Umgebung geschaffen werden, die den Spieler mit vielen empirisch erhebbaren Situationen konfrontiert. Dazu braucht es Raum für die Interaktionen und die Situationen, was zur Formulierung der Forschungsfrage führte:

*Wie kann die Limitierung des physischen Raums in virtuellen Umgebungen überwunden werden, um Nutzern eine scheinbar grenzenlose Erkundungserfahrung zu ermöglichen?*

Im Zuge dieses Projekts sollten daher Methoden entwickelt werden, die die Limitierungen des physischen Raums aufbrechen und den virtuellen Raum erweitern. Gleichzeitig sollte der Einsatz dieser Technologien vor den Nutzern verborgen werden, um immersive Brüche zu vermeiden. Eine rein visuelle Vergrößerung des Raums reicht dabei nicht, der Nutzer soll ermächtigt werden, einen Raum zu erkunden, der endlos erscheint. In einem ersten Schritt sollte diese Technologie im Zuge einer Machbarkeitsstudie umgesetzt und evaluiert werden. Die Studie wurde zwischen März und August 2020 durchgeführt. Der Prototyp wurde von mir entworfen und gemeinsam mit zwei studentischen Hilfskräften umgesetzt.

#### 5.3.1 Analyse

Die Fortbewegung im virtuellen Raum ist die zentrale Form der Interaktion in immersiven virtuellen Räumen. Wie sich in den Analysen zur Fortbewegung im vorangegangenen Forschungsprojekt zeigte, ermöglichen es Raumerfassungssysteme den Anwendern, ihre Umgebung realitätsnah zu erkunden, indem sie gewährleisten, dass diese sich natürlich fortbewegen können.<sup>335</sup> Ein Problem entsteht jedoch daraus, dass die Positionsveränderungen in der virtuellen Umgebung gespiegelt werden, wodurch die Größe des virtuellen Raums durch die Größe des physischen Raums limitiert wird. Um diese Limitierung aufzubrechen, wurden für FEAR//ANXIETY diverse Umlenkungstechniken entwickelt, die verhindern, dass die Spieler an die Grenzen des physischen Raums stoßen.

---

<sup>335</sup> Vgl. Kapitel Fortbewegungsmethoden, S.94.

## Umlenkungstechniken

Dabei gibt es offensichtliche Umlenkungstechniken, deren Einsatz nicht vor den Spielern verborgen wird. Beispiele für diese Techniken sind die Teleportation oder die Fortbewegung durch visuelle Metaphern wie eine Rolltreppe oder ein Laufband.<sup>336</sup> Sie sind für den Benutzer erkenntlich und werden oft durch visuelle Strategien zur Dämpfung der Motion Sickness induzierenden Sinnesreizungen des vestibulären Systems begleitet. Dazu werden kurze Schwarzblenden oder eine Verengung des *Fields of View* genutzt. Der Einsatz offensichtlicher Umlenkungsmethoden scheidet als primäre Option für den hier gewünschten Einsatzzweck aus, da sie, ähnlich wie artifizielle Fortbewegungsmethoden, den Nutzer an die Limitierungen des Raums erinnern, seinen Fokus zurück in den realen Raum führen und damit die Präsenz reduzieren.<sup>337</sup>

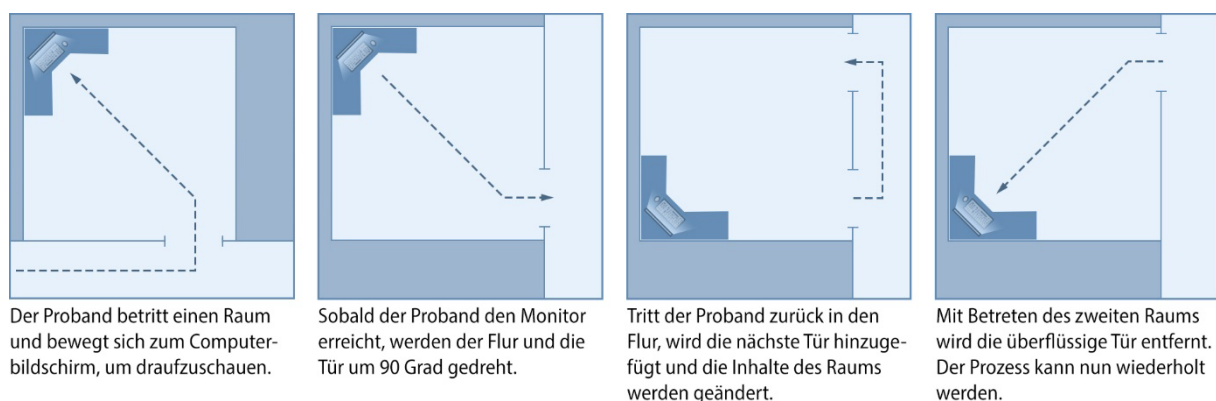


Abbildung 71: Subtile Umgebungsmanipulation durch Instrumentalisierung der *Change Blindness Redirection*

Quelle: Eigene Darstellung nach Suma et al., „Leveraging Change Blindness for Redirection in Virtual Environments“ (2011, S. 160).

Subtile Umlenkungstechniken manipulieren die virtuelle Umgebung, und zwar unbemerkt vom Spieler. Der Ansatz der *Change Blindness Redirection* beruht auf dem Phänomen, dass Probanden Änderungen in ihrer visuellen Umgebung nicht wahrnehmen, wenn diese außerhalb ihres Blickfelds liegen.<sup>338</sup> In einer zugehörigen Studie befanden sich die Benutzer in der virtuellen Repräsentation eines langen Bürogangs mit mehreren angrenzenden Räumen. Sie wurden aufgefordert einen Raum zu betreten und auf einen Monitor zu schauen. Während sie dies taten, wurde die Tür hinter ihnen umpositioniert und Tür sowie Gang wurden um 90 Grad gedreht. Bei der Rückkehr erschien es, als würden sie den gleichen Gang betreten und weiter geradeaus gehen, um dann jedes Mal einen neuen Raum zu betreten. Auf diese Weise konnte die Illusion eines unendlichen virtuellen Gangs geschaffen werden (vgl. Abbildung 71). Die Ergebnisse des Experiments waren vielversprechend, denn nur einer von 77 Teilnehmern bemerkte die Manipulation.<sup>339</sup> Diese Art der Umlenkung hat jedoch ein sehr enges Einsatzgebiet und ist nur in architektonischen Szenarien anwendbar, in denen sichergestellt werden kann, dass die Benutzer beim Umschalten der Tür wegschauen und immer

<sup>336</sup> L. F. Hodges, R. Kooper u. a.: „Virtual Environments for Treating the Fear of Heights“. In: *Computer (Long Beach Calif.)*, 28 (1995), H. 7, 27–34.

<sup>337</sup> Vgl. Kapitel Fortbewegungsmethoden, S.94.

<sup>338</sup> Evan A. Suma, Seth Clark u. a.: „Leveraging Change Blindness for Redirection in Virtual Environments“. Präsentiert bei: 2011 *IEEE Virtual Reality Conference*, Singapore, 2011, 159–166. S. 160.

<sup>339</sup> Ebd. S. 176.

die nächste Tür im Korridor durchschritten wird. Basierend auf diesen Erkenntnissen entwickelten Suma et al. allgemeiner anwendbare Umlenkungstechniken. Sie analysierten die Technik der *unmöglichen Räume*, eine Architektur, die nicht den Regeln euklidischer Räume folgt.

## Unmögliche Räume

Euklidische Räume sind ein grundlegendes Konzept aus der Mathematik, bei dem die Entfernung zwischen zwei Punkten durch eine Gerade beschrieben und mit einer einfachen Formel berechnet werden kann. Diese euklidische Metrik ist die Grundlage für die meisten geometrischen Konzepte in den Naturwissenschaften und in der Technik.<sup>340</sup> Nicht euklidische Räume hingegen bilden *unmögliche Architekturen*, Geometrien, die gegen die Regeln des euklidischen Raums verstoßen und daher in der Realität nicht existieren können. Die Teile einer solchen Architektur würden, projiziert in den euklidischen Raum, einander überlappen. Daher wird sie auch als *selbstüberlappende Architektur* bezeichnet. Diese Überlappung ermöglicht die Konstruktion virtueller Umgebungen, die eine größere Innenfläche bieten, als sie außen einnehmen (vgl. Abbildung 72). Räume der virtuellen Umgebung werden je nach Position des Anwenders komprimiert oder expandiert, damit sie in einen kleineren physischen Bereich passen.

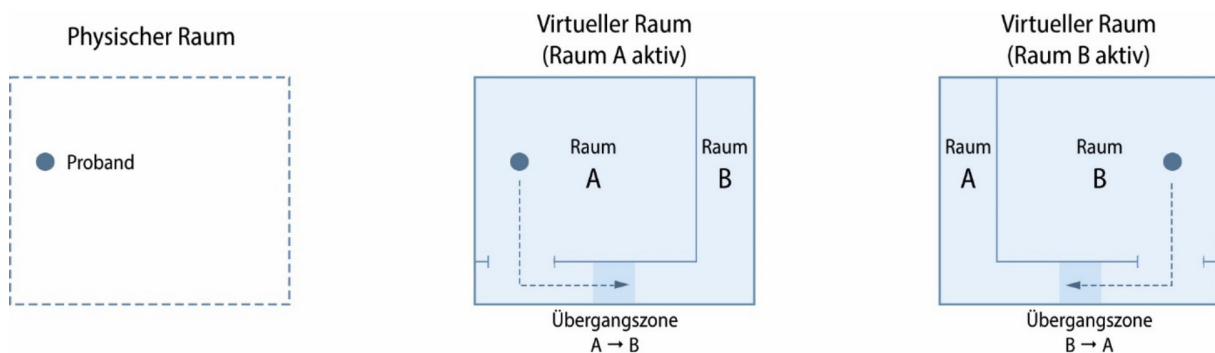


Abbildung 72: Nicht euklidische Raumarchitektur. Die physische Fläche (links) wird mit zwei Räumen bespielt. Der jeweils aktive Raum ist expandiert, der inaktive komprimiert. Beim Durchschreiten der Übergangszone durch den Probanden, wird der jeweils andere Raum expandiert beziehungsweise komprimiert.

Quelle: Eigene Darstellung

Damit diese Manipulation unbemerkt bleibt, sollte ein Übergangsraum, wie beispielsweise ein Korridor, zwischen den Räumen sein, um die Änderung der Geometrie vom Blick des Nutzers abzuschirmen. Durch eine Aneinanderreihung mehrerer Räume, jeweils verbunden durch zur Manipulation dienende Korridore, ermöglicht die Technik der nicht euklidischen Räume die freie Erkundung eines ganzen Gebäudekomplexes in der virtuellen Welt, ohne die Grenzen des physischen Raums zu überschreiten.

Eine Untersuchung zum größtmöglichen Grad der Überlappung, bevor die Manipulation den Teilnehmern augenscheinlich wurde, zeigte, dass sich kleine Räume ( $\sim 20 \text{ m}^2$ ) um bis zu 56 % und größere Räume ( $\sim 80 \text{ m}^2$ ) um bis zu 31 % überlappen können, ohne dass dies bemerkt wird.<sup>341</sup> Solange der Raumaufbau

<sup>340</sup> Evan A. Suma, Zachary Lipps u. a.: „Impossible Spaces. Maximizing Natural Walking in Virtual Environments with Self-Overlapping Architecture“. In: *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 18 (2012), H. 4, 555–564.

<sup>341</sup> Ebd.

grundsätzlich logisch erscheint, sind die Spieler aufgrund der Unvereinbarkeit nicht euklidischer Architektur mit dem natürlichen Verständnis für Räume eher bereit, der Illusion zu glauben, als sie zu hinterfragen.<sup>342</sup> Darüber hinaus zeigte sich, dass die natürliche Raumerfassung des Menschen sehr gut bei rechtwinkligen Raumaufbauten funktioniert. Nutzer können Missstände in diesen einfacher identifizieren. Bei der Verwendung von schlauchartigen, kurvigen Korridoren wurde eine stabilere Illusion festgestellt als bei klassischen rechtwinkligen.<sup>343</sup>

Die beschriebenen Experimente untersuchten fast ausschließlich Situationen mit zwei Räumen wie in Abbildung 72 dargestellt. Im FEAR//ANXIETY-Projekt sollten jedoch viele in Reihe geschaltete Räume implementiert werden, um den Probanden mit mehreren Erhebungssituationen zu konfrontieren. Dies stellt besondere Ansprüche an das hier verwendete System, sowohl an die Implementierung der Technologie als auch an die Methoden, ihren Einsatz zu verschleiern.

## Mittel der Verschleierung

Um die Glaubhaftigkeit einer nicht euklidischen Umgebung aufrechtzuerhalten, darf die Illusion eines logischen Raumes nicht gebrochen werden. Neben der Implementierung des nicht euklidischen Architektur- und Navigationssystems musste daher auch Augenmerk auf die Übertünchung ebenjener Systeme gelegt werden. Je unscheinbarer sich diese in die virtuelle Umgebung einfügen, desto weniger muss sich die Darstellung auf die Selbstregulation vonseiten der Nutzer verlassen, um die Immersion aufrechtzuerhalten. Die im Folgenden beschriebenen Methoden der visuellen Gestaltung versuchen zwei primäre Ziele zu erreichen: Einerseits soll durch eine offene Gestaltung der Raumarchitektur die empfundene Größe des umgebenden physischen Raums erhöht werden und die durch ihn vorgegebene Limitierung aus dem Fokus rücken. Andererseits soll die Verwendung überlappender Architekturen, die der Vergrößerung der bespielbaren Fläche durch eine Manipulation der Raumwahrnehmung sowie der empfundenen zurückgelegten Distanz dient, verborgen werden.

Visuelle Wahrnehmungen sind oftmals verfälschte Interpretationen des tatsächlich Gesehenen. Das menschliche Gehirn ist nicht leistungsfähig genug, um alle visuellen Informationen in Echtzeit zu verarbeiten. Es muss daher effizient handeln und interpretiert – als Ergebnis eines evolutionären Prozesses – das Gesehene in einem Detailgrad, der für das Überleben am nützlichsten ist.<sup>344</sup> Optische Täuschungen machen sich diese Eigenschaft der menschlichen Wahrnehmung zunutze, indem sie die interpretativen Abkürzungen instrumentalisieren. Dies funktioniert vor allem, da das Sehen die menschliche Wahrnehmung dominiert.<sup>345</sup>

---

<sup>342</sup> Ebd.

<sup>343</sup> Khrystyna Vasylevska u. Hannes Kaufmann: „Towards Efficient Spatial Compression in Self-Overlapping Virtual Environments“. Präsentiert bei: *2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)*, Los Angeles, 2017, 12–21.

<sup>344</sup> Mark A. Changizi u. David M. Widders: „Latency Correction Explains the Classical Geometrical Illusions“. In: *Perception*, 31 (2002), H. 10, 1241–1262.

<sup>345</sup> Vgl. Kapitel Wahrnehmung, S. 27.

Zur räumlichen Wahrnehmung rekonstruiert das menschliche Gehirn aus den zweidimensionalen Projektionen auf der Netzhaut eine dreidimensionale Szene. Dazu verwendet es die aufgenommenen Informationen, um Entfernungen zu erkennen und das Gesehene sinnvoll einzuordnen. Es greift dabei auf angelerntes Verhalten zurück: Der relative Größenunterschied zweier gleichermaßen großer Objekte wird verglichen, um zu bestimmen, welches näher am Beobachter ist. Vertraute Größen generischer Objekte, beispielsweise eines Stuhls, werden genutzt, um die Entfernung zu ihm zu bemessen oder die Größe und Entfernung bisher unbekannter Objekte zu bestimmen. Größen- und Tiefenwahrnehmung hängen eng miteinander zusammen: Je näher ein Objekt ist, desto größer wird es erscheinen, und je größer es ist, desto näher wird es erscheinen.<sup>346</sup> Spiele wie SUPERLIMINAL nutzen den Zusammenhang aus Größe und Distanz beziehungsweise dessen Manipulation als zentrale Spielmechanik für ihre perspektivischen Puzzles.<sup>347</sup>

In Virtual-Reality-Anwendungen kann die Skalierung vertrauter Objekte genutzt werden, um die subjektive Wahrnehmung des Raumes zu manipulieren: Durch Größenreduktion der in der VR dargestellten Avatarhände wird beispielsweise die empfundene Größe der Umgebungsobjekte ebenfalls herunterskaliert und ihre wahrgenommene Entfernung verändert.<sup>348</sup> Dies kann die wahrgenommene Distanz, die der Spieler in der virtuellen Realität zurücklegt, verändern. Eine weitere Methode zur Manipulation des Distanzempfindens ist die Gestaltung des Spielerpfades mit vielen Kreuzungen<sup>349</sup> sowie Kurven,<sup>350</sup> denn dies suggeriert das Abdecken einer größeren Strecke. Durch eine geschickte Gestaltung der Umgebung wird die Fähigkeit des Spielers zur Distanzwahrnehmung limitiert: Eine offene Umgebung im Freien ermöglicht eine aufwandsarme und präzise Einschätzung von Distanzen, in engen Korridoren gestaltet sich der Prozess schwierig und führt zu ungenaueren Ergebnissen.<sup>351</sup> Durch eine artifizielle Steigerung der wahrgenommenen Gehgeschwindigkeit, das sogenannte *Translation Gain*, kann dieser Effekt noch weiter gesteigert werden.<sup>352</sup> Normalerweise wird die in der physischen Welt zurückgelegte Distanz in einem *Room-Scale-System* mit dem Faktor 1:1 in das virtuelle Szenario übertragen. Diese Übersetzung kann jedoch bis zu einem Faktor von 1:1,26 erhöht werden, bevor es von den Nutzern bemerkt wird.<sup>353</sup> Auf die Weise kann die empfundene zurückgelegte Distanz um 26 % erhöht werden, wodurch das natürliche Raumempfinden der Nutzer weiter gestört wird. Translation Gain muss dabei nicht global implementiert werden, der Einsatz kann sich lokal auf einzelne Raumabschnitte

<sup>346</sup> Melvyn Goodale u. David Milner: „One Brain - Two Visual Systems“. In: *The Psychologist*, 19 (2006), 660–663.

<sup>347</sup> Superliminal, Pillow Castle Games. Pillow Castle Games, 2019 (Xbox One/PS4/PC).

<sup>348</sup> Björn van der Hoort, Arvid Guterstam u. a.: „Being Barbie. The Size of One's Own Body Determines the Perceived Size of the World“. In: *PLOS ONE*, 6 (2011), H. 5, e20195.

<sup>349</sup> Edward K. Sadalla u. Lorin J. Staplin: „The Perception of Traversed Distance. Intersections“. In: *Environment and Behavior*, 12 (1980), H. 2, 167–182.

<sup>350</sup> Tad T. Brunyé, Caroline R. Mahoney u. a.: „Paths with More Turns are Perceived as Longer. Misperceptions with Map-Based and Abstracted Path Stimuli“. In: *Perceptual and Motor Skills*, 120 (2015), H. 2, 438–461.

<sup>351</sup> Joseph S. Lappin, Amy L. Shelton u. a.: „Environmental Context Influences Visually Perceived Distance“. In: *Perception & Psychophysics*, 68 (2006), H. 4, 571–581.

<sup>352</sup> Frank Steinicke, Gerd Bruder u. a.: „Estimation of Detection Thresholds for Redirected Walking Techniques“. In: *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 16 (2010), H. 1, 17–27. S. 5.

<sup>353</sup> Ebd. S. 8 f.

beschränken. Dies erhöht die verzerrende Wirkung auf die Raumwahrnehmung, bedingt aber einen größeren Aufwand bei der Gestaltung des architektonischen Aufbaus, um die Synchronisation des physischen und virtuellen Raums nicht zu destabilisieren.

Die Integration der beschriebenen Methoden stört die Generierung einer kognitiven Umgebungskarte. Kognitive Karten ermöglichen es den Probanden, räumliches Wissen über ihre Umgebung zu erwerben und sich effektiv darin zu orientieren, insbesondere in größeren Räumen. Um eine effiziente Speicherung im Gedächtnis und eine schnelle Verarbeitung zu gewährleisten, sind diese mentalen Karten ebenfalls lediglich Annäherungen an den realen Raumaufbau.<sup>354</sup> Diese Ungenauigkeit bei der Erfassung des Raums ermöglicht die gewünschten Manipulationen zur Verdeckung der unmöglichen Architekturen. In der Konzeptionsphase, die in der Folge beschrieben wird, wurde ein System für den Einsatz nicht euklidischer Raumarchitekturen in einem Virtual-Reality-Szenario entworfen, dessen Einsatz mittels Methoden der Raum- und Levelgestaltung verschleiert wurde.

### 5.3.2 Konzeption

Um die Technologie der nicht euklidischen Räume in einer Spiel-Engine umzusetzen, die auf euklidischer Geometrie beruht, muss an den implementierten physikalischen Regeln der Engine vorbeigearbeitet werden. Wir entschieden uns für ein modulares System, bei dem die einzelnen Räume wie Perlen einer Kette aneinandergereiht sind. Dies sichert die korrekte Funktionalität der Physiksysteme innerhalb eines Raumes. Die Spieler sollten beim Durchschreiten des Levels an spezifischen Stellen von einem zum anderen Raum teleportiert werden (vgl. Abbildung 73). Der kritische Part war es, diese Punkte so zu wählen, dass der Sprung unbemerkt vom Spieler geschieht.

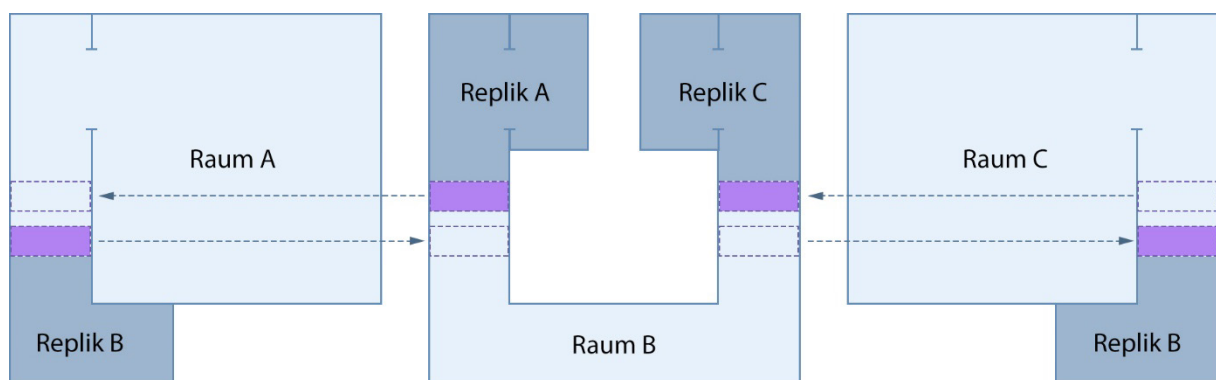


Abbildung 73: Nicht euklidischer Raumaufbau mit Teleportation zwischen den Übergangszonen (flächig = Eingang, gepunktet = Ausgang). Helle Flächen sind begehbar, dunkle Flächen sind Kulissennachbauten, um den Übergang zu vertuschen.

Quelle: Eigene Darstellung

Die Teleportation sollte automatisch beim Überschreiten einer bestimmten Zonengrenze geschehen. Im Beispiel von Abbildung 73 sind diese Zonen violett eingezeichnet. Das Betreten einer Zone würde den Spieler sofort in den folgenden Raum transportieren. In unmittelbarer Nähe zum Übergangspunkt würden die

<sup>354</sup> Barbara Tversky: „Distortions in Cognitive Maps“. In: *Geoforum*, 23 (1992), H. 2, 131–138.

Räume exakte Repliken voneinander darstellen. Dies sollte vor allem für den Bereich hinter der Zonengrenze gelten, der zwar nicht mehr begehbar, aber einsehbar sein würde. Dieser sollte bis zu einem maximalen Blickwinkel dem Zielraum nachempfunden werden, um dem Spieler einen nahtlosen Übergang der visuellen Erfahrung zu bieten (vgl. dunkle Flächen in Abbildung 73). Durch diese Baugleichheit sollte der Sprung für die Spieler nicht merklich sein, da visuell keine Unterschiede erkennbar sein würden. Um ein Zurückgehen zu erlauben, wurde etwas versetzt hinter dem Ankunftspunkt eine Zone konzipiert, die den Spieler wieder zurück in den vorherigen Raum teleportieren würde. Durch den Versatz würde eine endlose Schleife des Hin- und Herspringens vermieden.

Stilistisch sollte die Umgebung den Laborräumen des Projektpartners an der Universität Bonn nachempfunden werden. Da die Forschungsräume dort durch enge, verwinkelte und sich verzweigende Korridore verbunden sind, wie sie zur Manipulation des Raumempfindens empfohlen werden, konnten diese ins Projekt integriert werden, ohne unnatürlich zu wirken. Darüber hinaus würden die Experimente im Rahmen dieses Projekts sehr wahrscheinlich innerhalb der Laborräumlichkeiten stattfinden, die stilistische Nähe würde dann den Effekt eines sanften Übergangs in den virtuellen Raum unterstützen..<sup>355</sup>

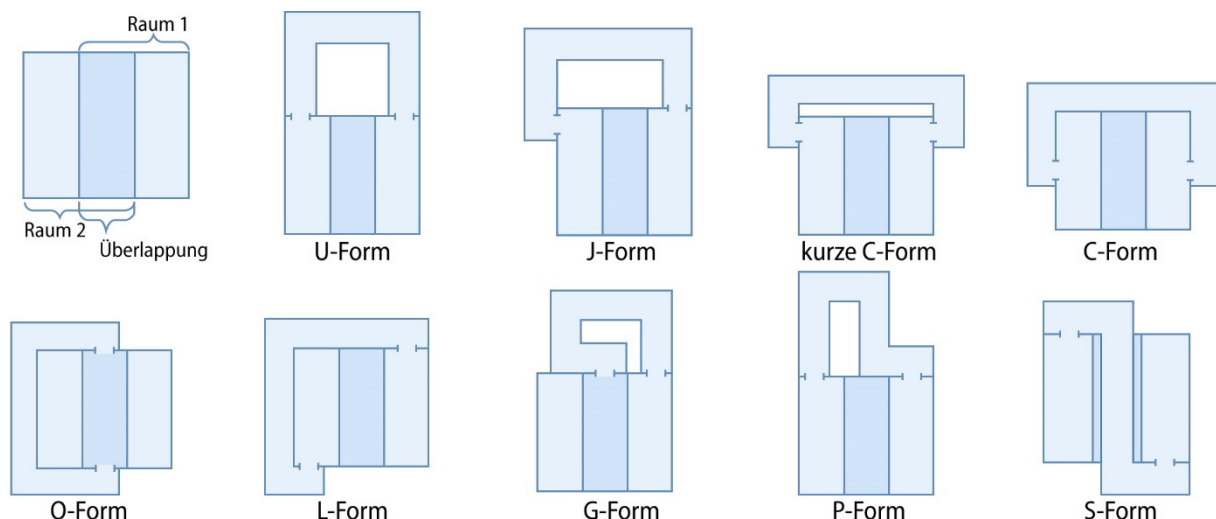


Abbildung 74: Pfadvarianten zur Verschleierung der überlappenden Architektur

Quelle: Eigene Darstellung nach Vasylevska/Kaufmann: „Towards Efficient Spatial Compression in Self-Overlapping Virtual Environments“

Dabei wurden unterschiedliche Pfadvarianten implementiert, die alle eine andere Wirksamkeit bezüglich ihres Verschleierungspotenzials aufweisen. Vasylevska und Kaufmann identifizierten, dass sich vor allem S-förmige Verbindungsgänge dabei als besonders effizient zeigen, weshalb diese als zentrales Verbindungselement während des Leveldesigns verwendet wurden..<sup>356</sup>

Bei den beschriebenen Maßnahmen handelt es sich um Verschleierungsmethoden, die mithilfe einer Manipulation des Spielerpfades die Generierung einer kognitiven Umgebungskarte stören. Die visuelle Gestaltung und Einrichtung der Räumlichkeiten können sich darüber hinaus ebenfalls positiv auf das Verbergen des nicht

<sup>355</sup> Vgl. Kapitel 4.6.2 Konzeption, S. 128.

<sup>356</sup> Vasylevska u. Kaufmann: *Towards Efficient Spatial Compression in Self-Overlapping Virtual Environments*. 2017.

euklidischen Systems auswirken, indem sie falsche Annahmen zum umgebenden physischen Raum evozieren. Mithilfe eines geschickten Levelaufbaus können die Limitierungen des umgebenden physischen Raumes verdeckt und beim Spieler kann das Empfinden eines deutlich größeren Raumes erzeugt werden. Wird die Grenze des physischen Raumes durchgehend mit einer Außenwand dargestellt, ist die Navigation durch die nicht euklidische Architektur sehr offensichtlich und ihr Einsatz den Anwendern schnell bewusst. Die Darstellung einer scheinbar offenen Architektur an den Grenzen des physischen Raumes erzeugt jedoch die Empfindung eines größeren Raumes: Halbhohe Hindernisse sowie blickdurchlässige Hindernisse wie Glasscheiben oder Maschendrahtzäune limitieren den Bewegungsgrad des Spielers und verhindern dadurch ein Überschreiten der physischen Grenzen, blockieren allerdings nicht den Blick der Spieler und evozieren so das Empfinden einer weitläufig explorierbaren virtuellen Umgebung.<sup>357</sup> Der Einsatz von Glaswänden und verschlossenen Türen mit Fenstern erlaubt einen Vorausblick auf noch kommende Räume, was die Motivation zur weiteren Exploration erhöht. Dementsprechend wurden die Räume für FEAR//ANXIETY konzipiert (vgl. Abbildung 75).<sup>358</sup>

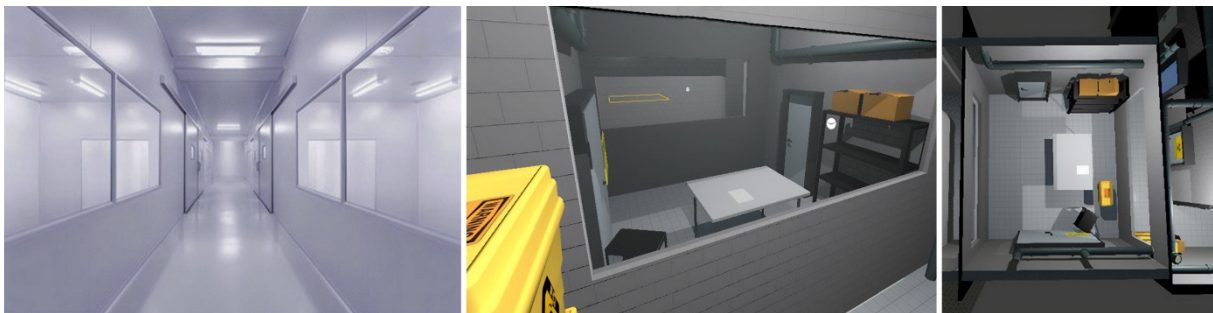


Abbildung 75: Der Einsatz von Fenstern induziert das Gefühl eines größeren Raums, während er gleichzeitig die Bewegungsfreiheit einschränkt (links). Fenster erlauben darüber hinaus eine Vorschau auf einen kommenden Raum, dessen spätere Durchquerung zur Steigerung des Erfolgsgefühls bei der Exploration führt.

Quelle: Lisa Besse, Cologne Game Lab

Ein solcher Blick in einen kommenden Raum – respektive der Blick zurück in den bereits bereisten Raum – erhöht die Glaubwürdigkeit der Umgebungsarchitektur. Dabei ist es zu einem gewissen Grad unerheblich, ob der zwischen den Räumen liegende Gang tatsächlich zum Ziel führen könnte: Die Spieler streben intuitiv danach, ein kohärentes Weltmodell aufrechtzuerhalten, dessen logischer Aufbau nicht hinterfragt wird, solange er Sinn zu ergeben scheint.<sup>359</sup>

### 5.3.3 Umsetzung

Der Prototyp der Machbarkeitsstudie wurde in Unity3D für die HTC Vive entwickelt. Als zugrunde liegende Fläche wurde ein 6 m x 6 m großer physischer Raum definiert. Die Räume wurden modular gestaltet und nebeneinander im virtuellen Raum platziert (vgl. Abbildung 76). Insgesamt 15 Räume wurden durch ein

<sup>357</sup> Dies führte zu einer skurrilen Situation während eines Playtests, als ein Spieler in der physischen Welt direkt vor einer Wand stand und über die weite, offene Architektur sprach.

<sup>358</sup> Christopher W. Totten: *Architectural Approach to Level Design. Processes and Experiences*. 2. Aufl., Boca Raton: CRC, 2019. S. 247 f.

<sup>359</sup> Suma, Lipps u. a.: *Impossible Spaces*. 2012, S. 563.

System aus Teleportationszonen miteinander verbunden. Diese wurden häufig um Türen herum positioniert, da die Rahmung den Blick voraus stark einschränkt, wodurch weniger Raum repliziert werden musste, um einen glaubhaften Übergang zu erzeugen. Außerdem hilft der Effekt des Spatial Shifts, etwaige Auffälligkeiten beim Übertreten aus dem Fokus zu rücken.<sup>360</sup>



Abbildung 76: Die modularen Raumsegmente, die mittels Teleportationszonen verbunden sind

Quelle: Lisa Besse, Cologne Game Lab

Neben einem Test der Anwendbarkeit nicht euklidischer Räume diente der Prototyp auch der Evaluation verschleiender Techniken. Der Fokus lag auf Methoden aus dem Bereich Leveldesign sowie Raumgestaltung, aber auch die Techniken zur Manipulation der empfundenen zurückgelegten Strecke wurden integriert.

Um das Gefühl eines größeren explorierbaren Raums zu erzeugen, wurde bei allen Räumen darauf geachtet, dass sie die Möglichkeit bieten, den Blick schweifen zu lassen. Dies geschah einerseits durch Glaswände und Fenster, die einen Blick in benachbarte Räume und Gänge erlauben. Andererseits ermöglichen es geschickt platzierte Hindernisse, die als Abgrenzung zur Wahrung der physischen Grenzen dienen, die virtuellen Wände weiter hinter die physischen Wände zu setzen und so den virtuellen Raum zu expandieren (vgl. Abbildung 77). Ein Abschnitt mit einem geraden, langen Gang wurde mittels Translation Gain so modifiziert, dass der Spieler darin etwa 20 % mehr Strecke im virtuellen Raum zurücklegt. In einem folgenden Raum wurde die Skalierung der Objekte geändert, um die Referenzmaße zu manipulieren und den Raum weiter erscheinen zu lassen.



Abbildung 77: Befüllen der Räume mit „natürlichen Hindernissen“, um die empfundene Raumgröße zu steigern, während so gleichzeitig verhindert wurde, dass Spieler den Spielbereich verlassen

Quelle: Lisa Besse, Cologne Game Lab

<sup>360</sup> Vgl. Kapitel Spatial Shifts, S. 127.

### 5.3.4 Reflexion

Der Prototyp der Machbarkeitsstudie wurde im August 2018 in einem internen Labortest analysiert.<sup>361</sup> Am Test nahmen drei Mitglieder des Projektteams und drei Psychologen der Universität Bonn teil, die den Prototyp vorher noch nicht gesehen hatten. Da es sich bei der HTC Vive um eine kabelgebundene Brille handelt, war der Proband über ein 10 m langes Kabel mit dem abspielenden Computer verbunden. Eine weitere Person assistierte bei der Kabelführung, um ein Stolpern zu vermeiden.

Die Probanden wurden während des Spielens gebeten, über *lautes Denken* ihre aktuellen Empfindungen zu teilen, nach dem Test wurde der Prototyp diskutiert. Zu spezifischen Messzeitpunkten wurde überprüft, ob sich die Probanden im physischen Raum noch verorten konnten. Dazu wurden sie gebeten, auf markante Objekte im Raum zu verweisen. Hier zeigten sich steigende Ungenauigkeiten, je weiter der Proband im Spiel fortgeschritten war. Alle Probanden stimmten nach dem Spiel zu, dass die Methoden zur Verschleierung der unmöglichen Räume selbst dann gut funktionieren, wenn man eigentlich darauf achtet.

Der lokale Einsatz des Translation Gains in einem der Gänge wurde von keinem der Probanden bemerkt – weder im positiven noch im negativen Sinne. Es entstand nicht das Gefühl, in den relevanten Bereichen eine größere Distanz zurückgelegt zu haben. Die wahrnehmungsverzerrende Wirkung dieser Methode mag in einem physischen Bereich von 36 m<sup>2</sup> allerdings auch geringfügig ausfallen. Da die kohärente Gestaltung von Levels in einer nicht euklidischen Architektur bereits einen sehr hohen kognitiven Anspruch an das Level-design stellt und die Sicherstellung der deterministischen Übersetzung von Raumposition zu Spielposition beim Einsatz temporärer Geschwindigkeitsmanipulation mit immensem Aufwand verbunden ist, lässt sich der Einsatz dieser Methode aus Produktionssicht nur bedingt rechtfertigen.

### 5.3.5 Diskussion

Das grundlegende System erwies sich aber als überaus einnehmend und vielversprechend. Es konnte gezeigt werden, dass der Einsatz nicht euklidischer Räume in einer Spiele-Engine, die auf euklidischer Geometrie basiert, realisierbar und effektiv ist. Die Teilnehmer konnten sich in der Spielumgebung intuitiv zurechtfinden, die Verschleierungstechniken haben dazu beigetragen, die wahrgenommene Größe des Raumes zu manipulieren und die nicht euklidische Struktur zu verbergen. Das Konzept modularer Räume und nahtloser Teleportation hat sich als praktikabel erwiesen.

Es wurde jedoch auch deutlich, dass die Erstellung einer kohärenten Spielumgebung mit nicht euklidischer Architektur und die Sicherstellung einer korrekten Übersetzung von realen Positionen zu Spielpositionen nicht trivial sind. Darüber hinaus war eine wahrnehmungsverzerrende Wirkung des implementierten Translation Gains in unserer Machbarkeitsstudie nicht eindeutig nachweisbar, was darauf hindeutet, dass seine

---

<sup>361</sup> Jonas Zimmer u. Lisa Besse: *Fear//Anxiety | Feasibility Study: Disguising the use of a non-euclidean spatial setup in VR*. In: YouTube, 2020. URL: <https://youtu.be/HGTju1B4Now> (01.08.2023).

Effekte in geringflächigen physischen Umgebungen möglicherweise begrenzt sind. Als sehr immersionsstörend wurde die kabelgebundene VR-Brille empfunden, da sie den Benutzer stets an den Realraum erinnerte. Wir entschieden daher, in den darauffolgenden Entwicklungsphasen kabellose Brillen einzusetzen, auch wenn diese leistungsschwächer sind.

Trotz dieser Herausforderungen hat unsere Studie gezeigt, dass die Konzeption und Umsetzung nicht euklidischer Räume in einem Spiel eine immersive Spiel-Erfahrung bietet, die das Potenzial hat, die Möglichkeiten bei Untersuchungen und Experimenten zu erweitern. Der Prototyp erfüllte damit seinen Zweck, die Machbarkeit des Forschungsvorhabens zu unterstützen. Es zeigte sich allerdings, dass das Interaktionspotenzial der Erfahrung durch die zur Verfügung stehenden Entscheidungsmöglichkeiten limitiert wird. Der hier getestete Prototyp implementierte lediglich eine lineare Raumabfolge. Im Kontext dieses Forschungsprojektes sollte allerdings eine Umgebung geschaffen werden, in der die Probanden das Gefühl haben, frei agieren zu können, und ihre Entscheidungen als natürliche Reaktionen und nicht als Spielmechanik empfinden. Der Proband sollte von der metaphorischen Leine gelassen werden, um in einem Raum zu agieren, der scheinbar frei von Grenzen ist. Daher sollte in der nächsten Entwicklungsstufe geprüft werden, wie dem Probanden das Gefühl von Handlungsmacht vermittelt werden kann.

## 5.4 Handlungsmacht: Fear//Anxiety – Entwicklungsphase 2

Im Kontext interaktiver Medien beschreibt *Handlungsmacht* den Eindruck eines Nutzers, dass seine Handlungen und Entscheidungen innerhalb der Spielwelt Bedeutung und Auswirkungen haben. Es geht dabei um ein Gefühl der Entscheidungsgewalt und der Selbstbestimmung. Man bezeichnet diese Empfindung auch als *Agency*.<sup>362</sup>

Zur Vermittlung des Gefühls von Handlungsmacht muss dem Probanden die Möglichkeit gegeben werden, innerhalb eines nicht linearen Set-ups einem selbst gewählten Pfad zu folgen. Während dieser Entwicklungsphase wurden daher Methoden betrachtet und implementiert, die den nicht euklidischen Raumaufbau um nonlineare Navigationsmöglichkeiten erweitern und so dem Probanden ein Empfinden von Handlungsmacht vermitteln sollen.<sup>363</sup> Darüber hinaus sollte dadurch die Authentizität der Erfahrung erhöht werden. Da das primäre Ziel des Experiments, das durch die VR unterstützt werden sollte, nicht darin liegt, Daten über den Umgang der Probanden mit der Simulation oder der VR-Technologie zu erheben, sondern Einblicke in ihre Persönlichkeit und ihr Verhalten zu gewinnen, mussten die in dieser Phase entwickelten Systeme eine möglichst ungehinderte Bewegung im virtuellen Raum erlauben, ohne dass komplexe Interaktionsmethoden verwendet werden sollten. Daher definierte sich die Forschungsfrage wie folgt:

*Wie können virtuelle Räume gestaltet werden, um dem Nutzer ein stärkeres Gefühl von Handlungsmacht und selbstbestimmter Navigation zu bieten, ohne komplexe Interaktionen zu erfordern?*

Diese Entwicklungsphase startete im April 2021 mit einer Revision der nicht euklidischen Raumaufbauten durch zwei Gamedesigner. Das so entwickelte Konzept wurde ab Juni 2021 umgesetzt. Das abspielende System wurde gewechselt und es wurde die kabellose Meta Quest 2 eingesetzt.

### 5.4.1 Analyse

*Handlungsmacht* ist das zentrale Konzept dieser Entwicklungsphase, daher soll dieses Analysekapitel zunächst mit einer Untersuchung der handlungsbemächtigenden Elemente digitaler Spiele beginnen. Dabei geht es darum, wie dieses Gefühl von Autonomie und Einfluss in der virtuellen Welt erzeugt und gestärkt werden kann und welche Rolle es im Kontext der Immersion spielt. Anschließend werden technische Umsetzungen betrachtet, die eine solche Handlungsmacht evozieren können.

<sup>362</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 126.

<sup>363</sup> Ebd. S. 129.

## Handlungsmacht

Das Gefühl von *Handlungsmacht* (*Agency*) ist eine zentrale Komponente interaktiver Medien. Es handelt sich hierbei um das subjektive Erleben, dass Handlungen, die innerhalb eines interaktiven Systems durchgeführt werden, eine direkte Wirkung auf das System und den Handlungsablauf haben. Dabei ist Interaktivität, im Sinne von Eingabe- und Handlungsmöglichkeit nicht gleich Handlungsfähigkeit. Es geht nicht nur darum, in einem interaktiven System aktiv zu sein, sondern es geht um das bewusste und autonome Handeln, das den Handlungsverlauf maßgeblich beeinflusst.

Beispielsweise können die Spieler eines Glücksspiels sehr beschäftigt mit Spielinteraktionen sein, damit, Rädchen zu drehen, Spielfiguren zu bewegen und Geld auszutauschen, doch sie haben dabei keine wirkliche Handlungsmacht. Ihre Handlungen haben zwar Auswirkungen, aber diese Handlungen werden nicht bewusst ausgewählt und die Effekte stehen in keiner Relation zu den Absichten der Spieler. Das Gefühl von Handlungsmacht wird nicht durch die Menge der Interaktionen pro Minute definiert. Ein Spiel kann trotz relativ weniger Aktionen ein hohes Maß an Handlungsmacht vermitteln, wie beispielsweise Schach, bei dem die Aktionen autonom aus einer Vielzahl von möglichen Entscheidungen ausgewählt werden und völlig bestimmend für den Spielverlauf sind.<sup>364</sup>

The more realized the immersive environment, the more active we want to be within it. When the things we do bring tangible results, we experience [...] the sense of agency. Agency is the satisfying power to take meaningful action and see the results of our decisions and choices.<sup>365</sup>

In Videospielen wird Handlungsmacht vor allem durch explizite Interaktionen implementiert.<sup>366</sup> Der Begriff der *expliziten Interaktion* bezeichnet die Auswahl von einer unter mehreren verschiedenen im Kontext angebotenen Optionen. Dabei gilt, dass diese Auswahl einen direkten Einfluss auf die Umgebung oder den weiteren Verlauf der narrativen Erfahrung haben muss, um als explizite Interaktionsmöglichkeit zu gelten. „An experience becomes truly interactive [...] only when the participant makes choices that have been designed into the actual structure of the experience.“<sup>367</sup> Die Konstruktion einer Menge von Auswahlmöglichkeiten und ihre Verknüpfung miteinander schafft ein interaktives Netz an Möglichkeiten, einen *Space of Possibility*.<sup>368</sup> Die Form des Space of Possibility eines Systems kann mit Interaktionsstrukturen beschrieben

<sup>364</sup> Ebd. S. 128.

<sup>365</sup> Ebd. S. 126.

<sup>366</sup> Vgl. Eric Zimmerman: „Narrative, Interactivity, Play, and Games. Four Naughty Concepts in Need of Discipline“. In: *First person: New media as Story, Performance, and Game.*, Hrsg. von Pat Harrigan, 154–164. Cambridge: MIT, 2004. S. 158f. Zimmerman kategorisiert vier Formen von Interaktivität, die hier nur kurz zusammengefasst werden sollen:

1. *Kognitive Interaktivität*: psychologische und emotionale Interaktion mit dem Inhalt eines Textes
2. *Funktionelle Interaktivität*: die Erfahrung mit dem *Look and Feel* des Trägermediums
3. *Explizite Interaktivität*: Partizipation am Medium, um das Dargestellte zu beeinflussen
4. *Meta-Interaktivität*: Interaktion außerhalb des Textes z. B. in einer Fan-Kultur

<sup>367</sup> Salen u. Zimmerman: *Rules of Play*. 2003, S. 60.

<sup>368</sup> Vgl. Ebd. S. 67.

werden, einem Graphen, bei dem die expliziten Interaktionen Knotenpunkte bilden, die miteinander verbunden werden und so ein Netz aus möglichen Nutzerpfaden knüpfen.<sup>369</sup> In ihrem Buch *Narrative as Virtual Reality 2* analysiert Marie-Laure Ryan verschiedene Nutzererfahrungen bei der Rezeption diverser Medienprodukte und identifiziert typische Formen dieser Interaktionsstrukturen.

Die Struktur der *Directed Networks* (vgl. Abbildung 78) beschreibt den Aufbau interaktiver Dramen, wie beispielsweise *LIFE IS STRANGE*.<sup>370</sup> Das in Kapitel unterteilte Spiel implementiert mehrere Entscheidungspunkte, zu denen der Spieler einen von mehreren narrativen Pfaden wählen muss. An für das Hauptnarrativ relevanten Punkten werden diese in bestimmten Spielabschnitten wieder zusammengeführt, können aber teilweise auch ganz

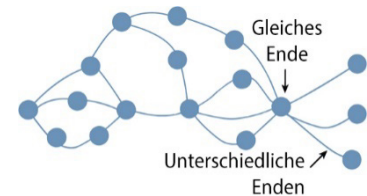


Abbildung 78: Die Directed-Network-Struktur nach Marie-Laure Ryan (Ryan: *Narrative as Virtual Reality 2*, S. 172)

eigene Zweige bilden. Nach einer Endsequenz, in der alle Pfade gebündelt sind, resultieren die vom Spieler im Spielverlauf getroffenen Entscheidungen in einer von mehreren möglichen Abschlussequenzen. Dies suggeriert dem Spieler eine Entscheidungsautonomie, individualisiert seine subjektive Spiel-Erfahrung, aber stellt sicher, dass die Kernelemente der Handlung von allen Spielern erlebt werden. Dies deckt sich mit den Anforderungen an das Experiment im Rahmen von *FEAR//ANXIETY*: Obwohl den Probanden Handlungsmacht suggeriert werden soll, muss zur Sicherstellung der Reliabilität des Experiments dafür gesorgt werden, dass alle Probanden die gleichen Erhebungssituationen erleben. Die Struktur eines Directed Networks bietet sich daher als Grundlage der weiteren Überlegungen an, da sie alle abweichenden Pfade an den relevanten Punkten wieder zusammenführt.

In einem idealen partizipatorischen System, sei es narrativer oder räumlicher Natur, existiert ein Gleichgewicht zwischen Struktur und Freiheit. Das bedeutet, es gibt genügend Struktur, um die Nutzer zu führen und ihnen ein Gefühl von Fortschritt und Richtung zu geben, aber auch genug Freiheit, um Exploration und individuelle Entscheidungsfindung zu ermöglichen. Diese Balance trägt zur Schaffung eines Gefühls von Handlungsmacht bei, da die Nutzer den Eindruck gewinnen, dass ihre Entscheidungen und Aktionen direkte Auswirkungen auf den Verlauf des Spiels oder der Erzählung haben.<sup>371</sup>

## Enaktivistische Exploration

Das Design dieser Explorationsinteraktion folgt dabei Jukka Vahlos Ansatz, Gameplay aus einer enaktivistischen Perspektive zu betrachten. Vahlo beschreibt *Enaktivismus* als ein interdisziplinäres Konzept der Kognition, das sich auf die Dynamik der Verbindung zwischen einem Akteur und seiner Umwelt konzentriert.<sup>372</sup> Auf den Entwicklungsprozess interaktiver Spiele angewandt hilft dieses Konzept, den Fokus auf die

<sup>369</sup> Ryan: *Narrative as Virtual Reality 2*. 2015, S. 165.

<sup>370</sup> *Life is Strange*, Dontnod Entertainment. Square Enix, 2015 (Xbox 360/PS3/PC).

<sup>371</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 130 f.

<sup>372</sup> Jukka Vahlo: „An Enactive Account of the Autonomy of Videogame Gameplay“. In: *Game Studies*, 17 (2017).

instinktiven Reaktionen des Spielers zu legen, die er nur aufgrund der durch das Spiel präsentierten Informationen an den Tag legt, statt auf die aufgrund äußeren Wissens getroffenen rationalen Reaktionen.

In enactivism, cognition is conceptualized as a contextual practice of enacting a perspective to the world instead of capacity of being a "database" of information. Cognition is thus not an event happening inside the brain – such as a mental representation – but it is instead a relational process between an embodied agent and its environment. [...] By approaching cognition from the entire brain-body-environment perspective and being-in-the-world position, enactivism takes the subject's vantage point into a careful consideration in its analyses...<sup>373</sup>

Vahlo versteht Gameplay als eine dynamische Wechselwirkung zwischen mindestens einem autonomen Akteur und einem reaktiven Spielartefakt, beispielsweise der Spielumgebung. Er versteht die beiden als miteinander verbundene Akteure und vergleicht die Tätigkeit des Spielens mit einem angeregten Austausch zwischen zwei Debatteuren.<sup>374</sup> Ähnlich einem Streitgespräch, bei dem die Argumente des einen Einfluss auf den jeweils anderen haben, erfüllen die Akteure während des Spiels eine aktive Rolle der gegenseitigen Beeinflussung. Der Verlauf und die Tiefe dieses Austauschs prägt die individuelle subjektive Spiel-Erfahrung. Der Spieler agiert dabei als Autor des Protagonisten und Autor dieser Spiel-Erfahrung.<sup>375</sup>

Analog zu einer Diskussion zwischen Menschen ist der erfolgreiche Austausch bedingt durch eine aktive Aufrechterhaltung der Verbindung beider Teilnehmer am Dialog.<sup>376</sup> Diese Aufrechterhaltung zwingt die Spieler in eine Doppelrolle, die schon in Kapitel 4.5 betrachtet wurde. Einerseits sollen sie innerhalb des Regelsystems agieren, um das Spielziel zu erfüllen, andererseits müssen sie eigenen Aufwand betreiben, um die Illusion des Spiels aufrechtzuerhalten. Vahlo folgt der Systemtheorie und argumentiert, dass der Akteur sich selbst und seine Kopplung mit dem Spiel durch Prozesse der *Exploration* und *Koordination* reguliert. Exploration in diesem Kontext ist die Dimension des spielerischen und kreativen Experimentierens beim Spielen, die dem Spieler dabei hilft, neue Interaktionsmethoden und -muster zu erkennen. Koordination hingegen ist die Dimension der Anpassung an diese erkannten Muster und die Verwendung der identifizierten Interaktionsmethoden, um einen Spielfortschritt zu erzielen.<sup>377</sup>

Vahlo leitet daraus folgende Definition ab: Ein Spieler nimmt an einem Videospiel teil, indem er die Kontingenzbeziehungen zwischen sich selbst und dem Spiel erkundet und koordiniert.<sup>378</sup> In sozialen Interaktionen sind diese Kontingenzbeziehungen nicht vollständig transparent, sondern werden während des Zusammenkommens ausgehandelt. In Videospielen sind die Kontingenzbeziehungen jedoch aufgrund der zur Verfügung

---

<sup>373</sup> Ebd.

<sup>374</sup> Ebd.

<sup>375</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 154 f.

<sup>376</sup> Vahlo: *An Enactive Account of the Autonomy of Videogame Gameplay*. 2017.

<sup>377</sup> Ebd.

<sup>378</sup> „Das Kontingenzverhältnis bezeichnet die Stärke der Assoziation zwischen Verhalten und Konsequenz. Eine hohe Kontingenz liegt vor, wenn eine Konsequenz immer auf ein bestimmtes Verhalten erfolgt.“  
Hans-Ulrich Wittchen u. Jürgen Hoyer: *Klinische Psychologie & Psychotherapie*. 2. Aufl., Heidelberg: Springer Berlin, 2011.

stehenden expliziten Interaktionen vorbestimmt und daher nur begrenzt durch die Handlungsfreiheit des Spielers verhandelbar. Stattdessen werden die zur Verfügung stehenden Interaktionsmöglichkeiten vom Spieler identifiziert, angewandt und beherrscht. Zusammen bauen diese Prozesse der Koordination und Exploration das Gefühl von Spielfortschritt und persönlichem Wachstum auf, das in Summe die Spiel-Erfahrung bildet.<sup>379</sup> Je mehr potenzielle Interaktionsmöglichkeiten der Spieler identifiziert hat und korrekt anwenden kann, desto stärker ist sein Autonomieempfinden während des Spielens.

Die Anwendung der Exploration und Koordination stellt daher einen wesentlichen Teil der empfundenen Handlungsmacht des Spielers dar. Dabei erleben Spieler ein tieferes Gefühl der Immersion in Spielen, in denen sie das Gefühl größerer Autonomie haben sowie die Kompetenz, effektive Handlungen durchzuführen.<sup>380</sup> Um das Gefühl hoher Handlungsmacht in ihnen zu erzeugen, gilt es bei der Gestaltung immersiver Erfahrungen, basierend auf dem enaktivistischen Ansatz, sowohl die Komplexität der Kontingenzbeziehung gering zu halten als auch den Bedarf an Selbstregulation zur Aufrechterhaltung der Kopplung zwischen Spieler und Umwelt zu reduzieren, um möglichst wenig Potenzial für immersive Brüche zu liefern.

## 5.4.2 Konzeption

Basierend auf diesen Analysen wurde im Rahmen des Projekts entschieden die expliziten Interaktionen auf zwei Elemente zu reduzieren: die Fortbewegung in der virtuellen Umgebung und die Wahl des Pfades, dem man folgen würde. Diese Interaktionsmethoden können ohne artifizielle Verwendung des Controller-Inputs implementiert werden, was die Komplexität der Kontingenzbeziehung niedrig hält und unmittelbar ein hohes Autonomieempfinden der Probanden ermöglicht, da die implementierte Spielmechanik aufgrund ihres mimetischen Interface nicht erlernt werden muss. Dem enaktivistischen Ansatz folgend wurden darüber hinaus Maßnahmen beschlossen, um den Bedarf an Selbstregulation zur Aufrechterhaltung der Spieler-Umwelt-Kopplung zu reduzieren. Dies soll durch die Implementierung der Techniken zur Verschleierung, die im vorherigen Kapitel identifiziert wurden, umgesetzt werden.

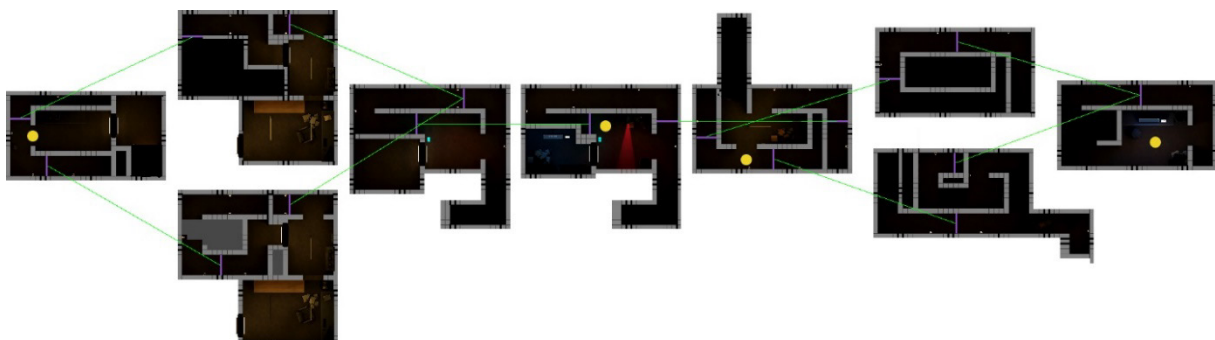


Abbildung 79: Konzeption eines nicht linearen Raumaufbaus des FEAR//ANXIETY-Projektes. Portale (lila) sind miteinander verbunden und spalten den Spielerpfad teilweise auf. Zu Kernentscheidungen (gelb), die für die Erhebung wichtig sind, wird der Pfad immer wieder zusammengeführt. Quelle: Eigene Aufnahme

<sup>379</sup> Vahlo: *An Enactive Account of the Autonomy of Videogame Gameplay*. 2017.

<sup>380</sup> Richard M. Ryan, C. Scott Rigby u. a.: „The Motivational Pull of Video Games. A Self-Determination Theory Approach“. In: *Motivation and Emotion*, 30 (2006), H. 4, 344–360.

Der Anspruch dieser Entwicklungsphase ist es, dem Spieler jederzeit das Gefühl zu geben, eigenständig und selbstbestimmt den aktuellen Pfad gewählt zu haben. Zur Wahrung der Reliabilität des Experiments müssen jedoch alle Probanden dieselben Test-Items in der gleichen Reihenfolge präsentiert bekommen. Daher orientiert sich der architektonische Raumaufbau an der Struktur des Directed Networks nach Ryan: Bestimmte Entscheidungen führen die Spieler entlang eines Seitenpfades, für experimentrelevante Situationen sollen die Stränge aber wieder zu einem einzelnen Hauptstrang gebündelt werden (vgl. Abbildung 79).

Um diese verzweigte Raumstruktur implementieren zu können, musste als wichtigster Punkt dieser Entwicklungsphase die Neukonzeptionierung des nicht euklidischen Raumsystems stehen. Ziel war eine Erweiterung des bestehenden linearen Ansatzes um Verzweigungen und Alternativpfade, sodass eine nonlineare Levelstruktur ermöglicht würde. Während dies grundsätzlich mit dem bestehenden teleportationsbasierten System möglich war, zeigten sich Probleme beim Einsatz dieses Systems. Zunächst einmal ist der Platzbedarf für die Raumrepliken zur Verschleierung des Sprungs sehr hoch, insbesondere wenn aufgrund einer Kreuzung mehrere Repliken gleichzeitig dargestellt werden müssen. Die Anforderungen des Systems schränkten durch diesen Platzbedarf die Gamedesigner in der Planung der Levelarchitektur stark ein. Und schließlich wurde, bedingt durch den Wechsel zur leistungsschwächeren kabellosen Brille, ressourceneffiziente Programmierung zur Wahrung einer stabilen Bildwiederholungsrate deutlich wichtiger, weshalb die generelle Anzahl der 3D-Objekte in der Szene reduziert werden musste.

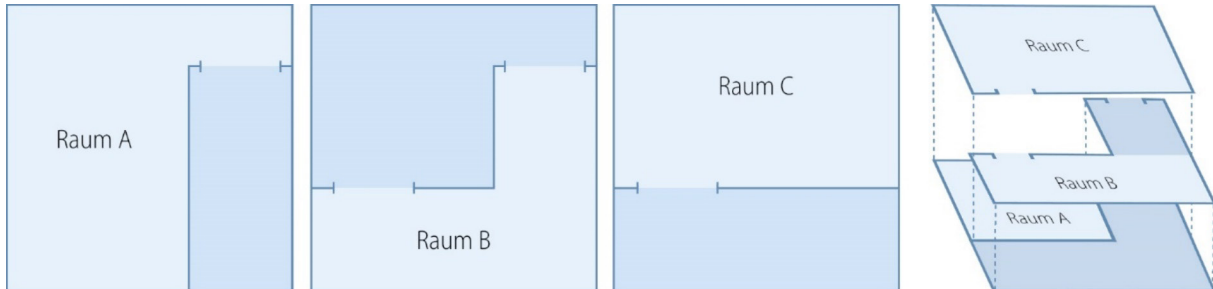


Abbildung 80: Überlappende Architektur der nicht euklidischen Räume. Von Raum A führt ein Portal zu Raum B, von dort wiederum zu Raum C. Auf die physische Fläche projiziert zeigt sich die Überlappung deutlich (rechts).

Quelle: Eigene Darstellung

Daher sollte auf ein System zurückgegriffen werden, das nur die Elemente des aktuell aktiven Raums darstellt. Ein solches System wurde bereits bei den Portalen im Projekt PORTA PRAETORIA eingesetzt.<sup>381</sup> Doch statt wie dort von der physischen in die virtuelle Welt zu führen, sollte das Portal hier eine Verbindung zwischen zwei virtuellen Räumen darstellen. Die Räume würden dabei, ganz im Sinne der überlappenden Architektur, deckungsgleich übereinanderliegen. Die Verwendung der Portale zur Maskierung nicht aktiver Räume erlaubte es, die Raumarchitektur unverändert zu lassen. Ein Stauchen wie in Abbildung 72 dargestellt war also nicht notwendig. Stattdessen würden alle Räume an derselben Position wie Paralleldimensionen ungesehen nebeneinanderliegen (vgl. Abbildung 80).

<sup>381</sup> Siehe Kapitel Portale, S. 46.

Die Portale funktionieren in diesem System wie offene Türen: Sie erlauben das Hindurchblicken und zeigen beim Hindurchblicken eine gerahmte Vorschau des dahinterliegenden Raumes, beim Durchschreiten modifizieren sie die globalen Wahrnehmungsparameter und verändern den aktiv gerenderten Raum vollständig. Ein Blick zurück zeigt dann eine maskierte Darstellung des vorherigen Raumes.

### 5.4.3 Umsetzung

Das Projekt wurde in Unity 3D für die Meta Quest 2 umgesetzt. Um einen schnellen Designprozess zu ermöglichen, insbesondere in der Prototypenphase, wurde für das Projekt zunächst ein umfangreicher Raumeditor entwickelt. Dieser erlaubt die Planung der Grundarchitektur der Räume mithilfe eines Tilesset-Systems.<sup>382</sup> In einem Editor konnte so die Position von Wänden, Türen und Lichtquellen bestimmt werden, per Knopfdruck wird der so geplante Raum dann dreidimensional umgesetzt (vgl. Abbildung 81).

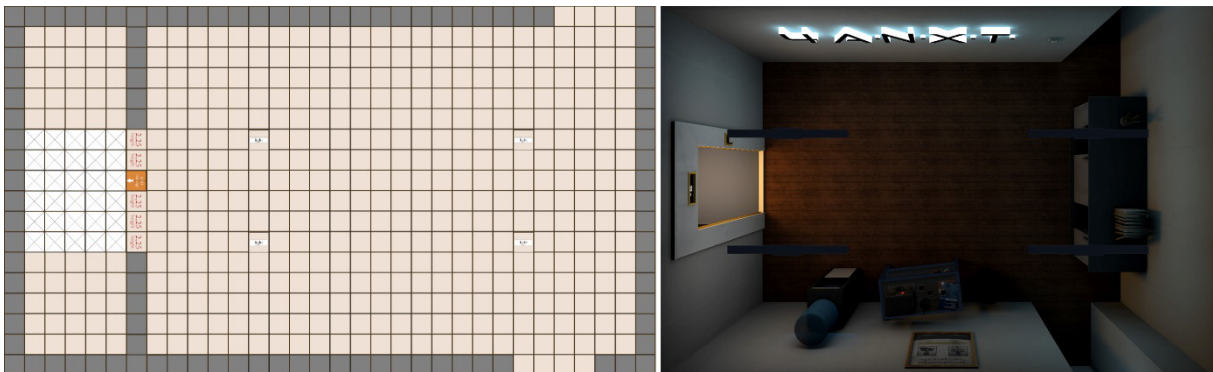


Abbildung 81: Der Raumeditor im Projekt FEAR//ANXIETY. Ein Tileset-System ermöglicht das präzise Platzieren von Wänden, Türen und Lichtern. Per Knopfdruck wird der so in 2D geplante Raum dreidimensional umgesetzt.

Quelle: Eigene Aufnahme

Die nicht euklidische Architektur wurde wie im Konzept beschrieben implementiert: Die Architekturen überlappen sich in der Engine, mithilfe des *Stencil Buffers*.<sup>383</sup> wird zwischen den darzustellenden und zu versteckenden 3D-Elementen unterschieden. Es wurde ein System implementiert, das in der Lage ist, die verschiedenen überlappenden Raumgeometrien zu verwalten und die korrekte Darstellung sicherzustellen. Dazu wurde zunächst jedes 3D-Element mit einer zugehörigen Raumkennziffer versehen, die während des Spiels mit dem aktuell aktiven Raum abgeglichen wird. Auf diese Weise werden nur Elemente des aktuell aktiven Raumes dargestellt. Die gleiche Technologie wurde auch im Projekt PORTA PRAETORIA verwendet, dort wurde jedoch nicht zwischen verschiedenen Räumen differenziert, sondern zwischen der Darstellung des Realraums und der virtuellen Darstellung des römischen Köln. Beim Durchschreiten des Übergangsportals wird die Variable des Stencil Buffers angepasst, um eine Überlagerung des Kamerafeeds mit dem 3D-

<sup>382</sup> Bei einem Tileset-System werden Tiles ähnlich Mosaiksteinen in einem Raster- oder Gitterformat angeordnet, um komplexe Flächen zu beschreiben. Die verschiedenen Tiles repräsentieren dabei alles, von einfachem Gelände (Gras, Wasser, Straßen) bis hin zu komplexen Objekten (Gebäude, Bäume).

<sup>383</sup> Der Stencil Buffer ist ein Speicherbereich in einem Grafikprozessor, der während des Renderns einer Szene verwendet wird, um bestimmte Teile des Bildes auszublenden oder zu behalten. Der Stencil Buffer enthält einen Wert für jedes Pixel eines Bildes, der bestimmt, ob es angezeigt oder ausgeblendet werden soll. Diese Funktionalität ist nützlich für eine Vielzahl von Techniken, wie beispielsweise das Maskieren bestimmter Bereiche des Bildes.

Rendering zu erreichen. Auch im FEAR//ANXIETY-Projekt wurden Portale implementiert, deren Durchschreiten die Stencil-Variable zum aktiven Raum modifiziert und dadurch die darzustellenden 3D-Elemente verändert. Anders als bei PORTA PRAETORIA sind diese Portale aber nicht visuell hervorgehoben, um ihr Durchschreiten zu ritualisieren, sondern nahtlos in die Architektur des Spiels integriert, um ihren Einsatz vor den Anwendern zu verstecken.

Der Einsatz der Portale verringerte deutlich den Raumbedarf, da der Zielraum im Ursprungsraum nun nicht mehr repliziert werden musste. Dies erlaubte die Integration von verzweigten Pfaden. Wie im Konzept berücksichtigt musste dabei aber sichergestellt werden, dass die Pfade zu den Messzeitpunkten wieder zusammengeführt werden. Dank der Verwendung nicht euklidischer Architekturen geschieht dieses Zusammenführen der Spielerpfade unbemerkt von den Anwendern: Subjektiv betrachtet bewegen sie sich stets auf einem selbst gewählten Pfad fort, etwaige Alternativpfade hinter sich lassend. Doch die Möglichkeit, zwei Eingangsportale im selben Ausgangsportal enden zu lassen, erlaubt es, jeden Seitenpfad an einen Zielort zu führen (vgl. Abbildung 79). Durch den Einsatz von Türen, die nur in eine Richtung durchschritten werden können, wird ein Zurückgehen der Spieler nach einer getroffenen Entscheidung verhindert. Dies geschieht einerseits zur Aufrechterhaltung der Illusion einer autonomen Entscheidung, andererseits zur Verbesserung der Experimentaldaten durch diskrete Entscheidungswerte.

#### 5.4.4 Reflexion

Im Rahmen der Mixed Reality Science Awards im September 2022 wurde der Prototyp dieser Entwicklungsphase getestet.<sup>384</sup> Insgesamt 18 Personen testeten die Erkundung der nicht euklidischen Umgebung. Der Test fand in einem offenen und lauten Raumaufbau statt, daher wurden keine Beobachtungen zur Immersion gemacht. Während der Tests waren die Probanden angehalten mittels *lautem Denken* ihr Empfinden zu teilen. Da es sich um Fachbesucher handelte, wurden viele Fragen zur technischen Umsetzung der nicht euklidischen Navigation gestellt. Die Probanden wurden nach dem Test zu ihrer empfundenen Handlungsfreiheit befragt.

Der Großteil der Tester zeigte sich beeindruckt von dem Maß an Freiheit, das die Anwendung einräumt, sowohl durch das System des freien Umherlaufens und Navigierens durch die Räume als auch, was den Grad der Entscheidungsfreiheit betrifft.<sup>385</sup> Es zeigte sich aber in den Beobachtungen, dass der alleinige Einsatz gestalterischer sowie architektonischer Maßnahmen nicht ausreicht, um den Einsatz der nicht euklidischen Räume vollständig zu verschleiern. Produktionsbedingt war die Navigation die einzige Interaktionskomponente des Prototyps, der daher aus einer reinen Aneinanderreihung von Gängen und Räumen bestand. Es

<sup>384</sup> Jonas Zimmer: *Fear//Anxiety | Playtest: Navigation in a non-euclidean spatial setup in VR*. In: YouTube, 2022. URL: <https://youtu.be/WSFLTzWRJPY> (01.08.2023).

<sup>385</sup> Der Prototyp wurde mit dem Mixed Reality Science Award für die beste Anwendbarkeit (Best Practice) ausgezeichnet. Siehe: Deutsches Institut für virtuelle Realitäten (DIVR e.V.): *Ein Rückblick: Der XR Science Award 2022*. 2022, URL: <https://divr.de/award/rueckblick-xr-science-award-2022> (01.08.2023).

wurde deutlich, dass weitere Interaktionen implementiert werden mussten, Elemente, die die Wahrnehmung des Spielers im Raum binden, sodass die Konstruktion seiner mentalen Karte gestört wird. Daher sollten die Räume im nächsten Entwicklungsschritt mit interaktiven Elementen angereichert werden, um den Grad der Immersion weiter zu erhöhen.

### 5.4.5 Diskussion

Die Ergebnisse der beiden ersten Entwicklungsphasen betonen die Bedeutung von Handlungsmacht für ein erhöhtes Immersionsempfinden in immersiven Räumen. Sowohl die Literaturanalysen als auch die Reflexionen der Entwicklungsphasen machen deutlich, dass das Gefühl der Selbstbestimmung und Kontrolle des Spielers über die eigenen Aktionen und Interaktionen mit der virtuellen Umgebung entscheidend für eine umfassendere Immersion ist. Das Empfinden von Handlungsmacht wurde im Rahmen des Projekts insbesondere durch die Bereitstellung einer nicht euklidischen Umgebung, in der die Spieler ihren eigenen Weg wählen können, gestärkt. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit, eine Umgebung zu schaffen, die das Gefühl von Autonomie und Kontrolle unterstützt und fördert.

Agency ermächtigt den Spieler und vermittelt ihm ein Empfinden von Einfluss. Allerdings bedeutet dies auch, dass der Spieler eine Verantwortlichkeit für die Auswirkungen seiner Taten empfindet. Dies kann zu drastischen Ausdruckszwecken genutzt werden: In der Mission *By the Books* in GTA V übernimmt der Spieler in der Rolle eines der Protagonisten die Folterung eines NPC.<sup>386</sup> Die Szene sticht aus dem restlichen Spiel heraus, da ihre enaktivistische Genauigkeit und ihr Kontextrealismus mit nichts anderem im Spiel vergleichbar ist.<sup>387</sup>

The player makes a circular motion with the gamepad's joystick to wrench a tooth out of the suspect's mouth thus mimicing the actual motions involved when using torture implements on their virtual victim. Contrasted against other violent game mechanics (subjects push a button to shoot a gun, stab with a knife, or fire a rocket launcher), the haptic feedback generated by this form of motor engagement also increases both the perspectival fidelity and context-realism of the simulation.<sup>388</sup>

Zwei Aspekte stechen bei dieser Mission besonders hervor: Zum einen lässt sich die Folderszene nicht überspringen, sie ist Teil einer Hauptmission und muss vollendet werden, um mit dem Spiel fortzufahren. Zum anderen spielt der Spieler in parallelen Szenenwechseln einen der anderen Protagonisten, der, während die Folter läuft, erfährt, dass die gefolterte Person die benötigten Informationen gar nicht haben kann, da es zu einer Verwechslung gekommen ist. Der Spieler muss die Folterung also im Wissen durchführen, eine vollends unbeteiligte Person zu massakrieren. In dieser selbst reflektierenden Perspektive, in der das durchaus gewaltsame Spiel seinem Spieler in überbordender Weise den Spiegel vorhält, zeigt sich eine performative Qualität der Handlungsmacht als Mittel zur unmittelbaren Vermittlung von Emotion.

<sup>386</sup> Grand Theft Auto V, Rockstar North. Rockstar Games u. Take 2 Interactive, 2013 (Xbox 360/PS3).

<sup>387</sup> Erick J. Ramirez: „How to (dis)solve the Gamer's Dilemma“. In: *Ethical Theory and Moral Practice*, 23 (2020), 141–161. S. 154.

<sup>388</sup> Ebd. S. 154.

Während Handlungsmacht in allen interaktiven Medien von Bedeutung ist, tritt sie in der virtuellen Realität – da das Medium VR eine subjektive Wahrnehmungsperspektive etabliert und dadurch Unmittelbarkeit der Spielhandlungen evoziert und ein körperzentriertes mimetisches Interaktionsdesign anbietet – als zentraler Faktor im letzten Schritt des immersiven Prozess hervor. Handlungsmacht (Agency) soll daher als der erste Aspekt der dritten Stufe des immersiven Prozesses definiert werden. Dabei zeigte sich in der Reflexion, dass insbesondere die Weiterentwicklung von Systemen, die eine vielfältigere Interaktion mit der Umgebung und einen größeren Einfluss auf die virtuelle Welt ermöglichen, einen bedeutenden Beitrag zur Verstärkung des Gefühls von Handlungsmacht und damit zur Steigerung der Immersion leisten sollte. Dieser Schritt sollte im folgenden Entwicklungsabschnitt vollzogen werden.

## 5.5 Emotionale Involvierung: Fear//Anxiety – Entwicklungsphase 3

Das Forschungsprojekt versucht, natürliche Reaktionen der Probanden auf emotionale Reize zu erheben. Die bisherigen Entwicklungen fokussierten die Gestaltung und Umsetzung einer virtuellen Laborumgebung, in der diese Erhebungen stattfinden können, ließen das System der Reizauslöser aber außen vor. Dabei geht es nicht nur um das Auslösen instinktiver Furchtreaktionen wie in frühen Experimenten mit Planken in virtuellen Umgebungen.<sup>389</sup> Vielmehr soll im Projekt FEAR//ANXIETY eine vollständige Einbindung des emotionalen Systems eines Probanden in die virtuelle Erfahrung, eine emotionale Involvierung erreicht werden. Die zugehörige Forschungsfrage lautete:

*Wie kann in einem virtuellen Raum eine vollständige emotionale Involvierung des Probanden gewährleistet werden, um natürliche Reaktionen auf emotionale Reize effektiv zu erfassen?*

Gleichsam verdeutlichten die Betrachtungen der interaktiven Strukturen im vorangegangenen Entwicklungsabschnitt, wie eng die individuelle Spiel-Erfahrung und die Interaktionspfade in interaktiven Systemen verbunden sind. Damit diese Verbindung glaubhaft bleibt und Spieler durch Hinterfragen bestimmter Game-design-Entscheidungen, wie beispielsweise der einseitig verschlossenen Türen, nicht aus der Immersion gerissen werden, ist die narrative Rahmung als ein kontextualisierendes Element der Bedeutungsebene wichtig.<sup>390</sup> Daher sollte mit den interaktiven Elementen in dieser Entwicklungsphase auch eine sinnstiftende narrative Rahmung implementiert werden, die die emotionale Involvierung vertiefen sollte.

### 5.5.1 Analyse

Emotionen spielen eine wesentliche Rolle im Kontext immersiver virtueller Erfahrungen. Sie beeinflussen die Wahrnehmung, Interpretation und schließlich das Verhalten der Nutzer in der virtuellen Umgebung. Vor dem Hintergrund, dass Emotionen eine solche Bedeutung für die Qualität und Intensität der Nutzererfahrung haben, ist es entscheidend, ein fundiertes Verständnis der emotionalen Dynamiken in virtuellen Anwendungen zu entwickeln. Um ein allgemeineres Verständnis für die emotionale Involvierung eines Spielers in eine virtuelle Anwendung zu bekommen, soll eine Annäherung an den Begriff über eine Differenzierung der im Forschungsprojekt fokussierten Emotionen Angst und Furcht unternommen werden.

Das Projekt FEAR//ANXIETY untersucht explizit das Spiel mit der Angst, die Bereitschaft der Spieler, für Belohnungen Risiken einzugehen und sich in unsichere und unangenehme Situationen zu bewegen. Die vorangegangenen Kapitel zeigten, dass die Architektur einen zentralen Aspekt des Spiels einnimmt: Die Erkundung des unbekannten Raums ist primäres Spielziel und Motivationstreiber, der nicht lineare Aufbau induziert ein

<sup>389</sup> Mel Slater u. Martin Usoh: „Presence in Immersive Virtual Environments“. Präsentiert bei: *Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, Washington DC, 1993, 90–96. S. 96.

<sup>390</sup> Ryan: *Narrative as Virtual Reality 2*. 2015, S. 233.

Gefühl der Handlungsmacht in den Spielern und die verwinkelte Geometrie dient der Verschleierung nicht euklidischer Systeme. Dieses Kapitel soll darstellen, wie Prinzipien des architektonischen Aufbaus emotionale Bindungen befördern können, um einnehmende Spiel-Erlebnisse zu schaffen.

## Angst und Furcht

Die Wörter *Angst* und *Furcht* werden häufig als Synonyme verwendet – um Emotionen zu bezeichnen, die in bedrohlichen Situationen auftreten. Obwohl Begriffe wie *Prüfungsangst* oder *Furchtkonditionierung* bekannt sind, kann der Unterschied zwischen Angst und Furcht oft nicht klar definiert werden. Das hier beschriebene Projekt versucht, basierend auf der vorwiegend am Tiermodell entwickelten *Revised Reinforcement Sensitivity Theorie* von Jeffrey Gray, eine empirische Differenzierung von Angst und Furcht im Humanbereich.<sup>391</sup>

Die *Revised Reinforcement Sensitivity Theory* (r-RST) ist eine Erweiterung der ursprünglich von Jeffrey Gray entwickelten Persönlichkeitstheorie, die biologisch fundiert die individuellen Unterschiede der Annäherungs- und Vermeidungstendenzen in Risikoabwägungssituationen beschreibt. Laut der Theorie entsteht Angst in Konfliktsituationen, in denen nicht bekannt ist, ob ein Reiz oder eine Situation positiv oder negativ ist und ob Annäherungs- oder Vermeidungsverhalten gezeigt werden soll. Furcht hingegen wird durch eindeutig negative Situationen ausgelöst, wie beispielsweise das Bemerken von Einbrechern im eigenen Heim. Für Angst und Furcht wurden neurobiologische Systeme postuliert, die einander zwar teilweise überlappen, aber auch Unterschiede aufweisen: Der stärkste empirische Hinweis darauf, dass Angst und Furcht getrennten Emotionssystemen zuzuordnen sind, ist der Befund, dass nur Angst, nicht aber Furcht, durch Pharmaka abgeschwächt werden kann.<sup>392</sup>

Die Theorie unterscheidet dabei zwischen drei Reaktionssystemen: Dem *Fight-Flight-Freeze-System* (FFFS), dem *Behavioral-Activation-System* (BAS) sowie dem *Behavioral-Inhibition-System* (BIS).<sup>393</sup> Das FFFS ist für die Reaktionen auf unangenehme Reize verantwortlich. Es generiert die emotionale Reaktion von Furcht. Die damit in Beziehung stehenden Persönlichkeitsmerkmale sind Furchtsamkeit und Vermeidung, die in einer pathologischen Ausprägung im Zusammenhang mit Störungsbildern wie Phobien und Panikaffinität stehen können.<sup>394</sup> Das BAS ist für die Reaktionen auf alle erstrebenswerten Stimuli verantwortlich. Dieses System generiert die Emotion des *vorfrendigen Vergnügens* und die Hoffnung auf ein solches. Eine Persönlichkeit mit einem hohen BAS-Level ist geprägt von Optimismus, Belohnungsorientierung und Impulsivität, was klinisch auf süchtiges Verhalten (z. B. pathologisches Glücksspiel) und verschiedene Arten von risikoreichem und impulsivem Verhalten sowie möglicherweise auf den erstrebenswerten Bestandteil der Manie abgebildet

<sup>391</sup> Alan D. Pickering u. Philip J. Corr: „J.A. Gray's Reinforcement Sensitivity Theory (RST) of Personality“. In: *The SAGE Handbook of Personality Theory and Assessment: Volume 1 — Personality Theories and Models*, 239–256. Thousand Oaks, CA, US: Sage, 2008.

<sup>392</sup> Philip J. Corr u. Adam M. Perkins: „The Role of Theory in the Psychophysiology of Personality. From Ivan Pavlov to Jeffrey Gray“. In: *Int J Psychophysiol*, 62 (2006), H. 3, 367–376.

<sup>393</sup> Pickering u. Corr: *J.A. Gray's Reinforcement Sensitivity Theory*. 2008, S. 243.

<sup>394</sup> Ebd.

werden kann.<sup>395</sup> Das BIS ist für die Lösung von Zielkonflikten verantwortlich, evolutionstechnisch beispielsweise zwischen dem hungergetriebenen BAS und dem risikovermeidenden FFFS in Situationen der Nahrungssuche. Dabei entsteht die Emotion Angst, die dazu führt, dass wir vorrangige Verhaltensweisen unterdrücken und uns Gefahren bewusst werden. Hierbei kann es dazu kommen, dass wir uns besorgt oder sogar ängstlich fühlen. Eine Persönlichkeit, die stark von der Aktivität des BIS geprägt ist, wird als besorgt und grüblerisch wahrgenommen. Ein optimaler Grad an BIS-Aktivierung ist wichtig, ein zu niedriges Niveau kann zu riskantem Verhalten (z. B. Psychopathie) führen, während ein zu hohes Niveau zu übermäßiger Vorsicht (z. B. generalisierte Angststörung) führen kann, was beides suboptimale Konfliktlösungen zeitigt.<sup>396</sup>

Unter Berücksichtigung dieses differenzierten Verständnisses von Angst und Furcht soll nun der Charakter von Spielen als handlungsbefähigendes Medium sowie die gezielte Ausrichtung des Projektes auf die Reizung dieser Emotionen zur Erzeugung intensiver emotionaler Involvierung erläutert werden.

## Emotionale Involvierung

Die Anreicherung einer Erfahrung mit einer Ebene der persönlichen Bedeutung wird oft durch die Narration erreicht. Gerade in Spielen kann die Narration dazu dienen, den Spielraum durch die Involvierung der Spieler zu einem Erlebnisraum zu transformieren. Die Handlungen des Spielers werden in diese Geschichten eingebunden und verleihen dem Spielraum dadurch individuelle Bedeutung. Die emotionale Beteiligung des Spielers ist oft mit diesen Bedeutungen verbunden und tritt in dieser Form vor allem durch Empathie oder Identifikation mit den diegetischen Charakteren auf.<sup>397</sup> „Empathie oder Identifikation, ein Mitleiden oder Mitfühlen mit einer Figur, wird jedoch vor allem möglich durch die Unmöglichkeit des Eingreifens in das Geschehen im Film oder in anderen nicht interaktiven Medien.“<sup>398</sup>

Spiele ermöglichen als ein handlungsbefähigendes Medium den Spielern, sich auf eine Art und Weise mit dem Dargestellten zu verbinden, wie es bei linearen Medien nicht möglich ist. Im Gegensatz zu Filmen, bei denen der Autor die Ereignisse im Voraus definiert, agieren Spieler durch ihre Entscheidungen als Autoren ihrer eigenen Spiel-Erfahrung.<sup>399</sup> Die Konfrontation der Spieler mit herausfordernden und aufwühlenden Situationen, deren Bewältigung teils einer persönlichen Überwindung oder Anstrengung bedarf, ist ein zentraler Auslöser des Unterhaltungswertes digitaler Spiele.<sup>400</sup> Insbesondere die Navigation in den räumlichen, narrativen und interaktiven Strukturen eines Spiels involviert den Spieler und produziert so eine Form der Unterhaltung.<sup>401</sup>

---

<sup>395</sup> Ebd.

<sup>396</sup> Ebd. S. 244.

<sup>397</sup> Britta Neitzel: „Involvement“. In: *Game Studies*, Hrsg. von Benjamin Beil, Thomas Hensel u. a., 219–234. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018. S. 228.

<sup>398</sup> Ebd. S. 229.

<sup>399</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 135.

<sup>400</sup> Salen u. Zimmerman: *Rules of Play*. 2003, S. 348.

<sup>401</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 134 f.

The key to creating an expressive fictional labyrinth is arousing and regulating the anxiety intrinsic to the form by harnessing it to the act of navigation. Suspense, fear of abandonment, fear of lurking attackers, and fear of loss of self in the undifferentiated mass are part of the emotional landscape of the shimmering web. Moving through the space can therefore feel like an enactment of courage and perseverance...<sup>402</sup>

*Emotionale Involvierung* beschreibt daher eine Beteiligung des Spielers selbst, nicht der Rolle, die er innerhalb der Diegese übernimmt. Neitzel spricht von einer extradiegetischen Ebene der emotionalen Involvierung und nennt als Beispiel Ärger über das Spiel, den ein Spieler bei technischen Problemen empfinden kann. Dieser evoziert den Wunsch der Distanzierung vom Spiel und wirkt somit immersionsbrechend...<sup>403</sup> Eine immersionssteigernde Wirkung zeigt die emotionale Involvierung vor allem in den Zuständen, in denen sich der Spieler selbst vollständig im Virtuellen verortet. Das Konzept beschreibt eine Steigerung der Präsenz um die Aspekte des Inneren. Einen Zustand, in dem der Spieler seinen virtuellen Körper nicht nur als handlungsbezügliche Repräsentation seiner selbst in der virtuellen Umgebung sieht, sondern sich ganzheitlich innerhalb dieses Körpers verortet.

Diese umfassende emotionale Involvierung soll als der letzte Aspekt des immersiven Prozesses definiert werden. Sie stellt einen Zustand tiefer Verbundenheit des Spielers mit der dargestellten Erfahrung dar, die nachhaltige Veränderungen in ihm auslösen kann. Obwohl das Gezeigte eine virtuelle Inszenierung ist, verinnerlicht der Spieler sie als persönliche Erfahrung...<sup>404</sup>

Diesem transformativen Aspekt der emotionalen Involvierung wohnt allerdings auch eine Gefahr inne. Einerseits kann dieser unmittelbare Zugang bei unbedachter Anwendung zu einer Traumatisierung führen, wenn Spieler unvorbereitet mit erschütternden Situationen konfrontiert werden...<sup>405</sup> Andererseits kann der Zustand zur gezielten emotionalen Manipulation genutzt werden...<sup>406</sup> Die Notwendigkeit von ethischen Richtlinien für die Gestaltung emotional involvierender immersiver Erfahrungen ist immanent; es muss stets die Frage gestellt werden, ob es eine derartig tiefe Immersion wirklich braucht.

## 5.5.2 Konzeption

Zur Beforschung der tatsächlichen emotionalen Reaktionen des Probanden auf Angst auslösende Reize muss im Kontext des FEAR//ANXIETY-Projektes eine emotionale Involvierung erreicht werden. Die ethischen Überlegungen zur Gefahr der Traumatisierung führten jedoch zu einem Konzept, das auf die unterschwellig induzierten Angstempfindungen liminaler Raumarchitekturen baut und kaum unmittelbare Gefahrenquellen implementiert.

<sup>402</sup> Ebd. S. 135.

<sup>403</sup> Neitzel: *Involvement*. 2018, S. 229.

<sup>404</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 170.

<sup>405</sup> Raymond Lavoie, Kelley Main u. a.: „Virtual Experience, Real Consequences. The Potential Negative Emotional Consequences of Virtual Reality Gameplay“. In: *Virtual Reality*, 25 (2021), H. 1, 69-81. S. 73.

<sup>406</sup> Randall W. Hill: „Ethics of Immersive Technologies“. In: *Next-Generation Ethics: Engineering a Better Society*, Hrsg. von Ali E. Abbas, 39–53. Cambridge: Cambridge University, 2019. S. 51.

Folgende Konzeption wurde in dieser Entwicklungsphase erarbeitet: Die emotionale Involvierung soll durch eine Kombination aus expliziter Spielinteraktion, rahmender Narration und extrinsischer Motivation auf der Meta-Ebene erreicht werden: Die Studienteilnehmer sollen für die Partizipation am Experiment einen gewissen Grundbetrag an Probandenentgelt erhalten. Innerhalb der im Experiment vermittelten Geschichte wird ihnen aber Extrageld geboten, wenn sie bestimmte Aufgaben erfüllen. Dazu sollen sie in den Leveln versteckte Computerterminals finden, die ihnen durch Interaktion zusätzliche Belohnung einbringen. Allerdings sind die Terminals oder die Wege zu ihnen teilweise durch Kameras und Sicherheitsdrohnen gesichert, die bei einer Entdeckung des Spielers das zusätzlich eingesammelte Geld wieder reduzieren. Auf diese Weise wird einerseits eine extrinsische Motivation zur umfassenden Exploration des Raums für die Probanden geschaffen, andererseits werden aber auch Echtweltkonsequenzen für Spielaktionen dargestellt, die zu Risikoabschätzungen führen.

Diese Risikoabschätzungen stellen die Messpunkte für die BIS-Skala dar: Die Spieler wägen ab zwischen möglichen Gefahren (Entdecktwerden) sowie erwartbaren Belohnungen, die mit dem Finden von Computerterminals (Extrageld) oder dem Ausgang aus dem Stockwerk (Sicherheit) verbunden sind. Um diese zu erheben, wurde die Architektur des Experiments so geplant, dass die Spieler regelmäßig auf T-Abzweigungen treffen, bei denen sie sich für einen der gebotenen Pfade entscheiden müssen. Diverse visuelle Elemente sollten die Pfade um eine informative Ebene anreichern, sie sollten dem Spieler Informationen zur Entscheidungsfindung bieten. Diese können in Form von farbkodierten Elementen, beispielsweise ein auf den Ausgang verweisendes Schild, implementiert werden. Insgesamt wurden sechs verschiedene Entscheidungskategorien identifiziert, die als sequenzielle Erhebungssituationen im Spiel implementiert werden sollten (vgl. Abbildung 82).

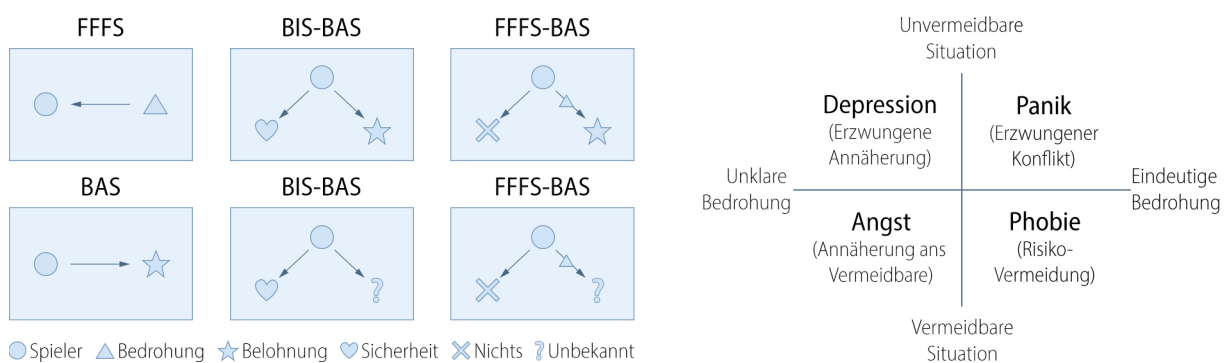


Abbildung 82: Entscheidungskategorien für BIS-Situationen in FEAR//ANXIETY (links). Einordnung der Situationen auf einer Skala mit den Achsen Bedrohung und Vermeidbarkeit (rechts).

Quelle: Eigene Darstellung

Zum Zweck der Messwiederholung sollten die Situationen der einzelnen Entscheidungskategorien mehrfach implementiert werden. Damit dies für den Probanden nicht zu offensichtlich würde, sollten verschiedene Settings zur Gestaltung des Innenraums genutzt werden (Büroräume, Keller, Labor). Auf diese Weise kann der gleiche logische Raumaufbau wiederholt genutzt werden (vgl. Abbildung 83).



Abbildung 83: Darstellung einer Situation zwischen *Sicherheit* und *unbekannt*. Das Exit-Schild verweist auf einen Weg zum nächsten Ausgang, der unbekannte Flur könnte zu einer möglichen Belohnung führen.

Quelle: Eigene Aufnahme

### 5.5.3 Umsetzung

Während der Konzeption wurde entschieden, für die Interaktionen in diesem Projekt auf jegliche Eingabe mithilfe der Controllerbuttons zu verzichten und die komplette Interaktion lebensnah und physikbasiert zu gestalten. Interaktive Objekte in der Spielwelt, wie beispielsweise ein Türpaneel oder ein Touchscreen, lassen sich durch physische Kollision der Handmodelle mit den interaktiven Flächen aktivieren (vgl. Abbildung 84). Neben diesen für den Spielfortschritt relevanten Interaktionen wurden noch weitere Manipulationsmöglichkeiten zur Steigerung der Glaubwürdigkeit des virtuellen Raums implementiert. Elektrogeräte lassen sich aktivieren, Bücher sowie Tassen bewegen, stapeln und werfen. Wie bereits im Kapitel Spielerisches Design beschrieben erhöhen diese Möglichkeiten, auch nicht zielführende Umgebungsmanipulationen vorzunehmen, das immersive Potenzial des Raumes.



Abbildung 84: Physikbasierte Interaktionsmethoden in FEAR//ANXIETY. Explizite Interaktionen werden durch Kollision des Handmodells mit den interaktiven Flächen, wie Touchscreens oder Buttons, ausgelöst.

Quelle: Eigene Aufnahme

Während der Integration dieser Interaktionen zeigte sich allerdings ein Problem mit dem System der nicht euklidischen Räume: Zwar funktionierte das selektive Rendern des aktiven Raums auf visueller Ebene, die zugehörigen Physiksysteme wirkten aber auch aus nicht sichtbaren Räumen heraus. Durch das Übereinanderlegen aller Räume waren dadurch alle Kollisionsflächen der Wände und Objekte gleichzeitig aktiv, wodurch die Spielerhände ständig mit nicht sichtbaren Objekten kollidierten.

Das System zur Raumverwaltung wurde daher erneut angepasst. Das finale System ist eine Kombination der beiden vorherigen: Die 3D-Räume liegen nicht mehr deckungsgleich übereinander, sondern sind perlen-schnurartig hintereinander aufgereiht. Beim Durchschreiten eines Portals wird nun nicht mehr der aktiv gerenderte Raum geändert, sondern der Spieler wird unbemerkt in den angeschlossenen Raum teleportiert. Das Portal lässt sich daher nicht mehr mit einer offenen Tür vergleichen, sondern eher mit einer durchschreitbaren Leinwand, einer zweidimensionalen Fläche im Raum. Mithilfe einer geometrischen Berechnung, unter Berücksichtigung der Augenposition des Spielers, wird der hinter dem Portal liegende Raum auf diese Leinwand projiziert, um eine perspektivisch korrekte Ansicht zu generieren und den Übergang vor dem Anwender zu verbergen (vgl. Abbildung 85).



Abbildung 85: Projektion des Folgeraumes auf eine planare Fläche. Links: Editoransicht und Hervorhebung der Portalfläche. Rechts: Ansicht im Spiel. Die Position des Übergangs ist für die Spieler nicht zu identifizieren.

Quelle: Eigene Aufnahme

Die Qualität dieser Projektion ist so hoch, dass das System einen unbemerkten Übergang ermöglicht, wie interne Tests bestätigten. Die Integration gebackener Lichtquellen zeigte um die Portalgrenzen jedoch harte Kanten und unschöne Artefakte. Die Lichtberechnungen der Entwicklungsumgebung sind nicht auf nicht euklidische Architekturen ausgelegt. Daher wurde ein System implementiert, dass die *Lightmap* nach dem Backen an den Grenzen der Portale mit den Lichtdaten des angrenzenden Raums überblendet. Ein weiteres Problem war die Übertragung von Geräuschen, deren Quelle in einem Raum hinter dem Portal lag. Dazu wurde eine Komponente geschrieben, die Lautstärke und Ursprungsrichtung an der Portalgrenze imitiert, um zumindest eine grobe Verortung von Geräuschquellen zu ermöglichen.<sup>407</sup>

Das Einsammeln der zusätzlichen Belohnungen an den Computerterminals soll keine spielerische Herausforderung darstellen, schließlich soll der Prozess der Entscheidungsfindung erhoben werden, nicht das Spielgeschick der Probanden. Narrativ wird die Belohnung mit der Beschaffung zusätzlicher Daten gerahmt. Diese Daten müssen von den Spielern von den Computerterminals heruntergeladen werden. Die Touchbildschirme der Terminals werden von den Spielern per Berührung aktiviert, womit das Herunterladen der Daten startet. Die Durchführung dieses Vorgangs ist simpel, er wurde aber so gestaltet, dass das Herunterladen eine

<sup>407</sup> Die korrekte Übertragung von Soundwellen in nicht euklidischen Räumen ist weit weniger trivial als ursprünglich angenommen. Das Thema wird daher im Kapitel zu Ansätzen für zukünftige Forschungen aufgegriffen.

spezifische Zeitspanne benötigt. Das Speichergerät befindet sich am Handgelenk der Spieler, es muss während des gesamten Kopiervorgangs über die Verbindungsfläche gehalten werden, um die Übertragungsverbindung aufrechtzuerhalten. Während des Risikoabwägungsprozesses müssen die Spieler diesen zeitlichen Aufwand berücksichtigen, da sie sich im Zuge der Übertragung aus ihrer sicheren Deckung begeben müssen (vgl. Abbildung 86).



Abbildung 86: Datenstation mit Handscanner zur Aktivierung. Der blaue Schein des Bildschirms ist eindeutig für diese Stationen und dient als visueller Hinweis für die Probanden. Links im Bild ist eine Kaffeemaschine, eines der nicht spielrelevanten interaktiven Objekte.

Dieses Betreten eines als gefährlich empfundenen Bereichs ist eine Angstsituation, die nur aufgrund einer zu erwartenden Belohnung überwunden wird.<sup>408</sup> Dies ist eine der BIS-Entscheidungen, die im Experiment erhoben werden sollten. Das bedingt allerdings, dass der Raum von den Probanden als Bedrohung wahrgenommen wird. Da die Bedrohlichkeit eines Raums durch eine rein visuelle oder auditive Gestaltung stark abhängig von den Expositions-Gewohnheiten des Probanden ist, beispielsweise durch regelmäßigen Konsum Angst induzierender Filme, wurde nach einer Möglichkeit einer allgemeineren Bedrohlichkeit gesucht. Daher mussten Spiel-Elemente implementiert werden, die nicht nur spielintern Bedrohlichkeit ausstrahlen, sondern im Sinne der emotionalen Involvierung auch spieleexterne Konsequenzen mit sich bringen.

Die Gestaltung dieser bedrohlichen Elemente unterlag diversen Limitierungen: Einen physischen Kontakt der Bedrohungen mit den Spielern galt es zu vermeiden, da die Diskrepanz zwischen dem visuell wahrgenommenen Kontakt und der fehlenden Taktilität zur Reduktion des Präsenz- und Immersionsgefühls führen würde.<sup>409</sup> Die Überlegungen zur Gefahr der Traumatisierung limitierten die visuelle Gestaltung sowie die Drastik der Bedrohungsinteraktionen mit den Probanden darüber hinaus. Daher wurde die Gefahr des

<sup>408</sup> Corr u. Perkins: *The Role of Theory in the Psychophysiology of Personality*. 2006, S. 7.

<sup>409</sup> Michael Meehan, Brent Insko u. a.: „Physiological Measures of Presence in Stressful Virtual Environments“. In: *ACM Transactions on Graphics*, 21 (2002), H. 3, 645–652.

Jean-Christophe Servotte, Manon Goosse u. a.: „Virtual Reality Experience. Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness“. In: *Clinical Simulation in Nursing*, 38 (2020), 35–43.

Entdecktwerdens als Grundbedrohung des Spiels definiert und mittels Sicherheitskameras sowie patrouillierenden Überwachungsdrohnen implementiert (vgl. Abbildung 87).



Abbildung 87: Eine Überwachungsdrohne patrouilliert in der Nähe einer Datenstation. Spieler müssen den Drohnenpfad antizipieren, um den richtigen Zeitpunkt für den Zugriff auf das Terminal zu determinieren.

Quelle: Eigene Aufnahme

Im Spielnarrativ führt eine Entdeckung des Spielers durch diese Überwachungseinrichtung zu einer Korruption der bisher gesammelten Daten, sodass diese für den Verkauf ungeeignet werden und das zusätzlich gesammelte Probandenentgelt reduziert wird. Es wird erklärt, dass dies kontaktlos mittels eines elektromagnetischen Stoßes, der von den Drohnen ausgeht, geschieht.

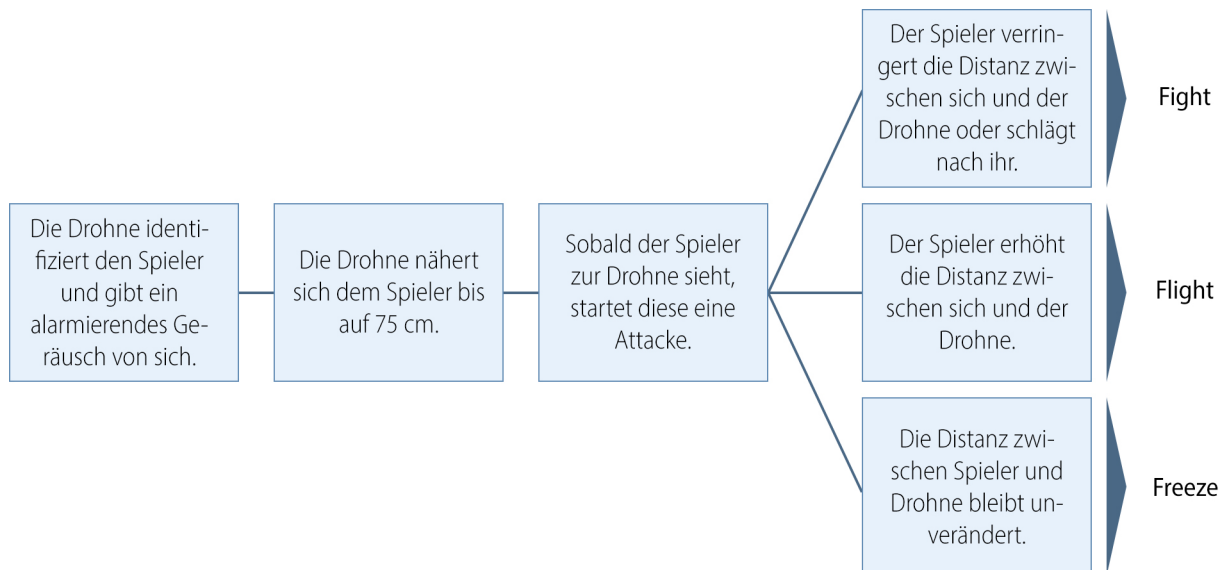


Abbildung 88: Interpretation der Verhaltensweise des Spielers in einer FFFS-Situation bei Kontakt mit einer Drohne

Quelle: Eigene Darstellung

Zur Erhebung der FFFS-Reaktion wird das Spielerverhalten beim Kontakt mit einer Drohne evaluiert (vgl. Abbildung 88). Dazu muss zumindest im Falle eines Angriffs durch den Spieler ein physischer Kontakt mit der Drohne möglich sein. Dieser Abwehrschlag wird durch eine Vibration des Controllers, mit der er ausgeführt wurde, unterstrichen.

### 5.5.4 Entwicklungsergebnis Fear//Anxiety

Der in dieser Entwicklungsphase entstandene Prototyp implementiert fast alle im Zuge dieser Dissertation identifizierten Methoden zur Immersionssteigerung. Das Projekt soll in diesem Kapitel daher detailliert beschrieben werden, um eine zusammenfassende Darstellung der in diesem Projekt entwickelten Methoden zu bieten.<sup>410</sup>

Der Prototyp wurde für eine 4 m x 8 m große Spielfläche entwickelt. Das Setting des Spiels ist in den Laboren der Bonner Hochschule verortet, wo die psychologische Erhebung durchgeführt werden soll. Die architektonische Gestaltung der virtuellen Räume ist den Probanden somit vertraut, was der Akzeptanz der virtuellen Umgebung beim ersten Aufsetzen der Brille zuträglich ist. Analog zu den Ergebnissen der VR-ZEITREISE findet die Raumkalibration der Spieler vor dem eigentlichen Experimentalraum statt. Dadurch instrumentalisiert dieser Aufbau den Effekt des Spatial Shifts, um das Eintreten in die Experimentalsituation zu unterstreichen.

Die Analysen zu diesem Projekt zeigten, dass sich die Komplexität der Kontingenzbeziehung zwischen Spieler und Spiel durch die Vielschichtigkeit der implementierten expliziten Interaktionen definiert. Eine Reduktion dieser Komplexität lässt sich durch die Gestaltung niedrigschwelliger Steuerungsmethoden erreichen. Eine intuitive Steuerung wirkt sich positiv auf das immersive Empfinden aus, da diese es den Spielern ermöglicht, sich auf das Spielgeschehen zu konzentrieren anstatt auf die Spielmechanik.<sup>411</sup> Insbesondere der Einsatz von FEAR//ANXIETY als Forschungsmethode definiert die Zielgruppe bezüglich ihrer individuellen Spiel-Erfahrung sehr heterogen. Daher ist der Schwellenwert zur Komplexität der Kontingenzbeziehung noch niedriger und der Anspruch an intuitives Interaktionsdesign erhöht. Daher implementiert das Spiel natürliche Fortbewegungsmethoden und physikbasierte Controller-Eingaben ohne Verwendung der Buttons.

Der narrative Rahmen greift, um eine realweltliche Verbindung zu schaffen, die Experimentsituation auf. Im ersten Raum des Experiments werden den Probanden Aufgaben präsentiert, die sich banal und repetitiv präsentieren, aber einer psychologischen Studie entspringen können. Die Spieler werden auf einen virtuellen Fahrstuhl hingewiesen, der nach der Beendigung der Aufgaben betreten werden soll, um in einem neuen Stockwerk andere Aufgaben zu absolvieren. Die Spieler betreten den Fahrstuhl, doch während der Fahrt stoppt der Aufzug und die Spieler werden von einer dritten Partei kontaktiert.<sup>412</sup> Eine Hackerin vermutet hinter der Fassade der Forschungseinrichtung dubiose Machenschaften und bietet den Spielern monetäre Belohnung, wenn sie mehr Informationen sammeln. Nach dem ersten Stockwerk, das als Tutorial dient, beginnt das eigentliche Spiel. Dazu müssen die Spieler verschiedene Stockwerke erkunden, um dort

<sup>410</sup> Jonas Zimmer: *Fear//Anxiety | Playtest: Psychological Research in a non-euclidean VR environment*. In: YouTube, 2023. URL: <https://youtu.be/PqfFb3ABOmc> (01.08.2023).

<sup>411</sup> Ryan, Rigby u. a.: *The Motivational Pull of Video Games*. 2006, S. 360 f.

<sup>412</sup> Zimmer: *Fear//Anxiety | Playtest*, 2023, TC 0:04:30. Hinweis: Der einleitende Raum ist in diesem Video nicht zu sehen. Die Unterbrechung der Aufzugsfahrt, die normalerweise auf die Szene in diesem einleitenden Raum folgt, wurde während des internen Playtests in die zweite Aufzugsituation verschoben.

vorhandene Computerterminals nach den gesuchten Informationen zu durchsuchen.<sup>413</sup> Bei der monetären Belohnung handelt es sich um das reale Probandenentgelt, dessen Höhe angepasst wird, je mehr Informationen gesammelt werden. Allerdings sind die Terminals oder die Wege zu ihnen teilweise durch Kameras und Sicherheitsdrohnen gesichert. Spieler können auf diese Weise deutlich mehr Probandenentgelt verdienen, als ihnen vorher angekündigt worden ist, jedoch das gewonnene Geld – wenn sie durch die Drohnen entdeckt werden – auch wieder verlieren.<sup>414</sup> So wird einerseits eine extrinsische Motivation für die Probanden geschaffen, sich in die präsentierten Risikosituationen zu begeben, andererseits aber auch eine reale Verlustangst induziert, dass das Geld wieder verloren gehen könnte.

Sechs verschiedene Stockwerke müssen die Spieler erkunden, in drei verschiedenen Settings (Bürogebäude, Keller und Labor). Während ihrer Erkundung werden sie wiederholt mit Situationen konfrontiert, in denen sie sich nach einer Risikoabschätzung für eine von zwei Optionen entscheiden müssen. Beispielsweise müssen sie abwägen, ob die Belohnung für eine Information das Risiko wert ist, bei ihrer Bergung entdeckt zu werden. Oder ob ein Pfad mit einer möglichen Belohnung dem sichereren Weg vorzuziehen ist. Diese Entscheidungen und die Zeit, die der Proband benötigt, um sie zu treffen, werden erhoben und zur Berechnung der BIS-beziehungsweise BAS-Werte des Probanden verwendet. Die Reaktionen des Probanden auf einige zusätzliche geskriptete Events direkter bedrohlicher Konfrontationen dienen darüber hinaus einer Einschätzung auf der FFFS-Skala.

### 5.5.5 Reflexion

Der beschriebene Prototyp wurde im Zuge eines Labortests durch die Projektpartner der Universität Bonn getestet. Der Fokus lag dabei vor allem auf der Anwendbarkeit in den Erhebungssituationen und den etwaigen notwendigen Änderungen für einen späteren Einsatz zur Erhebung. Der Test wurde darüber hinaus genutzt, um die gewählten Methoden zur Immersionssteigerung zu überprüfen. Dazu wurde das spätere Einsatzszenario so gut wie möglich nachgestellt, die Probanden vor der Tür kalibriert und in den Raum geführt, in dem sie sich daraufhin eigenständig ohne Kommunikation von außen durch das Szenario bewegten.

Eine anschließende Diskussion bekräftigte die einnehmende Wirkung der Testumgebung und zeigte bereits individuelle Unterschiede des Explorationsverhaltens zwischen den Probanden auf. Die Ergebnisse deuten außerdem auf eine positive Auswirkung der emotionalen Involvierung auf das Immersionsempfinden hin. Diese Hypothese sollte im Zuge eines Experiments überprüft werden, das im folgenden Kapitel beschrieben wird.

---

<sup>413</sup> Ebd. TC 0:01:55.

<sup>414</sup> Ebd. TC 0:04:05.

## 5.6 Evaluation von Fear//Anxiety

Im Juli 2023 wurde der aktuelle Stand des Projektes FEAR//ANXIETY in einem Experiment auf sein immersives Potenzial hin untersucht. Das Hauptziel dieser Untersuchung war es, die immersionssteigernde Wirkung von emotionaler Involvierung und Handlungsmacht der Spieler zu untersuchen. Die Hypothese für dieses Experiment lautet:

*Emotionale Involvierung des Nutzers führt zu einer Projektion des Selbst auf die Spielrolle und steigert somit die Immersion.*

Das Experiment ist dabei analog zum Experiment der VR-ZEITREISE aufgebaut.<sup>415</sup> Die Probanden durchlaufen die VR-Erfahrung und werden dabei gebeten, je vor und nach dem Spiel einen Teil des Fragebogens auszufüllen.

### 5.6.1 Experiment

Das Experiment wurde an drei aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt. Die Probanden wurden nacheinander in die im Projekt gestaltete frei begehbare, nicht euklidische VR-Umgebung versetzt, in der sie versuchten, den Ausgang zu finden. Als zusätzlicher Anreiz wurde ihnen die Verlosung von zwei Gutscheinen im Wert von 50 € am Ende des Experiments in Aussicht gestellt. Im gesamten Labyrinth sind virtuelle Sicherheitskameras platziert, die in der Diegese Alarm auslösen, sobald sie einen Spieler erfassen. Die Kontrollgruppe wurde mit der Aufgabe betraut, den Ausgang zu finden, während die Experimentalgruppe zusätzlich darüber informiert wurde, dass das Auslösen des Alarms ihre Gewinnchancen verringern würde.

Als Testbereich diente ein geschlossener, lärmgeschützter Raum, der durch eine große Glaswand von außen einsehbar war (vgl. Abbildung 89). Ein Tisch mit den fixierten Weltankern vor dem Raum diente als Kalibrationpunkt. Für den Test wurde ein spezielles Szenario erstellt.<sup>416</sup> Um die Komplexität zu reduzieren, wurden Interaktionen mit Drohnen und Belohnungsstationen entfernt. Nur das Öffnen von Türen und die Bedienung des Aufzugs blieben im Spiel erhalten. Der Test konzentrierte sich auf die selbstbestimmte Erkundung des Raums sowie die emotionale Verbundenheit mit dem Erlebten. Das Testszenario umfasste vier Ebenen, die mithilfe eines Aufzuges erreichbar waren. Die Aufzüge dienten als sequenzielle Spatial Shifts, wodurch das Spiel analog zum ersten Experiment in vier Spielphasen, eine je Ebene, eingeteilt werden kann. Die erste Ebene diente zur Kalibration, wobei der Tisch mit den Weltankern analog zum Einstiegsbereich der VR-ZEITREISE dargestellt wurde.<sup>417</sup> Die nächsten beiden Ebenen bestanden jeweils aus labyrinthartigen, nicht

<sup>415</sup> Siehe Kapitel 4.8.2 Experiment.

<sup>416</sup> Jonas Zimmer: *Fear//Anxiety | Experiment: Spatial Immersion in a non-euclidean VR environment*. In: YouTube, 2023. URL: <https://youtu.be/8Av0xxkjtY8> (01.08.2023).

<sup>417</sup> Siehe Kapitel 4.6.3 Umsetzung, S. 128.

euklidischen Raumarchitekturen. Die erste dieser beiden Ebenen zeigte die Büroumgebung, während die zweite im Keller angesiedelt war. Die letzte Ebene bestand aus einem einzelnen Raum, der lediglich einen Bildschirm zeigte, an dem die Spieler über das Ende des Tests informiert und gebeten wurden, die VR-Brille abzulegen. Sowohl die erste als auch die letzte Ebene verfügen über ein auffallendes und wiedererkennbares Wandelement (der interne Projektname 4ANXT als beleuchtetes Wandpaneel im Stile eines Firmennamens), wodurch eine Rückverortung erreicht werden soll.



Abbildung 89: Aufbau des Experiments zur Beforschung von Fear//Anxiety. Der Spielbereich ist abgeschlossen, aber durch eine Glaswand einsehbar (links). Der Kalibrationstisch ist nachgebaut (Mitte). Die Sicherheitskameras sind anhand ihres roten Lichtkegels gut zu identifizieren (rechts).

Quelle: Eigene Aufnahme

Die Rekrutierung der Probanden für die Studie erfolgte über zwei Hauptkanäle: eine Rundmail und einen physischen Aushang. Beide Methoden wurden am Institut, dem Cologne Game Lab, implementiert. Zunächst wurde eine Rundmail an alle Mitglieder und Studenten des Instituts geschickt. Die Mail enthielt eine Einladung zur Teilnahme an der Studie, eine kurze Beschreibung des Forschungsprojekts und Anweisungen für die Teilnahme. Parallel zur Rundmail wurde eine Rekrutierungsbotschaft auf Plakaten im gesamten Institutsgebäude veröffentlicht. Diese Plakate waren nicht nur für die wissenschaftlichen Mitarbeiter und Studenten sichtbar, sondern auch für alle anderen im Gebäude arbeitenden Personen, einschließlich Handwerkern, Ladeninhabern und Verwaltungsangestellten. Alle Freiwilligen, die der Teilnahme zustimmten, mindestens 14 Jahre alt waren, Deutsch oder Englisch sprachen und den Fragebogen eigenständig lesen sowie ausfüllen konnten, waren zur Teilnahme berechtigt.

Die Probanden kamen einzeln oder in Zweiergruppen an, wurden begrüßt und über den Ablauf der Studie informiert. Die Chance auf einen Gewinn wurde hervorgehoben. Danach wurden sie im Wechsel der Experimental- beziehungsweise Kontrollgruppe zugewiesen und entsprechend instruiert: Beiden Gruppen wurde das Spielziel erläutert, den Ausgang zu finden und dabei auf Sicherheitskameras zu achten, die einen Alarm auslösen könnten. Die Probanden der Experimentalgruppe wurden zusätzlich darüber informiert, dass sie mit fünf Losen für die stattfindende Verlosung starten würden und jeder ausgelöste Alarm ein Los entfernt. Weniger ausgelöste Alarmer stellten daher eine höhere Chance auf den Gewinn dar. Damit sollte die Variable emotionale Involvement manipuliert werden, da die Handlungen im Spiel realweltliche Konsequenzen für die Probanden nach sich zogen. Anschließend wurden die Probanden gebeten, den ersten Teil des Fragebogens auszufüllen. Sobald dies erledigt war, wurde ihnen das VR-Headset vorgestellt und seine

Bedienung erklärt. Sie wurden darauf hingewiesen, dass sie sich frei im Raum bewegen könnten, solange sie nicht durch virtuelle Wände gingen. Die Probanden wurden am Ankerpunkt vor dem Spielraum kalibriert und gebeten, die Tür zum Spielraum zu öffnen und hindurchzutreten. Die Glastür wurde dann geschlossen, um Störungen durch Außengeräusche zu vermeiden. Nach Abschluss des etwa fünf- bis zehnminütigen Szenarios wurde ihnen die VR-Brille abgenommen und sie wurden gebeten, den zweiten Teil des Fragebogens auszufüllen.

Die unabhängige Variable des Experiments war die Zuordnung zur Gruppe, die abhängigen Variablen die empfundene Präsenz während der Erfahrung. Die Methode zur Erfassung der Variablen blieb die gleiche wie im vorherigen Experiment zur Evaluation der VR-ZEITREISE: Die Probanden erhielten einen Fragebogen, den sie zum Teil vor und zum Teil nach der Erfahrung ausfüllten.<sup>418</sup> Der Fragebogen wurde für diese Erhebung in deutscher und englischer Sprache angeboten.

Die erste Seite des Fragebogens verwendete erneut und unverändert den Immersive Tendencies Questionnaire, um als Kontrollvariable die individuelle immersive Tendenz der Spieler zu messen (Cronbachs  $\alpha = .76$ ).<sup>419</sup> Die empfundene Präsenz während des Spiels sowie eine Selbsteinschätzung der Präsenzverortung wurden ebenfalls erfasst. Für das Präsenzgefühl wurde wieder eine angepasste Version der Multimodal Presence Scale verwendet.<sup>420</sup> Die Fragen zur Präsenz der Mitspieler, die im Experiment zur VR-ZEITREISE erhoben worden waren, wurden in diesem Fragebogen, da es sich um ein Singleplayer-Spiel handelt, durch Fragen zur emotionalen Involvierung ersetzt (vgl. Tabelle 11, die ersetzenden Fragen sind hervorgehoben). Diese sind an das *Presence-Involvement-Flow Framework* (PIFF) angelehnt.<sup>421</sup>

Tabelle 11: Multimodal Presence Scale (MPS). Beantwortung auf einer Skala von 1 (*stimme gar nicht zu*) bis 7 (*stimme voll zu*)

| Item ID       | Frage                                                                                                       |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MPS 01        | Ich empfand die virtuelle Umgebung als realistisch.                                                         |
| MPS 02        | Mir war während des Durchquerens der virtuellen Welt bewusst, was in der realen Welt um mich herum geschah. |
| MPS 03        | Mein Erleben in der virtuellen Umgebung stimmte mit meinem Erleben in der realen Welt überein.              |
| MPS 04        | Während meines Aufenthalts in der virtuellen Umgebung hatte ich das Gefühl, wirklich „dort“ zu sein.        |
| <b>MPS 11</b> | <b>Die Atmosphäre des Spiels wirkte sich auf meine Stimmung aus.</b>                                        |
| <b>MPS 12</b> | <b>Die Suche nach dem Ausgang war aufregend.</b>                                                            |
| MPS 07        | Ich hatte das Gefühl, dass mein virtueller Körper in der Simulation ein Teil von mir war.                   |
| MPS 08        | Ich fühlte mich von Außenstehenden beobachtet.                                                              |
| <b>MPS 13</b> | <b>Ich fühlte ein Gefühl der Enttäuschung oder Frustration, als ich den Alarm im Spiel auslöste.</b>        |
| MPS 10        | Ich hatte das Gefühl, mich frei im Raum bewegen zu können.                                                  |

Der Fragebogen bestand aus zehn Frage-Items, der empfundene Präsenzwert berechnete sich durch das gewichtete Mittel der Antworten ohne die Variable MPS 13, die dem Manipulationscheck dient. Die interne

<sup>418</sup> Siehe Anhang 8.1.6 XIII Fragebogen: Fear//Anxiety, S. XIII.

<sup>419</sup> Witmer u. Singer: *Measuring Presence in Virtual Environments*. 1998.

<sup>420</sup> Makransky, Lilleholt u. a.: *Development and Validation of the Multimodal Presence Scale for Virtual Reality Environments*. 2017.

<sup>421</sup> Jari Takatalo, Jukka Häkkinen u. a.: „Presence, Involvement, and Flow in Digital Games“. In: *Evaluating User Experience in Games. Human-Computer Interaction Series*, Hrsg. von Regina Bernhaupt, 23–46. London: Springer, 2010.

Konsistenz des Fragebogens war akzeptabel (Cronbachs  $\alpha = .67$ ). Das Frage-Item MPS 13 sollte wie gesagt dem Manipulationscheck der emotionalen Manipulation zwischen den Testgruppen dienen. Eine Sichtung der Daten zeigte aber Probleme mit dieser Variable, da der abgefragte Zustand nicht auf alle Probanden zutraf. 15 Probanden gaben handschriftlich auf dem Fragebogen an, keinen Alarm ausgelöst zu haben, und ließen die Frage daher unbeantwortet. Einige Probanden lösten keinen Alarm aus, beantworteten die Frage aber trotzdem. Daher kann eine Reliabilität des Frage-Items nicht gewährleistet werden.

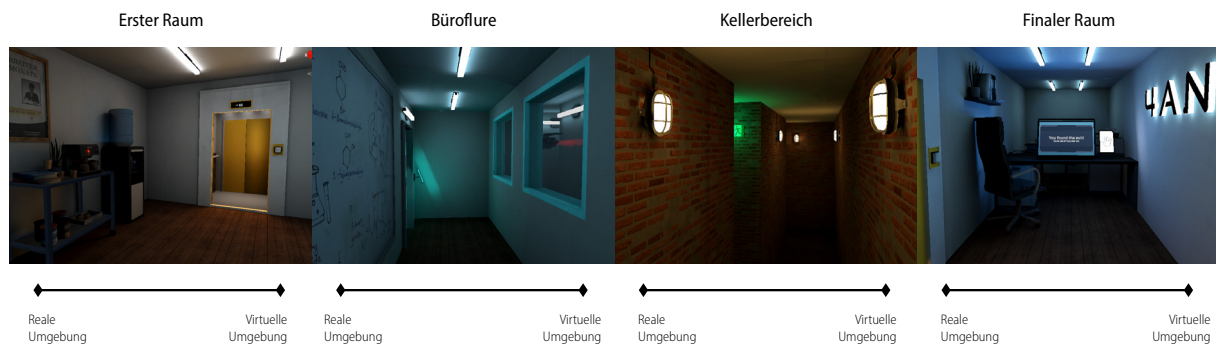


Abbildung 90: Visuelle Analogskala zur Selbsteinschätzung des Wahrnehmungsfokus

Quelle: Eigene Darstellung

Die finale visuelle Analogskala, in der die Spieler auf einer Skala von *reale Umgebung* bis *virtuelle Umgebung* markieren sollten, wo sie sich während des jeweiligen Spielabschnitts selbst verortet hatten, wurde beibehalten. Die Messzeitpunkte wurden an das FEAR//ANXIETY-Experimentszenario angepasst, die vier Spielabschnitte waren der Vorraum, ein Bürostockwerk, ein Kellerraum sowie ein abschließender Raum (vgl. Abbildung 90).

## 5.6.2 Ergebnis

Ursprünglich wurden 72 Personen getestet, doch nach der Datenbereinigung, die den Ausschluss unvollständiger Fragebogen beinhaltet (Skalentest nicht beantwortet), wurden  $N = 64$  Fragebogen für die endgültige Analyse verwendet. Die Zuweisung zu den Gruppen erfolgte im Wechsel. Die Kontrollgruppe bestand aus  $n_{Kon} = 32$  Teilnehmern, die Experimentalgruppe aus  $n_{Exp} = 32$ . Das Durchschnittsalter der Gesamtstichprobe liegt bei 29,97 Jahren (Quartile 24–34), die Probanden waren überwiegend männlich (vgl. Tabelle 12). 41 Probanden gaben an, bereits VR-Vorerfahrung zu haben ( $n_{Exp} = 17$ ,  $n_{Kon} = 24$ ), 6 Personen hatten grundlegendes Vorwissen zum Projekt ( $n_{Exp} = 2$ ,  $n_{Kon} = 4$ ). Eine Stichprobenanalyse zeigte keine relevanten Unterschiede in der Altersverteilung und auch keine Unterschiede in der Verteilung der immersiven Tendenz (vgl. Tabelle 8). Die Stichproben sind daher sehr gut vergleichbar.

Tabelle 12: Demografische Verteilung der Stichproben

| Stichprobe | N  | Alter |       |       |       |       | Geschlecht |          |        |           |
|------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|------------|----------|--------|-----------|
|            |    | < 20  | 20–29 | 30–39 | 40–49 | 50–59 | männlich   | weiblich | divers | k. Angabe |
| $N$        | 64 | 5     | 42    | 15    | 4     | 6     | 41         | 28       | 2      | 1         |
| $n_{Exp}$  | 32 | 4     | 21    | 7     | 0     | 4     | 21         | 15       | 0      | 0         |
| $n_{Kon}$  | 32 | 1     | 21    | 8     | 4     | 2     | 20         | 13       | 2      | 1         |

Tabelle 13: Datensätze (N), Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD) für die Variablen je Stichprobe

| Stichprobe | N  | Alter |       | Immersive Tendenz |      |     | Selbsteinschätzung Präsenz |      |     |
|------------|----|-------|-------|-------------------|------|-----|----------------------------|------|-----|
|            |    | M     | SD    | N                 | M    | SD  | N                          | M    | SD  |
| $n_{Exp}$  | 32 | 29,09 | 10,13 | 32                | 4,62 | ,70 | 32                         | 5,89 | ,83 |
| $n_{Kon}$  | 32 | 30,84 | 9,06  | 32                | 4,76 | ,84 | 32                         | 5,44 | ,82 |

Die Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der erhobenen Variablen finden sich in Tabelle 14. Die erhobene empfundene Präsenz korreliert mit der Zuordnung zur Experimentalgruppe ( $r = .271$ ,  $p < .05$ ). Die Variable *Frustration bei Alarm* zeigt wie erwartet eine hohe Varianz der Antworten und viele Leerantworten ( $N = 49$ ,  $M = 3,80$ ,  $SD = 2,25$ ). Der Vergleich mit der Experimentalgruppe ( $N = 27$ ,  $M = 4,11$ ,  $SD = 2,33$ ) zeigt keinen signifikanten Zusammenhang ( $p = .141$ ).

Tabelle 14: Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD) und Korrelationen der Variablen

|                         | M     | SD    | 1     | 2     | 3    | 4    |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 1 Gruppe                | 0,5   |       |       |       |      |      |
| 2 Alter                 | 29,97 | 9,573 | -,092 |       |      |      |
| 3 Immersive Tendenz     | 4,69  | ,772  | -,092 | -,149 |      |      |
| 4 Empfundene Präsenz    | 5,67  | ,847  | ,271* | -,153 | ,247 |      |
| 5 Frustration bei Alarm | 3,80  | 2,25  | ,156  | -,052 | ,156 | ,247 |

\*  $p < .05$ 

Die Hypothese lautet, dass die empfundene Präsenz bei der emotional stärker involvierten Experimentalgruppe höher ist. In einem T-Test für unabhängige Stichproben zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen dem Präsenzepfinden der Kontrollgruppe ( $M = 5,44$ ,  $SD = 0,83$ ) und der Experimentalgruppe ( $M = 5,89$ ,  $SD = 0,83$ ),  $t(62) = -2,21$ ,  $p = .015$ . Die Hypothese konnte damit also unterstützt werden.

Tabelle 15: Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) für die Variable *Präsenz – Selbstverortung* auf der visuellen Analogskala.

| Stichprobe | Erster Raum |      | Büroflure |      | Kellerbereich |      | Finaler Raum |      |
|------------|-------------|------|-----------|------|---------------|------|--------------|------|
|            | M           | SD   | M         | SD   | M             | SD   | M            | SD   |
| $n_{Exp}$  | 0,654       | ,051 | 0,735     | ,042 | 0,832         | ,036 | 0,598        | ,054 |
| $n_{Kon}$  | 0,581       | ,051 | 0,715     | ,042 | 0,737         | ,036 | 0,575        | ,054 |

Zu einer weiteren Überprüfung der im VR-ZEITREISE-Experiment aufgestellten Unterhypothese, wonach wiederholte Spatial Shifts das Präsenzepfinden vertiefen, wurde die Selbstverortung auf der visuellen Analogskala der letzten Frage analysiert (vgl. Tabelle 15).

Eine ANOVA mit Messwiederholung mit vier Messzeitpunkten zu den jeweiligen Spielphasen zeigt einen Haupteffekt für die Spielphase,  $F(3, 62) = 16,43$ ,  $p < .001$ . Es findet sich keine Interaktion zwischen der Gruppenzugehörigkeit und den Messzeitpunkten,  $F(3, 62) = 0,671$ ,  $p = .571$ . Die Post-hoc-Tests für die Spielphasen zeigen einen signifikanten quadratischen Trend,  $F(1, 62) = 36,85$ ,  $p < .001$ . Das Profildigramm in Abbildung 91 illustriert die Ergebnisse der Varianzanalyse. Die Unterhypothese des vorherigen Projektes kann damit auch in diesem Projekt gestützt werden.

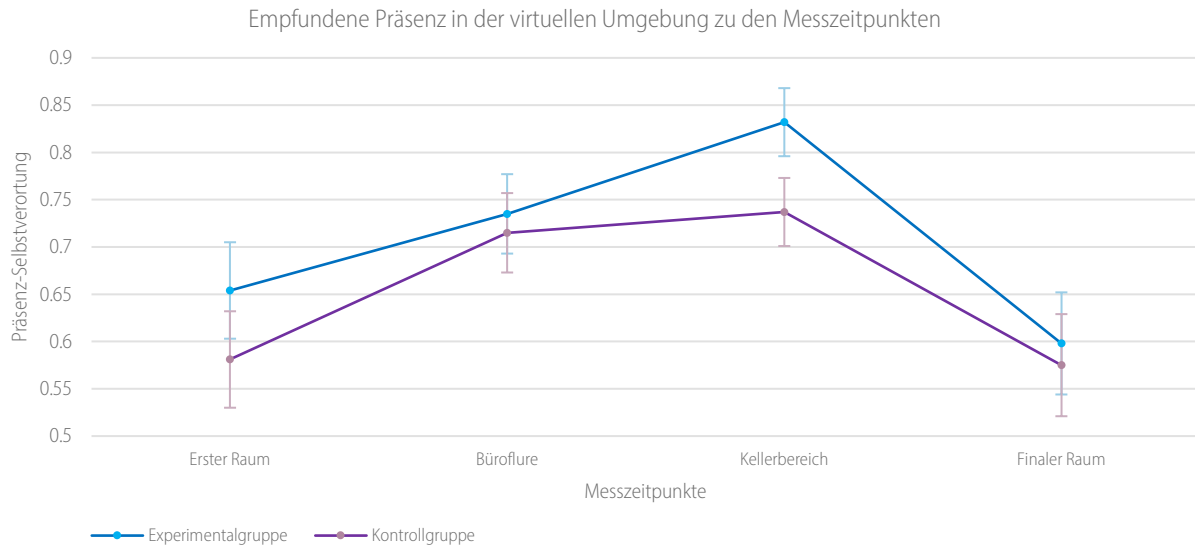


Abbildung 91: Verlauf der Mittelwerte der Präsenz-Selbstverortung (0 = im physischen Raum bis 1 = im virtuellen Raum) für die Experimentalgruppe (blau) und Kontrollgruppe (lila), vergleiche Teil 4 des Fragebogens. Die Fehlerbalken zeigen die Standardabweichungen. Messzeitpunkte definieren distinkte Spielabschnitte, an denen sich die Probanden im virtuellen Raum befanden.

Quelle: Eigene Darstellung

### 5.6.3 Diskussion

Das Experiment zum Projekt FEAR//ANXIETY wurde durchgeführt, um die Auswirkungen emotionaler Involvierung auf das Präsenzzempfinden der Spieler zu analysieren. Basierend auf den Ergebnissen hat die emotionale Involvierung der Spieler, mittels realweltlicher Konsequenzen für Spielaktionen, einen messbaren Einfluss auf die Immersion der Spieler.

Die Erhebung konnte einen signifikanten Anstieg des Präsenzzempfindens der Experimentalgruppe gegenüber der Kontrollgruppe feststellen. Dies deutet darauf hin, dass das zusätzliche Element des Wettbewerbs die emotionale Involvierung der Spieler erhöht hat, was wiederum ihre Selbstverortung in der virtuellen Umgebung verstärkt hat. Diese Ergebnisse unterstützen die Hypothese, dass eine erhöhte emotionale Involvierung zu einer verstärkten Projektion des Selbst auf die Spielrolle und somit zu einem erhöhten Präsenzgefühl führt.

Die kumulative immersionssteigernde Wirkung sequenzieller Spatial Shifts konnte durch eine Analyse der Selbstverortung auf der visuellen Analogskala erneut festgestellt werden. Es zeigte sich ein signifikanter quadratischer Trend über die Spielphasen. Die Analyse verdeutlichte, dass die Übergänge in Form der Fahrstuhlfahrt von der ersten zur zweiten Ebene sowie von der zweiten zur dritten Ebene den Grad des Präsenzzempfindens steigerten. Dies geschah unabhängig von der Stichprobe, das heißt, es traten keine signifikanten Unterschiede der Selbsteinschätzung zwischen der Kontroll- und der Experimentalgruppe auf. Es zeigte sich erneut, dass der Schritt zurück von der dritten Ebene, dem Keller, in die Umgebung des Spielstarts die Spieler nahezu auf den gleichen Grad der Präsenzwahrnehmung zurücksetzte.

### 5.6.4 Vergleich VR-Zeitreise und Fear//Anxiety

Da FEAR//ANXIETY viele der im vorangegangenen Projekt, der VR-ZEITREISE, identifizierten Designparadigmen integriert, liegt es nahe, die Auswirkungen der weiterentwickelten Designkonzepte auf eine mögliche Immersionssteigerung hin zu untersuchen. Beide Experimente verwendeten ähnliche Methoden, um das immersive Potenzial des jeweiligen VR-Projekts zu untersuchen. Obwohl die Methodik in beiden Studien ähnlich war, müssen dennoch spezifische Aspekte des Fragebogens an das jeweilige Projekt angepasst werden. Diese Modifikationen müssen berücksichtigt werden, da sie die Art und Weise beeinflussen haben, wie die Daten erhoben, berechnet und interpretiert wurden. Daher ist ein Vergleich der jeweilig berechneten Immersionswerte nicht ohne Weiteres möglich. Der folgende Vergleich ist daher als Annäherung zu verstehen, um zumindest Tendenzen der Weiterentwicklungen zu betrachten.

Verglichen werden sollen die Daten der Experimentalgruppe des ersten Experiments mit den Gesamtdaten des zweiten Experiments. Obwohl der Faktor der emotionalen Involvierung zu einer signifikanten Erhöhung der empfundenen Präsenz in der virtuellen Umgebung führte, kann dieser Aspekt für den Vergleich mit der VR-ZEITREISE zugunsten einer größeren Vergleichsstichprobe ignoriert werden. Die Daten der VR-ZEITREISE sollen als Vergleichsgruppe A bezeichnet werden, die Daten von FEAR//ANXIETY als Gruppe B. Die Gesamtstichprobe beinhaltet  $N=161$  Datensätze, wobei  $n_A = 97$  Datensätze und  $n_B = 64$ . Ein Vergleich der Demografien der beiden Stichproben zeigt deutliche Abweichungen des Alters ( $M_A = 36,71$ ,  $SD_A = 21,19$ ,  $M_B = 29,97$ ,  $SD_B = 9,57$ ). Da das Alter, wie sich gezeigt hat, mit der immersiven Tendenz korreliert ( $r = .246$ ,  $p < .001$ ), zeigen sich auch große Unterschiede in der immersiven Tendenz zwischen den beiden Gruppen ( $M_A = 4,31$ ,  $SD_A = 0,79$ ,  $M_B = 4,69$ ,  $SD_B = 0,77$ ). Die Stichproben sind daher nicht vergleichbar. Um eine Vergleichbarkeit zu schaffen, wurde eine Teilstichprobe gebildet, die nur Probanden einschloss, deren immersive Tendenz maximal eine Standardabweichung um den Mittelwert der immersiven Tendenz der Gesamtstichprobe liegt ( $M = 4,51$ ,  $SD = 0,98$ ). Die so gebildete Teilstichprobe besteht aus  $N = 128$  Datensätzen, mit  $n_A = 77$  und  $n_B = 51$ .

Tabelle 16: Datensätze (N), Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD) für die Variablen je Stichprobe

| Stichprobe | N  | Alter |       | Immersive Tendenz |      |     | Selbsteinschätzung Präsenz |      |     |
|------------|----|-------|-------|-------------------|------|-----|----------------------------|------|-----|
|            |    | M     | SD    | N                 | M    | SD  | N                          | M    | SD  |
| $n_A$      | 76 | 33,72 | 19,61 | 77                | 4,56 | ,54 | 77                         | 4,66 | ,95 |
| $n_B$      | 51 | 28,75 | 8,72  | 32                | 4,60 | ,50 | 51                         | 5,68 | ,78 |

Der T-Test für unabhängige Stichproben zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen dem Präsenzepfinden der Gruppe A ( $M = 4,66$ ,  $SD = 0,95$ ) und der Gruppe B ( $M = 5,68$ ,  $SD = 0,78$ ),  $t(126) = -6,34$ ,  $p < .001$ . Dies stützt die These, dass es eine Steigerung des Präsenzgefühls der Probanden im FEAR//ANXIETY-Projekt verglichen mit dem Präsenzgefühl der Probanden in der VR-ZEITREISE gab.

In Anbetracht der oben dargestellten Daten lässt sich zusammenfassend sagen, dass FEAR//ANXIETY als Weiterentwicklung der VR-ZEITREISE erkennbare Fortschritte in der Erzeugung eines immersiven Zustands gemacht

hat. Unter Berücksichtigung der notwendigen Modifikationen in der Erhebung und Interpretation der Daten und der demografischen Unterschiede zwischen den Stichproben kann der signifikante Unterschied im empfundenen Präsenzniveau beider Gruppen zumindest als Tendenz zur Erhöhung der Immersion interpretiert werden.

### 5.6.5 Limitationen und Ausblick

Nach Auswertung der beiden VR-Experimente zeigt sich eine gute Anwendbarkeit des verwendeten Fragebogens. Insbesondere der Immersive Tendency Questionnaire,<sup>422</sup> der eine wertvolle Kontrollvariable zur Überprüfung der Vergleichbarkeit zweier Stichproben erhebt, sowie die visuellen Analogskalen zur Selbsteinschätzung der empfundenen Präsenz, die für diesen Fragebogen generiert wurden, haben sich als effektive Instrumente zur Erfassung der individuellen Reaktionen auf die VR-Erfahrung erwiesen. Die Verwendung der Skalen sollte formalisierter gestaltet und insbesondere um eine Definition der Messzeitpunkte ergänzt werden, um eine bessere Vergleichbarkeit der Messwerte über verschiedene Experimente hinweg zu gewährleisten. Zusätzlich könnte über eine Messung direkt in der VR-Umgebung nachgedacht werden, um zum tatsächlichen Messzeitpunkt zu erheben, statt eine Einschätzung im Nachhinein zu erfragen.

Dies gilt besonders für den Fragebogen zur Erhebung der empfundenen Präsenz. Es zeigte sich, dass die Zusammenstellungen der Frage-Items stark vom untersuchten Projekt abhängig sind. In einem Co-Location-Szenario wie der VR-ZEITREISE ist die Erhebung der sozialen Präsenz relevant, im Projekt FEAR//ANXIETY war die Analyse der emotionalen Involvierung relevanter. Wie sich gezeigt hat, ist Immersion ein multifaktorieller Zustand, dessen Grad durch viele Elemente beeinflusst wird. Eine belastbare Methode zur Erhebung des immersiven Zustands, die über Projekte und Medientypen hinaus anwendbar ist, muss entwickelt werden. Auf Basis des analytischen Teils der Entwicklungsphase von FEAR//ANXIETY kann argumentiert werden, dass die Integration der Erhebungselemente emotionaler Involvierung<sup>423</sup> in die Multimodale Presence Scale<sup>424</sup> ein guter Ansatz für die Entwicklung eines Fragebogens zur Erhebung der Immersion ist.

Die hier durchgeführten Experimente waren auf die beiden spezifischen VR-Anwendungen beschränkt. Ob die Ergebnisse auf andere Projekte anwendbar sind, muss in weiteren Studien bestätigt werden. Zudem bezogen sich die erhobenen Daten alle auf unmittelbare Erfahrungen der Probanden während der Nutzung der kurzweiligen VR-Anwendungen (Spielzeit unter 15 Minuten), oft ohne vorherige Kenntnis des Spiels oder des Mediums. Es ist daher unklar, wie robust die immersionssteigernden Effekte sind und ob sie sich bei langen und wiederholten Spielsitzungen erschöpfen. Zukünftige Forschungen könnten die Beständigkeit der Designentscheidungen auf den Grad der Immersion in Langzeit-Spielsessions untersuchen.

<sup>422</sup> Witmer u. Singer: *Measuring Presence in Virtual Environments*. 1998.

<sup>423</sup> Takatalo, Häkkinen u. a.: *Presence, Involvement, and Flow in Digital Games*. 2010.

<sup>424</sup> Makransky, Lilleholt u. a.: *Development and Validation of the Multimodal Presence Scale for Virtual Reality Environments*. 2017.

## 5.7 Die emotionale Immersion – Zusammenfassung

Dieses Kapitel analysierte die dritte und letzte Stufe des immersiven Prozesses, die emotionale Immersion. Diese Stufe beschreibt eine vollumfängliche Verortung des Spielers innerhalb des virtuellen Raums, über das Empfinden der Präsenz hinaus. Während sich Präsenz hauptsächlich auf die Verortung des physischen und handlungsevozierenden Körpers des Spielers bezieht, schließt die emotionale Immersion eine Verortung des inneren Selbst eines Spielers im virtuellen Raum ein. Sie stellt einen Zustand tiefer Verbundenheit mit der dargestellten Erfahrung dar, die tiefe Emotionen in ihm auslösen kann.

Die emotionale Immersion wurde im Zuge der Entwicklung des psychologischen Forschungsprojektes FEAR//ANXIETY untersucht. Das Projekt versuchte eine immersive Forschungsumgebung zu schaffen, die eine natürliche und unverfälschte Erhebung persönlichkeitsrelevanter Merkmale, im konkreten Fall Angst- und Furchtreaktionen, ermöglicht. In den Analysen der Entwicklungsabschnitte zeigten sich zwei zentrale Faktoren für den Zustand emotionaler Immersion: Handlungsmacht und emotionale Involvierung.

**Handlungsmacht.** Gemeint ist hiermit die Fähigkeit des Spielers, innerhalb der virtuellen Umgebung eigenständige Entscheidungen zu treffen, sowie das damit einhergehende Gefühl der Kontrolle und der Wirksamkeit seiner Aktionen. Dies positioniert den Spieler in einer aktiv antreibenden Rolle und macht ihn zum Autor seiner subjektiven Spiel-Erfahrung. Insbesondere das immersive Potenzial des Mediums VR, das durch die subjektive Wahrnehmungsperspektive, die es eröffnet, und das körperzentrierte mimetische Interaktionsdesign bereits eine Unmittelbarkeit der Spielhandlungen evoziert, profitiert stark von einer Vermittlung des Gefühls von Handlungsmacht an die Spieler.

**Emotionale Involvierung.** Dieser Aspekt umfasst die Verortung des empfindsamen Selbst eines Spielers im virtuellen Raum, eine Steigerung der Präsenz um die Aspekte des Inneren. Es handelt sich um einen Zustand, in dem der Spieler seinen virtuellen Körper nicht nur als handlungsevozierende Repräsentation seiner selbst in der virtuellen Umgebung sieht, sondern sich ganzheitlich innerhalb dieses Körpers verortet. Emotionale Involvierung bietet dabei sowohl das Potenzial, tiefgreifende Erfahrungen im Spiel zu vermitteln, als auch die Gefahr einer Traumatisierung und emotionalen Manipulation.

Die Literaturanalysen, die Betrachtungen des Entwicklungsprozesses und die Ergebnisse der experimentellen Untersuchung zeigten die immersionssteigernde Wirkung der Aspekte der emotionalen Immersion. Doch wurden auch die Gefahren aufgezeigt, die diese tiefe Immersion mit sich bringt. Die Unmittelbarkeit, mit der Dargestelltes und Erfahrenes den Spieler erreicht, trägt das Potenzial, emotionalen Schaden bis hin zur

Traumatisierung hervorzurufen.<sup>425</sup> Daher liegt es in der Verantwortung der Designer, ethische Richtlinien einzuhalten und sicherzustellen, dass ihre Gestaltungen keinen Schaden anrichten. Angesichts der tiefgreifenden Wirkung, die die emotionale Immersion auf die Erfahrung der Benutzer hat, und der potenziellen Risiken, die damit verbunden sind, muss daher während des Entwicklungsprozesses stets reflektiert werden, ob es wirklich notwendig ist, einen emotional immersiven Zustand zu evozieren.<sup>426</sup>

---

<sup>425</sup> Madary u. Metzinger: *Real Virtuality: A Code of Ethical Conduct*. 2016, S. 13–18.

<sup>426</sup> Lavoie, Main u. a.: *Virtual Experience, Real Consequences*. 2021, S. 73.

## Kapitel 6

# Diskussion – Das Spektrum des virtuellen Raums

Die Beziehung des Menschen zur ihn umgebenden Welt, sein Verständnis vom Außen und Selbst sowie die Art und Weise, wie er mit seiner Umgebung interagiert, sind eng mit dem Raum verknüpft, in dem er sich befindet. Der Raum ist nicht nur die physische Bühne, auf der sich das Leben abspielt, sondern auch ein unsichtbarer Regisseur, der die Wahrnehmung, das Denken und das Fühlen beeinflusst. Spricht man über Raum, neigt man dazu, sich auf das Physische zu konzentrieren – auf Gebäude, Landschaften oder Städte. Doch der „Raum ist nichts anders, [sic] als nur die Form aller Erscheinungen äußerer Sinne“<sup>427</sup>. Er ist ein aus dem Wahrgenommenen konstruiertes mentales Gebilde, eine Repräsentation der Wirklichkeit, die wir mithilfe unserer Sinnesempfindungen bauen und die gleichzeitig einen Kontext zur Interpretation der wahrgenommenen Reize setzt. Dasselbe Ereignis, erlebt in verschiedenen Räumen, kann zu vollkommen unterschiedlichen Empfindungen und Interpretationen führen: Der Sonnenuntergang, der in der Einsamkeit einer Wüste beobachtet wird, evoziert eine andere emotionale Reaktion als derselbe Sonnenuntergang, der von einem belebten Stadtzentrum aus gesehen wird.<sup>428</sup> Räume dienen daher auch als Resonanzkörper für unsere kollektive Geschichte, Kultur und Identität. Historische Orte wie Stadtruinen oder Grenzgebiete tragen die Echos vergangener Zeiten in sich und vermitteln uns, oft auf subtile Weise, Geschichten und Emotionen, die Jahrzehnte oder gar Jahrtausende zurückreichen. Diese Räume können Gefühle von Ehrfurcht, Traurigkeit, Inspiriertheit oder Zugehörigkeit hervorrufen, die tief in unserem kollektiven Gedächtnis verankert sind.<sup>429</sup>

Die Kunst hat die transformative Kraft des Raums schon immer erkannt und genutzt. Ein Kunstwerk, ob physisch oder digital, stellt Anforderungen an den Raum, in dem es sich befindet. Dieser muss dem Betrachter

---

<sup>427</sup> Kant: *Kritik der reinen Vernunft*. 2021, S. 33.

<sup>428</sup> Yi-Fu Tuan: *Space and Place. The Perspective of Experience*, Minneapolis: University of Minnesota, 2001. S. 16–18.

<sup>429</sup> Pierre Nora: *Zwischen Geschichte und Gedächtnis*, Berlin: Klaus Wagenbach, 1990. S. 27.

neue Wege ermöglichen, das Dargestellte zu erkennen und zu verstehen.<sup>430</sup> Die Kunst der Raumgestaltung liegt dabei darin, Umgebungen zu schaffen, die nicht nur ästhetisch ansprechend sind, sondern auch die intendierte Wirkung erfüllen. Museen gestalten den Raum durch offene Architektur, Licht und Akustik als eine liminoide Umgebung, die die transformative Wirkung der Kunstrezeption unterstützt (vgl. Abbildung 92).<sup>431</sup> Ein ähnlicher Anspruch stellt sich auch an digitale Lernumgebungen, die auf Mittel der Zusammenarbeit und angewandtes Denken abzielen. Lernräume müssen ihre Wirksamkeit durch Vermittlung des Interaktionspotenzials konstituieren, um den Nutzer auf die Wissensvermittlung vorzubereiten.



Abbildung 92: Gestaltung des musealen Raums zur In-Szene-Setzung des künstlerischen Objekts

Quelle: Max Ernst: Capricorne (Steinbock), 1948, Bronze. Max Ernst Museum Brühl des LVR; eigene Aufnahme

Die bewusste Gestaltung des Raums ist wesentlich für die Wahrnehmung, Interpretation und Interaktion mit der Welt. Während physische Räume in Nutzung und Gestaltung durch ihre materiellen Grenzen definiert sind, brechen virtuelle Umgebungen diese Barrieren auf. Die Möglichkeiten, die virtuelle Räume eröffnen, sind nahezu grenzenlos. Sie bieten die Chance, nicht nur die physischen Gesetze, sondern auch unsere kulturellen und sozialen Vorstellungen von Raum zu überdenken. Diese Räume können so gestaltet werden, dass sie reaktionsfähig, veränderbar und fließend sind, und bieten Gestaltern die Freiheit, tiefgreifende immersive Erfahrungen zu schaffen.

<sup>430</sup> Brian O'Doherty: *Inside the White Cube. The Ideology of the Gallery Space*. Erweiterte Ausgabe Aufl., Berkeley: University of California, 2000. S. 38.

<sup>431</sup> Ebd. S. 15.

## 6.1 Historie des virtuellen Raums

Die Suche nach diesem immersiven virtuellen Raum reicht weit zurück, weit über die moderne Ära der Technologie hinaus. In der Malerei, in der Literatur und schließlich im Film wurden immer wieder Versuche unternommen, den Rezipienten in das Werk „hineinzuziehen“, eine Welt jenseits der Betrachtungsebene zu schaffen. Es scheint, als ob diese beständige Suche nach Möglichkeiten, die menschliche Erfahrung durch Kunst zu erweitern und zu vertiefen, eine natürliche Brücke zur Entwicklung der virtuellen Realität geschaffen hat – einer Technologie, die in der Lage ist, Traumwelten wahr werden zu lassen, wie in der Kurzgeschichte *Pygmalion's Spectacles* von 1935 beschrieben:

"You can argue a reality away to an illusion; that's easy. But [...] why can't you take a dream and make it real? [...] I can!" he whispered. "I did!" "Did what?" "Made real a dream. [...] A movie that gives one sight and sound. Suppose now I add taste, smell, even touch, if your interest is taken by the story. Suppose I make it so that you are in the story, you speak to the shadows, and the shadows reply, and instead of being on a screen, the story is all about you, and you are in it. Would that be to make real a dream?"<sup>432</sup>

Der literarische Vorstoß in die multisensorischen Dimensionen virtueller Realitäten, wie von Weinbaum skizziert, fand eine konkrete Manifestation im *Sensorama*, entwickelt von Morton Heilig in den 1950ern.<sup>433</sup> Dieser multisensorische Filmapparat bot nicht nur stereoskopische Bilder, sondern auch olfaktorische sowie haptische Reize, mit dem Ziel, ein vollständig immersives Kinoerlebnis zu schaffen.<sup>434</sup> Obwohl der Apparat eine revolutionäre Annäherung an die Schaffung eines multisensorischen Erlebnisses darstellt, war seine Kapazität, ein vollständig immersives Erlebnis zu kreieren, durch die statische Natur der Betrachterposition begrenzt (vgl. Abbildung 93, links).

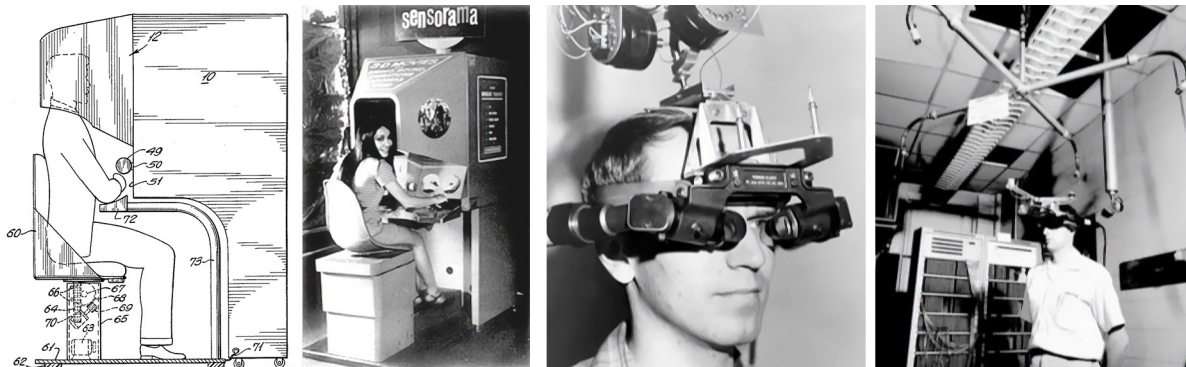


Abbildung 93: Das Sensorama erlaubte die multisensorische Rezeption von Kurzfilmen. Neben stereoskopischer Darstellung erweiterte der Apparat das Gesehene um haptische Reize wie Vibration und Wind sowie olfaktorische Aromen (links). Das Sword of Damocles ermöglichte eine AR-Visualisierung eines computergenerierten Drahtgittermodells (rechts).

Quellen: Links: Morton Heilig: *Sensorama Simulator*, US Patent US3050870A (1961); rechts: Ivan Sutherland

<sup>432</sup> Stanley G. Weinbaum: *Pygmalion's Spectacles*: Start Publishing LLC, 2016. S. 2 f.

<sup>433</sup> Morton L. Heilig: „EL Cine del Futuro. The Cinema of the Future“. In: *Presence. Teleoperators and Virtual Environments*, 1 (1992), H. 3, 279-294.

<sup>434</sup> Itsuo Sakane: *Morton Heilig's Sensorama (Interview)*. In: YouTube, 2011. URL: <https://youtu.be/vSINEBZNCKs> (03.09.2023).

Durch das Sensorama wurde der Bedarf nach einer Technologie formuliert, die einen weitreichenderen, selbstbestimmten Eintritt in virtuelle Räume erlauben würde. Hier setzte die Forschung Ivan Sutherlands an: Sein Augenmerk lag darauf, die dynamische Wahrnehmung eines virtuellen Raums zu ermöglichen, in dem Nutzer sich frei bewegen können. Als einer der Grundlagenforscher in der Domäne der Computervisualisierung entwickelte er Werkzeuge und Technologien, die eine erste Schnittstelle zwischen Mensch und virtuellem Raum bildeten.<sup>435</sup> Seine Forschung zur visuellen Wahrnehmung des virtuellen Artefakts markierte eine entscheidende Phase in der Entwicklung von MR-Technologien, die einen radikalen Schritt in Richtung der Konvergenz von physischer und digitaler Welt darstellte: Das von ihm entwickelte *Sword of Damocles*, ein zentnerschweres, von der Decke hängendes *Head Mounted Display* fungierte als eine Art Schlüsselloch, durch das Nutzer einen ersten Einblick in den virtuellen Raum gewinnen konnten.<sup>436</sup> Trotz der Beschränkung auf die integrierte Darstellung einfacher Drahtgitter-Modelle im realen Raum schuf dieses Gerät einen ersten Zugang zum virtuellen Raum (vgl. Abbildung 93, rechts).

Die Limitationen der Bildschirmtechnologien führten zum Stagnieren der Entwicklung von Head Mounted Displays in den folgenden Jahrzehnten. 1975 schuf Myron Krueger daher mit *Videoplace* ein Kunstprojekt, das sich von den die Hardware fokussierenden Ansätzen anderer Wirkender abhob, indem er eine Mischung aus Videoinstallationen und reaktiven Displays zur Konzeption eines immersiven und interaktiven virtuellen Raums verwendete.<sup>437</sup> Videoplace verband zwei separate Räume durch eine virtuelle Verbindung. Sobald Besucher den Raum betraten, erschien ihr Abbild zusammen mit dem eines anderen Besuchers aus dem verbundenen Raum auf einem Bildschirm. Beide sahen dasselbe Szenario, wobei sie durch Bewegungen sowohl ihre eigene Darstellung auf dem Bildschirm verändern als auch mit der des anderen sowie mit rein virtuellen Objekten interagieren konnten.<sup>438</sup> Kruegers Arbeit hinterfragte nicht nur die Grenzen zwischen dem Physischen und dem Virtuellen, sondern auch die Rolle des Benutzers innerhalb digitaler Umgebungen. Das Projekt legte daher den Grundstein für zukünftige Entwicklungen virtueller Räume, indem es den Fokus auf die aktive physische Teilnahme und Interaktion verschob (vgl. Abbildung 94, links).

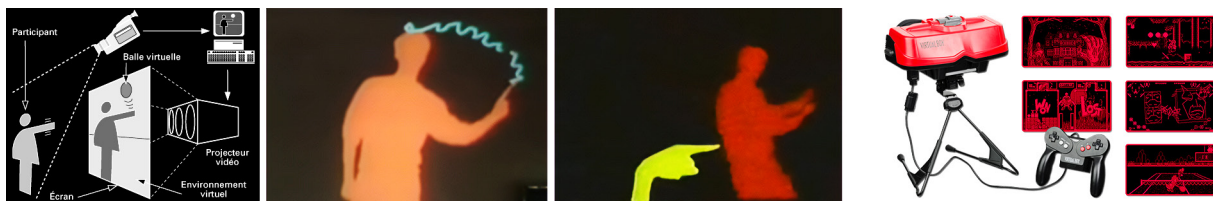


Abbildung 94: Videoplace verband zwei separate physische Räume in einem gemeinsamen virtuellen Raum. Besucher des Ausstellungsstücks konnten ihren eigenen virtuellen Schatten zur Interaktion mit dem Schatten eines anderen Besuchers oder mit gänzlich virtuellen Objekten nutzen (links). Der Virtual Boy von Nintendo steht sinnbildlich für den Versuch der Unterhaltungsindustrie, den Virtual-Reality-Markt in den 90er-Jahren kommerziell zu nutzen. Das Gerät ermöglichte, Spiele auf einem stereoskopischen, monochromatischen Display zu spielen.

Quellen: Links: Myron Krueger: Videoplace, 1975; rechts: Nintendo

<sup>435</sup> Sutherland: *The Ultimate Display*. 1965.

<sup>436</sup> Immersed Robot: *Ivan Sutherland and The Sword of Damocles*. In: YouTube, 2020. URL: <https://youtu.be/AFqXGxKsM3w> (03.09.2023). TC: 0:02:39–00:03:49.

<sup>437</sup> Myron Krueger: *VIDEOPLACE 1975*, URL: <https://aboutmyronkrueger.weebly.com/videoplace.html> (03.09.2023).

<sup>438</sup> Barrie Ellis: *Myron Kreuger - Video Place - 1989*. In: YouTube, 2008. URL: <https://youtu.be/dqZyZrN3PI0> (03.09.2023).

Während der 90er-Jahre versuchten Hersteller von Videospielsystemen mittels VR-Headsets ihre Produkte räumlich erfahrbar zu machen. Technische Beschränkungen, wie rudimentäre Grafiken und eine unzureichende Sensorik, verhinderten allerdings eine authentische immersive Erfahrung, die die breite Masse hätte ansprechen können. Die hohen Kosten für die Entwicklung und Produktion solcher Geräte trugen dazu bei, dass viele Projekte in dieser Zeit finanziell nicht tragbar waren. Ein markantes Beispiel ist der *Virtual Boy* von Nintendo, der sich trotz einer starken Marketingkampagne nicht auf dem Markt durchsetzen konnte.<sup>439</sup> Trotz einer stereoskopischen Visualisierung integrierte die Konsole nur zweidimensionale Spielmechaniken und erfüllte damit nicht das Werbeversprechen, die räumliche Exploration der dritten Dimension zu ermöglichen (vgl. Abbildung 94, rechts). Das Aufkommen 3D-fähiger Videospielekonsolen sowie die Weiterentwicklungen auf dem Heim-PC-Markt begründeten darüber hinaus eine Phase, in der die Entwicklung virtueller Räume auf den zweidimensionalen Bildschirmen fortgeführt wurde. Die Vorteile der Unmittelbarkeit einer Wahrnehmungsperspektive wurden temporär zurückgestellt, um sich der Reichhaltigkeit und den Innovationen der 3D-Videospiel-Entwicklungen zu widmen. Fast zwei Jahrzehnte lang trieben diese Entwicklungen den Markt an und ermöglichten immer detailreichere und dennoch ressourcenschonende Visualisierungen.

Die jüngste Renaissance der Mixed Reality wurde maßgeblich von den innovativen Impulsen der 2010er-Jahre geprägt. Die Crowdfunding-Initiative von Palmer Luckey aus dem Jahr 2012, bei der er mit seiner Firma Oculus 2,5 Millionen Dollar für die Entwicklung eines kommerziellen VR-Headsets akquirierte, repräsentiert einen entscheidenden Moment in diesem Prozess.<sup>440</sup> Die erfolgreiche Finanzierung durch den Kreis der Nutzergruppe verdeutlichte das Marktpotenzial der VR-Technologien und diente auch als Indikator dafür, dass der Zeitpunkt gekommen war, einen erneuten Versuch der Machbarkeitsauslotung zu starten. Im Laufe des Jahrzehnts veränderte sich die Nutzergruppe von VR schrittweise. Ursprünglich war die Technologie größtenteils technikaffinen Frühnutzern vorbehalten, die das Medium als Videospieleperipherie nutzten.<sup>441</sup> Doch mit der Weiterentwicklung der Hardware sowie der wachsenden ökonomischen Tragfähigkeit der Technologie begann ihre Präsenz in diversen Anwendungsbereichen, wie der Visualisierung dreidimensionaler Daten<sup>442</sup> sowie als Hilfsmittel in Forschungsprozessen,<sup>443</sup> zuzunehmen.

Die Emanzipierung von externer Positionierungshardware durch die Entwicklung des Inside-Out Trackings markierte den zweiten bedeutsamen Schritt in der Etablierung des Mediums. Die Technologie erlaubte es dem Nutzer, sich frei in Räumen zu bewegen, ungebunden von festen Stationen oder limitierenden Sensoren, und läutete damit eine Ära der Mobilität in der Mixed-Reality-Welt sowie deren größere Zugänglichkeit ein. Insbesondere die Integration in mobile Geräte revolutionierte das Nutzungserlebnis von MR-Erfahrungen, da

<sup>439</sup> Virtual Boy, Nintendo, 1995.

<sup>440</sup> Jenna Wortham: *Creator of a Virtual Reality Sensation*. In: The New York Times. New York 2014.

<sup>441</sup> Ebd.

<sup>442</sup> M. E. Portman, A. Natapov u. a.: „To Go Where No Man Has Gone Before. Virtual Reality in Architecture, Landscape Architecture and Environmental Planning“. In: *Computers, Environment and Urban Systems*, 54 (2015), 376–384.

<sup>443</sup> Claudio Pensieri u. Maddalena Pennacchini: „Overview. Virtual Reality in Medicine“. In: *Journal of Virtual Worlds Research*, 7 (2014), H. 1.

diese plötzlich überall stattfinden konnten. Dies zeigte sich in der weitreichenden Etablierung der Augmented Reality durch POKÉMON GO.<sup>444</sup> Das Spiel integrierte Inside-Out Tracking in einer späteren Produktversion, um die Augmented-Reality-Visualisierung stärker in die reale Welt zu integrieren.

Der dritte bedeutende Schritt in der Renaissance der Mixed Reality war die Emanzipation der Headsets von der physischen Verkabelung. Diese Entwicklung ging einher mit den technologischen Weiterentwicklungen von Grafikchips und Prozessoren sowie der Integration des Inside-Out Trackings in mobile Peripheriegeräte. Diese technologische Evolution eröffnet eine neue Dimension der Autonomie und Freiheit für die Nutzer, die zuvor durch das Verbindungskabel wie durch eine Nabelschnur an ihre Existenz im physischen Raum gebunden waren. Zusätzlich fördert die Autonomie kabelloser Systeme eine niedrighschwellige Zugänglichkeit, da kein komplexes externes Set-up mehr erforderlich ist. Dies vereinfacht nicht nur den Zugang für Endverbraucher, sondern begünstigt auch die Anpassung an die unterschiedlichen Erfordernisse verschiedener Branchen und Anwendungsbereiche. Die Entfernung technologischer Barrieren, die einst den breiten Massen den Zugang zum virtuellen Raum verwehrten, ist ein Katalysator für die Demokratisierung des MR-Zugangs. Im Rahmen dieser Dynamik werden auch gesteigerte Anforderungen an die Adaptivität der Technologie gestellt, insbesondere im Hinblick auf die Integration des virtuellen Raums in private Umgebungen.

Verbesserte integrierte Sensoren und fortschrittliche Inside-Out-Tracking-Algorithmen ermöglichen eine feinere Abstimmung und Integration des virtuellen Raums in den physischen, wodurch ein fließendes und immersives Erlebnis geschaffen wird. Wo anfangs hauptsächlich technikbegeisterte Early Adopters die Möglichkeiten von VR erkundeten, finden heute Menschen aller Altersgruppen, kulturellen Hintergründe und sozialen Schichten ihren Weg in virtuelle Welten. Dies wurde erst durch die Kombination aus technologischer Reife und wirtschaftlicher Erschwinglichkeit möglich.

In diesem sich verdichtenden Schnittpunkt von physischen und digitalen Räumen liegt der Ursprung meiner Forschungsarbeit für diese Dissertation. An der Schwelle dieser neuen Ära, in der physische und digitale Realitäten immer mehr verschmelzen, steht die Erforschung dieser Konvergenzzone im Mittelpunkt. Insbesondere untersuchte ich, wie der Zugang vom physischen Raum in die virtuelle Erfahrung nahtlos gestaltet werden kann und welche Möglichkeiten sich daraus ergeben, ein umfassenderes, sinnlicheres und authentischeres Erleben im virtuellen Raum zu ermöglichen. Die Integration des virtuellen Raums in die physische Realität ermöglicht eine beispiellose Art der Interaktion, bei der der Raum selbst zum aktiven Modulator wird, der die Möglichkeiten der Narration, des Designs und der Erkundung erweitert. Das Ziel meiner Forschung ist es, einen neuen Ansatz für die Gestaltung von Mixed-Reality-Erfahrungen zu entwickeln, der diese nahtlose Integration ermöglicht und somit eine tiefere und bereichernde Verbindung zwischen dem Nutzer und dem virtuellen Raum herstellt.

---

<sup>444</sup> Pokémon GO, Niantic, 2016.

## 6.2 Medientheoretische Betrachtung virtueller Räume

Der Übergang vom realen in den virtuellen Raum repräsentiert einen zentralen Aspekt in der Nutzung dieses Mediums, der sorgfältig und mit erheblicher konzeptioneller Tiefe gestaltet werden sollte. Im Unterschied zu anderen Medien, bei denen die Rezeptionssituation oder die fortlaufende Mediennutzung die primären Schwerpunkte der Analyse und praktischen Gestaltung bilden, erfordert die Auseinandersetzung mit virtuellen Räumen eine fokussierte Aufmerksamkeit auf den Einstieg in die Rezeptionssituation. Die erste Begegnung mit dem Virtuellen markiert dabei einen kritischen Moment, der durch ein intuitives Design gestaltet sein sollte, das die Wahrnehmung des Nutzers auf subtile Weise herausfordert und lenkt. Diese Wahrnehmung, die weit über bloße sensorische Reize hinausgeht, etabliert den Beginn einer tieferen partizipativen Rolle innerhalb des Systems. Im weiteren Verlauf ermöglicht die Interaktion des Nutzers mit virtuellen Artefakten ein fortschreitendes Eintauchen in den virtuellen Raum. Einmal eingetaucht, entwickelt der Nutzer ein Bewusstsein für seine eigene Körperlichkeit in der VR und die materiellen Aspekte seiner neuen Umgebung. Er nimmt nicht nur seine Präsenz im Raum wahr, sondern auch das Interaktionspotenzial, das durch das Design des Raums vorgegeben wird. Dies induziert eine intrinsische Motivation zur Erkundung, verstärkt durch die Narration oder die Zugänglichkeit der Spielmechanik. Die tiefste Stufe der Immersion wird erreicht, wenn der Nutzer beginnt, sich vollständig von der physischen Welt zu lösen und sich emotional in den virtuellen Raum einzubinden. Designentscheidungen und -strategien zur Vermittlung von Handlungsmacht sollen den Nutzer zu selbstbestimmten Handlungen und Entscheidungen innerhalb der virtuellen Umgebung befähigen. Das Ziel ist, dadurch eine Ebene der Immersion zu erreichen, die das Potenzial hat, transzendente Erfahrungen zu bieten, indem sie das Individuum über die konventionellen Grenzen des Bewusstseins hinausführt. Die Ausgestaltung dieses Prozesses erfordert von den Designern ein tiefes Verständnis nicht nur für die Technologie der Anwendung, sondern auch für die Psychologie des Nutzers. Sie müssen den Raum so gestalten, dass er nicht nur reaktiv, sondern auch proaktiv ist und die Grenzen dessen, was virtuell möglich ist, ständig neu definieren. Es ist eine Reise, die sowohl vom Designer als auch vom Nutzer gleichermaßen verlangt, über die bisherigen Vorstellungen von Realität und Virtualität hinauszugehen.

In der vorliegenden Dissertation untersuchte ich diese Gestaltungsaufgabe mithilfe eines interdisziplinären Research-through-Design-Ansatzes. Dieser kombinierte die aus der angewandten Entwicklung abgeleiteten Ergebnisse mit einer Analyse des Forschungsfeldes immersiver Räume, das von technischen Machbarkeitsstudien aus dem Fachgebiet der Informatik und des Maschinenbaus<sup>445</sup> über psychologische Erkenntnisse über die menschliche Wahrnehmung durch die Neurowissenschaften<sup>446</sup> bis hin zur Betrachtung des einnehmenden Potenzials narrativer und interaktiver Spiel-Elemente reicht.<sup>447</sup> Die in dieser Arbeit betrachtete empirische Forschung dieser Gebiete arbeitete zumeist mit Laborexperimenten, das heißt, in isolierten

<sup>445</sup> Suma, Lipps u. a.: *Impossible Spaces*. 2012.

<sup>446</sup> Sanchez-Vives u. Slater: *From Presence to Consciousness through Virtual Reality*. 2005.

<sup>447</sup> Ryan: *Narrative as Virtual Reality 2*. 2015.

Settings, um einzelne themenrelevante Aspekte in einer kontrollierten Umgebung frei von äußeren Störfaktoren zu analysieren.<sup>448</sup> Solche Laborexperimente liefern Ergebnisse für isolierte Zusammenhänge zwischen einzelnen Variablen. Ihre Aussagekraft in Bezug auf sehr komplexe Systeme, in denen eine große Bandbreite unterschiedlicher Faktoren wirkt, ist damit häufig eingeschränkt. In den in dieser Dissertation analysierten Forschungsprojekten wurde daher eine integrierte Umsetzung dieser Ansätze vorgenommen und ihre Anwendbarkeit in komplexen Gesamtprodukten überprüft.

Im Fokus der angewandten Forschung standen zunächst die Rahmung des virtuellen Raumes und der Zugang dazu. Hierbei flossen die Überlegungen Murrays, dass der virtuelle Raum als benutzergestalteter Erzählraum transformative Erlebnisse evozieren kann,<sup>449</sup> mit den Theorien von Salen und Zimmerman zum Konzept des Magic Circles als physisch eingegrenzten Spielraums,<sup>450</sup> den ich als *Partizipationsraum* bezeichne, zusammen. Aus der Kombination der beiden Theorien entwickelte ich das Konzept, den Partizipationsraum als eine tatsächliche räumliche Sphäre zu gestalten, als einen die Erfahrung umspannenden Raum, der stark in der physikalischen Realität verankert ist. Dies generierte eine artifizielle Paralleldimension, eine räumliche Blase sich überlagernder Realitäten. Auf diese Weise konnte ich beispielsweise die Prinzipien von Pervasive Games zur Gestaltung von Blended-Learning-Umgebungen nutzen, um eine wissensvermittelnde Mixed-Reality-Erfahrung zu schaffen.<sup>451</sup> und einen virtuellen Raum in das physische Raumkonzept eines Museums zu integrieren.<sup>452</sup>

Elementar war dabei wie bereits angesprochen die Analyse des Zugangs zu diesem Raum. Mit dem Eintreten in den Partizipationsraum erleben die Nutzer eine dispositive Transformation, eine Rollenzuweisung durch neu wirkende Kräftelinien.<sup>453</sup> Diese Transformation und die damit einhergehende Ermächtigung der Spieler sind von zentraler Bedeutung für die Gestaltung virtueller Räume. Dabei geht es nicht nur um eine Zuweisung von Interaktionsmöglichkeiten, sondern um eine Transformation der Rezipienten zu Akteuren innerhalb der Diegese.<sup>454</sup> Somit etabliert sich eine neue Dimension der Interaktion, in der der Nutzer eine aktive, handelnde Rolle übernimmt, die weit über die bloße Präsenz im virtuellen Raum hinausgeht. Diese Ebene eröffnet Möglichkeiten für transzendente Erfahrungen, indem sie eine aktive Auseinandersetzung und Interaktion mit der virtuellen Umgebung fördert. Durch gestalterische Maßnahmen, wie eine Ritualisierung des Übergangs<sup>455</sup> oder die Kombination des Eintretens mit dem Überschreiten von Türschwellen,<sup>456</sup> konnte ich die transformative Wirkung des Eintritts in den Partizipationsraum verstärken und die Annahme der diegetischen

<sup>448</sup> Beispielsweise Radvansky u. Copeland: *Walking through Doorways Causes Forgetting*. 2006.

<sup>449</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 170–173.

<sup>450</sup> Salen u. Zimmerman: *Rules of Play*. 2003, S. 93–98.

<sup>451</sup> Vgl. Kapitel 3.2 Echos der Vergangenheit – Porta Praetoria C.C.A.A., S. 23.

<sup>452</sup> Vgl. Kapitel 4.2 Das Zukunftsmuseum – Project Holodeck, S. 89.

<sup>453</sup> Baudry: *Das Dispositiv*. 1994, S. 1058.

<sup>454</sup> Van Gennep: *Rites of Passage*. 1960, S. 1–11.

<sup>455</sup> Ebd.

<sup>456</sup> Radvansky u. Copeland: *Walking through Doorways Causes Forgetting*. 2006.

Rolle begünstigen. Die Wirksamkeit der Maßnahme sukzessiver Wechsel des umgebenden Raumes konnte mithilfe einer empirischen Studie nachgewiesen und in einer weiteren Studie bestätigt werden.

Der Zugang zur aktiven Rolle innerhalb des Raums wurde durch intuitive Interaktionsmethoden gestaltet, um ihn niedrigschwellig zu halten. Dazu habe ich die Ideen mimetischer Interfaces<sup>457</sup> aufgegriffen und in ein Interaktions- und Bewegungskonzept innerhalb der virtuellen Welt übersetzt. Die dem Medium inhärente spielerische Natur<sup>458</sup> wurde durch die Entwicklung von Interaktionen, die nicht auf ein dezidiertes Spielziel ausgerichtet sind, integriert. Dadurch sollten die durch die virtuellen Objekte vermittelten Affordanzen genutzt und so die Authentizität und das einnehmende Potenzial der Erfahrung verstärkt werden. Diese Gestaltungsmaßnahme vertiefte die Bandbreite und Vielfalt der Spielerinteraktionen,<sup>459</sup> wodurch der virtuelle Raum von einer reinen Konsumumgebung in einen Ort der aktiven Partizipation und Kreation verwandelt wurde.

Um dieser zugewiesenen Handlungsmacht einen Raum zur Entfaltung zu bieten, wurde die Pionierarbeit von Mel Slater zu unmöglichen Architekturen, die das Durchbrechen der physischen Limitierungen des Spielraums ermöglicht, integriert.<sup>460</sup> Die von ihm postulierten technischen Ansätze zur Generierung nicht euklidischer Raumarchitekturen wurden erstmals mit bewährten Strategien aus dem Leveldesign verknüpft,<sup>461</sup> um den Nutzern eine selbstbestimmte und lebensnahe Navigation zu ermöglichen, ohne dass die zugrunde liegende Technologie offensichtlich wird.<sup>462</sup> Auf diese Weise konnten die Ausmaße der generierten Parallel-dimension über die Grenzen des umgebenden Spielraums erweitert werden, ohne den immersiven Zustand des Nutzers durch artifizielle Bewegungsmethoden zu unterbrechen. Durch diese Designpraxis konnten wir Räume erschaffen, die sowohl einnehmend als auch intuitiv zugänglich sind und so für die Spieler den Charakter von Handlungsräumen annehmen. Die Kombination dieser räumlichen Gestaltung mit dem Konzept des Partizipationsraums erweitert die Möglichkeiten für Spieler, nicht nur innerhalb der gegebenen narrativen Strukturen zu interagieren, sondern auch die Struktur des Raums selbst aktiv zu beeinflussen und neu zu gestalten. Final habe ich die Überlegungen Murrays<sup>463</sup> und Neitzels<sup>464</sup> zur emotionalen Involvierung aufgegriffen und die immersionssteigernde Wirkung dieses Aspekts untersucht. Die Integration von Echtweltkonsequenzen für Spielaktionen führte zu einem tieferen immersiven Erleben, wie durch eine empirische Studie bestätigt werden konnte. Dieser Zustand tiefer Immersion ist nicht mehr nur einer des *Eingetauchtseins*, sondern ein Zustand des *Eingebundenseins*.<sup>465</sup>

---

<sup>457</sup> Juul: *A Casual Revolution*. 2012, S. 5.

<sup>458</sup> Salen u. Zimmerman: *Rules of Play*. 2003, S. 304.

<sup>459</sup> Ryan: *Narrative as Virtual Reality 2*. 2015, S. 162–180.

<sup>460</sup> Mel Slater u. Maria V. Sanchez-Vives: „Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality“. In: *Frontiers in Robotics and AI*, 3 (2016).

<sup>461</sup> Totten: *Architectural Approach to Level Design*. 2019.

<sup>462</sup> Vgl. Kapitel 5.2 Erhebungsraum – Projekt Fear//Anxiety, S. 150.

<sup>463</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 170–173.

<sup>464</sup> Neitzel: *Involvement*. 2018.

<sup>465</sup> McMahan: *Immersion, Engagement, and Presence*. 2003, S. 68 f.

Wie diese Überlegungen zeigen, versteht diese Arbeit Immersion als multidimensionales Phänomen.<sup>466</sup>, einen holistischen Zustand, der eng mit dem virtuellen Raum verknüpft ist, in dem er erlebt wird. Es geht nicht nur darum, wie realistisch ein Raum gestaltet ist oder wie überzeugend die erzählten Geschichten sind. Es geht vielmehr um das Zusammenspiel aller Elemente und ihre gemeinsame Wirkung auf den Nutzer. Jedes Detail, seien es audiovisuelle Elemente oder intradiegetische Regelsysteme, trägt dazu bei, eine kohärente und glaubwürdige Welt zu schaffen, die ein Gefühl von Präsenz und Zugehörigkeit evoziert. Der virtuelle Raum wird dabei nicht nur als Kulisse oder Hintergrund verstanden, sondern als aktiver Bestandteil des immersiven Erlebens, der den Nutzer sowohl physisch als auch emotional und kognitiv beeinflusst.<sup>467</sup> Er hat die Fähigkeit, die Erfahrung des Nutzers zu rahmen, die Wahrnehmung zu lenken und das Erlebte zu kontextualisieren. Er schafft eine Umgebung, in der die Grenzen zwischen physischem und virtuellem Erleben verschwimmen, und ermöglicht es dem Nutzer, eine reale, nachhaltige Erfahrung zu machen. In diesem Kontext wird deutlich, dass der Raum – in all seinen Facetten – das Herzstück des immersiven Erlebens ist.

---

<sup>466</sup> Thon: *Immersion Revisited*. 2008, S. 35–38.

<sup>467</sup> Ryan: *Narrative as Virtual Reality 2*. 2015, S. 246–250.

## 6.3 Limitierungen

Das Konzept der Immersion ist aufgrund seiner multidimensionalen Natur schwer fassbar, weshalb die Ansätze zu seiner exakten Definition und Messung erheblich variieren. Darüber hinaus ist der Umgang mit dem Mixed-Reality-Medium trotz dessen wachsender Verbreitung noch weit davon entfernt, eine allgemeine Literalität zu erreichen. Die stetige und sprunghafte Weiterentwicklung technologischer Aspekte führt oft dazu, dass etablierte Normen und Verständnisse rasch überholt werden. Dies resultiert in einem Mangel an stabilem und konsistentem Verständnis sowohl aufseiten der Endverbraucher als auch bei Entwicklern. Die Etablierung von Prinzipien und Leitlinien für die Gestaltung des virtuellen Raums, der Interaktionen, der Benutzerführung und User Experience steht noch aus.

In diesem Kontext ist die Entwicklung präziser Messmethoden für Immersion unerlässlich. Bestehende Methoden, wie die Skalen von Witmer und Singer,<sup>468</sup> sind zwar weiterhin anwendbar, stoßen aufgrund der vielschichtigen Natur des immersiven Gefühls aber an ihre Grenzen.<sup>469</sup> Die Relevanz der verschiedenen Dimensionen der Immersion kann je nach Anwendung variieren, weshalb ein universelles Messverfahren möglicherweise nicht zielführend ist. Ein flexibleres, an die individuellen Bedürfnisse der jeweiligen Anwendungen anpassbare Erhebungswerkzeug könnte die Lösung sein, wobei diese gleichzeitig so angelegt sein muss, dass die allgemeine Vergleichbarkeit der Ergebnisse nicht kompromittiert wird. Daher sollte ein Fokus der weiteren Forschungsarbeit auf der Verfeinerung der Erhebungsmethoden liegen, insbesondere der im Zuge dieser Arbeit entwickelten visuellen Analogskalen, die das Immersionsgefühl zu bestimmten Messzeitpunkten während des Spiels abbilden.<sup>470</sup> Eine effektive Strategie könnte die diegetische Integration dieser Erhebungsmethode innerhalb des virtuellen Raums sein. Dies würde die direkte und nahtlose Erfassung realer Daten ermöglichen, die Reliabilität erhöhen und gleichzeitig neue Einblicke in die unmittelbaren Reaktionen der Nutzer ermöglichen. Doch diese Integration bringt auch Herausforderungen mit sich, insbesondere die Notwendigkeit, eine Balance zwischen datengesteuerter Erhebung und dem Erhalt einer authentischen, immersiven Benutzer-Erfahrung zu finden. Während die aktuellen Messansätze einen gewissen Einblick bieten, sind sie oft zu allgemein, um das reiche, nuancierte und multidimensionale Gefühl der Immersion vollständig zu erfassen.

In Anbetracht dieser Überlegungen bleibt festzustellen, dass die Weiterentwicklung präziser, adaptiver und integrierter Messmethoden für die Immersionsforschung nicht nur eine akademische Notwendigkeit, sondern auch ein wesentlicher Schritt zur Förderung einer reichhaltigeren und nutzerzentrierten Entwicklung im Bereich der Mixed-Reality-Anwendungen ist.

<sup>468</sup> Witmer u. Singer: *Measuring Presence in Virtual Environments*. 1998.

<sup>469</sup> Sándor Rózsa, Rita Hargitai u. a.: „Measuring Immersion, Involvement, and Attention Focusing Tendencies in the Mediated Environment. The Applicability of the Immersive Tendencies Questionnaire“. In: *Frontiers in Psychology*, 13 (2022). S. 8.

<sup>470</sup> Vgl. Kapitel 4.7.2 Experiment, S. 139.

## 6.4 Ergebnisanalyse

Die in dieser Arbeit durchgeführte Untersuchung von Techniken der Gestaltung virtueller Räume wurde maßgeblich durch die Analyse der Entwicklungsphasen angewandter Forschungsprozesse bestimmt. In dieser praktischen Forschung konzentrierte ich mich zunächst auf die Integration immersiver Räume in historische Plätze, was sowohl komplexe technische als auch konzeptuelle Herausforderungen mit sich brachte. Im Kern meiner Arbeit stand die Erschaffung einer künstlichen Paralleldimension, repräsentiert durch eine aufgezogene Sphäre, die eine Konvergenz der physischen Welt und der virtuellen Repräsentationen der Vergangenheit schafft. Diese Schnittstelle eröffnete einen virtuellen Raum, der den Nutzern einen spielerischen Zugang zur historischen Dimension eröffnet und die Vergangenheit dieser Plätze durch die Techniken der Mixed Reality erfahrbar und erlebbar macht. Durch die Nutzung dieser Technologien konnte ich den Benutzern eine immersivere und nuancierte Perspektive auf die jeweiligen Orte bieten. Ein zentraler Aspekt der Forschung war die transformative Gestaltung des Übergangs, der dem Nutzer eine diegetische Rolle in dieser Dimension zuweist.<sup>471</sup> Durch die Integration narrativer Elemente und ludischer Aktivitäten konnte ich so einen immersiven Zugang zu den wissensvermittelnden Räumen schaffen. Dieser Ansatz ermöglichte nicht nur eine tiefergehende Exploration der Räume, sondern förderte auch eine intensivere Verbindung mit den dargestellten historischen Kontexten. Dies ebnete den Weg für einen tieferen und empathischeren Zugang zur Geschichte, der weit über herkömmliche didaktische Ansätze hinausgeht.<sup>472</sup> Dabei habe ich darauf geachtet, eine Balance zwischen der spielerischen Erforschung und der sachgetreuen Darstellung der historischen Ereignisse zu halten, um ein bereicherndes und doch authentisches Erlebnis zu schaffen.



Abbildung 95: Variierender Grad der visuellen Überlagerung innerhalb der Mixed-Reality-Sphäre in historischen Kontexten von der Vollüberlagerung in PORTA PRAETORIA (links) zur selektiven Darstellung historisch und narrativ relevanter Elemente in BORDER ZONE (rechts)

Quelle: Eigene Aufnahme

Im Zuge meiner Experimente variierte ich den Grad der visuellen Überlagerung der virtuellen und physischen Elemente. Die Bandbreite reichte von der voll überlagernden Sphäre in PORTA PRAETORIA bis hin zur gezielten

<sup>471</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 170–173.

<sup>472</sup> Charles Graham u. Chuck Dziuban: „Blended Learning Environments“. In: *Handbook of Research on Educational Communications and Technology: A Project of the Association for Educational Communications and Technology*, Hrsg. von David Jonassen, Michael J. Spector u. a., Bd. 2, 262–270. New York: Routledge, 2007.

und integrierten Darstellung zentraler narrativer Elemente, wie beispielsweise der Darstellung von historischen Figuren und der Grenzmauer in BORDER ZONE (vgl. Abbildung 95). Die Evaluationsergebnisse zeigten dabei, dass ein geringerer Grad der visuellen Überlagerung einen intensiveren Bezug zur physischen Umgebung herstellte. Diese Gestaltungsweise förderte nicht nur die immersiven Erfahrungen der Nutzer, sondern erwies sich auch als effektiver in der Erfüllung der wissensvermittelnden Aufgaben, indem sie eine harmonischere Verschmelzung von historischer Bildung und innovativer Technologie ermöglichte.

Während der Entwicklung des nächsten Projekts, der VR-ZEITREISE, konzentrierte ich mich intensiv darauf, den virtuellen Raum harmonisch in einen klar definierten physischen Bereich zu integrieren, eine Strategie, die aus den Einsichten der vorangegangenen Projekte in Bezug auf die Störungen, die sich bei der Platzierung der MR im öffentlichen Raum manifestiert hatten, hervorging. Die Initialbeobachtungen deuteten darauf hin, dass die sorgfältige Gestaltung des physischen Umfelds eine zentrale Rolle beim Schaffen immersiver virtueller Räume spielt, da durch die Beeinflussung des zugrunde liegenden Dispositivs eine störungsfreiere und somit stabilere sowie einnehmendere Benutzer-Erfahrung ermöglicht wird. Um diesen Aspekt weiter zu erkunden, integrierte ich eine abschirmende, blickschützende Mauer, die eine klare Trennung zwischen dem Spielraum und dem öffentlichen Raum schuf. Dies führte dazu, dass beim Betreten des Spielraums ein wahrnehmbarer Spatial Shift, also ein räumlicher Wechsel, eintritt.<sup>473</sup> Durch ein empirisches Experiment konnte ich die immersionssteigernde Wirkung dieser Spatial Shifts bestätigen, was mich dazu veranlasste, dieses Gestaltungsmittel konstruktiv in den Onboarding-Prozess und den Spielablauf zu integrieren. Darüber hinaus wurde mir durch die Erkenntnisse, die ich aus dem Projekt BORDER ZONE gewonnen hatte, klar, dass eine gewisse Referenz zum realen Raum den Zugang zum immersiven Erlebnis erheblich unterstützen kann, insbesondere für Zielgruppen, die möglicherweise nicht technikaffin sind. Dies bewog mich dazu, einen schrittweisen Onboarding-Prozess zu gestalten, indem ich Elemente aus der realen Welt nachbildete, um den Benutzern zunächst konkrete Orientierungspunkte zu bieten, die dann sukzessive in eine voll-virtuelle Umgebung übergleiten. Die Erkenntnisse dieses Entwicklungsprozesses betonen die Notwendigkeit, den physischen Raum als ein kritisches Element bei der Gestaltung des virtuellen Raums zu betrachten, nicht nur um die Immersion zu bewahren, sondern auch um ein nahtloses und intuitives On- und Offboarding zu ermöglichen. Dies impliziert, dass Designer von virtuellen Räumen auch Experten in der Gestaltung der physischen Räume sein müssen, in die diese virtuellen Erfahrungen eingebettet werden.

Des Weiteren vereinte das Projekt natürliche Bewegungsmethoden und Co-Location-Raumintegration zu einer kooperativen Multiplayer-Erfahrung, die bis zu vier Spielern offensteht. Dies fügt dem Projekt eine soziale Dimension hinzu, die nicht nur die spielerische Qualität der Erfahrung bereichert, sondern auch den Einstieg in das immersive Erleben für die Teilnehmer erleichtert. Dieses kooperative Element erweiterte den Forschungshorizont erheblich, indem es die Analyse des eigenen Körperbewusstseins im Kontext der Wahrnehmung anderer Personen im virtuellen Raum und des allgemeinen Raumverständnisses ermöglichte. Ein

---

<sup>473</sup> Radvansky u. Copeland: *Walking through Doorways Causes Forgetting*. 2006.

wesentliches Merkmal dieses Projekts ist seine nachhaltige Integration in das museale Bildungsprogramm als festes Ausstellungsstück – eine Premiere im musealen Kontext –, das auch von zahlreichen Besuchern angenommen wurde.<sup>474</sup> Diese Einbindung als dauerhafte Installation ermöglicht eine niedrighschwellige, aber dennoch hochgradig immersive Co-Location-Multiplayer-VR-Erfahrung, die ein bis dato beispielloses Angebot zu interaktiver Bildung und Engagement darstellt. Diese Einzigartigkeit im musealen Raum stellt einen signifikanten Schritt in der Erweiterung der Möglichkeiten für interaktive und immersive Lernerfahrungen dar und ebnet in ihrer Doppelrolle als Ausstellungsstück und Forschungsumgebung den Weg für zukünftige Entwicklungen in diesem Bereich.

In meinem letzten Forschungsprojekt lag der Schwerpunkt darauf, die durch den umgebenden physischen Raum bedingten Limitierungen durch die Integration nicht euklidischer Architekturen zu überwinden. Dieser Prozess repräsentierte eine Synergie der laborbasierten Forschungsergebnisse von Slater<sup>475</sup> und Suma<sup>476</sup>, kombiniert mit bewährten Techniken aus dem Game- und Leveldesign<sup>477</sup>, um ein ganzheitliches Erlebnis zu schaffen, in dem die Spieler in der Lage sind, einen gesamten Gebäudekomplex autonom zu erkunden.<sup>478</sup> Während einige interaktive Spiele<sup>479</sup> – hauptsächlich Puzzle-Spiele – diese nicht euklidischen Architekturen offen in ihre Spielkonzepte integrieren, oft mit der Absicht, eine gewisse Verwirrung bei den Spielern zu erzeugen, war mein Ansatz subtiler. Ich entwickelte Methoden, die darauf abzielen, die Anwendung dieser Architekturen zu verbergen, um so die Empfindung der Kohärenz des Raumes beim Nutzer zu bewahren. Dies führte zur Möglichkeit der Exploration eines virtuellen Raumes, der sowohl weitreichend als auch glaubwürdig ist, wodurch der immersive Zustand aufrechterhalten wird.

Abschließend habe ich in dieses Projekt spezielle Strategien zur emotionalen Involvierung eingeflochten, mit dem Ziel, den tiefsten Zustand der Immersion zu induzieren. Die Methodik hinter dieser Integration zielte darauf ab, ein Erlebnis zu kreieren, das auf der höchsten Stufe der Immersion angesiedelt ist, indem nicht nur die rationalen, sondern auch die emotionalen Aspekte der Spiel-Erfahrung berücksichtigt wurden. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Strategie war die spannungserzeugende Gestaltung des virtuellen Raums, die darauf ausgerichtet war, den Spieler kontinuierlich in einen Zustand der Risikoabwägung zu versetzen. Dies wurde durch den Einsatz extrinsischer Motivationsmittel sowie der Integration einer konsequenzbasierten Spielmechanik ergänzt, die den Spieler nicht nur als *Akteur* eine Rolle einnehmen lassen, sondern sein *empfindendes Wesen* in diese Protagonistenrolle versetzen. Diese tiefe Einbindung des Spielers ermöglichte es, das immersive Potenzial der Anwendung erheblich zu steigern. Durch die Berücksichtigung des Spielers als eines fühlenden Wesens, das in der Lage ist, auf die virtuelle Umgebung zu reagieren, und von

<sup>474</sup> Deutsches Museum: *Jahresbericht 2022. 2023*, S. 132.

<sup>475</sup> Slater u. Usoh: *Presence in Immersive Virtual Environments*. 1993.

<sup>476</sup> Suma, Lipps u. a.: *Impossible Spaces*. 2012.

<sup>477</sup> Totten: *Architectural Approach to Level Design*. 2019.

<sup>478</sup> Jonas Zimmer: *Fear//Anxiety | Playtest: Full Walkthrough*. In: YouTube, 2023. URL: <https://youtu.be/mSGyvXUBMxM> (06.09.2023).

<sup>479</sup> Beispielsweise *Antichamber*, Demruth. Demruth, 2013 (Windows/Mac OS).

ihr beeinflusst wird, konnte eine tiefe, emotional resonante Erfahrung geschaffen werden. Die These der Wirksamkeit dieser integrativen Methode zur Förderung der Immersion konnte durch eine empirische Untersuchung gestützt werden. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Einbindung von emotionalen Elementen in das Design nicht nur die Immersion vertieft, sondern auch eine reichere, mehrschichtige Erfahrung ermöglicht, bei der die Grenzen zwischen dem Spieler und der virtuellen Welt verschwimmen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, zur Evokation des tiefsten immersiven Zustands über die bisher identifizierten Aspekte der Immersionsförderung hinauszugehen und die psychologischen und emotionalen Aspekte des Spiel-Erlebnisses in die Gestaltung virtueller Räume zu integrieren.

Das resultierende Endprodukt steht in seiner Fülle und Tiefe als ein einzigartiges Kunstwerk in der Forschungslandschaft da. Seine Einzigartigkeit liegt nicht nur in seiner Ausführung und den Erfahrungen, die es bietet, begründet, sondern auch in seinem Potenzial als Erhebungswerkzeug für zukünftige Forschungen.<sup>480</sup> In den kommenden Jahren wird es nicht nur weiter erforscht und analysiert, sondern auch als innovatives Messinstrument in der psychologischen Forschung adaptiert werden. Dieses Projekt markiert somit einen wesentlichen Fortschritt in der Verwendung von Mixed-Reality-Anwendungen als Mittel zur Untersuchung und Erweiterung unseres Verständnisses von Raum und menschlicher Wahrnehmung.

In dieser Dissertation habe ich die komplexen Zusammenhänge zwischen physischen und virtuellen Räumen analysiert, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf der Gestaltung innovativer Mixed-Reality-Anwendungen lag. Diese Analyse dient als solide Grundlage für die weitere Erforschung, in der die konvergierende Entwicklung von virtuellen und realen Räumen zunehmend in den Vordergrund tritt. Die bisherige Forschung hat deutlich gemacht, dass die physikalische Umgebung, in die diese Technologien integriert sind, einen erheblichen Einfluss auf die Qualität der immersiven Erfahrung hat.

---

<sup>480</sup> Das Projekt wurde daher mit dem XR Science Award für Best Practice ausgezeichnet. Deutsches Institut für virtuelle Realitäten (DIVR e.V.): *Der XR Science Award 2022*. 2022.

## 6.5 Die Zukunft virtueller Räume – transzendente Räume/immanente Räume

Angesichts der ständig voranschreitenden Integration des virtuellen Mediums in den privaten Raum von Endbenutzern ist es unerlässlich, eine adaptivere Raumintegration zu fördern. In der näheren Zukunft könnten wir Zeuge einer Evolution in der MR-Technologie werden, bei der die Inhalte prozedural an die individuelle Umgebung angepasst werden, um eine nahtlosere und personalisierte Erfahrung zu ermöglichen. Diese raumbewussten Mixed-Reality-Anwendungen könnten die Dynamik von privaten und öffentlichen Räumen neu definieren, indem sie eine tiefere Verschmelzung von digitalen und physischen Elementen ermöglichen, die nicht nur die Art und Weise, wie wir Informationen konsumieren und teilen, sondern auch die Gestaltung und Nutzung von Räumen revolutionieren.

Die Analyse der im Zuge der Dissertation entwickelten virtuellen Räume offenbarte ein breites Spektrum an MR-Erfahrungen, die sich nicht eindeutig auf dem Reality-Virtuality-Kontinuum verorten lassen. Historisch betrachtet tendierten Technologien und Anwendungen dazu, sich um die Pole AR und VR herum zu verorten. Die zukünftigen Entwicklungen der MR-Technologie werden jedoch zu einer Distribution der Anwendungsverortungen auf dem gesamten Spektrum der Mixed Realities führen, die die zunehmende Komplexität und Dynamik in der Gestaltung virtueller Räume reflektiert. Statt sich auf feste Positionen innerhalb des Kontinuums zu beschränken, werden hybride Applikationen fließend auf dem Spektrum operieren und so Erlebnisse schaffen, die den Nutzer und den physischen Raum in bisher ungekannter Weise einbinden.



Abbildung 96: Entwicklungen im Bereich der MR-Technologien. Der Pass-through-Modus verschiebt das Virtual-Reality-Gerät in Richtung des Augmented-Reality-Pols auf dem Mixed-Reality-Spektrum, indem es die physische Umgebung, wahrgenommen durch die Inside-Out-Tracking-Kameras, darstellt und in diese Umgebung virtuelle Elemente projiziert (links). Eine gesteigerte Raumwahrnehmung und Objekterkennung führt zu der Möglichkeit der prozeduralen Levelgestaltung, basierend auf dem tatsächlichen Raum des Spielers (Mitte und rechts).

Quelle: Meta

Vor allem die Entwicklung prozeduraler räumlicher Erfahrungen markiert einen paradigmatischen Wandel in der Gestaltung von MR-Applikationen. Mithilfe fortschrittlicher Raumerfassungstechnologien können die abspielenden Systeme den physischen Raum, in dem sie betrieben werden, präzise und in Echtzeit erfassen. Dies ermöglicht es, spielerische Elemente und interaktive Inhalte dynamisch und prozedural an den tatsächlich verfügbaren Raum anzupassen. Spiele wie *THE WORLD BEYOND*<sup>481</sup> oder *HOUSE DEFENDER*<sup>482</sup> etablieren diesen

<sup>481</sup> The World Beyond, Oculus Samples. Oculus, 2022 (Quest 2).

<sup>482</sup> House Defender, 2Sync. Sidequest, 2022 (Quest 2).

Ansatz bereits im Kern, erfassen den umgebenden Raum aber noch nicht in Echtzeit. Statt eines *One-size-fits-all*-Ansatzes, der strenge räumliche Anforderungen an den umgebenden physischen Raum stellt, bietet die prozedurale räumliche Anwendung eine für den jeweiligen Spielraum maßgeschneiderte, individuelle Spielerfahrung. Dieser adaptive Ansatz maximiert nicht nur die Integration des virtuellen Raums in die physische Realität, sondern adressiert auch sicherheitsrelevante Aspekte und erzielt damit ein gesteigertes Vertrauen in die Technologie. Wo frühere Generationen von MR-Systemen das Freiräumen einer zum Spielen geeigneten Fläche notwendig machten, ermöglicht die prozedurale Anpassung an den Raum eine harmonische Koexistenz von physischer Realität und virtuellem Raum (vgl. Abbildung 96, rechts). Ansätze wie der *Pass-through-Modus* repräsentieren eine Entwicklung in der Darstellungstechnologie, die einen nahtlosen Übergang von der Visualisierung der Realität zur Visualisierung der Virtualität ermöglicht. Der Pass-through-Modus wurde ursprünglich als Sicherheitsfunktion entwickelt, um Spielern einen schnellen Blick auf ihre physische Umgebung zu ermöglichen. Dieser Einsatzzweck wurde durch kreative Entwickler „missbraucht“ und hat sich dadurch zu einem Gestaltungselement gewandelt, das die Barrieren zwischen physischer und digitaler Welt durchlässiger gestaltet (vgl. Abbildung 96). Mithilfe dieses Modus können Nutzer durch die Kameras ihrer VR-Brille eine Abbildung der physischen Welt sehen, die mit virtuellen Elementen überlagert werden kann. Dies integriert eine Augmented-Reality-Visualisierung innerhalb der eigentlich für VR-Erfahrungen gedachten Hardware und erlaubt Entwicklern einen dynamischen Wechsel zwischen einer voll überlagernden VR-Darstellung und einer integrierten AR-Visualisierung. Apples neue Mixed-Reality-Brille *Vision Pro*<sup>483</sup> integriert diesen dynamischen Wechsel nativ in die Hardware: Mittels eines Drehreglers können die Nutzer die graduelle Überlagerung der physischen Umgebung mit virtuellen Elementen bestimmen (vgl. Abbildung 97).



Abbildung 97: Mithilfe eines Drehreglers lässt sich graduell die Stärke der Überlagerung durch virtuelle Elemente einstellen. Die Apple Vision Pro erlaubt so eine kontinuierliche Verschiebung der Erfahrung auf dem Reality-Virtuality-Kontinuum.

Quelle: Apple

Die Fähigkeit, sich nahtlos zwischen Virtualität und Realität zu bewegen, wird nicht nur das Benutzer-Erlebnis bereichern, sondern könnte auch neue Wege für Bildung, Unterhaltung und Arbeit im digitalen Raum eröffnen. Spatial Computing projiziert nicht nur die Inhalte in den Raum, sondern auch Benutzeroberflächen

<sup>483</sup> Apple Vision Pro, Apple, 2024 (vgl.).

und Navigation; die gesamte User Experience findet im virtuellen Raum statt. Das dynamische Spektrum der Mixed Reality, die Flexibilität des Pass-through-Modus und die Prinzipien des Spatial Computings erfordern ein höheres Maß an kognitiver Flexibilität und Anpassungsfähigkeit von den Nutzern. Es wird nicht mehr nur darum gehen, in einen distinkten Unterhaltungsbereich einzutauchen, sondern vielmehr darum, sich nahtlos zwischen verschiedenen Realitätsgraden zu bewegen und die Interaktionsmuster entsprechend anzupassen. Die Gestaltung dieses virtuellen Raumes als niedrigschwellig zugänglich, intuitiv erfahrbar und nahtlos integriert in die physische Umgebung stellt die nächste Herausforderung im Entwicklungsprozess virtueller Erfahrungen dar. Dabei geht es nicht darum, schlicht die Grenzen zwischen physischem und virtuellem Raum zu verwischen, sondern die beiden Räume zu einer kooperativen und kohärenten Einheit zu verschmelzen. In diesem Kontext könnten Benutzer-Erfahrungen geschaffen werden, die weit über das hinausgehen, was bisher als virtuelle Erfahrung verstanden wurde – Erlebnisse, die tiefer, persönlicher und integrativer sind.

Die voranschreitende Integration von Mixed Reality in unseren Alltag hat das Potenzial, tiefgreifende Veränderungen in der Art und Weise, wie wir interagieren, lernen und uns unterhalten, herbeizuführen. Die Grenzen zwischen physischer und digitaler Welt werden nicht nur technologisch, sondern auch gesellschaftlich durchlässiger. Diese Verschmelzung hat nicht nur technologische, sondern auch ethische, kulturelle und soziale Implikationen. Fragen zur Privatsphäre, zur Wahrnehmung von Realität und Virtualität und zur Art und Weise, wie Menschen in diesen Räumen miteinander und mit Technologie interagieren, werden immer relevanter. Es eröffnen sich neue Möglichkeiten für Bildung, Arbeit und sozialen Austausch, aber es ergeben sich auch Herausforderungen in Bezug auf Datensicherheit, soziale Isolation oder die Unterscheidung zwischen Fiktion und Realität. Der Mensch steht vor der Aufgabe, sich an diese veränderte Wahrnehmung von Realität anzupassen und einen verantwortungsvollen Umgang mit dieser Technologie zu finden. Basierend auf den Erkenntnissen dieser Dissertation und der Metapher der Transzendenz folgend möchte ich bei der Betrachtung zukünftiger Gestaltungsperspektiven virtueller Räume zwischen zwei grundlegenden Prinzipien unterscheiden: der Gestaltung als immanentem sowie als transzendtem Raum.

Der immanente Raum beschreibt eine virtuelle Umgebung, die eng mit der physischen Welt verbunden ist und diese extendiert. Es geht darum, die Grenzen der sinnlichen Wahrnehmung zu verschieben und Elemente aus beiden Welten – der physischen und der virtuellen – miteinander zu verbinden. Ein Beispiel dafür ist das Konzept des Holodecks aus *Star Trek*.<sup>484</sup> Die fiktive Technologie des Holodecks kombiniert die Replikation physischer Objekte mit holographischer Überlagerung und schafft so eine Umgebung, die die Reichhaltigkeit und Dynamik des virtuellen Raums mit der Wahrnehmbarkeit der physischen Dimension verknüpft. Dieser Ansatz zielt darauf ab, neue Kontexte, Umgebungen und Erfahrungen in die physische Realität zu integrieren, dabei aber den Grundprinzipien der physischen Wirklichkeit bezüglich Interaktion und Wahrnehmbarkeit zu folgen.

---

<sup>484</sup> *Star Trek: The Next Generation*, „Encounter at Farpoint“. TC: 0:57:11.

Im Gegensatz dazu steht der transzendente Raum, eine völlig autonome, virtuelle Dimension, die von den Grenzen der physischen Welt abgekoppelt ist. Hier geht es nicht nur darum, die reale Welt zu erweitern, sondern eine alternative Realität zu schaffen, in der die physischen Gesetze und Beschränkungen keine Rolle mehr spielen. In der dystopischen Zukunft von *READY PLAYER ONE* tauchen Menschen in eine virtuelle Dimension ein, die so umfangreich und vielfältig ist, dass sie eine eigene Realität darstellt und ein eskapistisches Entkommen von der düsteren Lebensrealität erlaubt.<sup>485</sup> In diesem transzendenten Raum haben die Nutzer die Freiheit, ihre Identität zu formen, ihre Umgebung nach Belieben zu gestalten und Erfahrungen zu machen, die in ihrer physischen Welt undenkbar wären.

Die Gestaltung immanenter Räume erfordert eine fundierte Kenntnis der menschlichen Wahrnehmung und Interaktion mit der physischen Welt. Es geht darum, die Übergänge zwischen der realen und der digitalen Welt so reibungslos wie möglich zu gestalten und dabei die Integrität der physischen Realität zu wahren. Dies kann helfen, Bildungs-, Arbeits- und Sozialerfahrungen zu verbessern, indem es die Barriere zwischen Technologie und Benutzer niedriger macht. Transzendente Räume hingegen eröffnen ein riesiges Potenzial für Kreativität, da sie nicht an die Grenzen der physischen Welt gebunden sind. Sie ermöglichen es Designern, völlig neue Erfahrungswelten zu schaffen, die sowohl die Vorstellungskraft als auch die kognitiven Fähigkeiten der Benutzer herausfordern. Diese Räume könnten für Unterhaltung, künstlerischen Ausdruck oder sogar therapeutische Anwendungen genutzt werden.

Die beiden Ansätze repräsentieren Pole auf dem Gestaltungsspektrum virtueller Räume. Während sich Szenarien des Alltagslebens eher im Spektrum der immanenten Räume verorten werden, besteht ein Bedarf an transzendenten Räumen für eskapistische Unterhaltungszwecke und als künstlerischem Kreativraum. In der Praxis wird die Mehrheit der Mixed-Reality-Anwendungen wahrscheinlich Elemente beider Ansätze kombinieren, je nach Kontext und Ziel der Anwendung.

---

<sup>485</sup> *Ready Player One* Steven Spielberg. USA: Donald De Line u. Kristie M. Krieger 2018.

## 6.6 Ausblick

Dies vor Augen, ist es mein nächster Schritt, mich in die detailreiche Untersuchung und Erforschung dieser Dynamik zu vertiefen. Ziel ist es, das Verständnis der nuancierten Koexistenz von immanenten und transzendenten Räumen im Kontext der Mixed Reality weiter zu vertiefen. Hierbei konzentriere ich mich speziell darauf, wie diese Pole auf dem Gestaltungsspektrum virtueller Räume integrativ und kreativ genutzt werden können, um die Entwicklung zukünftiger MR-Anwendungen voranzutreiben, die sowohl den Alltagsanforderungen gerecht werden als auch neue, bislang unentdeckte künstlerische und eskapistische Möglichkeiten erschließen.

Als ersten Schritt plane ich eine eingehende Erkundung des Gestaltungsspektrums virtueller Räume, das sich vom immanenten zum transzendenten Raum erstreckt. Dabei liegt ein Hauptaugenmerk auf der Untersuchung hybrider Applikationen, die nahtlos entlang dieses Kontinuums arbeiten können. Ziel ist es, tiefere und integrativere Benutzer-Erfahrungen zu ermöglichen, die ein harmonisches Zusammenwirken von Realität und virtueller Realität fördern und innovative Lösungsansätze für die Gestaltung virtueller Räume bieten. Dieser Forschungsabschnitt wird eine multidisziplinäre Herangehensweise erfordern, die verschiedene Perspektiven und Expertisen berücksichtigt, um die Entwicklung des Feldes voranzutreiben.

In einem weiteren Schritt möchte ich die Messmethoden zur Erhebung des immersiven Zustandes verbessern. Die aktuelle Landschaft der immersiven Technologien bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Messung und Verbesserung des immersiven Zustands. Durch die Entwicklung fortschrittlicherer Methoden, wie etwa der Integration von biometrischen Sensoren, die physiologische Reaktionen der Benutzer in Echtzeit erfassen, strebe ich an, ein tieferes Verständnis und ein präziseres Bild der immersiven Erfahrung zu erlangen. Dabei beabsichtige ich, innovative Feedback-Systeme zu entwickeln, die die Immersion kontinuierlich überwachen und optimieren, um ein höheres Maß an Benutzerzufriedenheit zu gewährleisten.

Zuletzt werde ich an Strategien und Methoden arbeiten, die eine adaptive und prozedurale Integration des virtuellen Raums in die physische Umgebung fördern. Dies beinhaltet die Entwicklung von Systemen, die den physischen Raum in Echtzeit erfassen und virtuelle Elemente dynamisch und prozedural in diesen integrieren können. Die Zielsetzung ist klar: ein harmonischeres und sichereres Benutzer-Erlebnis zu schaffen, das es den Anwendern ermöglicht, nahtlos zwischen den realen und virtuellen Räumen zu navigieren. Durch die Förderung einer engeren Verzahnung von virtuellen und physischen Elementen strebe ich an, die Grenzen der Mixed Reality weiter zu verschieben und neue, bislang unerforschte Möglichkeiten zu erschließen.

Darauf aufbauend strebe ich auch eine vertiefte Analyse der dualen Natur virtueller Räume an, indem ich die konzeptuellen Grenzen von immanenten und transzendenten Räumen auslote. Dazu werde ich den Fokus auf die praktischen Anwendungen und Potenziale dieser Technologien legen. Vor allem die Verschmelzung der nicht euklidischen Raumarchitekturen aus FEAR//ANXIETY mit einer Co-Location-Anwendung wie der VR-ZEITREISE betrachte ich als fruchtbares Feld der künftigen Forschung. Die Integration dieser verschiedenen

Raumtypen könnte neue, kognitive und ästhetische Erfahrungen für die Benutzer schaffen, die das Potenzial haben, die traditionellen Grenzen der Raumerfahrung zu verschieben.

Im Rahmen dieses Vorhabens beabsichtige ich, eine multidisziplinäre Herangehensweise zu verfolgen, die Theorien und Praktiken aus den Bereichen der Informatik, Kunst, Psychologie und Architektur zusammenführt. Diese kollaborative und integrative Forschungsstrategie wird ermöglichen, tiefergehende Einblicke in die komplexe Dynamik zwischen den Benutzern und den virtuellen Räumen zu gewinnen. Es ist mein Bestreben, durch die Ausarbeitung differenzierter Forschungsfragen ein fundiertes Verständnis für die Möglichkeiten und Grenzen der Mixed-Reality-Technologien zu entwickeln. Dies soll die Grundlage für die Gestaltung von virtuellen Räumen der nächsten Generation bilden, die individuelle und gesellschaftliche Bedürfnisse berücksichtigen.



## Kapitel 7

# Fazit – Transzendenz gestalten

In der vorliegenden Dissertation analysierte ich die Konzeption und Entwicklung immersiver virtueller Räume mithilfe eines interdisziplinären Research-through-Design-Ansatzes. Der Hauptbeitrag dieser Arbeit liegt in der Identifikation und Systematisierung von Designparadigmen, die das inhärente Immersionspotenzial virtueller Räume maximieren. Dies wurde durch eine tiefgreifende Auseinandersetzung mit drei Hauptstufen der Immersion erreicht: der sensorischen, der kognitiven und der emotionalen Immersion. Durch die Anwendung und Reflexion dieser Paradigmen in fünf Forschungsprojekten konnte ein umfassendes Verständnis des immersiven Prozesses erreicht werden. Die Entwicklungsprozesse dieser Forschungsprojekte wurden von umfassenden Literaturrecherchen sowie Analysen empirischer Forschungen aus den Bereichen der Medienwissenschaften, der Kognitionsforschung und der Informatik begleitet. Die in dieser Dissertation entwickelten und analysierten Forschungsprojekte integrieren diese Ergebnisse und theoretischen Ansätze daher in einer holistischen Weise, um ihre kumulative Wirkung auf den immersiven Prozess zu betrachten. Mithilfe von Methoden der Spieleentwicklung wurden die modularen Elemente zu ganzheitlichen Erfahrungen zusammengestellt, die dem multidimensionalen Gestaltungsansatz immersiver virtueller Räume, wie ich ihn in dieser Dissertation vorschlage, folgen.

Die Analyse des immersiven Prozesses wurde durch eine reflexive Untersuchung der beschriebenen Entwicklungsprozesse sukzessiv und in aufeinander aufbauender Weise vertieft. Jedes analysierte Projekt stellte dabei eine neue Ebene der Untersuchung dar und bot die Möglichkeit, bestimmte Aspekte der Immersion aus einer neuen Perspektive oder in einem erweiterten Kontext zu untersuchen. In der ersten Phase der Forschung wurde die sensorische Wahrnehmung von und die Interaktion mit virtuellen Artefakten in virtuellen Räumen untersucht. Basierend auf den Theorien von Murray<sup>486</sup>, Neitzel<sup>487</sup> sowie Salen und

---

<sup>486</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 152 f.

<sup>487</sup> Neitzel: *Point of View und Point of Action*. 2014, S. 63.

Zimmerman<sup>488</sup> konzentrierte sich die Forschung auf umgebende Partizipationsräume und Eintrittsportale, die dem Spieler den Zugang in den virtuellen Raum ermöglichen. Das Hauptaugenmerk lag auf der transformativen Gestaltung des Übergangs und auf den damit verbundenen Wahrnehmungserfahrungen. Im Anschluss wurde eine kooperative VR-Erfahrung konzipiert, in der mehrere Personen gleichzeitig in einem gemeinsamen physischen und virtuellen Raum agieren. Der Schwerpunkt lag darauf, dem Nutzer die freie Fortbewegung und Interaktion im virtuellen Raum zu ermöglichen. Theoretische Grundlagen dafür, den Nutzern ein intensives Gefühl der Präsenz zu vermitteln, wurden von Slater<sup>489</sup> und Juul<sup>490</sup> bezogen. Ein besonderes Augenmerk lag daher auf der wiederholten Integration von Spatial Shifts nach Radvansky<sup>491</sup>, die den Wahrnehmungsfokus *kontinuierlich* in den virtuellen Raum verlagern und abrupte Brüche zwischen den Räumen vermeiden. Die These der Wirksamkeit dieser Methode konnte durch eine empirische Erhebung gestützt werden. Abschließend wurde durch den Einsatz nicht euklidischer Raumarchitekturen, inspiriert von den Arbeiten von Suma<sup>492</sup> und Slater<sup>493</sup>, die Begrenzung des umgebenden physischen Raums aufgebrochen und ein umfangreicher virtueller Explorationsraum geschaffen. Zur weiteren Steigerung des immersiven Empfindens wurden Methoden der emotionalen Involvierung integriert, basierend auf den Forschungen von Neitzel<sup>494</sup> und Murray<sup>495</sup>. Der Einsatz der Methoden zur emotionalen Involvierung konnte den empfundenen immersiven Zustand vertiefen, was durch eine empirische Untersuchung bestätigt wurde.



Abbildung 98: Die sieben identifizierten Aspekte des immersiven Prozesses und ihre Zuordnung zu den Stufen dieses Prozesses  
Quelle: Eigene Darstellung

Die iterative Analyse der beschriebenen Entwicklungsprozesse hat es mir ermöglicht, ein systematisches Modell des immersiven Prozesses im Kontext virtueller räumlicher Erfahrungen herauszustellen. Letztlich konnte ich den drei Stufen der Immersion insgesamt sieben Schlüsselaspekte zuweisen (vgl. Abbildung 97). Die multidimensionale Natur des immersiven Zustands wurde durch die Erkenntnis des Zusammenwirkens und der gegenseitigen Beeinflussung dieser identifizierten Aspekte evident. Der ganzheitliche Gestaltungsansatz, der auf diesem Verständnis von Immersion als holistischem Erlebnis beruht, ermöglicht nicht nur die Entwicklung von Anwendungen, die einen tieferen immersiven Zustand evozieren, sondern gibt auch Anstöße für Designlösungen, die die Erfahrung des Nutzers in den Mittelpunkt stellen, indem sie die

<sup>488</sup> Salen u. Zimmerman: *Rules of Play*. 2003, S. 93–98.

<sup>489</sup> Slater u. Sanchez-Vives: *Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality*. 2016.

<sup>490</sup> Juul: *A Casual Revolution*. 2012, S. 5.

<sup>491</sup> Radvansky u. Copeland: *Walking through Doorways Causes Forgetting*. 2006.

<sup>492</sup> Suma, Lipps u. a.: *Impossible Spaces*. 2012.

<sup>493</sup> Slater u. Usoh: *Presence in Immersive Virtual Environments*. 1993.

<sup>494</sup> Neitzel: *Involvement*. 2018.

<sup>495</sup> Murray: *Hamlet on the Holodeck*. 1998, S. 170–173.

transformativen Fähigkeiten des virtuellen Raums für nachhaltige Erlebnisse nutzen. In der angewandten Designpraxis bedeutet dies, über die rein technologische Gestaltung hinauszugehen und jeden Aspekt eines virtuellen Raums zu betrachten – von der audiovisuellen Darstellung über das umgebende Dispositiv bis hin zu den sozialen und interaktiven Komponenten. Das fordert Designer dazu auf, integrativ zu denken und den virtuellen Raum nicht nur als passive Kulisse, sondern als integrales Kernstück der Immersion zu sehen. Dies umfasst auch die Wechselwirkungen des virtuellen Raums mit der physischen Umgebung.

Im Kontext der sich überschneidenden Realitäten ist es entscheidend, zu erkennen, dass virtuelle Räume auf einem Spektrum angesiedelt sind, das von einer engen Anbindung an die physische Welt (Immanenz) bis zu einem Zustand völliger Entkopplung (Transzendenz) reicht. Die Positionierung auf diesem Spektrum beeinflusst maßgeblich, wie Nutzer mit dem virtuellen Raum interagieren und auf welche Art und Weise sie Immersion erleben. Die in dieser Arbeit analysierten Forschungsprojekte spannen einen Bogen zwischen diesen beiden Polen und zeigen die Vielfalt der möglichen Herangehensweisen und Erfahrungen (vgl. Abbildung 99).

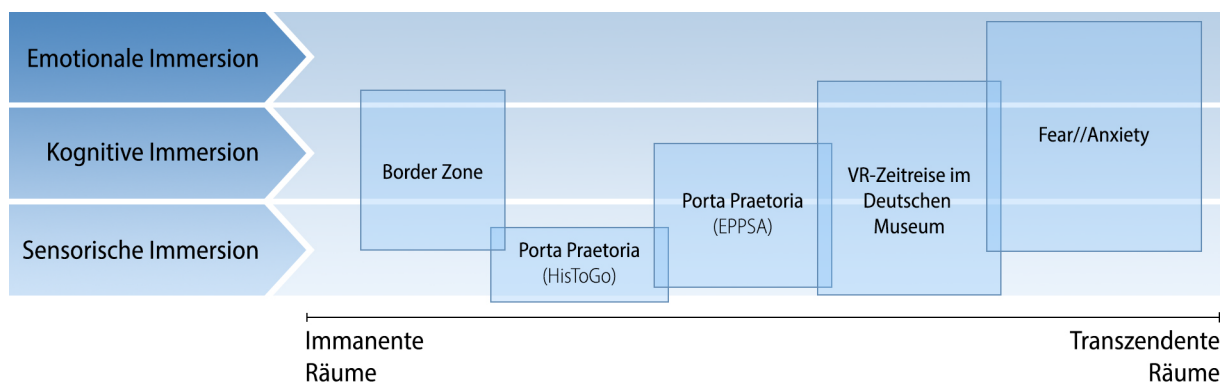


Abbildung 99: Verortung der analysierten Projekte auf dem Spektrum virtueller Räume (von immanenten zu transzenten Räumen) und nach erreichter Tiefe des immersiven Prozesses

Quelle: Eigene Darstellung

In Anbetracht der rasanten technischen Entwicklungen im Bereich des Spatial Computings gewinnt die Untersuchung immersiver virtueller Räume an entscheidender Bedeutung. Spatial Computing erweitert die Grenzen der traditionellen Benutzerschnittstellen, indem es den digitalen Erlebnisraum sowie den User-Interface-Raum in die physische Umgebung des Nutzers verlagert. Dieser Paradigmenwechsel verändert nicht nur, wie wir Technologie erleben, sondern auch, wie wir mit ihr interagieren. Virtuelle Räume verschmelzen immer stärker mit unserer physischen Realität und fordern uns auf, sowohl ihre Gestaltung als auch ihre Funktionalität neu zu denken. Sie werden zu einer erweiterten Schicht unserer Wirklichkeit, die den Nutzer in den Mittelpunkt stellt und ihm ermöglicht, immersiv und intuitiv mit digitalen Informationen und Umgebungen zu interagieren. Diese dynamische Integration von virtuellen und physischen Räumen verspricht eine Revolution in der Art und Weise, wie wir lernen, arbeiten und kommunizieren, und stellt Designer vor die Herausforderung, diese hybriden Umgebungen zu gestalten.

Diese Hybridität von virtuellen und physischen Räumen reflektiert mehr als nur das Zusammenspiel von Technologie und Raum; es geht um das tiefe Verständnis dessen, was es bedeutet, in einer Welt zu leben, in der digitale und physische Realitäten fließend ineinander übergehen. Dieser fortwährende Wandel betont die Notwendigkeit, virtuelle Räume so zu gestalten, dass sie in Echtzeit auf Veränderungen in der physischen Umgebung reagieren und sich entsprechend anpassen. Dabei ist eine Balance zwischen der physischen Realität des Benutzers und der virtuellen Welt essenziell, um eine optimale Benutzer-Erfahrung zu gewährleisten. Hierbei erhebt sich die Frage nach den effektivsten Schnittstellen und Interaktionsmethoden, die einen fließenden Übergang zwischen virtuellen und physischen Räumen ermöglichen.

Die Gestaltung virtueller Räume wird in den kommenden Jahren durch eine reiche Diversität und innovative Dynamik gekennzeichnet sein. Die fortwährende Evaluation und Anpassung an technologische Fortschritte und sich wandelnde Einsatzkontexte bleibt dabei essenziell, um die Wirksamkeit und Zugänglichkeit dieser virtuellen Räume zu gewährleisten. In diesem Kontext erweist sich die interdisziplinäre Forschung als unerlässlich, um eine kohärente und zukunftsfähige Entwicklung der Gestaltungsmethoden virtueller immersiver Räume zu sichern.

# Literaturverzeichnis

## Literatur

- Agamben, Giorgio: *Was ist ein Dispositiv?*, Zürich: diaphanes 2008.
- Armstrong, Matthew, Cade Dopp u. Jesse Welsh: „Design-Based Research“. In: *The Students' Guide to Learning Design and Research*, Hrsg. von Royce Kimmons u. Secil Caskurlu, USA 2020. S. 37–42. doi: <https://doi.org/10.59668/10>
- Bak, Peter Michael: *Wahrnehmung, Gedächtnis, Sprache, Denken*, Berlin: Springer 2020. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61775-5>
- Barthes, Roland: *The Rustle of Language*, Berkeley: University of California 1989.
- Baudry, Jean-Louis: „Das Dispositiv. Metapsychologische Betrachtungen des Realitätseindrucks“. In: *Psyche*, 48 (1994), H. 11, S. 1047–1074.
- Baytaş, Mehmet A.: „The Origin and Purpose of Research through Design“. In: *Design Discipin*, 2022. <https://www.designdiscipin.com/rtd-origin/>.
- Beil, Benjamin: *Avatarbilder. Zur Bildlichkeit des zeitgenössischen Computerspiels*, Bielefeld: transcript 2014.
- Blanchard, D. Caroline: „Translating Dynamic Defense Patterns from Rodents to People“. In: *Neurosci Biobehav Rev*, 76 (2017), H. Pt A, S. 22–28. doi: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.11.001>
- Boletsis, Costas u. Jarl E. Cedergren: „VR Locomotion in the New Era of Virtual Reality. An Empirical Comparison of Prevalent Techniques“. In: *Advances in Human-Computer Interaction*, 2019 (2019), S. 1–15. doi: <https://doi.org/10.1155/2019/7420781>
- Bonner, Marc: „Erkundung als virtuell-fiktionale Immersionsstrategie. Das prospect pacing der Open-World-Computerspiele als Spiegel nicht linearer Spielereinbindung“. In: *Jahrbuch immersiver Medien*, Hrsg. von Institut für immersive Medien (ifim), Bd. 8, Marburg: Schüren 2016. S. 38–57. doi: <https://doi.org/10.25969/mediarep/18153>
- Bowman, Doug A., David Koller u. Larry F. Hodges: „Travel in Immersive Virtual Environments. An Evaluation of Viewpoint Motion Control Techniques“. Präsentiert bei: *Proceedings of IEEE 1997 Annual International Symposium on Virtual Reality*, Albuquerque, Albuquerque: IEEE Computer Society 1997. doi: <https://doi.org/10.1109/VRAIS.1997.583043>
- Bown, Johnathan, Elisa White u. Akshya Boopalan: „Looking for the Ultimate Display. A Brief History of Virtual Reality“. In: *Boundaries of Self and Reality Online*, Hrsg. von Jayne Gackenbach u. Johnathan Bown, San Diego: Academic Press 2017. S. 239–259. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804157-4.00012-8>
- Brown, Emily u. Paul Cairns: „A Grounded Investigation of Game Immersion“. Präsentiert bei: *CHI '04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, Wien, Wien: Association for Computing Machinery 2004. doi: <https://doi.org/10.1145/985921.986048>

- Brunyé, Tad T., Caroline R. Mahoney u. Holly A. Taylor: „Paths with More Turns are Perceived as Longer. Misperceptions with Map-Based and Abstracted Path Stimuli“. In: *Perceptual and Motor Skills*, 120 (2015), H. 2, S. 438–461. doi:<https://doi.org/10.2466/22.PMS.120v11x2>
- Caillois, Roger: *Man, Play, and Games*, Urbana: University of Illinois 2001.
- Campos, Rafael Saraiva: „Evolution of Positioning Techniques in Cellular Networks, from 2G to 4G“. In: *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2017 (2017), S. 1–17. doi:<https://doi.org/10.1155/2017/2315036>
- Chalmers, David J.: „The Virtual and the Real“. In: *Disputatio*, 9 (2017), H. 46, S. 309–352. doi:<https://doi.org/10.1515/disp-2017-0009>
- Changizi, Mark A. u. David M. Widders: „Latency Correction Explains the Classical Geometrical Illusions“. In: *Perception*, 31 (2002), H. 10, S. 1241–1262. doi:<https://doi.org/10.1068/p3412>
- Corr, Philip J. u. Adam M. Perkins: „The Role of Theory in the Psychophysiology of Personality. From Ivan Pavlov to Jeffrey Gray“. In: *Int J Psychophysiol*, 62 (2006), H. 3, S. 367–376. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.01.005>
- Cronin, Irena, Robert Scoble u. Steve Wozniak: *The Infinite Retina. Spatial Computing, Augmented Reality, and how a Collision of New Technologies are Bringing About the Next Tech Revolution*, Birmingham: Packt 2020.
- Csikszentmihalyi, M.: *Flow. The Psychology of Optimal Experience*, New York: Harper & Row 1990.
- Cummings, James J. u. Jeremy N. Bailenson: „How Immersive Is Enough? A Meta-Analysis of the Effect of Immersive Technology on User Presence“. In: *Media Psychology*, 19 (2016), H. 2, S. 272–309. doi:<https://doi.org/10.1080/15213269.2015.1015740>
- Davies, Char: „Virtual Space“. In: *Space: In science, art and society* (2004), S. 69–104.
- Deleuze, Gilles: „Was ist ein Dispositiv?“. In: *Spiele der Wahrheit: Michel Foucaults Denken*, Hrsg. von François Ewald u. Bernhard Wadenfels, Frankfurt am Main: Suhrkamp 1991. S. 153–162.
- Deutsches Museum: *Jahresbericht 2021*, München: Deutsches Museum 2022.
- Deutsches Museum: *Jahresbericht 2022*, München: Deutsches Museum 2023.
- Dijkstra, Edsger W.: „A Note on two Problems in Connexion with Graphs“. In: *Numerische Mathematik*, 1 (1959), H. 1, S. 269–271. doi:<https://doi.org/10.1007/bf01386390>
- Eichhorn, Michael: „Colonia 3D. Visualisierung des Römischen Köln. Abschlussbericht“. In: *issuu*, 2010. [https://issuu.com/colonia3d/docs/abschlussbericht\\_2010](https://issuu.com/colonia3d/docs/abschlussbericht_2010) (20.05.2023).
- Frayling, Christopher: „Research in Art and Design“. In: *Royal College of Art Research Papers*, 1 (1993), H. 1.
- Freud, Sigmund: *Die Traumdeutung*, Hamburg: Severus 2015.
- Freyermuth, Gundolf S.: *Games | Game Design | Game Studies. Eine Einführung*, Bielefeld: transcript 2015.
- Freyermuth, Gundolf S.: „From Analog to Digital Image Space. Toward a Historical Theory of Immersion“. In: *Immersion in the Visual Arts and Media*, Hrsg. von Fabienne Liptay u. Burcu Dogramaci, Niederlande: Brill 2016. S. 164–203. doi:[https://doi.org/10.1163/9789004308237\\_009](https://doi.org/10.1163/9789004308237_009)
- Freyermuth, Gundolf S.: „Vegas, Disney, and the Metaverse. On the Material Anticipation of Virtual Worlds and Virtual Play in the Second Half of the 20th Century“. In: *Playful Materialities: The Stuff That Gams Are Made Of*, Hrsg. von Benjamin Beil, Gundolf S. Freyermuth u. a., Bielefeld: transcript 2022. S. 17–97. doi: <https://doi.org/10.14361/9783839462003-002>
- Gazzard, Alison u. Alan Peacock: „Repetition and Ritual Logic in Video Games“. In: *Games and Culture*, 6 (2011), H. 6, S. 499–512. doi:<https://doi.org/10.1177/1555412011431359>
- Goodale, Melvyn u. David Milner: „One Brain - Two Visual Systems“. In: *The Psychologist*, 19 (2006), S. 660–663.
- Gourlay, Michael J. u. Robert T. Held: „Head-Mounted-Display Tracking for Augmented and Virtual Reality“. In: *Information Display*, 33 (2017), H. 1, S. 6–10. doi:<https://doi.org/10.1002/j.2637-496X.2017.tb00962.x>
- Graham, Charles u. Chuck Dziuban: „Blended Learning Environments“. In: *Handbook of Research on Educational Communications and Technology: A Project of the Association for Educational Communications and Technology*, Hrsg. von David Jonassen, Michael J. Spector u. a., Bd. 2, New York: Routledge 2007. S. 262–270. doi: <https://doi.org/10.4324/9780203880869>

- Graham, Charles R.: „Exploring Definitions, Models, Frameworks, and Theory for Blended Learning Research“. In: *Blended Learning: Research Perspectives*, Hrsg. von Anthony G. Picciano, Charles D. Dziuban u. a., Bd. 3, New York: Routledge 2021. S. 10–30.
- Greenwald, Scott W., Zhangyuan Wang u. a.: „Investigating Social Presence and Communication with Embodied Avatars in Room-Scale Virtual Reality“. Präsentiert bei: *Immersive Learning Research Network*, Cham, Cham: Springer International 2017.
- Groen, Maike u. André Weßel: *Evaluativer Zwischenbericht zum Showcase Porta Praetoria C.C.A.A.*, (unveröffentlicht): Institut für Medienforschung und Medienpädagogik, TH Köln 2019.
- Hachisu, Taku, Gabriel Cirio u. a.: „Pseudo-Haptic Feedback Augmented with Visual and Tactile Vibrations“. Präsentiert bei: *2011 IEEE International Symposium on VR Innovation*, Singapore, Singapore 2011. doi: <https://doi.org/10.1109/ISVRI.2011.5759662>
- Hall, Edward T.: *The Hidden Dimension*, New York: Anchor 1992.
- Harslof, Olav: *Engaging Spaces. Sites of Performance, Interaction & Reflection*, Copenhagen: Museum Tusculanum 2015.
- Hartmann, Tilo u. Jesse Fox: „Entertainment in Virtual Reality and Beyond. The Influence of Embodiment, Co-Location, and Cognitive Distancing on Users' Entertainment Experience“. In: *The Oxford Handbook of Entertainment Theory*, Hrsg. von Peter Vorderer u. Christoph Klimmt, Oxford: Oxford University 2021. S. 717–732. doi: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190072216.013.37>
- Haverkamp, Michael: *Synesthetic Design. Handbook for a Multi-Sensory Approach.*, Berlin, Boston: Birkhäuser 2013. doi: <https://doi.org/10.1515/9783034611688>
- Hecht, Heiko, Robin Welsch u. a.: „The Shape of Personal Space“. In: *Acta Psychologica*, 193 (2019), S. 113–122. doi: <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2018.12.009>
- Heilig, Morton L.: „EL Cine del Futuro. The Cinema of the Future“. In: *Presence. Teleoperators and Virtual Environments.*, 1 (1992), H. 3, S. 279–294. doi: <https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.3.279>
- Heim, Michael: „The Design of Virtual Reality“. In: *Body & Society*, 1 (1995), H. 3–4, S. 65–77. doi: <https://doi.org/10.1177/1357034x95001003004>
- Hellenkemper, Hansgerd: „Architektur als Beitrag zur Geschichte der Colonia Claudia Ara Agrippinensium“. In: *Politische Geschichte (Provinzen und Randvölker: Gallien [Forts.], Germanien)*, Hrsg. von Hildegard Temporini, Berlin: De Gruyter 1975. S. 783–824. doi: <https://doi.org/10.1515/9783110866797>
- Hill, Randall W.: „Ethics of Immersive Technologies“. In: *Next-Generation Ethics: Engineering a Better Society*, Hrsg. von Ali E. Abbas, Cambridge: Cambridge University 2019. S. 39–53. doi: <https://doi.org/10.1017/9781108616188>
- Hodges, L. F., R. Kooper u. a.: „Virtual Environments for Treating the Fear of Heights“. In: *Computer (Long Beach Calif.)*, 28 (1995), H. 7, S. 27–34. doi: <https://doi.org/10.1109/2.391038>
- Hruby, Florian: „The Sound of Being There. Audiovisual Cartography with Immersive Virtual Environments“. In: *KN - Journal of Cartography and Geographic Information*, 69 (2019), H. 1, S. 19–28. doi: <https://doi.org/10.1007/s42489-019-00003-5>
- Huhtamo, Erkki: „Encapsulated Bodies in Motion. Simulators and the Quest for Total Immersion“. In: *Critical issues in electronic media*, Hrsg. von Simon Penny, Albany: State University of New York 1995. S. 159–186.
- Huizinga, Johan: *Homo Ludens. Vom Ursprung der Kultur im Spiel*, Reinbek: Rowohlt 1981.
- Jackson, Susan u. Mihaly Csikszentmihalyi: *Flow in Sports*, Champaign: Human Kinetics 1999.
- Jenkins, Henry: *Convergence Culture. Where Old and New Media Collide*, New York: NYU 2008.
- Juul, Jesper: *Half-Real. Video Games Between Real Rules and Fictional Worlds*, Cambridge: MIT 2005.
- Juul, Jesper: *A Casual Revolution. Reinventing Video Games and Their Players*. Illustrated Edition Aufl., Cambridge: MIT 2012.
- Kant, Immanuel: „Kritik der reinen Vernunft“. 6 Aufl.: de Gruyter 2021. S. 620. doi: <https://doi.org/10.1515/9783112332047>
- Kemp, Wolfgang: „Kunstwerk und Betrachter“. In: *Kunstgeschichte: Eine Einführung*, Hrsg. von Hans Belting, Heinrich Dilly u. a. 7 Aufl., Berlin: Dietrich Reimer 2008. S. 247–266. doi: <https://doi.org/10.5771/9783496030256>
- Kilteni, Konstantina, Raphaella Groten u. Mel Slater: „The Sense of Embodiment in Virtual Reality“. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 21 (2012), H. 4, S. 373–387. doi: [https://doi.org/10.1162/PRES\\_a\\_00124](https://doi.org/10.1162/PRES_a_00124)
- Kirkley, Sonny E. u. Jamie R. Kirkley: „Creating Next Generation Blended Learning Environments using Mixed Reality, Video Games and Simulations“. In: *TechTrends*, 49 (2005), H. 3, S. 42–53. doi: <https://doi.org/10.1007/BF02763646>

- Lappin, Joseph S., Amy L. Shelton u. John J. Rieser: „Environmental Context Influences Visually Perceived Distance“. In: *Perception & Psychophysics*, 68 (2006), H. 4, S. 571–581. doi:<https://doi.org/10.3758/bf03208759>
- Lavoie, Raymond, Kelley Main u. a.: „Virtual Experience, Real Consequences. The Potential Negative Emotional Consequences of Virtual Reality Gameplay“. In: *Virtual Reality*, 25 (2021), H. 1, S. 69–81. doi:<https://doi.org/10.1007/s10055-020-00440-y>
- Lemmens, Jeroen S. u. Constantin Freiherr von Münchhausen: „Let the Beat Flow. How Game Difficulty in Virtual Reality affects Flow“. In: *Acta Psychologica*, 232 (2023).
- Lenk, Carsten: „Das Dispositiv als theoretisches Paradigma der Medienforschung“. In: *Rundfunk und Geschichte*, 22 (1996), H. 1, S. 5–18.
- Lezak, Muriel D., Diane B. Howieson u. a.: *Neuropsychological Assessment*. 5. Aufl., New York: Oxford University 2012.
- Liptay, Fabienne: „Neither Here Nor There. The Paradoxes of Immersion“. In: *Immersion in the Visual Arts and Media*, Niederlande: Brill 2015. S. 86–108.
- Macedo, Vitor u. Christoph Runde: Head-Mounted Displays. Messung räumlicher Präzision bei VR-Trackingsystemen. Applikationszentrum V/AR 2021.
- Madary, Michael u. Thomas K. Metzinger: „Real Virtuality. A Code of Ethical Conduct. Recommendations for Good Scientific Practice and the Consumers of VR-Technology“. In: *Frontiers in Robotics and AI*, 3 (2016). doi:<https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00003>
- Makransky, Guido, Lau Lilleholt u. Anders Aaby: „Development and Validation of the Multimodal Presence Scale for Virtual Reality Environments. A Confirmatory Factor Analysis and Item Response Theory Approach“. In: *Computers in Human Behavior*, 72 (2017), S. 276–285. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.066>
- McGill, Mark, Jan Gugenheimer u. Euan Freeman: „A Quest for Co-Located Mixed Reality. Aligning and Assessing SLAM Tracking for Same-Space Multi-User Experiences“. Präsentiert bei: *Proceedings of the 26th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, Canada, Canada: Association for Computing Machinery 2020. doi: <https://doi.org/10.1145/3385956.3418968>
- McMahan, Alison: „Immersion, Engagement, and Presence. A Method for Analyzing 3-D Video Games“. In: *The Video Game Theory Reader* (2003), S. 67–86.
- Meehan, Michael, Brent Insko u. a.: „Physiological Measures of Presence in Stressful Virtual Environments“. In: *ACM Transactions on Graphics*, 21 (2002), H. 3, S. 645–652. doi:<https://doi.org/10.1145/566654.566630>
- Milgram, Paul u. Fumio Kishino: „A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays“. In: *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77 (1994), H. 12, S. 1321–1329.
- Murray, Janet H.: *Hamlet on the Holodeck. The Future of Narrative in Cyberspace*, Cambridge: MIT 1998.
- Murray, Janet H.: „Virtual/Reality. How to Tell the Difference“. In: *Journal of Visual Culture*, 19 (2020), H. 1, S. 11–27. doi:<https://doi.org/10.1177/1470412920906253>
- Nakamura, Jeanne u. Mihaly Csikszentmihalyi: „The Concept of Flow“. In: *Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi*, Hrsg. von Mihaly Csikszentmihalyi, Dordrecht: Springer Netherlands 2014. S. 239–263. doi: [https://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8\\_16](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8_16)
- Neitzel, Britta: „Point of View und Point of Action“. In: *Computer-Spiel-Bilder*, Hrsg. von Benjamin Beil, Marc Bonner u. Thomas Hensel, Glückstadt: Hülsbusch 2014. S. 59–87.
- Neitzel, Britta: „Involvement“. In: *Game Studies*, Hrsg. von Benjamin Beil, Thomas Hensel u. Andreas Rauscher, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2018. S. 219–234. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-658-13498-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-658-13498-3_11)
- Nora, Pierre: *Zwischen Geschichte und Gedächtnis*, Berlin: Klaus Wagenbach 1990.
- O'Doherty, Brian: *Inside the White Cube. The Ideology of the Gallery Space*. Erweiterte Ausgabe Aufl., Berkeley: University of California 2000.
- Pearce, Celia: „Sims, BattleBots, Cellular Automata God and Go. A Conversation with Will Wright“. In: *Game Studies. The International Journal of Computer Game Research*, 2 (2002), H. 1.
- Pensieri, Claudio u. Maddalena Pennacchini: „Overview. Virtual Reality in Medicine“. In: *Journal of Virtual Worlds Research*, 7 (2014), H. 1. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-319-22041-3\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-22041-3_14)
- Pfeiffer, Karlheinz: „Stress Experienced While Travelling without Sight“. In: *Perceptual and Motor Skills*, 81 (1995), H. 2, S. 411–417. doi:<https://doi.org/10.1177/003151259508100210>

- Pickering, Alan D. u. Philip J. Corr: „J.A. Gray's Reinforcement Sensitivity Theory (RST) of Personality“. In: *The SAGE Handbook of Personality Theory and Assessment: Volume 1 — Personality Theories and Models*, Thousand Oaks, CA, US: Sage 2008. S. 239–256. doi: <https://doi.org/10.4135/9781849200462.n11>
- Platon: *Der Staat*, Köln: Anaconda 2010.
- Poiron, Perrine: „Assassin's Creed Origins Discovery Tour. A Behind the Scenes Experience“. In: *Near Eastern Archaeology*, 84 (2021), H. 1, S. 79–85. doi: <https://doi.org/10.1086/712580>
- Portman, M. E., A. Natapov u. D. Fisher-Gewirtzman: „To Go Where No Man Has Gone Before. Virtual Reality in Architecture, Landscape Architecture and Environmental Planning“. In: *Computers, Environment and Urban Systems*, 54 (2015), S. 376–384. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.05.001>
- Raczkowski, Felix: „Spielgrenzen und ihre Denkweisen“. In: *Denkweisen des Spiels*, Hrsg. von Astrid Deuber-Mankowsky u. Reinhold Görling, Wien: Turia + Kant 2017. S. 119–135. doi: [https://doi.org/10.37050/ci-10\\_07](https://doi.org/10.37050/ci-10_07)
- Radvansky, Gabriel A. u. David E. Copeland: „Walking through Doorways Causes Forgetting. Situation Models and Experienced Space“. In: *Memory & Cognition*, 34 (2006), H. 5, S. 1150–1156. doi: <https://doi.org/10.3758/bf03193261>
- Ramirez, Erick J.: „How to (dis)solve the Gamer's Dilemma“. In: *Ethical Theory and Moral Practice*, 23 (2020), S. 141–161. doi: <https://doi.org/10.1007/s10677-019-10049-z>
- Reuter, Martin, Andrew J. Cooper u. a.: „A new Measure for the Revised Reinforcement Sensitivity Theory. Psychometric Criteria and Genetic Validation“. In: *Frontiers in Systems Neuroscience*, 9 (2015). doi: <https://doi.org/10.3389/fnsys.2015.00038>
- Rieger, Stefan: „Virtual Humanities“. In: *Handbuch Virtualität*, Hrsg. von Dawid Kasprowicz u. Stefan Rieger, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2020. S. 473–498. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-658-16342-6\\_38](https://doi.org/10.1007/978-3-658-16342-6_38)
- Robben, Bernard u. Heidi Schelhowe: *Be-greifbare Interaktionen. Der allgegenwärtige Computer: Touchscreens, Wearables, Tangibles und Ubiquitous Computing*, Bielefeld: transcript 2012.
- Römisch Germanisches Museum der Stadt Köln u. Informationszentrum "Erlebnisraum Römerstraße": „Römer Straßen Köln. Durch Raum und Zeit“. In: *VIA Erlebniszentrum Römerstraße* (2010).
- Rózsa, Sándor, Rita Hargitai u. a.: „Measuring Immersion, Involvement, and Attention Focusing Tendencies in the Mediated Environment. The Applicability of the Immersive Tendencies Questionnaire“. In: *Frontiers in Psychology*, 13 (2022). doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.931955>
- Ryan, Marie-Laure: *Avatars of Story*, Bd. 17, Minneapolis: University of Minnesota 2006.
- Ryan, Marie-Laure: *Narrative as Virtual Reality 2. Revisiting Immersion and Interactivity in Literature and Electronic Media*. 2. Aufl., Baltimore: Johns Hopkins University 2015.
- Ryan, Richard M., C. Scott Rigby u. Andrew Przybylski: „The Motivational Pull of Video Games. A Self-Determination Theory Approach“. In: *Motivation and Emotion*, 30 (2006), H. 4, S. 344–360. doi: <https://doi.org/10.1007/s11031-006-9051-8>
- Sadalla, Edward K. u. Lorin J. Staplin: „The Perception of Traversed Distance. Intersections“. In: *Environment and Behavior*, 12 (1980), H. 2, S. 167–182. doi: <https://doi.org/10.1177/0013916580122003>
- Salen, Katie u. Eric Zimmerman: *Rules of Play. Game Design Fundamentals*, Cambridge: MIT 2003.
- Sanchez-Vives, Maria V. u. Mel Slater: „From Presence to Consciousness through Virtual Reality“. In: *Nature Reviews Neuroscience*, 6 (2005), H. 4, S. 332–339. doi: <https://doi.org/10.1038/nrn1651>
- Schofield, Tom, Mitchell Whitelaw u. David Kirk: „Research Through Design and Digital Humanities in Practice. What, How and Who in an Archive Research Project“. In: *Digital Scholarship in the Humanities*, 32 (2017), H. 1, S. 103–120. doi: <https://doi.org/10.1093/llc/fqx005>
- Schröter, Jens: „Das Holodeck als Leitbild“. In: *Band 14 Scientific Fiction*, Hrsg. von Feiersinger Luisa, Berlin, Boston: De Gruyter 2018. S. 90–99. doi: <https://doi.org/10.1515/9783110565409>
- Schubert, Thomas W.: „A New Conception of Spatial Presence. Once Again, with Feeling“. In: *Communication Theory*, 19 (2009), H. 2, S. 161–187. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2885.2009.01340.x>
- Servotte, Jean-Christophe, Manon Goosse u. a.: „Virtual Reality Experience. Immersion, Sense of Presence, and Cybersickness“. In: *Clinical Simulation in Nursing*, 38 (2020), S. 35–43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.09.006>
- Slater, Mel u. Maria V. Sanchez-Vives: „Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality“. In: *Frontiers in Robotics and AI*, 3 (2016). doi: <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>

- Slater, Mel, Anthony Steed u. a.: „The Influence of Body Movement on Subjective Presence in Virtual Environments“. In: *Human factors*, 40 (1998), H. 3, S. 469–477. doi:<https://doi.org/10.1518/001872098779591368>
- Slater, Mel u. Martin Usoh: „Presence in Immersive Virtual Environments“. Präsentiert bei: *Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, Washington DC, Washington DC 1993. doi: <https://doi.org/10.1109/VRAIS.1993.380793>
- Slater, Mel, Martin Usoh u. Anthony Steed: „Taking Steps. The Influence of a Walking Technique on Presence in Virtual Reality“. In: *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 2 (1995), H. 3, S. 201–219. doi:<https://doi.org/10.1145/210079.210084>
- Stappers, Pieter J. u. Elisa Giaccardi: „Research through Design“. In: *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction*, USA: The Interaction Design Foundation 2017. S. Kapitel 43.
- Steiner, Andreas: *Transzendente Wirklichkeit*, Freiburg/München: Karl Alber 2010.
- Steinicke, Frank, Gerd Bruder u. a.: „Estimation of Detection Thresholds for Redirected Walking Techniques“. In: *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 16 (2010), H. 1, S. 17–27. doi:<https://doi.org/10.1109/TVCG.2009.62>
- Stenros, Jaakko, Annika Waern u. Markus Montola: „Studying the Elusive Experience in Pervasive Games“. In: *Simulation & Gaming*, 43 (2012), H. 3, S. 339–355.
- Suh, Ayoung u. Jane Prophet: „The State of Immersive Technology Research. A Literature Analysis“. In: *Computers in Human Behavior*, 86 (2018), S. 77–90. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.019>
- Suma, Evan A., Seth Clark u. a.: „Leveraging Change Blindness for Redirection in Virtual Environments“. Präsentiert bei: *2011 IEEE Virtual Reality Conference*, Singapore, Singapore 2011. doi: <https://doi.org/10.1109/VR.2011.5759455>
- Suma, Evan A., Zachary Lipps u. a.: „Impossible Spaces. Maximizing Natural Walking in Virtual Environments with Self-Overlapping Architecture“. In: *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 18 (2012), H. 4, S. 555–564. doi:<https://doi.org/10.1109/TVCG.2012.47>
- Sutherland, Ivan E.: „The Ultimate Display“. Präsentiert bei: *Proceedings of the IFIP Congress*, New York, New York 1965.
- Takatalo, Jari, Jukka Häkkinen u. a.: „Presence, Involvement, and Flow in Digital Games“. In: *Evaluating User Experience in Games. Human-Computer Interaction Series*, Hrsg. von Regina Bernhaupt, London: Springer 2010. S. 23–46. doi: [https://doi.org/10.1007/978-1-84882-963-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-84882-963-3_3)
- The Pokémon Company: „Pokémon GO Fun and Festivities at Unibail-Rodamco Shopping Centers in February!“. In: *PokemonGo Live*, 2018. <https://pokemongolive.com/en/post/unibail-020818/> (06.03.2022).
- Thon, Jan-Noël: „Immersion Revisited. On the Value of a Contested Concept.“. In: *Extending Experiences. Structure, Analysis and Design of Computer Game Player Experience.*, Hrsg. von Amyris Fernandez, Olli Leino u. Hanna Wirman, Rovaniemi: Lapland University 2008. S. 29–43.
- Thon, Jan-Noël: *Game Studies. Aktuelle Ansätze der Computerspielforschung*. 1 Aufl., Köln: Herbert von Halem 2015.
- Tondello, Gustavo F., Rina R. Wehbe u. a.: „Understanding Player Attitudes Towards Digital Game Objects“. Präsentiert bei: *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, London, London: Association for Computing Machinery 2015. doi: <https://doi.org/10.1145/2793107.2810292>
- Totten, Christopher W.: *Architectural Approach to Level Design. Processes and Experiences*. 2 Aufl., Boca Raton: CRC 2019.
- Toups, Zachary O., Nicole K. Crenshaw u. a.: „The Collecting Itself Feels Good. Towards Collection Interfaces for Digital Game Objects“. Präsentiert bei: *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, Austin, Austin: Association for Computing Machinery 2016. doi: <https://doi.org/10.1145/2967934.2968088>
- Tuan, Yi-Fu: *Space and Place. The Perspective of Experience*, Minneapolis: University of Minnesota 2001.
- Tversky, Barbara: „Distortions in Cognitive Maps“. In: *Geoforum*, 23 (1992), H. 2, S. 131–138. doi:[https://doi.org/10.1016/0016-7185\(92\)90011-r](https://doi.org/10.1016/0016-7185(92)90011-r)
- Vahlo, Jukka: „An Enactive Account of the Autonomy of Videogame Gameplay“. In: *Game Studies*, 17 (2017).
- van der Hoort, Björn, Arvid Guterstam u. H. Henrik Ehrsson: „Being Barbie. The Size of One’s Own Body Determines the Perceived Size of the World“. In: *PLOS ONE*, 6 (2011), H. 5, S. e20195. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020195>
- Van Gennep, Arnold: *Rites of Passage*, Chicago: University of Chicago 1960.

- Vasylevska, Khrystyna u. Hannes Kaufmann: „Towards Efficient Spatial Compression in Self-Overlapping Virtual Environments“. Präsentiert bei: *2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)*, Los Angeles, Los Angeles 2017. doi: <https://doi.org/10.1109/3DUI.2017.7893312>
- Wang, Jialin, Rongkai Shi u. a.: „Effect of Frame Rate on User Experience, Performance, and Simulator Sickness in Virtual Reality“. In: *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 29 (2023), H. 5. doi: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3247057>
- Weinbaum, Stanley G.: *Pygmalion's Spectacles*: Start Publishing LLC 2016.
- Williams, Rebecca *Theme Park Fandom*, Amsterdam: Amsterdam University 2020. doi: <https://doi.org/10.1515/9789048532612>
- Witmer, Bob G. u. Michael J. Singer: „Measuring Presence in Virtual Environments. A Presence Questionnaire“. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7 (1998), H. 3, S. 225–240. doi: <https://doi.org/10.1162/105474698565686>
- Wittchen, Hans-Ulrich u. Jürgen Hoyer: *Klinische Psychologie & Psychotherapie*. 2. Aufl., Heidelberg: Springer Berlin 2011. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-13018-2>
- Woods, Orlando: „Gamifying Place, Reimagining Publicness. The Heterotopic Inscriptions of Pokémon Go“. In: *Media, Culture & Society*, 42 (2020), H. 6, S. 1003–1018.
- Wortham, Jenna: *Creator of a Virtual Reality Sensation*. In: „The New York Times“. New York 2014.
- Xu, Yueqiang u. Paula Alaves: „Unblurring the Boundary between Daily Life and Gameplay in Location-Based Mobile Games, Visual Online Ethnography on Pokémon GO“. In: *Behaviour & Information Technology*, 41 (2020), H. 1, S. 215–227. doi: <https://doi.org/10.1080/0144929X.2020.1825810>
- Zimmerman, Eric: „Narrative, Interactivity, Play, and Games. Four Naughty Concepts in Need of Discipline“. In: *First person: New media as Story, Performance, and Game*., Hrsg. von Pat Harrigan, Cambridge: MIT 2004. S. 154–164.
- Zimmerman, Eric: „Jerked Around by the Magic Circle – Clearing the Air Ten Years Later“. In: *Game Developer (vorher: Gamasutra)*, 2012. <https://www.gamedeveloper.com/design/jerked-around-by-the-magic-circle---clearing-the-air-ten-years-later> (06.03.2022).

## Referenzen

- ARKit Framework, Apple. Apple, 2017.
- Apple Vision Pro*, Apple, 2024 (vsl.).
- Apple Developer: *Understanding World Tracking. Discover features and best practices for building rear-camera AR experiences*, [https://developer.apple.com/documentation/arkit/configuration\\_objects/understanding\\_world\\_tracking](https://developer.apple.com/documentation/arkit/configuration_objects/understanding_world_tracking) (06.03.2022).
- Deutsches Institut für virtuelle Realitäten (DIVR e.V.): *Ein Rückblick: Der XR Science Award 2022*. 2022, <https://divr.de/award/rueckblick-xr-science-award-2022> (01.08.2023).
- Deutsches Museum: *Deutsches Museum Nürnberg - Das Zukunftsmuseum*. 2018, <https://www.deutsches-museum.de/nuernberg> (20.05.2023).
- ARCore Framework, Google. Google, 2017.
- HTC Vive*, HTC. Valve/HTC, 2016.
- Krueger, Myron: *VIDEOPLACE 1975*, <https://aboutmyronkrueger.weebly.com/videoplace.html> (03.09.2023).
- Virtual Boy*, Nintendo, 1995.
- PTC Inc.: *Vuforia Augmented Reality SDK*. 2011, <https://www.vuforia.com/>.
- Schellen, Petra: *Moderner Pfusch am antiken Pflaster. Stolpern auf der Rumpelstraße*. 2023, <https://taz.de/Moderner-Pfusch-am-antiken-Pflaster/!5918457/> (01.05.2023).
- The Pokémon Company: *Pokémon GO Plus*, <https://www.pokemongoplusplus.com/de/> (02.03.2023).

Universität zu Köln: *HisToGo – Eine Lernspiel-App zum römischen Köln*. 2016, <https://histsem2.phil-fak.uni-koeln.de/personal/weitere-hochschullehrerinnen/wissenschaftliche-mitarbeiterinnen-akad-raetinnen/kleu-dr-michael/histogo-eine-lern-app-zum-roemischen-koeln> (20.05.2023).

Zimmer, Jonas: *VR-Zeitreise Mitarbeiterhandbuch*, (intern veröffentlicht): Deutsches Museum Nürnberg 2021.

## Videos, Filme und Serien

Barrie Ellis: „Myron Kreuger - Video Place - 1989“. In: *YouTube*, 2008. <https://youtu.be/dqZyZrN3PIQ> (03.09.2023).

Colonia 3D: „Colonia3D Video zum Präsentationskonzept“. In: *Vimeo*, 2015. <https://vimeo.com/124740613> (03.04.2023).

Immersed Robot: „Ivan Sutherland and The Sword of Damocles“. In: *YouTube*, 2020. <https://youtu.be/AFqXGxKsM3w> (03.09.2023).

Nedd: „Augmented Reality Portal - ARKIT“. In: *YouTube*, 2017. [https://youtu.be/371ZQW\\_Yzck](https://youtu.be/371ZQW_Yzck) (24.04.2023).

*Star Trek: The Next Generation*, Corey Allen, S: 1, E: 1, „Encounter at Farpoint“, Erstausstrahlung: 26. September, 1987, auf First-Run Syndication.

Sakane, Itsuo: „Morton Heilig's Sensorama (Interview)“. In: *YouTube*, 2011. <https://youtu.be/vSINEBZNCKs> (03.09.2023).

*Ready Player One* Spielberg, Steven. USA: Donald De Line u. Kristie M. Krieger 2018.

*The Matrix* The Wachowskis. USA 1999.

Unity: „Spatial Augmented Reality with Vuforia Engine in Unity | Unite Now 2020“. In: *YouTube*, 2020. <https://youtu.be/lomyM4loAVg> (07.06.2023).

Zimmer, Jonas: „Porta Praetoria C.C.A.A. | Evaluation: HisToGo Prototype“. In: *YouTube*, 2017. <https://youtu.be/JUwn9EqEsdo> (17.08.2023).

Zimmer, Jonas: „Porta Praetoria C.C.A.A. | Prototyping: HisToGo Augmented Reality Visualization Variations“. In: *YouTube*, 2017. <https://youtu.be/Bwi-iVag0Q0> (17.08.2023).

Zimmer, Jonas: „Porta Praetoria C.C.A.A. | Feasability Study: Augmented Reality Portal to Roman Environment“. In: *YouTube*, 2018. <https://youtu.be/dsCtbexStAc> (17.08.2023).

Zimmer, Jonas: „Porta Praetoria C.C.A.A. | Mixed Reality Sphere Visualization Test“. In: *YouTube*, 2018. <https://youtu.be/pt9g5wxNtZk> (17.08.2023).

Zimmer, Jonas: „Porta Praetoria C.C.A.A. | Evaluation: EPPSA Prototype. Highlighting Interactive Features“. In: *YouTube*, 2019. <https://youtu.be/NlqBO4UnYdU> (17.08.2023).

Zimmer, Jonas: „Project Holodeck | Playtest: Co-Location, Object Interaction and Main Game Loop“. In: *YouTube*, 2020. <https://youtu.be/WJhe7-pGkH0> (17.08.2023).

Zimmer, Jonas: „Project Holodeck | Prototyping: Interaction, Main Game Loop and Environment“. In: *YouTube*, 2020. <https://youtu.be/l95xmYsfTVI> (17.08.2023).

Zimmer, Jonas: „Project Holodeck | Final Playtest: Roomscale Co-Location Multiplayer VR-Experience“. In: *YouTube*, 2021. [https://youtu.be/cTYX\\_ZQuZS0](https://youtu.be/cTYX_ZQuZS0) (17.08.2023).

Zimmer, Jonas: „Project Holodeck | Prototyping: Avatar, Playful Behavior, Worldbuilding“. In: *YouTube*, 2021. <https://youtu.be/XHQnRPfrrOU> (17.08.2023).

Zimmer, Jonas: „Border Zone | Evaluation: Location-Based Augmented Reality History Game“. In: *YouTube*, 2022. <https://youtu.be/phuNuj2BbGI> (01.08.2023).

Zimmer, Jonas: „Fear//Anxiety | Playtest: Navigation in a non-euclidean spatial setup in VR“. In: *YouTube*, 2022. <https://youtu.be/WSFLTzWRJPY> (01.08.2023).

Zimmer, Jonas: „VR Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg - Gameplay Video“. In: *YouTube*, 2022. <https://youtu.be/AhzyTtlhAYU> (03.07.2023).

Zimmer, Jonas: „Fear//Anxiety | Experiment: Spatial Immersion in a non-euclidean VR environment“. In: *YouTube*, 2023. <https://youtu.be/8Av0xxkjtY8> (01.08.2023).

- Zimmer, Jonas: „Fear//Anxiety | Playtest: Full Walkthrough“. In: *YouTube*, 2023. <https://youtu.be/mSGyvXUBMxM> (06.09.2023).
- Zimmer, Jonas: „Fear//Anxiety | Playtest: Psychological Research in a non-euclidean VR environment“. In: *YouTube*, 2023. <https://youtu.be/PqfB3ABOmc> (01.08.2023).
- Zimmer, Jonas: „Project Holodeck | Experiment: Evaluating the Impact of Spatial Shifts on Immersion Quality“. In: *YouTube*, 2023. [https://youtu.be/cTYX\\_ZQuZS0](https://youtu.be/cTYX_ZQuZS0) (17.08.2023).
- Zimmer, Jonas: „Transzendenz gestalten | Playlist“. In: *YouTube*, 2023. <https://youtube.com/playlist?list=PLYCV-T9GOWncR0ih2XCo26nRO34Xpgstf> (17.08.2023).
- Zimmer, Jonas u. Lisa Besse: „Fear//Anxiety | Feasability Study: Disguising the use of a non-euclidean spatial setup in VR“. In: *YouTube*, 2020. <https://youtu.be/HGTju1B4Now> (01.08.2023).
- Zimmer, Jonas u. Ilja Burzev: „VR Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg - Atmospheric Trailer“. In: *YouTube*, 2022. <https://youtu.be/GycjEp19qUM> (03.07.2023).

## Videospiele und Apps

- Resident Evil 4 VR, Armature Studio. Capcom, 2021 (Meta Quest 2).
- Porta Praetoria C.C.A.A., Cologne Game Lab. Cologne Game Lab, 2019 (iOS/Android (unveröffentlicht)).
- Antichamber, Demruth. Demruth, 2013 (Windows/Mac OS).
- VR-Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg, Cologne Game Lab. Deutsches Museum Nürnberg, 2021 (Meta Quest 2).
- Chaos Commando, Holocafé. Holocafé, 2016 (HTC Vive).
- Miró 2.0, Jonas Zimmer. Max Ernst Museum Brühl, 2017 (iOS/Android).
- Altspace VR, Microsoft. Microsoft, 2013 (Oculus Go).
- Wii Sports, Nintendo. Nintendo, 2006 (Wii).
- Pokémon GO, Niantic. Nintendo, 2016 (Android/iOS).
- The World Beyond, Oculus Samples. Oculus, 2022 (Quest 2).
- Superliminal, Pillow Castle Games. Pillow Castle Games, 2019 (Xbox One/PS4/PC).
- Guitar Hero, Harmonix Music Systems. RedOctane, 2005 (PlayStation 2).
- Grand Theft Auto V, Rockstar North. Rockstar Games u. Take 2 Interactive, 2013 (Xbox 360/PS3).
- House Defender, 2Sync. Sidequest, 2022 (Quest 2).
- Astro Bot Rescue Mission, SIE Japan Studio. Sony Interactive Entertainment, 2018 (PSVR).
- Life is Strange, Dontnod Entertainment. Square Enix, 2015 (Xbox 360/PS3/PC).
- Border Zone, Cologne Game Lab. Stiftung Preußische Schlösser und Gärten, 2021 (iOS/Android).
- Assassin's Creed IV: Black Flag, Ubisoft Montreal. Ubisoft, 2013 (Xbox 360/PS3/PC).
- Assassin's Creed Origins, Ubisoft Montreal. Ubisoft, 2017 (Xbox One/PS4/PC).
- Fear//Anxiety, Cologne Game Lab. Universität Bonn, 2023 (Meta Quest 2).



# Anhang

|                                                             |              |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Anhang A – Projektbeschreibungen.....</b>                | <b>I</b>     |
| Border Zone.....                                            | II           |
| Fear//Anxiety .....                                         | IV           |
| Porta Praetoria.....                                        | VI           |
| VR-Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg.....              | VIII         |
| <br><b>Anhang B – Fragebogen.....</b>                       | <br><b>X</b> |
| Fragebogen: VR-Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg ..... | VIII         |
| Fragebogen: Fear//Anxiety.....                              | XII          |



Anhang A

# Projektbeschreibungen

## Border Zone

Location-Based History | Singleplayer | Januar 2023 | Entwickler: Cologne Game Lab | Publisher: SPSPG

BORDER ZONE ist ein standortbasiertes Augmented-Reality-Spiel für Smartphone/Tablet, entwickelt für den Park Babelsberg in Potsdam. Dieser lag früher an der direkten Grenze West-Berlins und war von Grenzanlagen durchzogen. Das Spiel präsentiert interaktive Geschichten, die die Spieler mit den damaligen Grenzanlagen im Park, der deutsch-deutschen Teilung und den Auswirkungen des Kalten Krieges konfrontieren.



Mithilfe einer interaktiven Karte, die auch die ehemaligen Grenzanlagen visualisiert, führt die App die Spieler durch den Park Babelsberg. Dort verfolgen sie in konkret verorteten, interaktiven Dioramen Geschichten aus der Zeit der deutschen Teilung im Park. Die Charaktere und Gegenstände dieser Dioramen werden mithilfe von Augmented-Reality-Technologie über den Bildschirm des Smartphones/Tablets im realen Park dargestellt und machen so die Vergangenheit sichtbar. Die Spieler schlüpfen in diesen Szenen in die Rolle der Hauptfigur, hören den Dialogen der Charaktere zu, können die Dioramen frei erkunden und können Entscheidungen treffen, die sie mithilfe ihrer Positionierung im virtuell-realen Raum umsetzen. Danach führt die Erzählung sie weiter zum nächsten Ort. So erkunden die Spieler nach und nach verschiedene historisch bedeutsame Stellen des Parks und erleben und beeinflussen gleichzeitig den Verlauf der erzählten Geschichte.

Die Erzählungen der App basieren auf realen, von Zeitzeugen geschilderten Erlebnissen im Park. In der ersten veröffentlichten Episode des Spiels begleiten die Spieler z. B. eine Gruppe von Touristen, die ein Foto vor Schloss Babelsberg machen und daraufhin von der Volkspolizei aufgegriffen werden, da die Vermutung besteht, dass sie Grenzanlagen des Parks ausgespäht hätten. Die erzählten Geschichten werden parallel von einer interaktiven Chronik begleitet, einem Nachschlagewerk, das weitere Details zu den Charakteren, gefundenen Gegenständen und Hintergründen der jeweiligen Geschichten liefert. Das Hauptziel des Spiels ist es, anhand konkreter Orte und Geschichten auf interaktive Weise historisches Wissen über die Teilung Deutschlands zu vermitteln und den Spielern so zu helfen, sich intensiver mit der Thematik auseinanderzusetzen. Insbesondere junge Besucher zwischen 14 und 29 Jahren und Schülergruppen, die das Thema im Unterricht behandeln, stellen die Kernzielgruppe dar.

Die in BORDER ZONE erzählten Geschichten sind zudem modular erweiterbar, sodass das Spiel auch in Zukunft als Bühne für die vielschichtige Geschichte des Parks dienen kann und dessen Historie trotz Wiederinstandsetzung des Parks nicht in Vergessenheit gerät.

|                                  |                          |                                                                          |                 |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Entwicklungszeitraum</b>      |                          | 01.02.2021–31.12.2022                                                    |                 |
|                                  |                          | Konzeptphase                                                             | 02.2021–03.2021 |
|                                  |                          | Produktionsphase                                                         | 04.2021–12.2021 |
|                                  |                          | Testphase                                                                | 01.2022–03.2022 |
|                                  |                          | Überarbeitung                                                            | 04.2022–12.2022 |
| <b>Mittelgeber</b>               |                          | NeuStartKultur 2021   Staatsministerium für Kultur und Medien            |                 |
| <b>Beteiligte Organisationen</b> |                          | Cologne Game Lab der TH Köln<br>Stiftung Preußische Gärten und Schlösser |                 |
| <b>Team</b>                      | Projektleitung           | Prof. Dr. G. S. Freyermuth                                               |                 |
|                                  | Projektmanager           | Rüdiger Brandis                                                          | 02.2021–12.2021 |
|                                  | UX-Design/Forschung      | Katharina Tillmanns                                                      |                 |
|                                  | Produktionsassistenz     | Jonas Zimmer                                                             |                 |
|                                  | Gamedesign               | Rebecca Nöll                                                             | 02.2021–12.2021 |
|                                  |                          | Sebastian Stricker                                                       | 02.2021–12.2021 |
|                                  |                          | Pierre Schlömp                                                           | 02.2021–12.2021 |
|                                  |                          | Manuel Ott                                                               | 04.2021–12.2021 |
|                                  | Programming              | Daniel Turner                                                            | 04.2021–03.2022 |
|                                  |                          | David Searle                                                             | 04.2022–12.2022 |
|                                  |                          | Meike Hedderich                                                          | 02.2021–12.2021 |
|                                  | Game Art                 | Tamina Brunke                                                            | 06.2021–12.2021 |
|                                  | Studentische Hilfskräfte | Nina Rösner                                                              | 06.2021–12.2021 |

## Fear//Anxiety

VR-Experiment | Singleplayer | September 2021 | Entwickler: Cologne Game Lab | Publisher: Uni Bonn

FEAR//ANXIETY ist ein Forschungsprojekt in Kooperation mit dem Psychologischen Institut der Universität Bonn mit dem Ziel, ein psychologisches Experiment in einer VR-Umgebung durchzuführen. Gegenstand der Untersuchung ist es, einen Unterschied zwischen Furcht- und Angstreaktionen in menschlichem Verhalten nachzuweisen.



Furcht und Angst entstehen bei der Konfrontation mit negativen Reizen und Umgebungsbedingungen. Psychologen sprechen von Furcht, wenn Menschen oder Tiere vor einer bedrohlichen Situation fliehen. Bei der Emotion Angst hingegen ist man bereit, sich einer unangenehmen Situation zu stellen, wenn eine Belohnung in Aussicht steht. Bestehende Fragebogen, die die Reaktion von Personen auf Furcht- und Angstausslöser untersuchen, verwenden abstrahierte Frageelemente und basieren auf der Selbsteinschätzung der Probanden. Mithilfe der virtuellen Umgebung sollen stattdessen authentische Reaktionen auf Angstausslöser von Probanden erfasst werden – ein Unterfangen, das in einem realen Experiment ethisch nicht vertretbar wäre. Deshalb ist die virtuelle Realität ein spannendes neues Medium für die experimentelle psychologische Forschung. Die Verwendung einer VR-Umgebung kann wirklichkeitsnähere Reaktionen ermöglichen. Voraussetzung dafür ist die Gestaltung einer glaubwürdigen Umgebung und eines niedrighen Einstiegs, um maximales immersives Potenzial zu erreichen. Die Probanden sollen bestenfalls vergessen, Teil eines Experiments zu sein, und ihre Entscheidungen ganz natürlich treffen. Eine VR-Umgebung zur Persönlichkeitsforschung muss daher immersiv, intuitiv und niedrighen gestaltet sein, um ökologisch valide Ergebnisse zu liefern.

Das Forschungsprojekt FEAR// ANXIETY nutzt dazu unter anderem eine nicht euklidische Raumarchitektur, die den Probanden erlaubt sich trotz der Limitierung der physischen Spielfläche unbegrenzt natürlich fortzubewegen. Durch die sich unmöglich überlappenden Räume, lassen sich auf begrenzten Raum unbegrenzt viele Forschungssituationen simulieren, ohne die Immersion der Teilnehmer zu brechen. Zudem wird der

gesamte Verlauf des VR-Experiments narrativ gestaltet und die einzelnen Test-Items werden in einen Gesamtkontext innerhalb der Erfahrung eingebettet, sodass sie für die Probanden nicht wahrnehmbar sind.

Grundlage für die interaktiven Test-Items ist der Fragebogen der Revised Reinforcement Sensitivity Theory.<sup>496</sup> Abgefragt werden insgesamt drei Kategorien: das Behavioral Approach System (BAS), das Behavioral Inhibition System (BIS) und das Fight Flight Freezing System (FFFS). Die zugehörigen Test-Items wurden in Spielsituationen übersetzt, die die Probanden in der VR-Umgebung wiederholt zu Entscheidungen zwischen negativen Stimuli, riskanten Belohnungen oder vermeintlichen Bedrohungen zwingen. Als extrinsischer Motivationsfaktor zur Abwägung riskanter Situationen werden die im Spiel gesammelten Belohnungen monetär vergütet.

Im Rahmen der Mixed-Reality Science Awards 2022 wurde der Prototyp des Projektes mit dem Preis in der Kategorie *Best Practice* ausgezeichnet.<sup>497</sup>

|                                  |                |                                                                                                           |                 |
|----------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Projektzeitraum</b>           |                | 01.06.2019–31.03.2024                                                                                     |                 |
|                                  |                | Ideenphase                                                                                                | 06.2019–03.2020 |
|                                  |                | Machbarkeitsstudie                                                                                        | 04.2020–08.2020 |
|                                  |                | Konzeptphase                                                                                              | 01.2021–04.2021 |
|                                  |                | Produktionsphase                                                                                          | 04.2021–08.2023 |
|                                  |                | Testphase                                                                                                 | 09.2023–03.2024 |
| <b>Mittelgeber</b>               |                | Daimler und Benz Stiftung                                                                                 |                 |
| <b>Weitere Mittel</b>            |                | Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur:<br>„Deutscher Computerspielpreis 2021“-Preisgeld         |                 |
| <b>Beteiligte Organisationen</b> |                | Cologne Game Lab der TH Köln<br>Institut für Differentielle und Biologische Psychologie, Universität Bonn |                 |
| <b>Team</b>                      | Projektleitung | Prof. Dr. Martin Reuter                                                                                   |                 |
|                                  |                | Jonas Zimmer                                                                                              |                 |
|                                  | Gamedesign     | Lisa Besse                                                                                                | 04.2020–08.2020 |
|                                  |                | Pierre Schlömp                                                                                            | 04.2021–12.2021 |
|                                  |                | Rebecca Nöll                                                                                              | 04.2021–08.2022 |
|                                  |                | Noa Marcon                                                                                                | 03.2022–11.2023 |
|                                  |                | Bogdan Borovlov                                                                                           | 04.2020–08.2020 |
|                                  | Programming    | Vadim Nickel                                                                                              | 06.2021–06.2022 |
|                                  |                | Arthur Kehrwald                                                                                           | 01.2022–04.2023 |
|                                  |                | Lisa Besse                                                                                                | 04.2020–08.2020 |
|                                  | Game Art       | Iuliia Chesnokova                                                                                         | 11.2021–02.2023 |
|                                  |                | Leonie Wolf                                                                                               | 10.2022–02.2023 |
|                                  | Game Audio     | Jan-Vincent Mehnert                                                                                       | 10.2022–04.2023 |

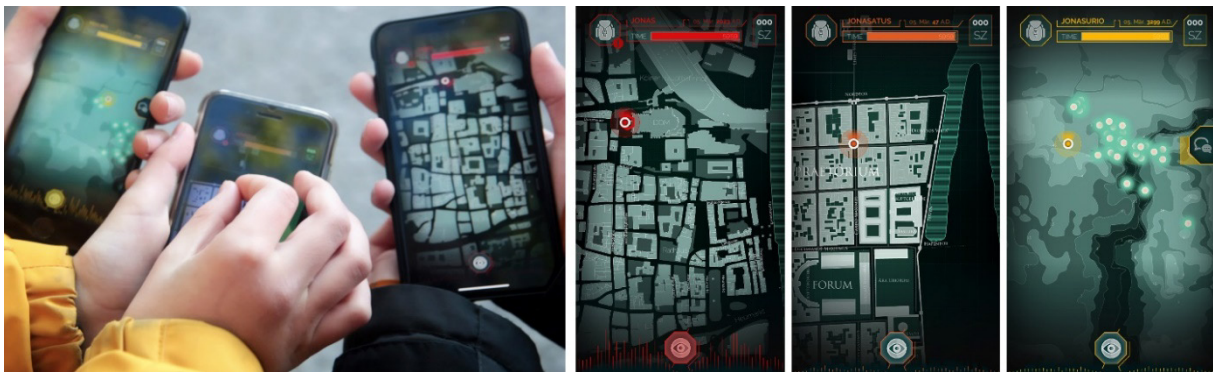
<sup>496</sup> Reuter, Cooper u. a.: *A new Measure for the Revised Reinforcement Sensitivity Theory*. 2015.

<sup>497</sup> Deutsches Institut für virtuelle Realitäten (DIVR e.V.): *Der XR Science Award 2022*. 2022.

## Porta Praetoria

Location-Based History | Multiplayer | Unveröffentlicht | Entwickler: Cologne Game Lab

PORTA PRAETORIA ist ein kooperatives Augmented-Reality Spiel für Smartphones, das in Dreier-Teams vor Ort in der Kölner Innenstadt gespielt wird. Jeder Spieler übernimmt dabei eine eigene Rolle mit eigenen Ressourcen und Interaktionsmöglichkeiten. Narrativ durchschreiten die Spieler zu Beginn des Spiels ein Raumzeit-Portal, um eine in der Zeit verlorene Person zu retten, und werden in unterschiedliche Zeitepochen transportiert: Ein Spieler bleibt in der Gegenwart, der zweite reist in das römische Köln kurz nach Erhalt der Stadtrechte, der letzte wird in eine unspezifische Zukunft mehrere Tausend Jahre voraus transportiert. An ausgewählten Standorten kann das Team ein Augmented-Reality Portal öffnen, um in eine Darstellung des römischen Köln an dieser geografischen Position zu wechseln. Die so geöffneten Mixed-Reality-Sphären lassen sich frei begehen und durch das Smartphone erkunden, sie sind gefüllt mit interaktiven Objekten und Nichtspielercharakteren, mit denen die Spieler interagieren müssen, um die Spielaufgaben zu erfüllen und die vermisste Person zu finden.



Die Spieler navigieren mithilfe einer Kartenfunktion durch die Stadt, um die Interaktionspunkte des Spiels zu erreichen. Da sich die Rollen, die die Spieler übernehmen, in unterschiedlichen Zeitepochen befinden, werden den Spielern entsprechend unterschiedliche Kartenansichten gezeigt. Durch einen kollaborativen Austausch unter den Teammitgliedern können die dargestellten Informationen zur Lösung der Spielaufgabe kombiniert und angewandt werden. Analog zu den unterschiedlichen Zeitepochen besitzen die Spieler unterschiedliche Fähigkeiten, die ihnen zum Aufdecken der Informationen zur Verfügung stehen. Nur der Spieler in der Vergangenheit kann beispielsweise mit Charakteren in den Mixed-Reality-Sphären interagieren. Da diese allerdings in Alltagslatein kommunizieren, ist er auf das Übersetzungsgerät des Spielers in der Zukunft angewiesen.

|                                  |                         |                                                                                                                              |                 |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Projektzeitraum</b>           |                         | 01.10.2016–31.12.2019                                                                                                        |                 |
|                                  |                         | Konzeptphase                                                                                                                 | 10.2016–12.2016 |
|                                  |                         | Produktionsphase                                                                                                             | 01.2017–10.2019 |
|                                  |                         | Forschungsphase                                                                                                              | 11.2019–12.2019 |
| <b>Mittelgeber</b>               |                         | CreateMedia.NRW – European Regional Development Fund (EFRE)<br>Medienförderung NRW – Staatsministerium für Kultur und Medien |                 |
| <b>Beteiligte Organisationen</b> |                         | Cologne Game Lab der TH Köln<br>ART+COM Köln<br>The Good Evil GmbH, Köln                                                     |                 |
| <b>Team</b>                      | Projektleitung          | Katharina Tillmanns                                                                                                          |                 |
|                                  | Projektmanager          | Katharina Tillmanns                                                                                                          | 10.2016–08.2018 |
|                                  |                         | Simon Bachelier                                                                                                              | 09.2018–12.2018 |
|                                  |                         | Jonas Zimmer                                                                                                                 | 01.2019–10.2019 |
|                                  | Produktionsassistentz   | Fee Bonny                                                                                                                    | 01.2017–12.2019 |
|                                  | Gamedesign              | Katharina Tillmanns                                                                                                          |                 |
|                                  |                         | Jonas Zimmer                                                                                                                 | 01.2017–10.2019 |
|                                  | Programming             | Jonas Zimmer                                                                                                                 | 01.2017–10.2019 |
|                                  |                         | Guilherme Duarte Rodriguez                                                                                                   | 03.2018–04.2019 |
|                                  | Game Art                | Carmen Johann                                                                                                                | 01.2017–12.2019 |
|                                  | Studentische Hilfskraft | Juan Orjuela                                                                                                                 | 01.2017–10.2019 |

## VR-Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg

VR Exhibit | Multiplayer | September 2021 | Entwickler: Cologne Game Lab | Publisher: Deutsches Museum Nürnberg

Die VR-ZEITREISE im Deutschen Museum Nürnberg ist eine kooperative VR-Erfahrung, in der maximal vier Spieler sich gemeinsam im selben physikalischen und virtuellen Raum bewegen. Das Ziel dieser Installation im Zukunftsmuseum ist es, den Besuchern einen interaktiven Einblick in ein mögliches Zukunftsszenario zu geben sowie die Ausstellungsstücke des Museums in einen interaktiv erlebbaren Kontext zu setzen.



Die Zeitreise ist ein Element der permanenten Ausstellung und kann von Besuchern zu Beginn ihres Besuchs dazugebucht werden. Die Spielfläche befindet sich in einem von außen nicht einsehbaren Bereich, der von den Spielern erst nach Aufsetzen der VR-Brille betreten wird. Dort wird die Spielergruppe in der virtuellen Realität von den Zukunftswissenschaftlern des Deutschen Museums begrüßt, die aufgrund anderer Verpflichtungen durch ihre Drohnenavatare vertreten werden. In ihrem Labor haben sie ein Experiment vorbereitet, bei dessen Durchführung die Besucher nun helfen sollen. Mithilfe eines Transmitters müssen sie Objekte aus einer lokal berechneten Zukunftsprojektion zurück in das Labor schicken, um den Wissenschaftlern so Einblicke in das Nürnberg des Jahres 2050 zu liefern.

Nach dieser Einführung erkunden die Spieler einen von Robotern betriebenen Markt im Nürnberg der Zukunft, wo sie in einem interaktiven Wimmelbild zahlreiche Dinge beobachten und Objekte bedienen und in die Hand nehmen können. Ob drohnenbelieferter Müllzeppelin, Neuro-Implantate oder Andenken an die erste bemannte Marsmission – es gibt viel zu entdecken. Zu jedem Objekt gibt es außerdem zahlreiche Zusatzinformationen, die die Spieler beim Aufheben in Form einer Projektion angezeigt bekommen. So können sie auch feststellen, ob das Objekt aktuell von den Wissenschaftlern gesucht wird und sie es mithilfe des Transmitters einscannen sollen. Nach einiger Zeit wird die Projektion instabil und die Spieler landen wieder zurück im Labor, wo die Wissenschaftler die neu gewonnenen Erkenntnisse kommentieren.

Hauptaugenmerk der VR-ZEITREISE ist die Erfahrung, mit mehreren Personen zusammen denselben virtuellen und realen Raum zu betreten und sich darin zielsicher und ohne Berührungsängste bewegen und auch miteinander interagieren zu können. Die Zielgruppe ist so divers wie die Besucher des Museums, daher richtet sich das offen gehaltene Spielkonzept sowohl an unerfahrene als auch erfahrenere VR-Spieler aus allen Altersklassen.

Die Erfahrung soll die Besucher zum Nachdenken und Diskutieren über die Implikationen des vorgefundenen Szenarios anregen und ihnen bewusst machen, wie viel Einfluss unsere heutigen Entwicklungen auf unsere unmittelbare Zukunft haben könnten.

|                                  |                         |                                                           |                 |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Projektzeitraum</b>           |                         | 01.01.2020–31.05.2023                                     |                 |
|                                  |                         | Konzeptphase                                              | 01.2020–03.2020 |
|                                  |                         | Produktionsphase                                          | 04.2021–09.2021 |
|                                  |                         | Überarbeitung                                             | 09.2021–12.2021 |
|                                  |                         | Forschungsphase                                           | 01.2022–05.2023 |
| <b>Mittelgeber</b>               |                         | Landesmittel des Freistaats Bayerns                       |                 |
| <b>Beteiligte Organisationen</b> |                         | Cologne Game Lab der TH Köln<br>Deutsches Museum Nürnberg |                 |
| <b>Team</b>                      | Projektleitung          | Prof. Dr. G. S. Freyermuth<br>Jonas Zimmer                |                 |
|                                  | Projektmanager          | Fee Bonny<br>Dr. Laura Frings                             |                 |
|                                  | Creative Director       | Jonas Zimmer                                              |                 |
|                                  | Art Direction           | Ilja Burzev                                               |                 |
|                                  | Gamedesign              | Rebecca Nöll                                              | 01.2020–12.2021 |
|                                  |                         | Youngju Kim                                               | 01.2020–03.2020 |
|                                  |                         | Pierre Schlömp                                            | 01.2020–03.2020 |
|                                  |                         | Peter Bickhofe                                            |                 |
|                                  | Programming             | Manuel Ott                                                | 03.2020–03.2021 |
|                                  |                         | Arthur Kehrwald                                           | 06.2020–12.2021 |
|                                  |                         | Jonas Zimmer                                              |                 |
|                                  | Game Art                | Ole Tillmann                                              | 04.2020–12.2020 |
|                                  |                         | Hady Aymen                                                | 06.2020–09.2021 |
|                                  |                         | Hossam Tarek                                              | 06.2020–09.2021 |
|                                  |                         | Marcel Trauzenberg                                        | 06.2020–12.2020 |
|                                  |                         | Jonas Zimmer                                              |                 |
|                                  | Dialoge und Texte       | Johannes Oschwald                                         | 06.2020–04.2021 |
|                                  | Musik                   | Olivier Haas                                              | 04.2020–12.2020 |
|                                  | Synchronstimmen         | Alexandra Nieradzik                                       | 10.2020–12.2020 |
|                                  |                         | Tom Schildhauer                                           | 10.2020–12.2020 |
|                                  | Studentische Hilfskraft |                                                           |                 |
|                                  | SHK–Programming         | Patrick Handwerk                                          | 04.2020–12.2020 |
|                                  |                         | Maurice Matz                                              | 04.2020–12.2020 |
|                                  | SHK–Art                 | Vasburg                                                   | 05.2020–06.2020 |
|                                  |                         | Do Minh                                                   | 07.2020–12.2020 |
|                                  |                         | Emmanuel Ayala                                            | 07.2020–12.2020 |
|                                  |                         | Max Sprenger                                              | 07.2020–12.2020 |
|                                  |                         | Ramy Ibrahim                                              | 07.2020–12.2020 |
|                                  |                         | Rebecca El Cheikh                                         | 07.2020–12.2020 |



Anhang B

# Fragebogen

# Fragebogen: VR-Zeitreise im Deutschen Museum Nürnberg

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer,

vielen Dank für Ihre Mitarbeit bei der Umfrage im Rahmen der VR-Zeitreise! Die Umfrage besteht aus 33 Fragen auf zwei Seiten. **Beantworten Sie bitte die erste Seite vor der VR-Zeitreise, die zweite Seite danach.** Ihre Antworten werden vertraulich behandelt und dienen ausschließlich Forschungszwecken. Die Beantwortung dauert etwa 10 Minuten. Bitte beantworten Sie die Fragen spontan, ehrlich und nach bestem Wissen. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten – uns interessiert Ihre persönliche Meinung.

Vielen Dank im Voraus für Ihre wertvolle Mitarbeit. Wir wünschen Ihnen viel Spaß bei der VR-Zeitreise!

## Teil 1 – Demographische Angaben

Bitte beantworte Sie die folgenden allgemeinen Fragen

|    |                                                  |                                   |                                   |                                 |                                       |
|----|--------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 01 | Alter                                            | _____                             |                                   |                                 |                                       |
| 02 | Geschlecht                                       | <input type="checkbox"/> Weiblich | <input type="checkbox"/> Männlich | <input type="checkbox"/> Divers | <input type="checkbox"/> Keine Angabe |
| 03 | Haben Sie Vorerfahrung mit Virtual Reality?      | <input type="checkbox"/> Ja       | <input type="checkbox"/> Nein     |                                 |                                       |
| 04 | Haben Sie die VR-Zeitreise schon einmal besucht? | <input type="checkbox"/> Ja       | <input type="checkbox"/> Nein     |                                 |                                       |

## Teil 2 – Mediennutzung und Freizeitverhalten

Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen auf einer Skala von 1 (stimme gar nicht zu) bis 7 (stimme absolut zu). Kreuzen Sie dazu einfach das entsprechende Kästchen an.

|    | 1 – Stimme gar nicht zu                                                                                                                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7 – Stimme voll zu       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 01 | Es fällt mir leicht, in Filme oder TV-Serien einzutauchen.                                                                                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 02 | Ich vertiefe mich manchmal so sehr in eine Serie oder ein Buch, dass Außenstehende Schwierigkeiten haben, meine Aufmerksamkeit zu bekommen.               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 03 | Ich fühle mich im Moment geistig aufmerksam.                                                                                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 04 | Ab und zu werde ich so sehr in einen Film hineingezogen, dass ich die Dinge um mich herum nicht mehr wahrnehme.                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 05 | Ich identifiziere mich oft mit einem Charakter in einer Geschichte.                                                                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 06 | Ich fühle mich beim Spielen eines Videospiele manchmal so vertieft, als wäre ich mitten im Spielgeschehen und nicht außerhalb, den Bildschirm anschauend. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 07 | Ich fühle mich heute körperlich fit.                                                                                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 08 | Ich kann äußere Ablenkungen gut abschirmen, wenn ich mit etwas beschäftigt bin.                                                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 09 | Wenn ich im Fernsehen Sport anschau, bin ich manchmal so in das Geschehen vertieft, dass ich reagiere, als wäre ich einer der Sportler.                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10 | Ich versinke manchmal so sehr in einem Tagtraum, dass ich die Dinge um mich herum nicht mehr wahrnehme.                                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11 | Ich habe schon einmal einen Traum gehabt, der so realistisch war, dass ich mich nach dem Aufwachen desorientiert gefühlt habe.                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12 | Ich vertiefe mich manchmal so sehr in eine Sportart, dass ich die Zeit vergesse.                                                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13 | Ich kann mich gut bei unterhaltsamen Aktivitäten konzentrieren.                                                                                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14 | Ich spiele regelmäßig Videospiele (1 entspricht „Nie“, 7 entspricht „Im Durchschnitt jeden Tag oder jeden zweiten Tag“).                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15 | Ich werde manchmal sehr nervös, wenn ich eine Verfolgungsjagd oder Kampfszene im Fernsehen oder Kino sehe.                                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16 | Ich habe mich schon einmal bei etwas Unheimlichem in einer Fernsehsendung oder einem Film erschrocken.                                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 17 | Manchmal fühle ich mich auch Stunden nach dem Ende eines gruseligen Films noch ängstlich und nervös.                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 18 | Manchmal vertiefe ich mich so sehr in eine Tätigkeit, dass ich jegliches Zeitgefühl verliere.                                                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

+++ BITTE ERST NACH DER VR-ZEITREISE AUSFÜLLEN +++

### Teil 3 – Erfahrungen in der virtuellen Welt

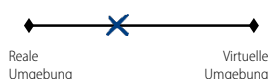
Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen auf einer Skala von 1 (stimme gar nicht zu) bis 7 (stimme absolut zu). Kreuzen Sie dazu einfach das entsprechende Kästchen an.

|                                                                                                                | 1 – Stimme gar nicht zu  | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7 – Stimme voll zu       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 01 Ich empfand die virtuelle Umgebung als realistisch.                                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 02 Mir war während des Durchquerens der virtuellen Welt bewusst, was in der realen Welt um mich herum geschah. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 03 Mein Erleben in der virtuellen Umgebung stimmte mit meinem Erleben in der realen Welt überein.              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 04 Während meines Aufenthalts in der virtuellen Umgebung hatte ich das Gefühl, wirklich "dort" zu sein.        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 05 Ich hatte Angst, in andere Spieler zu laufen.                                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 06 Ich hatte das Gefühl, dass sich die Menschen in der virtuellen Umgebung meiner Anwesenheit bewusst waren.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 07 Ich hatte das Gefühl, dass mein virtueller Körper in der Simulation ein Teil von mir war.                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 08 Ich fühlte mich von Außenstehenden beobachtet.                                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 09 Ich hatte das Gefühl, in einer belebten Stadt zu sein.                                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10 Ich hatte das Gefühl, mich frei im Raum bewegen zu können.                                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

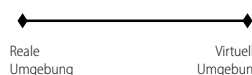
### Teil 4 – Erfahrungen in der virtuellen Welt

Geben Sie bitte je Spielabschnitt an, zu welchem Grad Sie sich in der realen oder in der virtuellen Umgebung fühlten. Kreuzen Sie dazu einfach frei auf der Skala an.

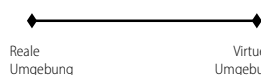
Beispiel:



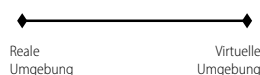
Vorbereitung der VR-Brillen  
Warten auf die Mitspieler



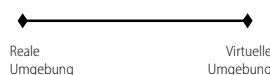
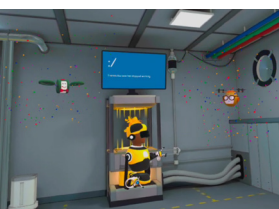
Einleitung im Labor  
Suche des Schokodonuts



Zeitreise zum Trödelmarkt



Abschlussanalyse der Forscher  
im Labor



Die Umfrage wird von Jonas Zimmer vom Cologne Game Lab der Technischen Hochschule Köln durchgeführt.  
Bei Fragen oder Anmerkungen können Sie sich gerne per E-Mail an [jz@colognegamelab.de](mailto:jz@colognegamelab.de) wenden.



# Fragebogen: Fear//Anxiety

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer,

vielen Dank für Ihre Mitarbeit bei der Umfrage im Rahmen der VR-Erfahrung! Die Umfrage besteht aus 33 Fragen auf zwei Seiten. **Beantworten Sie bitte die erste Seite vor der VR-Erfahrung, die zweite Seite danach.** Ihre Antworten werden vertraulich behandelt und dienen ausschließlich Forschungszwecken. Die Beantwortung dauert etwa 10 Minuten. Bitte beantworten Sie die Fragen spontan, ehrlich und nach bestem Wissen. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten – uns interessiert Ihre persönliche Meinung.

Vielen Dank im Voraus für Ihre wertvolle Mitarbeit. Wir wünschen Ihnen viel Spaß bei der VR-Zeitreise!

## Teil 1 – Demographische Angaben

Bitte beantworte Sie die folgenden allgemeinen Fragen

|    |                                                             |                                   |                                   |                                 |                                       |
|----|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 01 | Alter                                                       | _____                             |                                   |                                 |                                       |
| 02 | Geschlecht                                                  | <input type="checkbox"/> Weiblich | <input type="checkbox"/> Männlich | <input type="checkbox"/> Divers | <input type="checkbox"/> Keine Angabe |
| 03 | Haben Sie Vorerfahrung mit Virtual Reality?                 | <input type="checkbox"/> Ja       | <input type="checkbox"/> Nein     |                                 |                                       |
| 04 | Sind Sie mit dem Projekt, das hier getestet wird, vertraut? | <input type="checkbox"/> Ja       | <input type="checkbox"/> Nein     |                                 |                                       |

## Teil 2 – Mediennutzung und Freizeitverhalten

Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen auf einer Skala von 1 (stimme gar nicht zu) bis 7 (stimme absolut zu). Kreuzen Sie dazu einfach das entsprechende Kästchen an.

|    | 1 – Stimme gar nicht zu  | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7 – Stimme voll zu       |
|----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 01 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 02 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 03 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 04 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 05 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 06 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 07 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 08 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 09 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 17 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 18 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

+++ BITTE ERST NACH DER VR-ERFAHRUNG AUSFÜLLEN +++

### Teil 3 – Erfahrungen in der virtuellen Welt

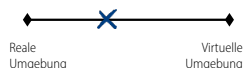
Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen auf einer Skala von 1 (stimme gar nicht zu) bis 7 (stimme absolut zu). Kreuzen Sie dazu einfach das entsprechende Kästchen an.

|                                                                                                                | 1 – Stimme gar nicht zu  | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7 – Stimme voll zu       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 01 Ich empfand die virtuelle Umgebung als realistisch.                                                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 02 Mir war während des Durchquerens der virtuellen Welt bewusst, was in der realen Welt um mich herum geschah. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 03 Mein Erleben in der virtuellen Umgebung stimmte mit meinem Erleben in der realen Welt überein.              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 04 Während meines Aufenthalts in der virtuellen Umgebung hatte ich das Gefühl, wirklich "dort" zu sein.        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 05 Die Atmosphäre des Spiels wirkte sich auf meine Stimmung aus.                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 06 Die Suche nach dem Ausgang war aufregend.                                                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 07 Ich hatte das Gefühl, dass mein virtueller Körper in der Simulation ein Teil von mir war.                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 08 Ich fühlte mich von Außenstehenden beobachtet.                                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 09 Ich fühlte ein Gefühl der Enttäuschung oder Frustration, als ich den Alarm im Spiel auslöste.               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10 Ich hatte das Gefühl, mich frei im Raum bewegen zu können.                                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### Teil 4 – Erfahrungen in der virtuellen Welt

Geben Sie bitte je Spielabschnitt an, zu welchem Grad Sie sich in der realen oder in der virtuellen Umgebung fühlten. Kreuzen Sie dazu einfach frei auf der Skala an.

Beispiel:



| Erster Raum    |                    | Büroflure      |                    | Kellerbereich  |                    | Finaler Raum   |                    |
|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
|                |                    |                |                    |                |                    |                |                    |
| Reale Umgebung | Virtuelle Umgebung | Reale Umgebung | Virtuelle Umgebung | Reale Umgebung | Virtuelle Umgebung | Reale Umgebung | Virtuelle Umgebung |

Die Umfrage wird von Jonas Zimmer vom Cologne Game Lab der Technischen Hochschule Köln durchgeführt.  
Bei Fragen oder Anmerkungen können Sie sich gerne per E-Mail an [jz@colognegamelab.de](mailto:jz@colognegamelab.de) wenden.