



Hochschule Macromedia für angewandte
Wissenschaften
University of Applied Sciences

BACHELORARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Arts

Immersion durch Virtual Reality – Ein Experiment zur
Untersuchung physiologischer Reaktionen
hervorgerufen durch Immersion in eine virtuelle Welt

im Studiengang Medienmanagement
Studienrichtung Sport- und Eventmanagement

Erstprüfer:
Prof. Dr. Andreas Hebbel-Seeger

Vorgelegt von:
Kartal, Kim Hüseyin
Matrikel-Nr.: H-28931
Studiengang: Medienmanagement
Fachrichtung: Sport- und Eventmanagement

Hamburg, im Februar, 2017

Management Summary

Die vorliegende Bachelorarbeit „Immersion durch Virtual Reality – Ein Experiment zur Untersuchung physiologischer Reaktionen hervorgerufen durch Immersion in eine virtuelle Welt“ befasst sich mit dem Phänomen Immersion in Bezug auf die Nutzung unterschiedlicher Medientechnologien und der Einfluss dieser auf physiologische Parameter des Rezipienten. Diese Arbeit wurde in zwei Teile untergliedert: Die theoretischen Grundlagen und die empirische Forschung.

Die theoretischen Grundlagen bilden die Abschnitte Virtual Reality, Immersion und Raumwahrnehmung. Im Abschnitt Virtual Reality wird die Funktionsweise eines VR-Systems dargestellt und spezifisch auf die Komponenten eingegangen. Im Abschnitt Immersion wird zunächst das Phänomen definiert und anschließend verschiedene Auffassungen aus der Wissenschaft betrachtet. Weiterführend werden Merkmale definiert, welche für die Erzeugung von Immersion relevant sind. Der Abschnitt Raumwahrnehmung behandelt die Funktionsweise der menschlichen Wahrnehmung räumlicher Tiefe.

Den zweiten Teil bildet die empirische Forschung in Form der Forschungsmethode eines Experiments. Zunächst wird das forschungsmethodische Vorgehen erläutert. Anschließend werden die Datenerhebung und die Auswertung dieser dargestellt.

Folgend werden die erhobenen Daten graphisch detailliert dargestellt. Basierend auf der Relation zwischen empirisch erhobenen Daten und den theoretischen Grundlagen wird die Forschungshypothese bestätigt oder widerlegt.

Abstract

The present Bachelor thesis "Immersion durch Virtual Reality – Ein Experiment zur Untersuchung physiologischer Reaktionen hervorgerufen durch Immersion in eine virtuelle Welt" deals with the phenomenon of immersion in the use of different media technologies and the influence of these on physiological parameters of the recipient. This work has been divided into two parts: Theoretical Foundations and Empirical Research.

The theoretical foundations are the sections virtual reality, immersion and spatial perception. The Virtual Reality section shows the operation of a VR system and describes the components specifically. In the Immersion section, the phenomenon is defined first and then different views are taken from science. Further, characteristics are defined which are relevant for the generation of immersion. The section spatial perception deals with the functioning of human perception of spatial depth.

The second part is empirical research in the form of the research method of an experiment. The research methodological approach is explained first. Subsequently, data collection and evaluation are displayed.

The data collected are displayed graphically in detail. Based on the relationship between empirically collected data and the theoretical foundations, the research hypothesis is confirmed or rebutted.

Schlüsselworte

Virtual Reality

Head-Mounted-Display

Immersion

Raumwahrnehmung

360°-Video

Keywords

Virtual Reality

Head-Mounted-Display

Immersion

Spatial perception

360°-Video

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
2 Theoretische Grundlagen	2
2.1 Virtual Reality – mediale Rekonstruktion der realen Welt.....	2
2.1.1 VR-Technologie – Innovation der Mensch-Maschine Interaktion	3
2.1.2 VR-Systeme.....	4
2.1.3 VR-Ausgabegeräte	7
2.1.4 Virtuelle Welten – Unterschiede zwischen virtuellen Räumen und.....	9
360°-Videomaterial.....	9
2.2 Rezeptionserlebnis	12
2.2.1 Immersion	12
2.2.2 Flow-Erleben.....	17
2.3 Wahrnehmung des Menschen.....	19
2.3.1 Menschliche Informationsverarbeitung	19
2.3.2 Visuelle Wahrnehmung räumlicher Tiefe	20
3 Forschungsfragen und Forschungshypothese	24
4 Empirie	26
4.1 Forschungsmethodisches Vorgehen	26
4.1.1 Planung des Experiments.....	28
4.2 Durchführung des Experiments	30
4.2.1 Datengenerierung	30
4.2.2 Aufarbeitung der Daten.....	33
4.3 Datendarstellung.....	34
4.3.1 Gruppe Monitor	34
4.3.2 Gruppe VR.....	37
4.3.3 Gegenüberstellung der Gruppe VR und Gruppe Monitor	39
4.4 Interpretation der erhobenen Daten.....	44
4.5 Reflektion des Experiments	49
5 Fazit.....	51
6 Literaturverzeichnis	52
7 Quellenverzeichnis	55
Anhang	56

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gesamtüberblick eines VR-Systems. Quelle: Dörner et al., 2013, S. 24. In Dörner, Ralf, Broll, Wolfgang, Grimm, Paul, Jung, Bernhard. Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität.....	1
Abbildung 2: Original Modell des Flow-Erlebens. Quelle: Nakamura, Csikszentmihaly, 2002, S. 94, In Snyder, Charles R., Lopez, Shane J. (Hrsg.). Handbook of positive psychology. S. 89-105.....	18
Abbildung 3: Ein Proband der Gruppe VR während der Durchführung des Experiments. Quelle: eigenes Foto.....	29
Abbildung 4: Ein Proband der Gruppe Monitor während der Durchführung des Experiments. Quelle: eigenes Foto.....	30
Abbildung 5: Excel-Tabelle eines Probanden aus der Gruppe VR. Quelle: eigene Graphik.....	32
Abbildung 6: Mittelwert der absoluten Werte des Parameters Herzschlagfrequenz der Gruppe Monitor. Quelle: eigene Graphik.....	33
Abbildung 7: Mittelwert der absoluten Werte des Parameters Geschwindigkeit der Gruppe Monitor. Quelle: eigene Graphik.....	34
Abbildung 8: Mittelwert der absoluten Werte des Parameters Herzschlagfrequenz der Gruppe VR. Quelle: eigene Graphik.....	36
Abbildung 9: Mittelwert der absoluten Werte des Parameters Geschwindigkeit der Gruppe VR. Quelle: eigene Graphik.....	37
Abbildung 10: Vergleich des Parameters Herzschlagfrequenz durch Gegenüberstellung beider Gruppen. Quelle: eigene Graphik.....	38
Abbildung 11: Vergleich des Parameters Geschwindigkeit durch Gegenüberstellung beider Gruppen. Quelle: eigene Graphik.....	41

Abkürzungsverzeichnis

VR – Virtual Reality

HMD – Head-Mounted-Display

VB – Virtual Body

GUI - Graphical User Interfaces

Zit. nach – zitiert nach

Vgl. – Vergleiche

Bzw. – Beziehungsweise

z.B. – zum Beispiel

Abb. – Abbildung

1 Einleitung

Die vorliegende Bachelorarbeit befasst sich mit dem Thema Immersion in Bezug auf Virtual Reality. Dieses Forschungsfeld hat in den vergangenen Jahren immer mehr Aufmerksamkeit durch neue Errungenschaften in der Entwicklung der Technologie erhalten. Produkte wie die Oculus Rift sorgten in den letzten Jahren für Furore, da nun Virtual Reality Einzug in die Privathaushalte bekam. Diese technologischen Fortschritte brachten verschiedene Produkte auf den Markt von der qualitativ hochwertigen Oculus Rift, welche mit leistungsstarken Rechnern qualitative Erlebnisse in der Rezeption von Medien ermöglichen, bis hin zu VR-Brillen wie die Samsung Gear, welche Virtual Reality mithilfe eines Smartphones erlebbar macht.

Im Zuge der Entwicklung dieser neuen Produkte sind vermehrt Videoaufnahmen in sozialen Netzwerken zu sehen, welche zeigen wie Personen diese VR-Brillen benutzen und scheinbar von dem was sie sehen überwältigt werden. Dies zeigt sich in verschiedensten Reaktionen der Nutzer vom Erschrecken durch einen Schockmoment im Video bis hin zum Umfallen während des Kletterns, da der Nutzer das Gefühl hat von der Bergwand zu stürzen. Die Videos geben den Anschein, dass Menschen auf das Medium, welches sie durch eine VR-Brille rezipieren, stark beeinflusst werden. Dieses Phänomen liefert den Anreiz dies in der vorliegenden Arbeit zu untersuchen.

Hierzu werden die relevanten Themen Virtual Reality, Immersion und die Raumwahrnehmung theoretisch aufgearbeitet, wobei das Phänomen Immersion im Fokus steht. Weiterführend wird ein Experiment durchgeführt, um den Einfluss von immersiven Medientechnologien, wie eine VR-Brille, im Vergleich zu weniger immersiven Medientechnologien auf physiologische Parameter des Menschen zu messen. Die empirisch erhobenen Daten aus dem Experiment werden anschließend mit den erarbeiteten theoretischen Grundlagen in Relation gesetzt, um die von den Forschungsfragen abgeleitete Forschungshypothese zu verifizieren oder zu falsifizieren. Dementsprechend ist das Ziel dieser Bachelorarbeit herauszufinden, ob die Verwendung einer VR-Brille im Vergleich zu einem Monitor zu einem stärkeren Immersionsgrad führt und ob dieser anhand physiologischer Reaktionen gemessen werden kann.

2 Theoretische Grundlagen

Der folgende Abschnitt widmet sich den relevanten Themen dieser Bachelorarbeit. Die theoretisch behandelten Themen bilden die theoretischen Grundlagen dieser Arbeit.

2.1 Virtual Reality – mediale Rekonstruktion der realen Welt

Das Gebiet der Virtual Reality, oftmals als VR abgekürzt, ist ein sehr neues Wissenschaftsgebiet, welches sich durch technologischen Fortschritt in der Hardware-Entwicklung aus der traditionellen Computergrafik herausgebildet hat. Eine allgemeine Definition zur Erklärung von „Virtual Reality“ gibt es daher noch nicht. Charakterisierungen der VR aus technologischer Sicht ermöglichen jedoch Differenzierungen zu herkömmlichen Mensch-Computer-Schnittstellen, wodurch erste Ansätze einer Definition gegeben zu sein scheinen. Die Problematik bei dem Ansatz eine Definition, basierend auf der Technologie der VR aufzubauen, besteht darin, das durch den Bezug auf entsprechende Ein- und Ausgabegeräte die Definition durch den rasanten Fortschritt in kurzer Zeit hinfällig wäre (vgl. Dörner et al., 2013, S. 12 f.). Laut Dörner et al. (2013) sind die technologieorientierten Charakterisierungen aus den frühen Jahren der VR von Bryson und Cruz-Neira noch heute zutreffend:

„Virtual Reality (VR) refers to the use of three-dimensional displays and interaction devices to explore real-time computer-generated environments.“ (Steve Bryson, Call for Participation 1992 IEEE Symposium on Research Frontiers in Virtual Reality) (Bryson [ggf. 1992], zit. nach Dörner et al. (2013), S. 13).

„Virtual Reality refers to immersive, interactive, multi-sensory, viewer-centered, three-dimensional computer generated environments and the combination of technologies required to build these environments.“ (Carolina Cruz-Neira, SIGGRAPH '93 Course Notes „Virtual Reality Overview“) (Cruz-Neira [ggf. 1993], zit. nach Dörner et al. (2013), S. 13).

In den Definitionen beziehen sich Bryson und Cruz-Neira auf die notwendige Technik, die es dem Rezipienten ermöglicht mit einer dreidimensionalen, durch Computer generierte, virtuellen Realität in Echtzeit zu interagieren. Cruz-Neira fügte in ihrer Definition noch hinzu, dass neben der Interaktion mit den computergenerierten dreidimensionalen virtuellen Welten auch die Immersion einen Stellenwert in der virtuellen Realität einnimmt. Ebenso bezieht sich Cruz-Neira darauf, dass die Rezipienten jener VR im Mittelpunkt stehen.

Es mag zwar keine allgemein anwendbare Definition für die VR bisher geben, jedoch definieren Fuchs, Moreau, Berthoz, Vercher & d'Aubert den Zweck der VR folgendermaßen:

La finalité de la réalité virtuelle est de permettre à une personne (ou à plusieurs) de déployer une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique, ou une simulation de certains aspects du monde réel. (Fuchs et al., 2006, S. 5, zit. nach Roy & Schlemminger, 2014, S. 189).

Das Ziel der VR ist es demnach, dass sensomotorische und kognitive Aktivitäten in einer der realen nachempfundenen künstlichen Welt durch Anwender aufgebaut werden. Diese digital erzeugte Welt simuliert bestimmte Aspekte der realen Welt (vgl. Roy & Schlemminger, 2014, S. 189). „Diese Begriffsbestimmung hebt grundlegende technische Aspekte der virtuellen Realität, die Interaktion und die Immersion, hervor.“ (Roy & Schlemminger, 2014, S. 189).

Der theoretische Teil dieser Arbeit baut sich thematisch ähnlich auf wie die Aussage von Roy und Schlemminger (2014). Zunächst werden in dieser Arbeit die technischen Aspekte einer VR beleuchtet. Hierbei wird der Fokus auf die Darstellung der VR-Systeme und die nötigen technologischen Geräte aus der Perspektive des Rezipienten gelegt. Der darauffolgende Themenpunkt befasst sich mit der Raumwahrnehmung des Menschen. Die menschliche Wahrnehmung ist in dieser Arbeit von Relevanz, da die Probanden bei dem Experiment nicht mit einer VR interagieren können, sondern diese nur als 360°-Video wahrnehmen können. Einen weiteren Abschnitt des theoretischen Teils bildet der Punkt Rezeption. In diesem Punkt werden die Themen Immersion, Präsenz und das Flow-Erleben aufgegriffen, da die einzelnen Prozesse für das Erleben einer VR aus Sicht eines Rezipienten relevant sind.

2.1.1 VR-Technologie – Innovation der Mensch-Maschine Interaktion

Die Innovation, die die VR-Technologie im Vergleich zu traditionellen Mensch-Maschine-Schnittstellen hervorgebracht hat, unterscheidet sich auch charakteristisch von der traditionellen Mensch-Computer-Interaktion durch die intuitive und natürliche Interaktion mit der dreidimensional simulierten Umgebung. Die graphischen Benutzungsschnittstellen (engl. Graphical User Interfaces, GUI's) sind in der Mensch-Maschine-Interaktion bisher über die gesamte Zeit dominant gewesen. Diese werden auch WIMP-Schnittstellen genannt. Der Begriff WIMP lässt sich aus den graphischen Benutzungsschnittstellen Windows, Icons, Menus und Pointing herleiten. Eine Computermaus und eine Tastatur wurden beispielsweise als WIMP-

Benutzungsschnittstellen zur Interaktion zwischen Mensch und Maschine genutzt (vgl. Dörner et al., 2013, S. 15).

Der Unterschied in der Interaktion zwischen Mensch und Maschine lässt sich an einem Beispiel verdeutlichen: Es soll ein Objekt in einem 3-D-Raum neu positioniert werden. Die Neupositionierung des Objekts würde bei 2-D-GUI's in mehreren Schritten erfolgen „[...] z.B. Verschieben in der XY-Ebene, danach Verschieben in z-Richtung. Neben dem zusätzlichen motorischen Aufwand [...] entsteht dabei auch zusätzlicher kognitiver Aufwand bei der Selektion der nächsten Teilhandlung[...]“ (Dörner et al., 2013, S. 15). Im Vergleich zur intuitiven VR-Technologie würde diese Aufgabe durch einfaches Greifen und Verschieben des Objekts mit natürlichen Bewegungen, mithilfe von VR-Ein- und Ausgabegeräten, gelöst werden.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied neben der motorischen Ausführung um die Aufgabe zu lösen, besteht auch im Vorwissen. Um die oben aufgeführte Aufgabe in einer 2-D-GUI lösen, zu können müsste ein Vorwissen bestehen, wie beispielsweise die Bewegung der Maus in z-Richtung vom Interface interpretiert werden soll. Die sogenannten Post-WIMP-Interfaces hingegen bauen auf dem Vorwissen des menschlichen Nutzers hinsichtlich seiner Interaktion mit physischen Objekten in seiner Alltagswelt auf. Dies bedeutet, dass jeder Benutzer durch seine Erfahrungen aus der Interaktion in der realen Welt sofort verstehen würde, wie sich das Objekt in einem 3-D-Raum durch die Interaktion zwischen Körper und Objekt verhält. Dieser Unterschied, bezüglich des nötigen Vorwissens, veranschaulicht den Vorteil der innovativen Mensch-Maschine-Interaktion der sogenannten Post-WIMP-Interfaces gegenüber den WIMP-Interfaces deutlich. Der Lernaufwand bei natürlichen Interaktionstechniken ist im Vergleich zu traditionellen WIMP-Benutzungsschnittstellen nicht vorhanden, da es sich um natürliche Interaktionen aus der realen Welt handelt. (vgl. Dörner et al., 2013, S. 15f.).

2.1.2 VR-Systeme

Das VR-System beschreibt das Zusammenwirken mehrerer Komponenten, um für einen Nutzer einer VR ein immersives und interaktives Erlebnis zu ermöglichen. Ein VR-System besteht aus drei Komponenten, welche eigene Funktionen aufweisen die zum Gesamtergebnis einer VR beitragen. Ein VR-System lässt sich in folgende drei Teilsysteme unterteilen: VR-Eingabegeräte, VR-Ausgabegeräte und ein leistungsstarkes Computersystem. Eine Unterteilung aus technischer Sicht ist in jeder Komponente eines VR-Systems möglich. Abbildung 1 verdeutlicht den Aufbau eines VR-

Systems. Die drei Komponenten des VR-Systems sind mit ihren jeweiligen Funktionen zu erkennen (vgl. Dörner et al., 2013 S. 21ff.).

In Orange sind die Sensoren zu sehen, welche genutzt werden könnten. Diese Sensoren bilden die Basis der Eingabegeräte, da die nötigen Daten für das Computersystem hier generiert werden. Mögliche Sensoren wären beispielsweise ein Mikrofon, um Audio-Daten vom Nutzer zu generieren, Kameras um den Nutzer im Raum kontinuierlich zu lokalisieren oder Datenhandschuhe, um die Bewegungen der Hände zu erkennen (vgl. Dörner et al., 2013, S. 22ff.).

In Blau ist das Computersystem mit einzelnen Teilsystemen zu erkennen. Das Computersystem ist für die Verarbeitung der durch die Eingabegeräte generierten Daten und die anschließende Einführung dieser in die Ausgabegeräte zuständig. Zusammenfassend kann die Aussage getroffen werden, dass die generierten Daten durch die Eingabegeräte vom Computersystem fusioniert in das Modell der VR eingearbeitet und anschließend gerendert werden. Das Rendering bezeichnet die Umwandlung der zuvor verarbeiteten Daten zu Sinnesreizen für den Nutzer. Diese werden durch die Ausgabegeräte dargestellt. Durch das Rendering haben die Handlungen des Nutzers, durch die Einführung in die betreffenden Ausgabegeräte, sichtliche Auswirkungen auf das VR-Modell (vgl. Dörner et al., 2013, S. 22ff.).

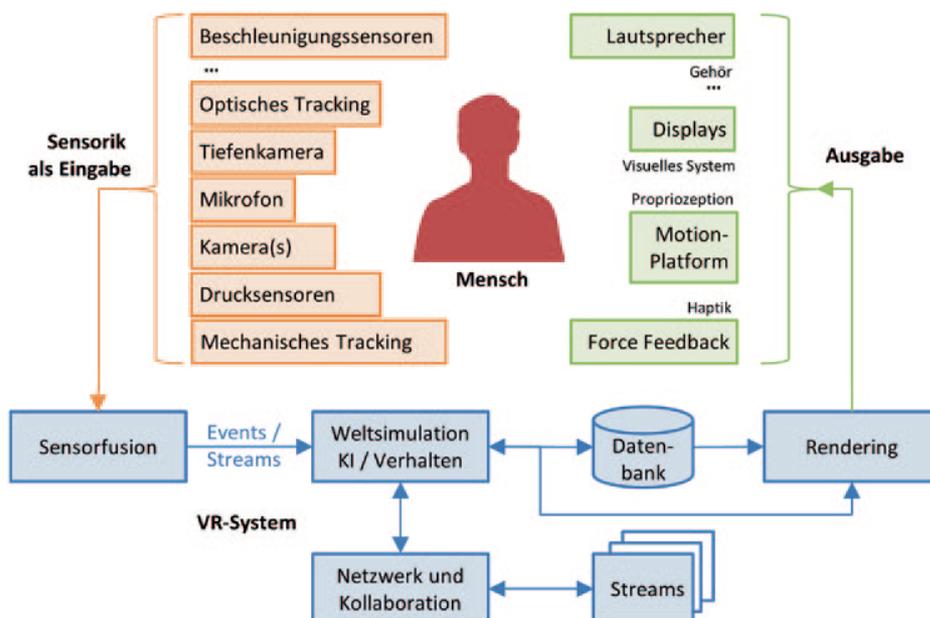


Abb. 1: Gesamtüberblick eines VR-Systems. Quelle: Dörner et al., 2013, S. 24. In Dörner, Ralf, Broll, Wolfgang, Grimm, Paul, Jung, Bernhard. Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität.

Die Ausgabegeräte sind in Grün gekennzeichnet, welche als Gegenstück zu den Eingabegeräten gesehen werden können. Die Funktionen der Ausgabegeräte sind die unterschiedlichen Wahrnehmungskanäle des Nutzers zu bedienen. Im Fokus steht die visuelle Ausgabe, jedoch können über den visuellen Reiz hinaus noch andere Wahrnehmungskanäle bedient werden. Neben dem visuellen Wahrnehmungskanal können der auditive und der haptische Wahrnehmungskanal bedient werden, welche zusammen die wichtigsten Sinne im Kontext der Sinneswahrnehmung heutiger VR-Technologien darstellen (vgl. Dörner & Steinicke., 2013, S. 33f.). Entsprechend ist es sinnvoll, den Nutzer mit Sinnesreizen mit Hilfe von Ausgabegeräten möglichst so in der VR zu stimulieren wie in der realen Welt.

Das VR-System in dem Experiment, welches in dieser Arbeit behandelt wird, ist nicht simpel in drei separate Geräte zu unterteilen wie oben aufgeführt. Das verwendete VR-System bedient sich nicht an einzelnen Geräten für jedes Teilsystem.

Das Eingabegerät des VR-Systems ist, kein eigenes Gerät, welches der Proband getragen hat. Die sensorischen Daten, die in diesem Experiment generiert wurden, sind durch Gyrosensoren in einem Smartphone generiert worden. Der Proband trug ein Head-Mounted-Display (HMD), in dem das Smartphone in einer speziellen Vorrichtung eingeschoben wurde. Die Gyrosensoren des Smartphones generierten Orientierungsdaten durch die Kopfbewegung beziehungsweise die Blickrichtung der Probanden, welche anschließend an das System des Smartphones (Computersystem) weitergeleitet wurden. In diesem Kontext wäre eine „Eingabe“ von sensorischen Daten, im Sinne des Eingabegeräts, beispielsweise eine Blickwinkeländerung des Probanden, um 90°-Grad nach links, ausgehend davon, dass sein Blickfeld nach vorne ausgerichtet ist.

Das Computersystem, als zweite Komponente des VR-Systems, bildet im Experiment das System des Smartphones. Das System verarbeitet die generierten Daten des Eingabegeräts (Gyrosensoren) und fügt sie in das Modell der VR ein. Im Fall des in dieser Arbeit behandelten Experiments, handelt es sich um eine Smartphone-Applikation. Der Proband rezipiert ein 360°-Video, welches zuvor mit einer speziellen 360°-Kamera aufgenommen wurde, der 360Fly 4K, das in einer eigenen Smartphone-Applikation der Kamera abgespielt wird. Somit bildet diese Smartphone-Applikation das Modell der VR, da die generierten Daten vom System des Smartphones konvertiert werden. Wenn der Proband beispielsweise die Blickrichtung um 90°-Grad nach links verändert, so würde das System diese Daten entsprechend in das VR-Modell einarbeiten. Dies bedeutet konkret, dass der Blickwinkel sich ebenfalls im Rahmen des

Modells gleichermaßen ändert. Die sensorisch generierten Daten durch die Handlungen des Probanden haben Auswirkungen auf das Modell der VR, was sich in den Ausgabegeräten für den Probanden widerspiegelt.

Das VR-System, welches für das Experiment genutzt wurde, bediente zwei Wahrnehmungskanäle der Probanden. Der visuelle Wahrnehmungskanal bildet die Hauptinformationsquelle. Das Display des Smartphones bildet hier das entsprechende Ausgabegerät, welche die Sinnesreize an den visuellen Wahrnehmungskanal adressieren. Die vom System in das Modell eingearbeiteten Daten geben den Probanden visuelles Feedback auf deren Bewegungen des Kopfes, was dadurch erkennbar wird, dass sich die Blickrichtung in der VR so verändert wie die Probanden sie in der realen Welt verändern würden. Die Linsen des HMD konvertierten die visuellen Sinnesreize des Displays anschließend so, dass den Probanden ein immersives Erlebnis geboten wurde.

Die Probanden haben während des Versuchs zusätzlich Kopfhörer getragen, um einen weiteren Wahrnehmungskanal zu bedienen. Der auditive Reiz wurde jedoch nicht wie beim visuellen Reiz durch Handlungen der Probanden beeinflusst. Hier gab es keine Eingabegeräte die den auditiven Reiz beeinflussen konnten. Die auditiven Reize stammen aus dem Medium und konnten von den Probanden nur rezipiert werden. Die Probanden bekamen Kopfhörer aufgesetzt, um die periphere Geräuschkulisse zu minimieren und die Rezeption der auditiven Sinnesreize aus dem Medium zu maximieren.

2.1.3 VR-Ausgabegeräte

Als Ein- und Ausgabegeräte werden im Kontext von VR-Systemen, siehe 2.1.1.2, als Geräte verstanden, die einerseits sensorische Daten über die Handlungen des Nutzers generieren und andererseits Geräte, welche Sinnesreize durch die zuvor vom Computersystem verarbeiteten Daten erzeugen und diese an den dafür vorhergesehenen Wahrnehmungskanal adressieren.

Dieser Abschnitt dient dazu VR-Ausgabegeräte darzustellen, die für die visuelle Sinnesreizerzeugung zuständig sind. Es gibt zwar ein großes Spektrum an Ausgabegeräten für die einzelnen Wahrnehmungskanäle, jedoch wird im Experiment nur auf die Ausgabegeräte für den visuellen Wahrnehmungskanal eingegangen, da dieser als Hauptinformationsquelle in dieser VR dient. Das verwendete VR-Ausgabegerät im Experiment soll in seinen technischen Eigenschaften qualitativ eingestuft werden, um somit rückschließen zu können, wie stark die Immersion eines Nutzers in eine VR durch die Qualität des VR-Ausgabegerät sein könnte. Grundlage ist die Auffassung von Slater

und Wilbur (1997), nach der die Stärke der Immersion von den technologischen Aspekten einer VR und dessen VR-Ausgabegeräten abhängig ist. Das Thema Immersion wird in Abschnitt 2.2.1 detailliert behandelt.

Die VR-Eingabegeräte werden in diesem Abschnitt bewusst vernachlässigt, da diese für die Erhebung von Daten in der empirischen Forschung nicht von Relevanz sind.

Um einen Vergleich zwischen VR-Ausgabegeräten vollziehen zu können, müssen zunächst die Parameter festgelegt werden auf denen der Vergleich stattfindet. Laut Grimm & Steinicke können VR-Ausgabegeräte aus technischer Sicht anhand der Display-Auflösung und der Bildwiederholungsrate gemessen werden (vgl. 2013, 33ff.). Aus Sicht der Anwendung des HMD hat das „Field of View“ (FOV) als zusätzliches Parameter für die qualitative Einstufung Relevanz. Grimm & Steinicke sagen aus, dass diese Parameter die Qualität des visuellen Reizes ausmachen und somit direkten Einfluss auf die Stärke des Präsenzgefühls in einer VR haben (vgl. 2013, S. 33ff.).

Das HMD, welches im Experiment genutzt wurde, ist die Zeiss VR One Plus. Dieses HMD arbeitet mit einem Smartphone als Ein- und Ausgabegerät. Die Zeiss VR One Plus verfügt über keine eigene Elektronik, wie beispielsweise die HTC Vive. Die gesamte nötige Elektronik, wie beispielsweise Sensoren und das Display, stellt das genutzte Smartphone bereit, wodurch die Qualität des visuellen Reizes nicht von der Zeiss VR One Plus, sondern von dem verwendeten Smartphone abhängig ist. Um die Qualität des visuellen Reizes zu ermitteln werden die technischen Daten des iPhone 7 herangezogen. Im Anschluss der Präsentation der technischen Daten folgt ein Vergleich mit der HTC Vive um zu erkennen welche technischen Eigenschaften nötig sind, um eine VR authentisch erlebbar zu machen und Immersion ermöglichen zu können.

Es werden nun die technischen Aspekte des iPhone 7 betrachtet, da dieses als Ausgabegerät den technischen Part der Zeiss VR One Plus in dem Experiment übernommen hat.

2.1.3.1 Technische Eigenschaften des iPhone 7

Das iPhone 7 besitzt ein 4,7 Zoll großes LED-Display mit einer Auflösung von 1334x750 Pixel bei einer Pixeldichte von 326 ppi (vgl. Apple, 2017). Diese Auflösung ist jedoch für die Darstellung von 360°-Inhalten in einem HMD problematisch. Die geringe Pixeldichte wird durch die Nähe des Displays zu den Augen des Nutzers durch ein Gitter von einzelnen Pixeln erkennbar, was für eine qualitativ hochwertige und realitätsgetreue visuelle Darstellung für den Nutzer als störend empfunden werden kann. Die Zeiss VR One Plus bietet dem Nutzer ein FOV von 100° in der horizontalen (vgl. Carl Zeiss AG,

2016). Genaue Angaben zur Bildwiederholrate (Hertz) macht der Hersteller Apple nicht, jedoch ist anzunehmen, dass es sich bei einem Wert von mindestens 60 Bildern pro Sekunde (60 Hz) handelt, da diese Rate als Mindestmaß angesehen wird, um ein Erlebnis zu schaffen das angenehm für den Nutzer ist (vgl. Apple, 2017, vgl. Vrodo, a)

2.1.3.2 Technische Eigenschaften des HMD HTC Vive

Die HTC Vive gilt momentan als eines der hochwertigsten HMDs auf dem Markt, da die HTC Vive schon mehrere Preise gewinnen konnte, unter anderem wurde die HTC Vive als beste und immersivste VR-Brille 2016 ausgezeichnet (vgl. Vrodo, 2016)

Die HTC Vive besitzt zwei eingebaute OLED-Displays mit einer jeweiligen Auflösung von 1080x1200 Pixel pro Display, was insgesamt eine Auflösung von 2160x1200 Pixel bringt (vgl. Vrodo, b) Hier ist die HTC Vive als eigenständiges HMD hinsichtlich der Display-Auflösung des iPhone 7 im Vorteil und verspricht einen qualitativeren visuellen Reiz. Im Vergleich zur Zeiss VR One Plus hat die HTC Vive ein FOV von 110° horizontal und 113° vertikal. An diesem Punkt ist die HTC Vive wieder im Vorteil und verspricht nach Grimm et al. (2013, S. 143) durch ein größeres FOV ein immersiveres Erlebnis als die Zeiss VR One Plus. Die Bildwiederholungsrate der HTC Vive beträgt 90 Hertz und befindet sich damit im Durchschnitt verglichen mit anderen Geräten auf dem HMD-Markt.

2.1.4 Virtuelle Welten – Unterschiede zwischen virtuellen Räumen und 360°-Videomaterial

Dieser Abschnitt soll aufzeigen, welche Unterschiede in der Nutzung einer VR im Vergleich zu 360°-Videomaterial bestehen. Zunächst werden die von Cruz-Neira definierten Aspekte dargestellt, welche eine VR ausmachen. Basierend auf den definierten Aspekten werden die beiden unterschiedlichen Varianten, VR und reale 360°-Aufnahmen, anhand der für das Erlebnis einer VR relevanten Aspekte miteinander verglichen. Basis liefern die definierten Aspekte auf denen ein Vergleich möglich ist. Anschließend, das 360°-Videomaterial im Fokus stehend, wird die Qualität des möglichen Erlebnisses eines Nutzers erläutert.

Nach Aussage von Cruz-Neira, siehe Abschnitt 2.1, zeichnet sich eine VR durch folgende Punkte aus:

- Immersion
- Interaktion des Nutzers mit der VR
- Multisensorische Wahrnehmung
- Der Nutzer steht im Mittelpunkt einer VR
- Dreidimensionale computergenerierte Umgebungen
- Technik, um diese Umgebungen zu erschaffen

Als wichtiger Aspekt in virtuellen Realitäten gilt die Immersion. Wie bereits erwähnt, behandelt diese Arbeit den Begriff Immersion nach Auffassung von Slater und Wilbur (1997), siehe Abschnitt 2.2.1. Ihrer Auffassung nach bestimmen die technologischen Charakteristika einer VR die Stärke der Immersion die der Anwender erleben kann. Der Aspekt der Interaktion ist ebenfalls von hoher Relevanz für den Vergleich. Die Möglichkeiten der Mensch-Computer-Interaktion haben zusätzlichen Einfluss auf die Immersion, durch entsprechendes Feedback des Computersystems auf die Handlungen des Nutzers, in die VR.

Eine VR kann nach dieser Auffassung unterschiedlich stark immersiv sein. Abhängig von der Qualität der VR können verschiedene Technologien hier Anwendung finden. Im Hinblick auf die VR-Ausgabegeräte könnten Unterschiede in der Qualität einer VR anhand der Quantität der bedienten Wahrnehmungskanäle gemessen werden. Als Hauptquelle, in der Wahrnehmung virtueller Welten, dienen die visuellen Reize. Entsprechende Ausgabegeräte wären beispielsweise HMDs (siehe Abschnitt 2.1.3). Qualitativ hochwertigere VRs können weitere Sinne bedienen, wie beispielsweise den auditiven und den haptischen Wahrnehmungskanal. Für diese Wahrnehmungskanäle gibt es spezifische Ausgabegeräte (vgl. Grimm et al., 2013, S. 154f.). Dementsprechend kann nach der Auffassung von Slater und Wilbur (1997) gesagt werden, dass eine VR umso immersiver ist desto mehr Ausgabegeräte Sinnesreize an die entsprechenden Wahrnehmungskanäle (visuelle, auditive und haptische Wahrnehmung) des Menschen adressieren. In einer dreidimensionalen computergenerierten VR können Mensch-Computer-Interaktionen stattfinden. Hier interagiert der Nutzer physisch, mit Hilfe von entsprechenden VR-Eingabegeräten, mit virtuellen Elementen. Die Interaktion zwischen Mensch und Computer kann beispielsweise durch Gesten, Bewegung und Spracherkennung geschehen (vgl. Roy & Schlemminger, 2014, S. 189). Der Nutzer beeinflusst durch seine Handlung (Interaktion) aktiv die VR. Er bekommt durch die Handlungen entsprechendes Feedback durch die Ausgabegeräte. „Die technisch

bedingten Faktoren Immersion und Interaktion unterstützen das Präsenzgefühl der NutzerInnen.“ (Roy & Schlemminger, 2014, S. 190). Der Begriff „Präsenz“ wird in Abschnitt 2.3.2 detailliert behandelt.

Nach der Auffassung von Slater und Wilbur (1997) könnte das Gefühl der Immersion bei Personen, die ein 360°-Video rezipieren ebenfalls hervorgerufen werden. Die Anwendbarkeit von immersiven VR-Ausgabegeräten, wie ein HMD, zur Bedienung des visuellen Wahrnehmungskanals und die Verwendung von Kopfhörern für die auditive Wahrnehmung der Umgebung im Video, sind hier ebenfalls möglich. Der Rezipient des 360°-Videos nimmt dieses folglich auch multisensorisch wahr. Ein gravierender Unterschied im Rezeptionserlebnis sind die fehlenden Möglichkeiten der Interaktion. Der Rezipient des 360°-Videos kann nicht in diesem Umfang mit der rezipierten Welt interagieren, wie ein Rezipient einer dreidimensionalen computergenerierten VR. Der Rezipient des 360°-Videos kann beispielsweise nicht über Gesten, Sprache und Bewegung des Körpers mit der wahrgenommenen Welt interagieren. Der Rezipient kann lediglich, mit Hilfe eines HMD, visuelles Feedback im Sinne der Änderung der Blickrichtung erhalten. Daher entfällt das Element Interaktion bei der Rezeption von 360°-Videos nahezu. Der Rezipient kann kaum Einfluss auf die Welt ausüben und nimmt sie hauptsächlich wahr. Dies stellt hinsichtlich des Rezeptionserlebnis im Vergleich zu einer dreidimensionalen computergenerierten VR einen Nachteil dar. Wie bereits erwähnt, verstärkt die Interaktion des Rezipienten mit der wahrgenommenen Umgebung das Präsenzgefühl in der VR (vgl. Roy & Schlemminger, 2014, 190).

Die Aspekte Immersion und Interaktion sind ausschlaggebend für das Präsenzgefühl eines Rezipienten, um sich in eine VR hineinversetzt zu fühlen. Die Faktoren um ein immersives Erlebnis zu ermöglichen, indem der Rezipient multisensorisch durch verschiedene VR-Ausgabegeräte auf entsprechenden Wahrnehmungskanälen angesprochen wird, können ebenfalls in einem kleineren Rahmen bei der Rezeption von 360°-Videos angewendet werden. Der Grund ist, dass das 360°-Video als VR-Modell nicht auf Handlungen reagieren kann wie ein computergeneriertes VR-Modell. Der Aspekt der Interaktion in Bezug auf die Rezeption von 360°-Videos kann nahezu vernachlässigt werden. Diese Tatsache bietet Rezipienten von 360°-Videos, bezüglich des Rezeptionserlebnisses, eine tendenziell weniger starke Wahrnehmung in der virtuellen Welt.

2.2 Rezeptionserlebnis

In diesem Abschnitt werden die Phänomene Immersion und das Flow-Erleben behandelt. Zunächst wird der Begriff Immersion definiert. Folgend werden unterschiedliche Theorien im Kontext der Immersion bezüglich der Rezeption von VR vorgestellt. Weiterführend werden die Determinanten für die Stärke der Immersion dargestellt. Im Anschluss des Abschnitts 2.2.1 wird das Flow-Erleben vorgestellt.

2.2.1 Immersion

Der Begriff Immersion ist aus dem lateinischen Terminus „immersio“ abzuleiten und wird vom Duden als „Ein- bzw. Untertauchen“ definiert. Im Kontext der Medienrezeption taucht der Rezipient in ein Medium ein, beispielsweise in ein Computerspiel. Jedoch kann Immersion auch bei anderen Medienformaten stattfinden, wie beispielsweise bei einem Buch oder Hörbuch. Diese können den Rezipienten dazu anregen seine Vorstellungskraft zu nutzen, wodurch die Nutzung der Vorstellung auch eine immersive Wirkung haben kann (vgl. Witmer & Singer, 1998, S. 227; Schuster, 2014, S. 87f.). Das Phänomen Immersion wird im Kontext dieser Arbeit in Bezug auf VR-Anwendungen, wie in Abschnitt 2.1 dargestellt, betrachtet.

Murray stellt anhand einer Metapher bezüglich des Eintauchens in Wasser die Erfahrung der Immersion folgend dar:

“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 air, that takes over all of our attention, our whole perceptual apparatus.” (Murray, 1999, S. 98f., zit. nach Schuster, 2014, S. 87).

Die Metapher die Murray nutzt um das Phänomen Immersion darzustellen, sagt aus, dass es sich bei immersiven Erlebnissen um eine psychologische Erfahrung handelt, welche den Nutzer in einen psychologischen Zustand versetzt. Dies suggeriert, dass der erzeugte psychologische Zustand auf einem subjektiven Empfinden basiert. Dieses subjektive Empfinden wird durch die Wahrnehmung seiner selbst in einer ihn umgebenden medial vermittelten Welt erzeugt (vgl. Bilandzic, 2014, S. 273). Dieses Phänomen, sich in einer medial vermittelten Welt präsent zu fühlen, wird mit dem aus dem englischen naheliegenden Begriff, Presence, beschrieben. Die Begriffe Immersion und Presence werden häufig gleichgestellt. Es gibt diesbezüglich unterschiedliche Auffassungen.

Auf der einen Seite gibt es die Auffassung, dass der Begriff Immersion und Presence gleichzusetzen sind. Der Fokus wird auf die wahrnehmungspsychologische Dimension

von immersiven Erfahrungen gelegt. Witmer & Singer (1998) sagen: "Immersion is a psychological state characterized by perceiving oneself to be enveloped by, included in, and interacting with an environment that provides a continuous stream of stimuli and experiences." (S. 227). Witmer & Singer beziehen sich im Kontext der Immersion auf den psychologischen Zustand, welcher sich durch kontinuierliche Stimulationen, ausgehend der medial vermittelten Welt und den Erfahrungen des Nutzers, bildet. Dieser psychologische Zustand basiert darauf, dass sich der Nutzer der VR sich in dieser wahrnimmt. Der Nutzer wird von der VR umgeben, einbezogen und interagiert mit ihr. Durch das Eintauchen in die VR hat der Nutzer das Gefühl dort zu sein, wodurch er sich von der realen Welt abgrenzt und somit keine Reize mehr aus dieser wahrnimmt. Das Präsenzgefühl (Presence) eines Nutzers innerhalb einer VR hängt nach der Auffassung von Witmer und Singer von dem erzeugten individuellen psychologischen Zustand (Immersion) und der Involviertheit (Involvement) ab. Witmer & Singer definieren die Involviertheit, im Kontext des Präsenzgefühls innerhalb einer VR, ebenfalls als einen psychologischen Zustand der daraus resultiert, wie stark ein Nutzer den gegebenen Stimulationen Aufmerksamkeit zukommen lässt (vgl. 1998, S. 227). Demnach hängt das subjektive Präsenzgefühl davon ab wie groß das Ausmaß des Aufmerksamkeitsfokus, im Sinne der Involviertheit, dem Eintauchen in die VR und dem interagieren mit ihr (Immersion) ist.

Auf der anderen Seite gibt es die Auffassung von Slater & Wilbur, welche sich in Bezug auf die Verwendung von den Begriffen Immersion und Präsenz im Vergleich zu der Auffassung von Witmer & Singer unterscheiden: „*Immersion* is a description of a technology, and describes the extent to which the computer displays are capable of delivering an inclusive, extensive, surrounding, and vivid illusion of reality to the sense of a human participant." (Slater & Wilbur, 1997, S. 604f.). Im Gegensatz zur vorherigen Auffassung wird der Begriff Immersion nach Slater & Wilbur von dem Präsenzgefühl (Presence) deutlich getrennt. In dieser Auffassung beschreibt die Immersion keinen psychologischen Zustand, sondern wird anhand der verwendeten Technik beschrieben. Der Grad der Immersion steht in direkter Verbindung mit der verwendeten Technologie im VR-System. Die Immersion ist demnach abhängig von der Qualität und Quantität der verwendeten Technologie im VR-System. Faktoren wären im Kontext dieser Auffassung bezüglich Immersion beispielsweise das Spektrum an bedienten Wahrnehmungskanälen des Menschen, die Qualität des Displays, die Größe des Sichtfelds und der grafische Realismus (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 605). Es wurden spezifische Merkmale definiert, um das verwendete VR-System innerhalb eines einzelnen Aspektes qualitativ einzuordnen, um somit der verwendeten Technologie einen gewissen Grad an Immersion zusprechen zu können: Inclusiveness (dt.: Grad der Eingeschlossenheit in der VR), Extensiveness (dt.: Umfang der Sinneswahrnehmungen

die bedient werden), Surrounding (dt.: Sichtfeld des Displays) und Vividness (dt.: die plastische Darstellung) (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 605). Hier beziehen sich Slater & Wilbur auf Steuer, in welcher er die für die Medientechnologie nötigen Eigenschaften definiert, die ein Präsenzgefühl bei dem Nutzer auslösen können (vgl. Steuer, 1992, S. 11). Die definierten Einflussfaktoren auf das Präsenzgefühl Vividness (dt.: Lebendigkeit, Anschaulichkeit) und Interactivity (dt.: Interaktivität), die Möglichkeiten des Nutzers mit der medial vermittelten Welt zu interagieren (vgl. Steuer, S.11ff.), bilden die Basis für die von Slater & Wilbur erarbeiteten Merkmale, welche zur Einstufung der Fähigkeiten der verwendeten Medientechnologie innerhalb eines VR-Systems genutzt werden. Diese Merkmale dienen dazu, um die Stärke der Immersion anhand einer objektiven Beschreibung der technischen Aspekte eines VR-Systems evaluieren zu können. Es folgt eine genaue Betrachtung der Merkmale von Slater & Wilbur (1997, S. 605), welche im Kontext dieser Arbeit für eine objektive Evaluation der technischen Aspekte des verwendeten VR-System relevant sind.

Inclusiveness: Der Aspekt Inclusiveness bezieht sich auf die Unterbrechung der Wahrnehmung von Reizen aus der realen Welt. Der Nutzer der VR nimmt bei perfekten Bedingungen die reale Welt nicht mehr wahr und lenkt die gesamte Aufmerksamkeit auf die VR. Die Reize der realen/physischen Welt werden durch computergenerierte Reize simuliert (visuell, auditiv, taktil, kinästhetisch) (vgl. Ellis, 1991, S. 321 ff.). Es wird Bezug auf die Arbeit von Held & Durlach genommen, in der herausgefunden wurde, dass das technische Gerät, beispielsweise ein HMD, frei von Signalen sein muss, die den Nutzer an die physische Existenz des Geräts erinnern (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 606). Diese Signale werden Kategorien zugeordnet, wobei die zwei folgenden für die vorliegende Arbeit von Relevanz sind: In Bezug auf die technischen Fähigkeiten wird auf die Bildwiederholrate verwiesen. Wenn keine angemessene Bildwiederholrate gegeben ist, wird dies als Störfaktor vom Nutzer wahrgenommen und hemmt das Präsenzgefühl (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 606). Die zweite Kategorie bezieht sich auf die physische Beschaffenheit des Geräts selber. Diese bezieht sich beispielsweise auf das Gewicht des Geräts, die Kabel, Tragekomfort etc. (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 606). Diese Kategorien wurden im Rahmen der Studie von Slater & Usoh erstellt (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 606).

Extensiveness: Der Aspekt Extensiveness bezieht sich auf die Anzahl der Wahrnehmungskanäle die vom Menschen durch virtuelle Reize stimuliert werden. Dies bezieht sich nicht nur auf die Quantität der Stimulationen, sondern ebenso auf die Qualität dieser. So beziehen sich Slater & Wilbur (1997) auf die Arbeit von Hendrix & Barfield. In dem durchgeführten Experiment wurden verschiedene Arten der Vertonung einer medial vermittelten Welt anhand der Reaktionen der Probanden verglichen und

hinsichtlich des Einflusses auf das Präsenzgefühl bewertet. Das Experiment von Hendrix & Barfield zeigte, dass ein räumliches Klangbild (engl.: spatialized Sound) zu einem stärkeren Präsenzgefühl geführt hat als ein nicht-räumliches Klangbild (engl.: nonspatialized sound) (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 607f.).

Surrounding: Surrounding bezieht sich auf das Sichtfeld des Nutzers auf die VR. Je größer das Display des HMD ist, umso immersiver ist das technische Gerät. Slater & Wilbur berufen sich auf die Arbeit von Hendrix & Barfield, in welcher sie die Manipulation des stereoskopischen Sehens mit Hilfe eines Stereodisplays und dessen Einfluss auf das Präsenzgefühl. Zusätzlich wurden Untersuchungen bezüglich des Sichtfeldes unternommen. Es stellte sich heraus, dass sowohl das stereoskopische Sehen als auch ein großes Sichtfeld das Präsenzgefühl signifikant positiv beeinflussen. Je größer das Sichtfeld des Probanden, gegeben durch das verwendete technische Gerät, desto stärker sei, laut Aussage der Probanden, das Präsenzgefühl gewesen (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 607).

Vividness: Der Aspekt Vividness bezieht sich auf die Auflösung der visuell dargestellten VR, die Wiedergabetreue von Tönen, die Qualität des Displays und die Reichhaltigkeit des visuellen Inhalts und dessen Realismus. Die Arbeit von Welch et al. ergab bei einer Untersuchung bezüglich des grafischen Realismus, dass das Präsenzgefühl stärker war umso realistischer die grafische Darstellung war (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 607).

Diese Aspekte können qualitativ und quantitativ unterschiedlich realisiert werden, wodurch diese direkten Einfluss auf die Dimension der Immersion des Nutzers haben (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 605). Immersion ist nach Auffassung von Slater & Wilbur eine objektivierbare und quantifizierte Beschreibung eines VR-Systems bezüglich der technischen Gegebenheiten (vgl. 1997, S. 605). Die dargestellten Aspekte beziehen sich auf das technische Ausgabegerät, es wurden jedoch noch zusätzlich das Matching (dt.: Übereinstimmung) und die Verwendung eines virtuellen Körpers (engl.: Virtual Body, VB) als wichtige Aspekte genannt, die Einflüsse auf das Präsenzgefühl haben (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 605). Welch et al. haben in ihrer bereits erwähnten Studie herausgefunden, dass eine Verzögerung zwischen Körperbewegung und visuellem Feedback ebenfalls ein beeinflussender Faktor hinsichtlich der Erzeugung des Präsenzgefühls ist. Es wurde herausgefunden, dass umso kongruenter die Körperbewegung mit dem visuellen Feedback stattfand, desto weniger wurde dies als störend seitens der Probanden empfunden, wodurch ein stärkeres Präsenzgefühl erzeugt wurde. Die Verwendung eines Virtual Body innerhalb einer VR stellen Slater & Wilbur ebenfalls als wichtigen Aspekt für die Erzeugung des Präsenzgefühls dar (vgl. S. 605). Dieser VB soll eine Verbindung zwischen Nutzer und der VR herstellen. Er repräsentiert den Nutzer innerhalb der VR und stellt die Handlungen von ihm nach. Der

Nutzer identifiziert sich mit dem VB aufgrund der kongruenten Bewegungen und dem Aspekt der Wahrnehmung innerhalb der VR. Der Nutzer nimmt seinen VB aus der egozentrischen Perspektive wahr (vgl. Slater & Wilbur, 1997, S. 605). Die bisher vorgeführten Aspekte der Immersion, die Einfluss auf die Erzeugung des Präsenzgefühls haben, werden von Slater, Usoh & Steed (1994) als externe Faktoren beschrieben, welche von dem verwendeten VR-System selbst determiniert werden (vgl. S. 131). Die vorliegende Arbeit versteht Immersion unter der Auffassung von Slater & Wilbur, um die zugrundeliegende Forschungshypothese anhand des theoretischen Hintergrunds der Definition von Immersion und der erhobenen Daten des Experiments zu verifizieren oder zu falsifizieren.

Das Präsenzgefühl wird von Slater & Wilbur (1997, S. 605f.), ähnlich wie bei Witmer & Singer (1998, S. 227), als ein psychologischer Status beschrieben, welcher dadurch ausgezeichnet ist, dass der Nutzer sich in einer VR wahrnimmt. Im Gegensatz zur Immersion, welche laut Slater & Wilbur keine individuelle Tendenz sei, sondern von den technischen Aspekten einer VR erzeugt wird, ist das Präsenzgefühl eine subjektive Erfahrung und somit von Immersion zu trennen. „Immersion can lead to *presence*, the participant's sense of “being there” in the virtual environment.” (Slater, Usoh & Steed, 1994, S. 131). Basierend auf der Definition von Slater & Wilbur trennen Schubert, Friedmann und Regenbrecht Immersion und das Präsenzgefühl folgendermaßen voneinander: “Although immersion is objectively quantifiable, presence [...] is a subjective experience and only quantifiable by the user experiencing it.“ (vgl. Schubert, Friedmann & Regenbrecht, 2001 S. 267). Hier wird deutlich, dass der Aspekt der Subjektivität nur in Bezug auf das Präsenzgefühl Anwendung findet. Neben den bereits aufgeführten Merkmalen zur objektiven Beschreibung bezüglich der technologischen Aspekte, welche als objektive Einflussfaktoren auf das Präsenzgefühl betrachtet werden, bestehen weitere Einflussfaktoren, die das Präsenzgefühl beeinflussen. Subjektive Einflussfaktoren, wie die individuellen Merkmale der Nutzer bezogen auf die Persönlichkeit und ihrer situativen Informationsverarbeitung, haben ebenso Einfluss auf die Stärke des Präsenzgefühls (vgl. Bilandzic, 2013, S. 284). Ein positiver Zusammenhang zwischen dem Präsenzgefühl und der Absorption konnte mehrfach nachgewiesen werden. Der Begriff Absorption beschreibt in diesem Kontext die Offenheit des Nutzers gegenüber Erfahrungen, die er mit seinen Sinnen sammelt (vgl. Bilandzic, 2013, S. 284). Ein weiterer Faktor der die räumliche Präsenz begünstigt, ist das visuell räumliche Vorstellungsvermögen des Nutzers (vgl. Bilandzic, 2013, S. 284). Weitere positive Zusammenhänge in Multimedia-Umgebungen konnten zwischen den Persönlichkeitsmerkmalen Extraversion, Impulsivität und der Selbstvergessenheit zum Präsenzgefühl herausgefunden werden. Das Persönlichkeitsmerkmal Selbstvergessenheit bezieht sich in diesem Kontext auf das Ausmaß des Nutzers sich

mit einer Sache identifizieren zu können. Die Fähigkeit des Nutzers sich auf eine Sache zu konzentrieren und sich somit gegenüber anderer Reize zu isolieren wird als Fokus bezeichnet. Diese Fähigkeit wurde ebenfalls als ein Persönlichkeitsmerkmal identifiziert, welches positiv im Zusammenhang mit dem Präsenzerleben steht (vgl. Laarni et al, 2004, S. 94). Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Präsenzgefühl dann auftritt, sobald der Rezipierende die Vermittlung des wahrnehmbaren (beispielsweise eine virtuelle Umgebung) durch die Medientechnologie ausblendet. Der Rezipierende richtet seine gesamte Wahrnehmung und Handlungsmöglichkeiten auf das Medium selbst (vgl. Bilandzic, 2013, S. 285).

2.2.2 Flow-Erleben

Das Flow-Erleben wurde als psychologisches Konstrukt von Csikszentmihalyi vorgestellt. Das Flow-Erleben bezieht sich auf das Phänomen, das Menschen in eine Aktivität versinken. Das Versinken bzw. Eintauchen in eine Aktivität weist ebenfalls immersive Tendenzen auf (vgl. Csikszentmihalyi, 1997, S. 29). Ein von Csikszentmihalyi genutztes Beispiel soll an dieser Stelle der Veranschaulichung als Beschreibung des Flow-Erlebens anhand des Skifahrens dienen:

“Imagine, for instance, that you are skiing down a slope and your full attention is focused on the movements of the body, the position of the skis [...] There is no room in your awareness for conflicts or contradictions you know that a distracting thought or emotion might get you buried facedown in the snow. And who wants to get distracted? The run is so perfect that all you want is for it to last forever, to immerse yourself completely in the experience.”
(Csikszentmihalyi, 1997, S. 29).

Das aufgeführte Beispiel von Csikszentmihalyi lässt sich auf jegliche Tätigkeit adaptieren, wie beispielsweise Tanzen, Malen oder Schach spielen. Die Person erfährt einen Zustand völliger Immersion, sie fokussiert sich intensiv auf die Tätigkeit und können diese kontrollieren und ausführen. Durch das völlige Eintauchen in die Tätigkeit scheint die Wahrnehmung der eigenen Person, der Umwelt und der Zeit auszusetzen (vgl. Bilandzic, 2013, S. 273). Der Handelnde empfindet die Ausübung der Tätigkeit trotz hoher Konzentration als mühelos und nicht belastend. Die Person fokussiert die gesamte Konzentrationskapazität auf ein eingegrenztes Stimulusfeld (Handlung) und entzieht somit der Umwelt jegliche Aufmerksamkeit (vgl. Bilandzic, 2013, S. 273).

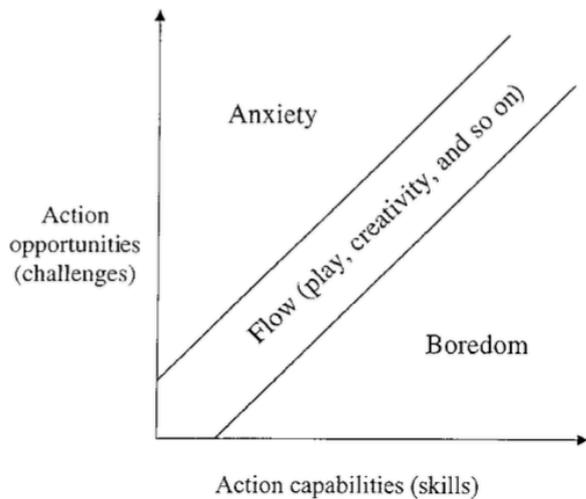


Abb. 2: Original Modell des Flow-Erlebens. Quelle: Nakamura, Csikszentmihaly, 2002, S. 94, In Snyder, Charles R., Lopez, Shane J. (Hrsg.). Handbook of positive psychology. S. 89-105.

Das Flow-Erleben ist abhängig von den eigenen Fähigkeiten an der Herausforderung gemessen. Sobald die Herausforderung die eigenen Fähigkeiten übersteigt verfällt die Person in Frustration, Enttäuschung oder Anspannung. Die Person ist überfordert. Übersteigen die eigenen Fähigkeiten der Anforderung zur Bewältigung der Herausforderung, ist die Person zwar zu Anfang entspannt, jedoch mündet dies in Langeweile durch Unterforderung. Erst sobald die eigenen Fähigkeiten optimal, gemessen an der Herausforderung, eingesetzt werden entsteht das Erlebnis von Flow, siehe Abbildung 2 (vgl. Csikszentmihalyi, 1997, S. 30). Die größte Bedeutung hat die sogenannte Passung zwischen der Herausforderung und der Fähigkeit, um diese bewältigen zu können. Die Stärke des Flows ist abhängig von der Passung, je besser diese ist umso stärker ist der Flow (vgl. Bilandzic, 2013, S. 274).

Das Phänomen des Flow-Erlebens findet auch Anwendung in Bezug auf die Mediennutzung. Das Konstrukt des Flow-Erlebens kann auf die Nutzung von Medien adaptiert werden, da charakteristische Zustände des Flow-Erlebens hier ebenfalls auftreten. Beispielsweise kann das Spielen eines Videospiele ebenfalls mit hoher Konzentration verbunden sein, der Spieler vergisst sich selber, die Zeit und nimmt die reale Welt durch das Flow-Erleben nicht mehr wahr. Die Konzepte der Anforderung einer Tätigkeit, der eigenen Fähigkeit und der daraus resultierenden Passung lassen sich auf die Mediennutzung, beispielsweise bei Videospiele, anwenden. Die Schwierigkeit der Tätigkeit wird durch Merkmale des Spiels bestimmt (Levels) und die Fähigkeit aus persönlichen Merkmalen (Übung, räumliches Vorstellungsvermögen etc.) (vgl. Bilandzic, 2013, S. 275). Der Aktionsraum verschiebt sich zwar von der Realen in die virtuelle Welt, doch bleibt der Fokus auf die Tätigkeit erhalten (vgl. Bilandzic, 2013, S. 285). „Damit ist

Flow bei der Mediennutzung nicht mehr zu unterscheiden von [...] Präsenz.“ (Bilandzic, 2013, S. 285).

2.3 Wahrnehmung des Menschen

In diesem Abschnitt wird die Wahrnehmung des Menschen betrachtet. Zunächst wird ein allgemeiner Einblick in die menschliche Informationsverarbeitung gegeben, um den Wahrnehmungsprozess zu verdeutlichen. Im Anschluss wird die visuelle Wahrnehmung intensiv behandelt, wobei der Fokus auf die Wahrnehmung räumlicher Tiefe gelegt wird. Hierbei werden die Tiefenhinweise dargestellt, die ein Mensch nutzt um räumliche Tiefe wahrzunehmen. Anschließend wird im Kontext des Experiments die Funktionsweise der Wahrnehmung räumlicher Tiefe in Verbindung mit VR-Systemen erläutert. Im Hinblick auf die Auswertung und Interpretation der erhobenen Daten des Experiments ist es essentiell die räumliche Wahrnehmung des Menschen innerhalb des angewandten VR-Systems in der Interpretation der erhobenen Daten als Faktor zur Beantwortung der Forschungsfrage zu berücksichtigen.

2.3.1 Menschliche Informationsverarbeitung

Zunächst soll kurz die Informationsverarbeitung des Menschen dargestellt werden. Um diese Darstellung kurz und simpel zu halten wird die menschliche Informationsverarbeitung als ein System gesehen. Dieses System unterteilt sich in die folgenden drei miteinander verbundenen eigenen Systeme: perzeptuelles, kognitives und motorisches System. Im Sinne einer Metapher können diese drei Systeme den Komponenten eines VR-Systems zugeordnet werden. Das perzeptuelle System wird als Eingabegerät, das kognitive System als Prozessor/Computersystem und das motorische System als Ausgabegerät gesehen (vgl. Dörner & Steinicke, 2013, S. 34).

Zunächst nimmt der Mensch Sinnesreize aus seiner Umgebung wahr, oder im Sinne der Metapher werden diese als Eingabe an das perzeptuelle System weitergegeben. Diese eingegebenen Sinnesreize werden anschließend wahrnehmungskanalspezifisch gefiltert und entsprechend weitergeleitet. Diese Sinnesreize werden dann im kognitiven System, oder im Sinne der Metapher, an den Rechner weitergeleitet. Dort werden die zuvor wahrgenommenen Sinnesreize verarbeitet. Im Anschluss werden die verarbeiteten Daten interpretiert und die Reaktion wird geplant. Die geplante Handlung wird dann im motorischen System in Form von Bewegung ausgeführt beziehungsweise im Sinne der Metapher als Reaktion ausgegeben (vgl. Dörner & Steinicke, 2013, S. 34.)

2.3.2 Visuelle Wahrnehmung räumlicher Tiefe

Im Kontext dieser Arbeit wird die visuelle Wahrnehmung mit ihren Mechanismen, die dem Menschen zur Verfügung stehen um räumliche Tiefe wahrzunehmen, behandelt. Es werden die Tiefeninformationen, die die räumliche Wahrnehmung innerhalb des im Experiment verwendeten Videos ausmachen, dargestellt und erläutert. Anschließend wird die Funktionsweise des Stereodisplays geschildert, um so die Wahrnehmung des Menschen innerhalb der VR theoretisch zu betrachten. Die Raumwahrnehmung der Probanden innerhalb des rezipierten Videos ist für die Interpretation der erhobenen Daten aus dem Experiment, hinsichtlich der Beantwortung der Forschungsfrage, von Relevanz.

Die visuelle Wahrnehmung räumlicher Tiefe des Menschen ist ein wahrliches Phänomen. Die subjektive Wahrnehmung der Umgebung deutet darauf hin, dass der Mensch dreidimensional seine Umwelt wahrnehmen kann, jedoch ist dies eine Illusion die das visuelle System des Menschen erzeugt. Der Mensch nimmt seine Umgebung und die Entfernungen von Objekten zweidimensional wahr. Dies bedeutet konkret, dass die Fähigkeit Entfernungen von Objekten wahrzunehmen auf einem zweidimensionalen Abbild der Szenerie auf der Netzhaut basiert. Da ein zweidimensionales Bild auf der Retina (Netzhaut), keinerlei Informationen bezüglich Entfernungen von Objekten beinhaltet, bedient sich der Mensch sogenannter Tiefenhinweise. Der Mensch erlebt diese Tiefenhinweise in drei Dimensionen, die ihm räumliche Tiefe in einer Szene signalisieren. Diese drei Dimensionen lassen sich in die folgenden Hauptgruppen unterteilen:

1. Okulomotorische Tiefenhinweise
2. Monokulare Tiefenhinweise
3. Binokulare Tiefenhinweise

Es folgt nun eine detailliertere Darstellung der genannten Hauptgruppen anhand konkreter Tiefenhinweise.

2.3.2.1 Okulomotorische Tiefenhinweise

Die okulomotorischen Tiefenhinweise entstehen bei den Vorgängen der Konvergenz und der Akkommodation. Die Konvergenz beschreibt die nach innen gerichtete Bewegung der Augen, die bei der Fixierung eines nahen Objektes erfolgt. Die Akkommodation ist die Anpassung bzw. die Veränderung der Form der Augenlinse, um Objekte in verschiedenen Entfernungen fokussieren zu können. Diese Tiefenhinweise kann der

Mensch aus diesen Vorgängen anhand des Fühlens deuten. Dies bedeutet konkret, dass der Mensch während der Fokussierung naher Objekte das Konvergieren beider Augen fühlt. Ebenso fühlt der Mensch während der Akkommodation die Veränderung der Augenlinse durch die Augenmuskeln (vgl. Goldstein, 2015, S. 226).

2.3.2.2 Monokulare Tiefenhinweise

Monokulare Tiefenhinweise umfassen okulomotorische Tiefenhinweise, wie die Akkommodation und bildbasierte Tiefenhinweise. Die bildbasierten Tiefenhinweise sind Quellen von Informationen räumlicher Tiefe, die mit nur einem Auge wahrgenommen werden können und die auf einem zweidimensionalen Bild, das auf der Retina abgebildet wird, basieren. Es folgt nun die Darstellung der unterschiedlichen monokularen bildbezogenen Tiefenhinweise.

Verdeckung: Die Verdeckung eines Objekts durch ein anderes ist ein Tiefenhinweis. Das verdeckte Objekt ist kaum bis teilweise nicht mehr sichtbar, wodurch es als weiter entfernt gesehen wird. Der Tiefenhinweis der Verdeckung gibt keine Informationen über die absolute Entfernung des Objekts. Der Betrachter kann nur eine relative Entfernung wahrnehmen (vgl. Goldstein, 2015, S. 227).

Relative Höhe: Die relative Höhe von Objekten im Blickfeld liefern Tiefenhinweise. Die Position von Objekten innerhalb des Gesichtsfelds lassen auf Distanzen schließen. Ist ein Objekt weiter oben im Gesichtsfeld positioniert und dessen Grundfläche liegt näher am Horizont, so wirkt es für den Betrachter als wäre das Objekt weiter entfernt (vgl. Goldstein, 2015, S. 227f.). „Dies bedeutet dass Objekte auf dem Boden umso weiter entfernt gesehen werden, desto höher sie im Gesichtsfeld sind [...]. Objekte am Himmel, die im Gesichtsfeld über dem Horizont liegen, erscheinen umso weiter entfernt, je *tiefer* (und horizontnäher) sie sich im Gesichtsfeld befinden [...].“ (Goldstein, 2015, S. 228).

Relative Größe: Die relative Größe zweier vermeintlich gleich großer Objekte liefern dem Betrachter ebenfalls einen Tiefenhinweis, sobald eines einen kleineren Bereich im Gesichtsfeld einnimmt. Aufgrund der Einnahme eines kleineren Bereiches im Gesichtsfeld des wahrgenommenen Objektes, schließt der Betrachter den Tiefenhinweis daraus, dass das kleinere Objekt weiter entfernt sein muss. Dieser Tiefenhinweis der relativen Größe beruht auf das Wissen über die physikalische Größe des Objekts (vgl. Goldstein, 2015, S. 228).

Perspektivische Konvergenz: Man stelle sich Eisenbahnschienen vor, die stets parallel zueinander verlaufen. Betrachtet man diese bis in die Ferne, so wirkt es als wenn

diese in Richtung des Horizonts zusammenlaufen und sich in einem weit entfernten Punkt schneiden. Die perspektivische Konvergenz wird häufig mit dem Tiefenhinweis der relativen Größe kombiniert, wenn beispielsweise auf einem Bild in der Ferne zusätzliche Objekte von bekannter physikalischer Größe neben Elementen perspektivischer Konvergenz zu erkennen sind (vgl. Goldstein, 2015, S. 228).

Atmosphärische Perspektive: Die atmosphärische Perspektive beinhaltet zwei Aspekte, die zu einer tiefen Wahrnehmung beitragen. Objekte, die weit entfernt sind, wirken durch diese große Distanz unscharf und sie erscheinen in einem leichten blauen Farbstich (vgl. Goldstein, 2015, S. 229). „Je weiter ein Objekt entfernt ist, desto mehr Luft und feine schwebende Partikel (Staub, Wassertröpfchen, durch Luftverschmutzung freigesetzte Teilchen) befinden sich zwischen uns und dem Objekt – und wir müssen durch diese getrübbte Luft hindurchblicken.“ (Goldstein, 2015, S. 229).

Texturgradient: Der Texturgradient nimmt mit zunehmender Distanz zu, d.h. das Elemente, die in einem Bild konstante Abstände zueinander aufweisen mit zunehmender Distanz dicht beieinander platziert wirken (vgl. Goldstein, 2015, S. 229).

2.3.2.3 Binokulare Tiefenhinweise

Das monokulare Sehen ermöglicht dem Menschen anhand von Tiefenhinweisen räumliche Tiefe wahrzunehmen, jedoch ist die monokulare Tiefenwahrnehmung qualitativ zur Tiefenwahrnehmung mit beiden Augen (binokulare Tiefenwahrnehmung) unterlegen (vgl. Goldstein, 2015, S. 232). Die binokulare Tiefenwahrnehmung wird als stereoskopisches Sehen oder Stereopsis bezeichnet. Zur Erklärung des stereoskopischen Sehens wird die Rezeption eines Films auf einer Kinoleinwand als Beispiel herangezogen.

Bei der Betrachtung eines Films auf einer Kinoleinwand in 2-D mag der Mensch zwar mit beiden Augen diesen ansehen, jedoch wird die Tiefenwahrnehmung hier von den monokularen Tiefenhinweisen bestimmt. Der Mensch nimmt beim Ansehen des 2-D Films mit beiden Augen trotzdem nur ein zweidimensionales Bild wahr, da die Leinwand des Kinos flach ist. Im Gegensatz zu 2-D-Filmen nimmt der Mensch bei der Betrachtung eines 3-D-Films zwei verschiedene Bilder wahr. Die 3-D-Technik sorgt dafür, dass der Mensch zwei individuelle leicht voneinander abweichende Bilder auf die jeweilige Netzhaut der beiden Augen abgebildet werden (vgl. Goldstein, 2015, S. 232). Dies ist notwendig, da beide Augen aus unterschiedlichen Blickwinkeln ein Objekt fixieren. Die räumliche Differenz der beiden unterschiedlichen Blickwinkel wird als binokulare Disparität bezeichnet (vgl. Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, 2000). Diese binokulare Disparität ermöglicht die dreidimensionale Tiefenwahrnehmung. Durch

die Verwendung der zuvor genannten Technik wird es dem Betrachter ermöglicht binokular Tiefe wahrzunehmen. Der Betrachter nimmt den Film dreidimensional wahr. Wie bereits erläutert, wird das stereoskopische Sehen durch die 3-D-Technik in Kinofilmen manipuliert, wodurch eine dreidimensionale Tiefenwahrnehmung möglich ist.

In Bezug auf VR kann das stereoskopische Sehen durch sogenannte Stereodisplays, ebenfalls wie bei 3-D-Filmen, manipuliert werden. Während der Rezeption einer VR wird so dem Nutzer eine dreidimensionale räumliche Tiefenwahrnehmung ermöglicht. Diese Stereodisplays produzieren ebenfalls zwei leicht voneinander abweichende Bilder für je ein Auge. Dadurch dass dem linken und dem rechten Auge eigene Bilder geboten werden, wird eine Querdiparität erzeugt, die dem natürlichen Betrachten nachempfunden ist. Die Bilder weichen in dem Maße voneinander ab, wie die unterschiedlichen Blickrichtungen der Augen eine Abweichung in der realen Wahrnehmung erzeugen würden (vgl. Goldstein, 2015, S. 237).

3 Forschungsfragen und Forschungshypothese

Im Rahmen der vorliegenden Bachelorarbeit wurde das Thema Virtual Reality im Format 360°-Video gewählt. Die Auswahl des Themas Virtual Reality wurde aufgrund des Interesses des Autors bezüglich neuer Medientechnologien gewählt. Das Interesse an dem Thema Virtual Reality stieg durch die Anwendbarkeit dieser Medientechnologie in unterschiedlichen Bereichen, wie beispielsweise im Gaming-Bereich. Durch die Erscheinung verschiedener Produkte, wie die HTC Vive oder die PS VR, wurde Virtual Reality für den privaten Haushalt attraktiver, was den Autor dazu veranlasste, sich im Rahmen seiner Bachelorarbeit mit dem Thema Virtual Reality auseinanderzusetzen. Infolge der Erscheinung von VR-Brillen wurden Videos in sozialen Netzwerken geteilt, in denen zu sehen war, wie die Nutzung dieser Medientechnologie Einfluss auf den Menschen hat. Nach Absprache mit dem Betreuer Prof. Dr. Andreas Hebbel-Seeger wurde die Untersuchung physiologischer Reaktionen des Menschen auf die Rezeption eines Mediums durch Nutzung eines HMDs im Vergleich zu Monitoren zum Thema dieser Bachelorarbeit. Basierend auf dem Untersuchungsgegenstand stellten sich folgende Forschungsfragen:

1. „Lässt sich der Immersionsgrad bei der Rezeption eines Mediums durch die Nutzung eines Head-Mounted-Display im Vergleich zu anderer Technik, wie Monitore, steigern?“

Basierend auf dieser Fragestellung wurde eine weitere Frage definiert, welche sich auf die Messung des Immersionsgrads in Relation zu den physiologischen Reaktionen des Menschen bezieht.

2. „Kann die Stärke der Immersion bei der Rezeption eines Mediums zwischen verschiedenen Ausgabegeräten anhand erhobener physiologischer Daten gemessen werden?“

Aus den beiden genannten Forschungsfragen wurde anschließend folgende Forschungshypothese abgeleitet:

Forschungshypothese: Die Immersion während der Rezeption eines Mediums ist durch die Nutzung eines Head-Mounted-Display im Vergleich zu Bildschirmen stärker.

Ziel dieser Arbeit ist es die zugrundeliegende Forschungshypothese zu verifizieren oder zu falsifizieren.

Hierzu wurden zunächst relevante Themen als theoretische Grundlage aufgeführt, um diese im Anschluss mit den Ergebnissen der Forschungsmethodik in Relation setzen zu können. Zur Generierung der nötigen physiologischen Daten wurde ein Experiment

durchgeführt. In den folgenden Kapiteln wird dargestellt, wie die Forschungsmethode geplant wurde und wie diese in der Praxis umgesetzt wurde. Anschließend werden die erhobenen Daten dargestellt und diese im Kontext der theoretischen Grundlagen interpretiert.

4 Empirie

In der vorliegenden Arbeit wurden Daten des menschlichen Verhaltens im Kontext der Forschungsfrage mithilfe von Techniken und Instrumenten erhoben. Durch den Bezug der Untersuchung zum menschlichen Verhalten wird die in dieser Arbeit durchgeführte empirische Untersuchung der empirischen Sozialforschung zugeordnet: „Unter *Empirischer Sozialforschung* wird eine Gesamtheit von Methoden, Techniken und Instrumenten zur wissenschaftlich korrekten Durchführung von Untersuchungen des menschlichen Verhaltens [...] verstanden.“ (Häder, 2015, S. 12). Die Grundmethoden empirischer Sozialforschung sind Befragungen, Beobachtungen und Inhaltsanalysen. Diese Grundmethoden werden in komplexen Forschungsdesigns ebenfalls verwendet (vgl. Häder, 2015, S. 345).

Bei der in dieser Arbeit angewandten Forschungsmethode handelt es sich um ein Experiment in Verbindung mit einer technisch vermittelten Beobachtung, um die physiologischen Reaktionen der Probanden in einer Aufnahme in Form eines Videos festzuhalten (vgl. Häder, 2015, S. 312). Die in diesem Experiment erhobenen Daten sind qualitative Daten, da diese „[...] interpretativ ausgewertet werden[...].“ (Bortz & Döring, 1995, S. 271).

4.1 Forschungsmethodisches Vorgehen

Das forschungsmethodische Vorgehen wird abhängig von der zugrundeliegenden Forschungsfrage bzw. der Forschungshypothese erarbeitet. Es stellte sich zunächst die Frage welche Forschungsmethode die nötigen Daten zur Verifizierung bzw. Falsifizierung der Forschungshypothese erbringen würden. Es wurde sich für die Durchführung eines Experiments entschieden, um Erkenntnisse über Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu erhalten (vgl. Eifler, 2014, S. 195). Ein Experiment zeichnet sich durch die Nutzung einer Vergleichs- und einer Experimentalgruppe aus. Es ist jedoch zu beachten, dass beide Gruppen eine äquivalente Struktur aufweisen (vgl. Häder, 2015, S. 347). Der Fokus liegt hier auf der Experimentalgruppe, da dieser Gruppe ein spezieller Stimulus hinzugefügt wird. Die Annahme besteht darin, dass der hinzugefügte experimentelle Stimulus Auswirkungen auf die Ergebnisse hat. Die Wahl eines Experiments als Forschungsmethode begründet sich hinsichtlich der Art der Daten, die erhoben werden müssen, um die Forschungshypothese beantworten zu können: Es müssen physiologische Daten der Probanden erhoben werden, was nur bei der Durchführung eines Experiments möglich ist, um im Kontext der Forschungshypothese die Auswirkungen unterschiedlicher Medientechnologien auf den physiologischen Zustand der Probanden analysieren zu können. So ist es möglich Unterschiede in Bezug auf die Stärke der Immersion aufzuzeigen. Es besteht die

Annahme, dass die physiologischen Parameter Herzschlagfrequenz und Geschwindigkeit als Indikatoren für die Stärke der Immersion angesehen werden können. Die Annahme besteht darin, dass bei genügend starker Immersion der Proband auf die visuellen und auditiven Sinnesreize der VR in dem Maße reagiert, als wenn dieser dieselbe Situation aus dem rezipierten Video in der physischen Welt erleben würde. Es wurde anschließend basierend auf der Annahme ein konkretes Konzept für das Experiment entwickelt, um entsprechende physiologische Daten zu erheben. Die Wahrnehmung eines Videos durch verschiedene Medientechnologien wird hierbei als grundlegendes Konzept genutzt. Zusätzlich zu der quantitativen Datenerhebung physiologischer Parameter, wurden qualitative Daten im Anschluss des Experiments in Form eines narrativen Gesprächs erhoben, welche auf Fragebögen festgehalten wurden. Ziel ist es die empirisch erhobenen Daten anhand der theoretischen Grundlagen zu interpretieren. Es folgt eine detaillierte theoretische Darstellung der Forschungsmethodik mittels der Art der Untersuchung, der Gültigkeit der Untersuchungsbefunde, der Art der Datenerhebung und der anschließenden Datenanalyse. Parallel wird die theoretische Darstellung in Bezug auf das durchgeführte Experiment konkretisiert.

Es handelt sich bei dem in dieser Arbeit durchgeführten Experiment um eine experimentelle Laboruntersuchung. Es bedarf einer Erklärung dieser beiden Begriffe, da diesbezüglich der Gültigkeit der Untersuchungsbefunde von Relevanz ist, welche sich anhand des Grads der internen und externen Validität bemessen lassen (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 53). Hinsichtlich der Bildung der Gruppen für das Experiment wurde experimentell vorgegangen. Die Probanden wurden per Zufallsprinzip ausgewählt und einer der beiden Gruppen zugeordnet. Es handelt sich hierbei um eine experimentelle Vorgehensweise, da die beiden Gruppen unterschiedliche sowie unabhängige Variablen aufweisen. Die unabhängigen Variablen stellen in diesem Kontext die Medientechnologie dar, welche zur Rezeption des Videomaterials genutzt wurde. Die erhobenen Daten bezüglich physiologischen Parametern (Herzfrequenz und Geschwindigkeit) bilden die abhängigen Variablen. Der experimentellen Vorgehensweise wird eine hohe interne Validität zugesprochen, da Kausalzusammenhänge durch die Verbindung zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen eindeutig interpretierbar sind (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 53ff.). Die Ergebnisse (physiologische Parameter) einer Gruppe lassen sich auf die unabhängigen Variablen (genutzte Medientechnologie) zurückführen, welche die Ursache für das Ergebnis darstellen. Das Experiment wurde in Räumlichkeiten durchgeführt, in denen der Untersuchungsleiter weitestgehend die Kontrolle über die Störfaktoren hatte. Aufgrund dieser Isolierung der Probanden von jeglichen Störfaktoren handelt es sich um eine Laboruntersuchung (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 57). Die Kontrolle über die

potentiellen Störfaktoren birgt eine hohe interne Validität, da Veränderungen in den abhängigen Variablen meistens ihren Ursprung in den unabhängigen Variablen finden (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 57). Laboruntersuchungen weisen jedoch im Gegenzug eine geringe externe Validität auf, da die Ergebnisse aus einer Laboruntersuchung nicht direkt auf reale Situationen generalisierbar sind (vgl. Bortz & Döring, 2006, S. 57).

Im Vorfeld der Erhebung der physiologischen Daten musste zunächst ein konkretes Forschungsdesign konzipiert werden. Hierzu wurden Überlegungen angestellt, wie die gewünschten Daten generiert werden können um diese in Relation mit den theoretischen Grundlagen setzen zu können. Bestand der Forschungshypothese ist, dass das Phänomen Immersion unterschiedlich stark während der Rezeption von Video-Material ist, abhängig von der Medientechnologie über welche das Video rezipiert wird. Um diesen Unterschied anhand gemessener physiologischer Daten beobachten zu können, wurde festgelegt, dass zwei Gruppen hierfür nötig sind. Eine Gruppe würde Video-Material über einen gewöhnlichen TV-Bildschirm rezipieren, die andere Gruppe rezipiert das identische Video jedoch über eine VR-Brille. Wie bereits in Abschnitt 2.2.1 erwähnt, wird bestimmten Medientechnologien, wie beispielsweise VR-Brillen, eine immersivere Tendenz zugesprochen als vergleichsweise einem TV-Bildschirm. Es musste nun das Video produziert werden, welches im Rahmen des Experiments von den Probanden beider Gruppen rezipiert werden sollte. Die erhobenen physiologischen Daten beider Gruppen sollen Erkenntnis über die erzeugte Stärke der Immersion in Abhängigkeit der genutzten Medientechnologie liefern.

4.1.1 Planung des Experiments

Das Video-Material das im Rahmen des Experiments den Probanden gezeigt werden sollte, zeigt einen Fahrradfahrer, der eine Strecke zurücklegt. Das Video wurde aus der Ego-Perspektive gedreht. Die Höhepunkte des Videos sind der Höhenanstieg und der darauffolgende Abstieg. Der An- und Abstieg im Video stellen hinsichtlich der Annahme, dass Immersion bei der Nutzung einer VR-Brille stärker ist, wichtige Punkte dar. Die Strecke wurde dahingehend ausgewählt, dass diese ausreichend starke Höhenunterschiede aufweist. Diese Punkte im Video sind relevant, da mit ihrer Wahrnehmung in der Rezeptionssituation der Probanden somit eine physiologische Reaktion provoziert werden soll. Es bestand die Annahme, dass sobald die Probanden im Video den Höhenanstieg bzw. -abstieg wahrnehmen, dies einen direkten Einfluss auf die physiologischen Parameter hat. Die Stärke des Einflusses auf diese Parameter wird durch die jeweilig erzeugte Immersion determiniert, so die Annahme. Das Video wurde mit einer 360°-Kamera der Marke 360Fly aufgenommen, damit die Gruppe, die eine VR-Brille nutzt, das Video in einer 360°-Ansicht rezipieren kann. Das aufgenommene Video

wurde in der markeneigenen Applikation auf einem Smartphone gespeichert, damit dieses anschließend auf dem Smartphone abgespielt werden kann. Das 360°-Video musste anschließend neu formatiert werden, um eine Wiedergabe auf einem TV-Bildschirm durchführen zu können.

Nachdem das Video produziert wurde mussten entsprechende technische Geräte beschafft werden. Es wurde für die Datenerhebung ein Ergometer-Fahrrad entgeltlich bei einem Verleih-Dienstleister bestellt. Dieses Ergometer-Fahrrad besaß einen Sensor zur Messung der Herzschlagfrequenz und zeigte die Geschwindigkeit des Probanden an. Die Stärke des Widerstands konnte ebenfalls eingestellt werden. Es musste zudem noch eine Kamera beschafft werden, um das Display des Ergometer-Fahrrads während der Zeit eines Durchlaufs aufnehmen zu können. Dies war der fehlenden Möglichkeit geschuldet, die Daten direkt vom Ergometer-Fahrrad über eine technische Schnittstelle generieren zu können. Es wurden neben den technischen Geräten für die Erhebung der Daten noch weitere Gerätschaften benötigt die für die Rezeption des Videos nötig waren, welche im Kontext des Experiments die unabhängigen Variablen darstellen. Es wurde ein HMD für die Gruppe VR angeschafft und ein TV-Bildschirm für die Gruppe Monitor. Das Experiment wurde in einem Büro-Raum auf dem Campus der Hochschule Macromedia, University of Applied Sciences, in Hamburg durchgeführt. Das bereitgestellte Büro war nicht öffentlich für die Studenten zugänglich, wodurch Störfaktoren wie Lärm minimiert wurden. Die ständige Verfügbarkeit des Büros garantierte für die Probanden gleiche Rahmenbedingungen.

Es haben insgesamt 93 Probanden an dem Experiment teilgenommen, wobei der Großteil männliche Probanden ausmacht. Es nahmen 66 männliche und 27 weibliche Probanden teil. Das Durchschnittsalter betrug 23 Jahre.

Von den insgesamt 93 Teilnehmern waren 51 Probanden in der Gruppe VR. Diese Gruppe hat das Video-Material in einem 360°-Videoformat mit Hilfe eines HMD rezipiert. In dieser Gruppe war die Geschlechterverteilung männlich dominiert. Es waren 37 Teilnehmer männlich und 27 weiblich.

Die Gruppe Monitor hatte 42 Probanden. Hier waren 29 Teilnehmer männlich und 13 weiblich. Diese Gruppe rezipierte das Video-Material über einen TV-Bildschirm.

Im folgenden Punkt wird die Durchführung des Experiments dargestellt. Zunächst wird der Prozess dargestellt, wie die nötigen Daten generiert wurden. Darauf folgend wird erläutert wie die erhobenen Daten aufgearbeitet wurden.

4.2 Durchführung des Experiments

Es folgt zunächst eine detaillierte Darstellung des Datenerhebungsprozesses. Nach der Darstellung der Datengenerierung wird die Aufarbeitung der erhobenen Daten erläutert.

4.2.1 Datengenerierung

Die Probanden für das Experiment wurden per Zufallsprinzip auf dem Campus akquiriert. Hierzu wurden Studenten zufällig angesprochen, ob Interesse an einer Teilnahme an einem Experiment bezüglich des Themas Virtual Reality besteht. Sobald der zukünftige Proband dies bestätigte, wurde dieser zum Raum geführt, wo das Experiment durchgeführt werden sollte. Nach dem Betreten des Raums wurde der Proband in das bevorstehende Experiment eingeführt. Er/Sie wurde über die Aufgaben unterrichtet und wie lange das Experiment dauern würde. Aufgabe des Probanden ist es ein Video anzuschauen und zeitgleich auf dem Fahrrad in die Pedale zu treten. Es wurde bei den Instruktionen besonders hervorgehoben, dass der Proband die Geschwindigkeit konstant halten soll. Der Proband wurde ebenfalls dahingehend informiert, dass physiologische Daten während der Durchführung erhoben werden und um welche Daten es sich handelt.

Nachdem die Instruktionen dem Probanden vermittelt wurden, wurde er gebeten Platz auf dem Ergometer-Fahrrad zu nehmen. Sobald das Ergometer-Fahrrad nach Belieben des Probanden eingestellt wurde, hat der Untersuchungsleiter den Herzschlagfrequenz-Sensor am Ohr des Probanden befestigt. Im Anschluss wurde die Stärke des Widerstands des Fahrrads eingestellt. Alle Probanden haben mit dem gleichen Widerstand von 25 Watt das Experiment durchgeführt.

Abhängig von der Gruppe unterscheiden sich im folgenden Schritt die Ausführungen. Probanden der Gruppe VR bekamen nun das HMD aufgesetzt, in dem das Smartphone kurz vor Start des Experiments eingeschoben wird. Zusätzlich wurden dem Probanden noch Kopfhörer aufgesetzt um ihn noch stärker von der realen Welt zu isolieren. So sollte die gesamte Wahrnehmung des Probanden auf das Medium konzentriert werden. Die Verwendung von Kopfhörern war aus dem Grund nötig, dass die Tonqualität der Lautsprecher des Smartphones nicht ausreichend war. Die Lautsprecher konnten zudem nicht die nötige Lautstärke produzieren, um ein gewöhnliches Tonerlebnis zu schaffen. Angaben zur technischen Beschaffenheit des im Experiment genutzten VR-Systems und seiner Komponenten wurden bereits in Abschnitt 2.1.2, 2.1.3 und 2.1.4 gemacht.



Abb. 3: Ein Proband der Gruppe VR während der Durchführung des Experiments. Quelle: eigenes Foto

Nachdem dem Probanden das HMD und die Kopfhörer aufgesetzt wurden, wurde das 360°-Video auf dem Smartphone geöffnet, jedoch noch nicht gestartet. Es wurde zunächst die Kamera, die auf das Display des Ergometer-Fahrrads mittels einer Vorrichtung ausgerichtet war, eingeschaltet um eine Aufnahme des Displays während des Experiments durchzuführen. Das 360°-Video wurde auf dem Smartphone gestartet, wobei zeitgleich die Aufnahme der Kamera gestartet wurde. Das Smartphone wurde mittels einer Vorrichtung in das HMD eingeschoben und der Proband konnte das Experiment starten. Der Proband hat zu Anfang des Videos acht Sekunden Zeit sich mit dem Video-Material und dem visuellen Feedback auf die Kopfbewegungen des Probanden vertraut zu machen, bevor die Person im Video auf dem Fahrrad losfährt. Sobald die Person im Video losfährt, fängt der Proband ebenfalls an in die Pedale zu treten.

Nachdem die Stärke des Widerstands am Ergometer-Fahrrad eingestellt wurde, wurde bei der Gruppe Monitor der TV-Bildschirm eingeschaltet und mittels eines HDMI-Kabels mit dem Computer, der das Video wiedergibt, verbunden. Der verwendete Monitor in diesem Experiment hat eine Größe von 32-Zoll in der Diagonale mit einer Auflösung von 1280 x 720 Pixeln. Folgend auf diesen Schritt wurde die Kamera eingeschaltet, um das Display aufzunehmen. Abbildung 4 zeigt einen Probanden der Gruppe Monitor während der Durchführung des Experiments. Anschließend wurde das Video gestartet und das Experiment begann.



Abb. 4: Ein Proband der Gruppe Monitor während der Durchführung des Experiments. Quelle: eigenes Foto

Nachdem das Experiment gestartet ist, hat der Untersuchungsleiter den Raum verlassen, um nicht als Störfaktor auf den Probanden einzuwirken. Dies wurde bei beiden Gruppen durchgeführt, um hier für gleiche Rahmenbedingungen zu garantieren. Während der fünfminütigen Durchführung des Experiments werden die physiologischen Daten mittels des Herzschlagfrequenz-Sensors und des Geschwindigkeitsmessers des Ergometer-Fahrrads gemessen und auf dem Display angezeigt. Die Kamera zeichnet dies mit einer Aufnahme des Displays auf. Sobald der Proband das Experiment beendet hat, wurde die Aufnahme der Kamera gestoppt und gespeichert. Zum Schluss hat der Proband einen Fragebogen ausgefüllt, wo Angaben zum Alter, Geschlecht und Häufigkeit des Sporttreibens innerhalb einer Woche getätigt. Auf diesem Fragebogen bekam jeder Proband eine eigene Bezeichnung. Die Bezeichnung setzt sich aus dem Kürzel der jeweiligen Gruppe (Gruppe Monitor: M, Gruppe VR: VR) und der chronologischen Reihenfolge der Probanden zusammen. Das aufgezeichnete Video wurde anschließend vom Speicher-Medium der Kamera auf einen Computer übertragen, um die Daten aus dem Video-Material in eine Excel-Tabelle zu übertragen.

Im folgenden Abschnitt wird die Aufarbeitung der generierten Daten dargestellt.

4.2.2 Aufarbeitung der Daten

Nachdem die Datenerhebungsphase abgeschlossen war, wurden die Daten aus den aufgenommenen Videos extrahiert. Hierzu wurden alle Videos der insgesamt 93 Probanden angeschaut und in einem Intervall von fünf Sekunden die relevanten Daten bezüglich Herzschlagfrequenz und Geschwindigkeit in eine Excel Tabelle eingefügt. Es wurde für jeden Probanden eine Excel-Tabelle angelegt. Es wurden 67 Datenpunkte angelegt, die jeweils nach dem Zeitpunkt im Video des Experiments benannt wurden. Zu jedem Datenpunkt wurden in zwei separaten Spalten die jeweiligen Daten bezüglich der Herzschlagfrequenz und der Geschwindigkeit angegeben. Basierend auf den extrahierten Daten wurden parameterspezifische Graphen angelegt. Abbildung 5 zeigt exemplarisch wie eine Excel-Tabelle für einen Probanden angelegt wurde.

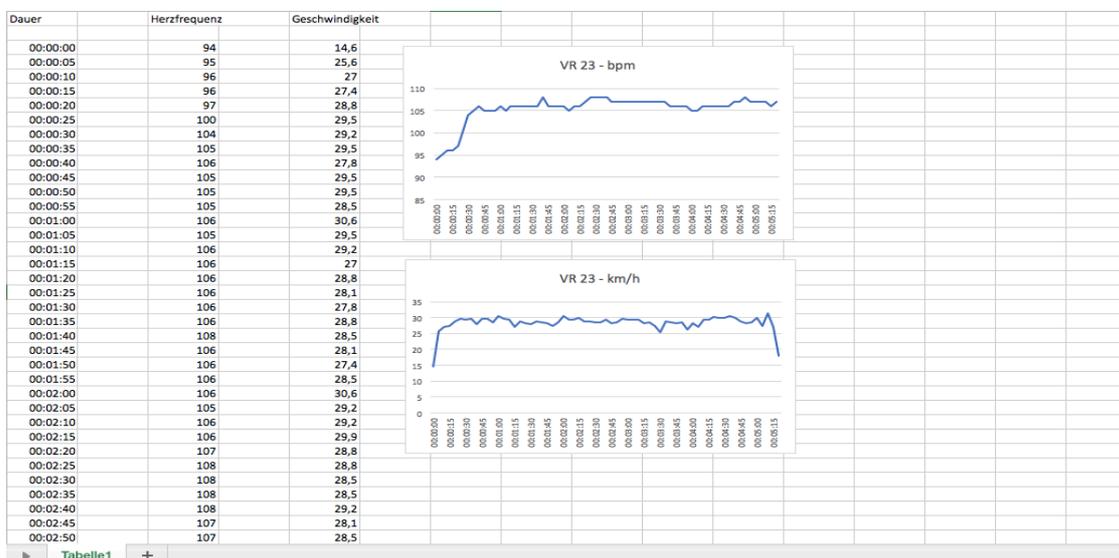


Abb. 5: Excel-Tabelle eines Probanden aus der Gruppe VR. Quelle: eigene Graphik

Nachdem alle Daten der 93 Probanden in einzelne Excel-Tabellen eingeführt wurden, wurden die Daten aller Probanden der Gruppe Monitor und der Gruppe VR in einer weiteren Excel-Tabelle zusammengeführt. Im folgenden Schritt wurden alle Daten der Probanden parameterspezifisch in einem Graphen zusammengeführt, um nach etwaigen Mustern zu suchen. Dies führte jedoch zu keinem Ergebnis.

Im folgenden Schritt wurden die Daten aller Probanden der Gruppe Monitor sowie der Gruppe VR parameterspezifisch zusammengeführt, sodass zu jedem Datenpunkt ein Mittelwert errechnet werden konnte. Das Ergebnis war ein Mittelwert zu jedem Datenpunkt, der auf den physiologischen Daten aller Probanden der jeweiligen Gruppe basiert. Es wurden somit die Mittelwerte für die Herzschlagfrequenz und die

Geschwindigkeit für die Gruppe Monitor und die Gruppe VR berechnet. Diese Werte sind absolute Werte. Diese Mittelwerte wurden als Basis zum Vergleich beider Gruppen hinsichtlich der Parameter genutzt. Hierzu wurden jeweils zwei Graphen erstellt, um einen Vergleich beider Gruppen hinsichtlich der Parameter, visuell darzustellen.

Im folgenden Abschnitt werden die erhobenen physiologischen Daten detailliert dargestellt.

4.3 Datendarstellung

Dieser Abschnitt stellt die erhobenen Daten im Detail dar. Hierzu werden zunächst die Daten der Gruppe Monitor und der Gruppe VR separat dargestellt. Anhand von Graphiken werden die Daten dargestellt und beschrieben. Es werden die absoluten Werte jedes Parameters dargestellt. Auf die separate Darstellung der Gruppen folgt die Gegenüberstellung beider Gruppen hinsichtlich der Parameter, um einen visuellen Eindruck zu bekommen, wie sich die Parameter im Verlauf des Videos entwickelt haben.

4.3.1 Gruppe Monitor

Es werden zuerst die absoluten Werte der erhobenen physiologischen Daten dargestellt. Hierzu werden zwei Graphen genutzt, welche basierend auf den erhobenen Daten erstellt wurden, um beide Parameter darzustellen. Folgend auf die Darstellung der absoluten Werte werden die Reaktionen der Probanden betrachtet. Die vorgeführten Graphiken basieren auf der Aggregation der Mittelwerte aller Probanden.

Der folgende Abschnitt stellt die Daten der absoluten Werte beider Parameter dar.

4.3.1.1 Darstellung der absoluten Werte des Parameters Herzschlagfrequenz

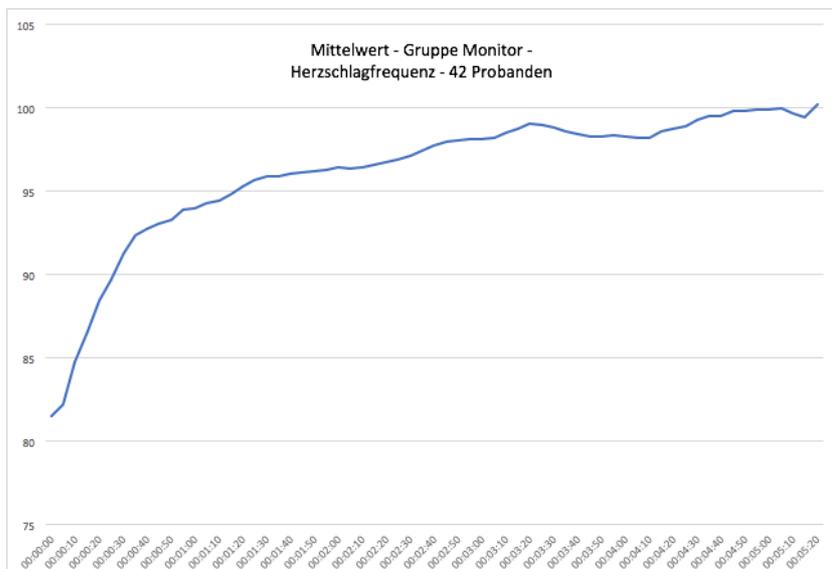


Abb. 6: Mittelwert der absoluten Werte des Parameters Herzschlagfrequenz der Gruppe Monitor. Quelle: eigene Graphik

Am Anfang ist ein rasanter Anstieg der Herzschlagfrequenz zu erkennen. Vom Datenpunkt 00:00:00 bis 00:00:35 steigt der Wert von 81 bis 92 Schläge pro Minute, somit ist dies ein Anstieg von 11 Schlägen pro Minute innerhalb von 35 Sekunden. Ab diesem Punkt flacht der Anstieg etwas in seiner Intensität ab. Vom Datenpunkt 00:00:35 bis 00:01:30 bleibt das Niveau des Anstiegs relativ konstant. In diesem Zeitraum steigt der Wert von 92 Schlägen pro Minute bis auf einen Wert von 95 Schlägen pro Minute. Ab dem Datenpunkt 00:01:30 flacht der Anstieg in seiner Intensität bis zum Datenpunkt 00:02:00 weiter ab. Hier ist ein Anstieg von 95 auf 96 Schläge pro Minute in einem Zeitraum von 30 Sekunden zu verzeichnen. Vom Datenpunkt 00:02:00 bis Datenpunkt 00:02:45 ist visuell zunächst ein minimaler Abstieg zu erkennen, welche in einem Aufstieg bis zum zuletzt genannten Datenpunkt endet. Zwischen den Datenpunkten 00:02:45 und 00:03:05 bleibt das Niveau konstant. Ab diesem Zeitpunkt ist ein Anstieg zu erkennen bis zum Datenpunkt 00:03:20. In diesem Zeitraum steigt der Wert von 98 zu 99 Schlägen pro Minute. Ab 00:03:20 ist ein Abstieg zu erkennen. Dieser hält bis zum Datenpunkt 00:04:10 an. Der Wert sinkt von 99 auf 98 Schläge pro Minute. Bis zum Datenpunkt 00:04:45 ist ein Anstieg zu verzeichnen. Der Wert steigt auf 99 Schläge pro Minute an. Dieses Niveau bleibt bis zum Datenpunkt 00:05:05 konstant. Bis zum Datenpunkt 00:05:15 sinkt der Wert zum letzten Mal um einen Schlag pro Minute und steigt von da wieder auf ein Niveau von 100 Schlägen pro Minute bis zum Ende des Experiments an.

Es folgt eine detaillierte Darstellung der absoluten Werte bezüglich des Parameters Geschwindigkeit in der Einheit km/h.

4.3.1.2 Darstellung der absoluten Werte des Parameters Geschwindigkeit

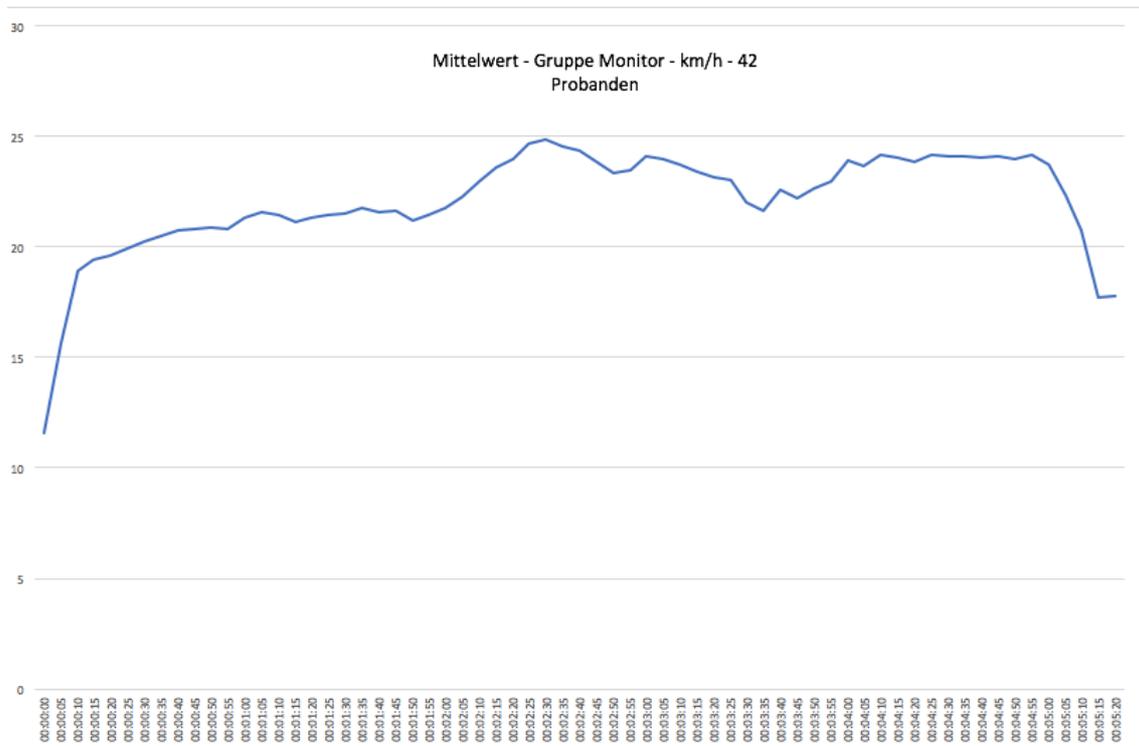


Abb. 7: Mittelwert der absoluten Werte des Parameters Geschwindigkeit der Gruppe Monitor. Quelle: eigene Graphik

Vom Datenpunkt 00:00:00 bis 00:00:10 ist ein Anstieg bis auf 18km/h zu sehen. Bis zum Datenpunkt 00:00:20 ist ein konstanter Anstieg bis auf 20 km/h zu verzeichnen, welcher bis zum Datenpunkt 00:00:55 nicht weiter ansteigt. Es folgt ein leichter Anstieg um ein km/h bis zum Datenpunkt 00:01:05 auf ein Niveau von 21,5 km/h. Dieses Niveau sinkt bis zum Datenpunkt 00:01:15 auf einen Wert von 21 km/h. In dem Zeitraum von 00:01:15 bis 00:01:35 ist eine leichte Steigung von einem km/h zu erkennen, auf einen Wert von 22 km/h. Ab hier ist ein Abstieg bis zum Datenpunkt 00:01:50 auf das Niveau 21 km/h zu verzeichnen. Im Zeitraum von 00:01:50 bis 00:02:30 ist ein deutlicher Anstieg der Geschwindigkeit zu sehen. Der Wert steigt von 21km/h auf 25 km/h. Hier wurde der Höhepunkt erreicht. Dieser Höhepunkt ist von einem Abfall der Geschwindigkeit gefolgt, welcher bis zum Datenpunkt 00:02:50 anhält. Die Geschwindigkeit sank von 25 km/h auf 23 km/h. Nach diesem Abstieg folgte ein leichter Aufstieg der Geschwindigkeit bis zum Datenpunkt 00:03:00 auf einen Wert von 24 km/h. Es folgt ein Abfall der Geschwindigkeit

bis zum Datenpunkt 00:03:25 auf einen Wert von 23 km/h, welcher ab zuletzt genannten Datenpunkt stärker wird. Bis zum Datenpunkt 00:03:35 hält der Abstieg an und mündet in einem Wert von 21,5 km/h. Es folgt ein kurzer Anstieg der Geschwindigkeit bis zum Datenpunkt 00:03:40 auf einen Wert von 22,5 km/h, gefolgt von einem Abstieg auf 22 km/h in einem Zeitraum von fünf Sekunden. Die Geschwindigkeit nimmt ab hier bis zum Datenpunkt wieder zu. Es wird ein Wert von 24 km/h erreicht. Der darauffolgende Datenpunkt zeichnet einen Abfall der Geschwindigkeit auf einen Wert von 23,5 km/h auf, welcher wieder im nächsten Datenpunkt auf ein Niveau von 24 km/h ansteigt. Bis zum Datenpunkt 00:04:55 bleibt das Niveau der Geschwindigkeit auf einem Wert von 24 km/h. Ab hier beginnt der finale Abstieg bis zum Datenpunkt 00:05:15. Dieser Abstieg endet bei einem Geschwindigkeitswert von 18 km/h.

4.3.2 Gruppe VR

Im folgenden Abschnitt werden die absoluten Werte beider Parameter der Gruppe VR dargestellt.

4.3.2.1 Darstellung der absoluten Werte des Parameters Herzschlagfrequenz

In diesem Abschnitt werden zunächst die absoluten Werte der erhobenen physiologischen Daten bezüglich der Parameter Herzschlagfrequenz und Geschwindigkeit dargestellt. Anschließend werden die Reaktionen der Probanden im Bereich der beiden Parameter anhand von Graphiken dargestellt.

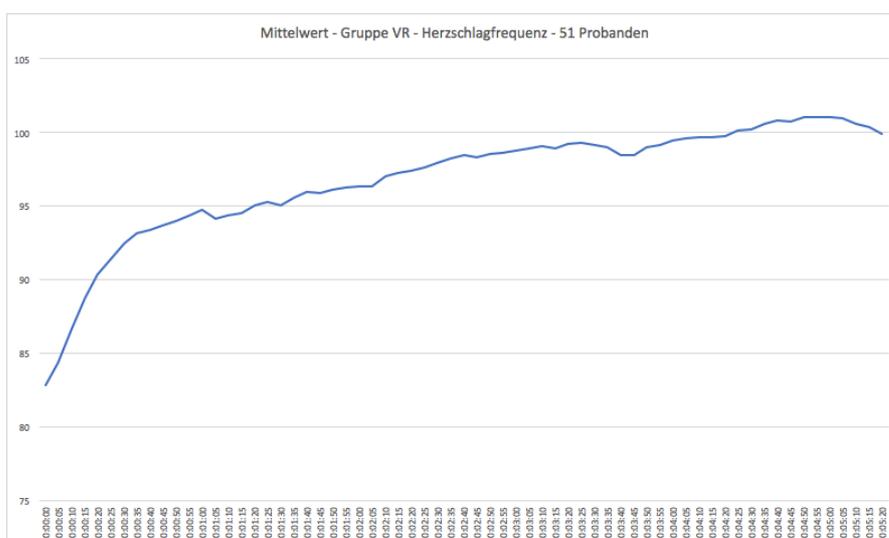


Abb. 8: Mittelwert der absoluten Werte des Parameters Herzschlagfrequenz der Gruppe VR. Quelle: eigene Graphik

Zu Anfang ist ein starker Anstieg der Herzschlagfrequenz zu sehen. Vom Datenpunkt 00:00:00 bis 00:01:00 ist ein Anstieg von einem Wert von 83 bis 95 zu verzeichnen. Dieser Aufschwung ist von einem kleinen Abstieg gefolgt. Der Wert sinkt von 95 auf 94 Herzschläge pro Minute von Datenpunkt 00:01:00 bis 00:01:05. Ab diesem Zeitpunkt steigt der Wert der Herzschlagfrequenz langsam weiter an. Ab Datenpunkt 00:01:05 steigt der Wert von 94 auf 95 bis zum Datenpunkt 00:01:25 an. Hier folgt ein kleiner Einbruch an Datenpunkt 00:01:30, wo jedoch direkt im Anschluss ein Aufwärtstrend einsetzt. Zwischen den Datenpunkten 00:01:30 und 00:03:25 verändert sich der Wert der Herzschlagfrequenz von 95 auf 99 Schläge pro Minute. Der Wert nimmt ab Datenpunkt 00:03:30 bis 00:03:40 von 99 auf 98 Schläge pro Minute ab, im Anschluss steigt der Wert jedoch wieder an. Im Zeitraum von 00:03:45 bis 00:05:00 nimmt der Wert nochmals von 98 bis 101 Schlägen pro Minute zu. Ab Datenpunkt 00:05:05 nimmt die Herzschlagfrequenz wieder ab. Bis Datenpunkt 00:05:20 ist der Wert von 101 auf 99 Schläge pro Minute gesunken.

4.3.2.2 Darstellung der absoluten Werte des Parameters Geschwindigkeit

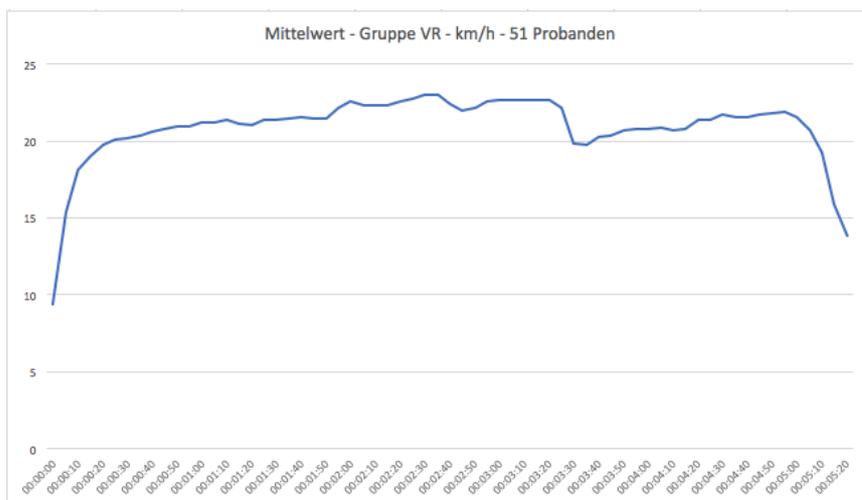


Abb. 9: Mittelwert der absoluten Werte des Parameters Geschwindigkeit der Gruppe VR. Quelle: eigene Graphik

Zu Anfang ist ein starker Anstieg der Geschwindigkeit zu sehen. Dieser hält von Datenpunkt 00:00:00 bis 00:00:25 an. In diesem Zeitraum steigt die Geschwindigkeit von 9 km/h auf 20 km/h an. Die Geschwindigkeit nimmt weiter zu, jedoch nicht in dem Maße wie zuvor. Ab dem Datenpunkt 00:00:30 bis 00:01:10 nimmt die Geschwindigkeit weiter zu. Hier ändert sich die Geschwindigkeit von 20 km/h auf 21 km/h. Es folgt eine Reduzierung der Geschwindigkeit ab Datenpunkt 00:01:10 bis 00:01:20. Hier nimmt die Geschwindigkeit um 0,3 km/h ab. Anschließend bleibt das Niveau von 21,5 km/h bis zum

Datenpunkt 00:01:50 erhalten. Ab Datenpunkt 00:01:50 bis 00:02:00 ist eine erkennbare Zunahme der Geschwindigkeit zu sehen. Hier steigt die Geschwindigkeit von 21,5 km/h auf 22,5 km/h an. Bis zum Datenpunkt 00:02:35 steigt die Geschwindigkeit langsam weiter auf einen Wert von 23 km/h an. Es folgt eine Reduzierung der Geschwindigkeit ab dem Datenpunkt 00:02:35 und hält bis 00:02:45 an. Die Geschwindigkeit ändert sich von 23 km/h auf 22 km/h. Das Niveau steigt auf eine Geschwindigkeit von 22,5 km/h an und bleibt im Zeitraum von 00:02:55 bis 00:03:20 gleich. Ab hier nimmt die Geschwindigkeit erkennbar ab. Die Abnahme der Geschwindigkeit hält bis zum Datenpunkt 00:03:35 an, wobei die Geschwindigkeit von 22,6 km/h auf 19,7 km/h gesunken ist. Es folgt ein Anstieg der Geschwindigkeit ab dem Datenpunkt 00:03:35 bis 00:04:05. Die Geschwindigkeit steigt von 19,7 km/h auf 20,9 km/h an. Es folgt eine kurzzeitige Abnahme der Geschwindigkeit bis zum Datenpunkt 00:04:10 auf einen Wert von 20,6 km/h, ab hier steigt die Geschwindigkeit jedoch wieder bis zum Datenpunkt 00:04:55 an. Die Geschwindigkeit nimmt von 20,6 km/h auf 21,9 km/h zu. Ab zuletzt genannten Datenpunkt verringert sich die Geschwindigkeit bis zum Ende des Experiments. Vom Zeitpunkt 00:04:55 bis 00:05:20 nimmt die Geschwindigkeit von 21,9 km/h auf 13,8 km/h ab.

4.3.3 Gegenüberstellung der Gruppe VR und Gruppe Monitor

Es werden im folgenden Abschnitt die Gruppe VR und die Gruppe Monitor verglichen. Dieser Vergleich findet auf der Basis von Graphiken statt, welche anhand der empirisch erhobenen Daten aus dem Experiment erstellt wurden. Es werden die Parameter Herzschlagfrequenz und Geschwindigkeit beider Gruppen im direkten Vergleich in jeweils einer Graphik dargestellt.

4.3.3.1 Vergleich des Parameters Herzschlagfrequenz

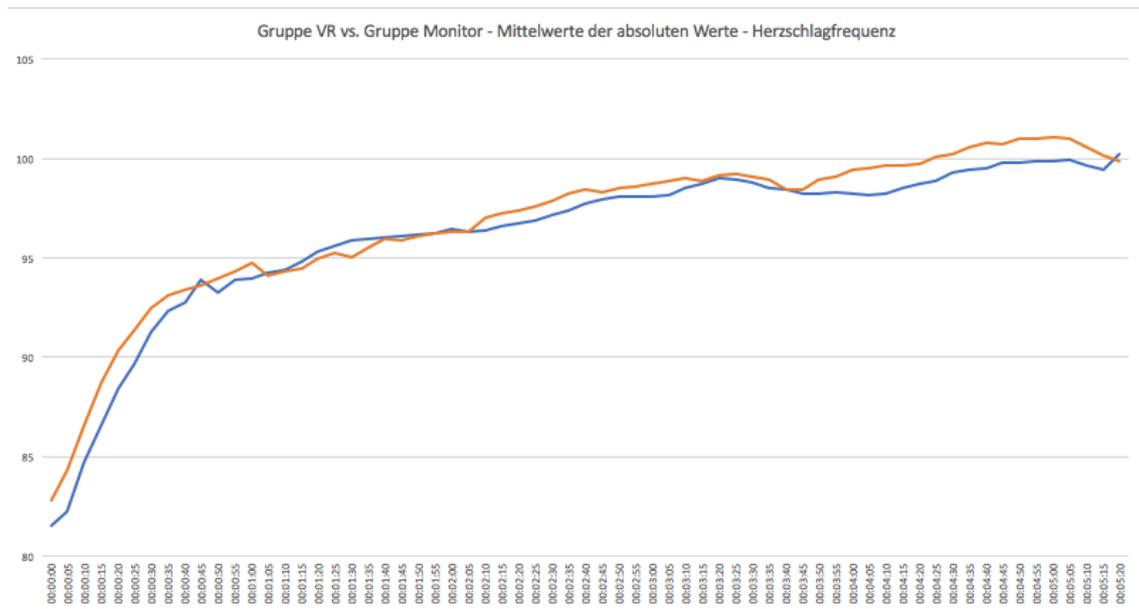


Abb. 10: Vergleich des Parameters Herzschlagfrequenz durch Gegenüberstellung beider Gruppen. Quelle: eigene Graphik

Die Graphik in Abbildung 10 stellt graphisch den Verlauf der Herzschlagfrequenz der Gruppe VR und der Gruppe Monitor dar. Die Gruppe VR wird in der Abbildung durch die orange Linie dargestellt, die Gruppe Monitor stellt die blaue Linie dar.

Die erste Auffälligkeit ist, dass beide Gruppen sich im Zeitraum 00:00:00 bis 00:00:40 in der Ausprägung der Werte unterscheiden. Die Gruppe VR startet bei Datenpunkt 00:00:00 mit einem Wert von 83 Schlägen pro Minute, die Gruppe Monitor mit einem Wert von 82 Schlägen pro Minute. Die Differenz beträgt zu diesem Zeitpunkt 1. Diese Differenz vergrößert sich auf 2 Schläge pro Minute zugunsten der Gruppe VR. Diese Differenz bleibt erkennbar bis zum Datenpunkt 00:00:35 konstant. Ab Datenpunkt 00:00:40 nähern sich die Kurven beider Gruppen an, bis diese sich zum ersten Mal an Datenpunkt 00:00:45 schneiden. Hier weisen beide Gruppen einen Wert von 94 Schlägen pro Minute auf. Kurzzeitig übersteigt der Wert der Gruppe Monitor den Wert der Gruppe VR zwischen Datenpunkt 00:00:45 und 00:00:50. Ab hier flacht die Kurve der Gruppe Monitor jedoch wieder unter das Niveau der Gruppe VR ab. Zum Zeitpunkt 00:00:50 weist die Gruppe VR einen Wert von 94 und die Gruppe Monitor einen Wert von 93 auf. Im Zeitraum von 00:00:50 bis 00:01:00 weist die Gruppe VR eine höhere Herzschlagfrequenz auf, bis die beiden Gruppen sich erneut schneiden. In diesem Zeitraum entwickelt sich der Wert der Gruppe VR von 94 zu 95 Schlägen pro Minute, der Wert der Gruppe Monitor flacht zunächst auf 93 ab und steigt auf 94 Schläge pro Minute

an. Die Gruppe VR erfährt eine negative Entwicklung ab Datenpunkt 00:01:00 mit einer Entwicklung von 95 zu 94 Schlägen zum Datenpunkt 00:01:05. Die Gruppe Monitor weist zum Datenpunkt 00:01:00 eine kontinuierliche positive Entwicklung der Kurve auf, wodurch beide Gruppen sich zum Zeitpunkt 00:01:05 schneiden.

Im Zeitraum 00:01:05 bis 00:01:50 ist visuell erkennbar, dass die Gruppe Monitor höhere Werte im Vergleich zur Gruppe VR aufweist. Die Kurve der Gruppe Monitor verläuft seicht, wohingegen die Kurve der Gruppe VR kantig verläuft. Die Gruppe VR weist zudem auch nicht eine kontinuierliche positive Entwicklung der Kurve auf, wie die Gruppe Monitor, sondern weist auch einen Fall der Kurve auf. Während die Gruppe Monitor bei Datenpunkt 00:01:25 einen Wert von 96 Schlägen pro Minute und einen weiterführenden Aufstieg aufweist, erfährt die Gruppe VR einen einsetzenden Fall ihrer Kurve zum Zeitpunkt 00:01:25. Der Wert der Gruppe VR fällt auf 95 Schläge pro Minute.

Bei Datenpunkt 00:02:05 schneiden beide Kurven sich erneut. Hier weist die Gruppe VR einen kantigen Anstieg der Kurve auf, wobei die Gruppe Monitor zu diesem Zeitpunkt nicht solch einen Aufstieg der Kurve liefert. Der Wert der Gruppe VR steigt zum Datenpunkt 00:02:10 von 96 auf 97 Schläge pro Minute an. Der Wert der Gruppe Monitor bleibt auf gleichem Niveau. Erkennbar ist, dass nach dem Aufstieg der Kurve der Gruppe VR bei Datenpunkt 00:02:10 der Abstand zwischen beiden Kurven bis zum Datenpunkt 00:02:40 konstant bleibt. Während die Gruppe Monitor eine konstante positive Entwicklung der Kurve zwischen den Datenpunkten 00:02:10 und 00:02:40 mit einer Wert-Entwicklung von 96 zu 97 aufweist, erfährt die Gruppe VR ab Datenpunkt 00:02:40 eine negative Entwicklung der Kurve. Diese Entwicklung hält bis zum Datenpunkt 00:02:45 an, welche von einem Aufschwung der Kurve gefolgt wird. Die Differenz zum Zeitpunkt 00:02:45 beider Gruppen beträgt 0,3 zugunsten der Gruppe VR. Der weitere Verlauf beider Kurven verläuft weitestgehend konstant bis zum Datenpunkt 00:03:05. An diesem Punkt weist die Gruppe VR einen Wert von 99 und die Gruppe Monitor einen Wert von 98 auf. Zu diesem Zeitpunkt beginnt ein Aufschwung der Kurve der Gruppe Monitor, wobei die Kurve der Gruppe VR mit gleichem, jedoch nicht so starkem Niveau wie dem der Gruppe Monitor, weiter steigt. Durch den verstärkten Anstieg der Kurve der Gruppe Monitor und einem leichten Abfall der Kurve der Gruppe VR nähern sich beide Kurven zum Zeitpunkt 00:03:20 an. Der Unterschied beider Werte beträgt hier 0,1 zugunsten der Gruppe VR. Auffällig an diesem Datenpunkt ist, dass beide Gruppen eine negative Entwicklung der jeweiligen Kurve vorweisen, wobei die Gruppe VR jedoch bis zum Datenpunkt 00:03:35 über der Kurve der Gruppe Monitor bleibt. Ab dem Zeitpunkt 00:03:35 fällt die Kurve der Gruppe VR in einem stärkeren Ausmaß als die der Gruppe Monitor, wodurch sich beide Gruppen wieder zum Zeitpunkt 00:03:40 schneiden und einen Wert von 98 Schläge pro Minute aufweisen.

Ab dem Zeitpunkt 00:03:40 erfährt die Kurve der Gruppe VR einen Aufschwung, der diese dauerhaft für den restlichen Verlauf des Experiments über der Kurve der Gruppe Monitor ansiedelt. Die Kurve der Gruppe VR steigt in einer stärkeren Tendenz an als die Kurve der Gruppe Monitor, was zum Zeitpunkt 00:04:10 deutlich wird. Dieser Punkt weist die größte Differenz beider Gruppen auf. Die Differenz beträgt hier bei Werten von 99,6 (VR) und 98,2 (Monitor) 1,4 Schläge pro Minute. Nach Datenpunkt 00:04:10 verlaufen beide Kurven parallel zueinander bis zum Punkt 00:05:15. Die Gruppe Monitor deutet hier noch einmal einen Aufschwung an, wobei die Gruppe VR einen vorher eingesetzten Abwärtstrend weiterverfolgt.

Die Höchstwerte der Gruppen betragen 101 Schläge pro Minute auf der Seite der Gruppe VR und 100 Schläge pro Minute seitens der Gruppe Monitor. Abschließend ist festzuhalten, dass die Gruppe VR überwiegend höhere Werte als die Gruppe Monitor aufweist. Neben den höheren Werten ist festzustellen, dass die Reaktionen im Vergleich zur Gruppe Monitor abrupter, was graphisch als „zackig“ erkennbar ist, sind.

4.3.3.2 Vergleich des Parameters Geschwindigkeit

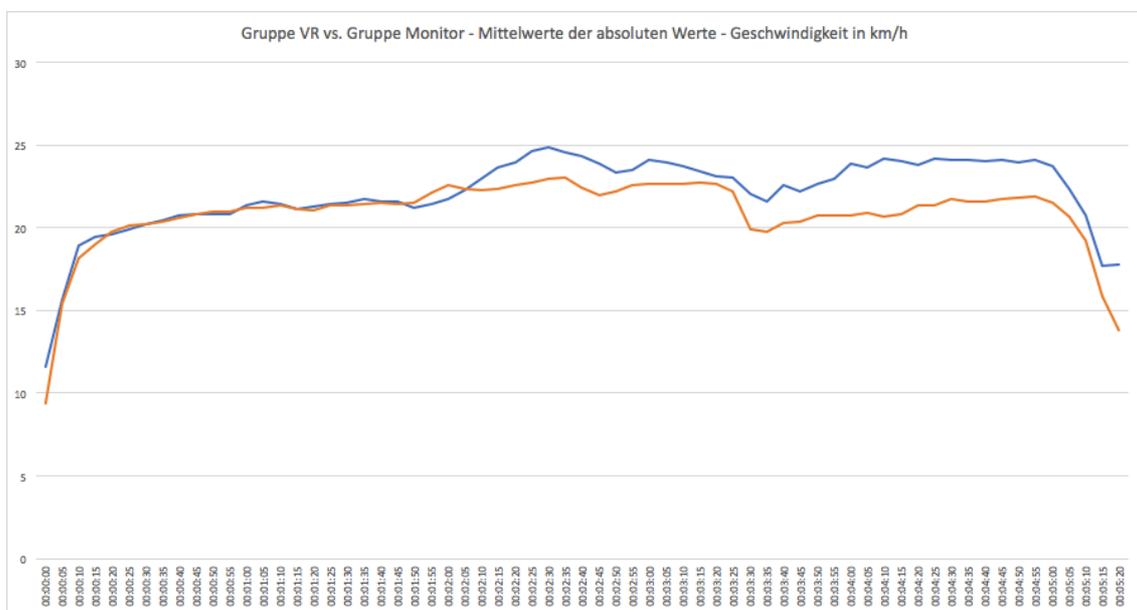


Abb. 11: Vergleich des Parameters Geschwindigkeit durch Gegenüberstellung beider Gruppen. Quelle: eigene Graphik

In Abbildung 11 wird eine Graphik dargestellt, welche den Verlauf der Geschwindigkeitsentwicklung der Gruppen VR und Monitor während der Rezeption des Videos im Experiment illustriert. Wie in Abbildung 10 stellt die orange Linie die Gruppe VR und die blaue Linie die Gruppe Monitor dar.

Die Graphik zeigt, dass beide Gruppen ein gleiches Muster im Zeitraum von 00:00:00 bis 00:01:45 aufweisen. Beide Kurven steigen gleichermaßen stark an und Veränderungen treten ebenfalls zur gleichen Zeit auf. Einen einzigen Unterschied beider Kurven innerhalb des angegebenen Zeitraum ist bei Datenpunkt 00:00:10 zu sehen: Beide Gruppen reagieren zwar zum selben Zeitpunkt, jedoch unterscheiden sie sich leicht in der Intensität des Anstiegs. So weist beispielsweise die Gruppe VR eine Geschwindigkeitsveränderung von 18,1 km/h zu 19,7 km/h in einem Zeitraum von zehn Sekunden auf, wohingegen die Gruppe Monitor im gleichen Zeitraum eine Geschwindigkeitsveränderung von 18,9 km/h zu 19,7 km/h aufweist. Beide Gruppen erreichen zwar eine Geschwindigkeit von 19,7 km/h am Datenpunkt 00:00:20, jedoch ist die Geschwindigkeitszunahme der Gruppe VR stärker als bei der Gruppe Monitor. Die Geschwindigkeit der Gruppe VR nahm um 1,6 km/h zu, während bei der Gruppe Monitor die Geschwindigkeit um 0,8 km/h zunahm.

Ab Datenpunkt 00:01:50 verlaufen die jeweiligen Kurven unterschiedlich. Die Gruppe VR erhöht frühzeitig die Geschwindigkeit bis zum Datenpunkt 00:02:00, ab dem sie dann das Niveau halten. In diesem Zeitraum findet eine Geschwindigkeitsveränderung von 21,4 km/h zu 22,5 km/h statt. Die Gruppe Monitor verändert im selben Zeitraum die Geschwindigkeit von 21,1 km/h zu 21,7 km/h, jedoch hält der Anstieg der Geschwindigkeit bis zum Datenpunkt 00:02:30 an, ab dem dann die Geschwindigkeit allmählich abnimmt. Der Geschwindigkeitsabfall der Gruppe VR tritt im Vergleich erst an Datenpunkt 00:02:35 ein. Die beiden Punkte 00:02:30 und 00:2:35 bilden ebenfalls für beide Gruppen die jeweiligen Höhepunkte. Die Gruppe Monitor erreicht zum Zeitpunkt 00:02:30 eine Geschwindigkeit von 24,8 km/h und die Gruppe VR eine Geschwindigkeit von 23 km/h. Der einsetzende negative Verlauf beider Kurven verläuft parallel, jedoch beendet die Gruppe VR die Geschwindigkeitsabnahme vor der Gruppe Monitor am Punkt 00:02:45. Der Zeitraum des Falls der Kurve der Gruppe VR findet im Zeitraum 00:02:35 bis 00:02:45 mit einer Geschwindigkeitsveränderung von 23 km/h zu 21,9 km/h statt. Im Vergleich: Die Gruppe Monitor begann mit der Geschwindigkeitsabnahme zum Zeitpunkt 00:02:30 und beendete diese am Punkt 00:02:50. Sie veränderte die Geschwindigkeit von 24,8 km/h zu 23,3 km/h.

Beide Gruppen erhöhen ihre Geschwindigkeit wieder, jedoch nicht zeitgleich. Die Gruppe VR beginnt mit der Beschleunigung ab Datenpunkt 00:02:45 und die Gruppe Monitor ab 00:02:50. Am Ende der Beschleunigung erreicht die Gruppe VR eine Geschwindigkeit von 22,6 km/h, die Gruppe Monitor eine Geschwindigkeit von 24 km/h. Ab hier unterscheiden sich beide Gruppen in ihrem jeweiligen Kurvenverlauf.

Die Gruppe VR hält ihre Geschwindigkeit weitestgehend konstant, während die Gruppe Monitor langsam wieder die Geschwindigkeit drosselt. Dieser Prozess beginnt bei

Datenpunkt 00:03:00 und endet bei 00:03:35. Die Gruppe VR hingegen drosselt ihre Geschwindigkeit erst ab Datenpunkt 00:03:20. Erkennbar ist der Unterschied beider Gruppen dahingehend, wie stark dieser Prozess umgesetzt wird: Während die Gruppe Monitor ihre Geschwindigkeit über einen längeren Zeitraum drosselt, tut dies die Gruppe VR sehr viel abrupter, wie ab Datenpunkt 00:03:20 zu erkennen ist. Beide Gruppen fangen jedoch zum gleichen Zeitpunkt wieder an zu beschleunigen. Die Gruppe VR sowie die Gruppe Monitor beschleunigen erneut ab Datenpunkt 00:03:35. Die Gruppe Monitor weist im folgenden Zeitraum zwischen 00:03:35 bis 00:04:25 zackige Geschwindigkeitsänderungen auf, wobei die Kurve der Gruppe VR in diesem Zeitraum nicht solch abrupte Geschwindigkeitsänderungen vorgenommen hat. Bei der Gruppe VR ist zu beobachten, dass diese eine fast kontinuierliche Steigerung der Geschwindigkeit aufweist, außer an den Punkten 00:04:05 (Abnahme), 00:04:15 (Zunahme) und nochmals eine kurzweilige Drosselung zwischen 00:04:20 und 00:04:30. Die Gruppe Monitor hingegen zeigt ein anderes Muster. Es folgt zunächst ein Anstieg der Geschwindigkeit bis zum Datenpunkt 00:03:40. Bis hier steigt die Geschwindigkeit von 21,6 km/h auf 22,6 km/h. Auf diesen Anstieg der Geschwindigkeit auf 22,6 km/h folgt eine Abnahme der Geschwindigkeit. Im Zeitraum 00:03:40 bis 00:03:45 sinkt die Geschwindigkeit auf 22,1 km/h. Nach diesem Abfall der Geschwindigkeit beschleunigt die Gruppe Monitor wieder in einem konstanten Maß zwischen den Datenpunkten 00:03:45 und 00:03:55. Die Beschleunigung verstärkt sich erkennbar ab zuletzt genannten Datenpunkt, was bis zum Datenpunkt 00:04:00 anhält. Hier erreicht die Gruppe Monitor eine Geschwindigkeit von 23,9 km/h. Zum Vergleich: Die Gruppe VR weist zu diesem Zeitpunkt eine Geschwindigkeit von 20,8 km/h auf. Nach dem letzten Aufschwung der Gruppe Monitor am Datenpunkt 00:04:00 pendelt sich die Geschwindigkeit ab hier auf einem Niveau von 24 km/h ein.

Beide Gruppen zeigen ab 00:04:55 gleichzeitig einen gleichen Trend auf. Ab hier reduziert sich die Geschwindigkeit bei beiden Gruppen. Beide Gruppen zeigen zwar die gleiche Tendenz auf, jedoch nimmt die Geschwindigkeit der Gruppe Monitor stärker ab als die der Gruppe VR. Die Gruppe Monitor reduziert ihre Geschwindigkeit von Datenpunkt 00:04:55 bis 00:05:15 von 24,1 km/h auf 17,7 km/h, also eine Reduzierung von 6,4 km/h. Im gleichen Zeitraum reduziert die Gruppe VR die Geschwindigkeit von 21,9 km/h auf 15,9 km/h, eine Differenz von 6 km/h.

4.4 Interpretation der erhobenen Daten

In diesem Abschnitt werden die erhobenen physiologischen Parameter im konkreten Bezug auf das im Experiment verwendete Videomaterial interpretiert. Es werden, wie in Abschnitt 4.3.3 die Abbildungen 10 und 11 verwendet, um die Parameter

Herzschlagfrequenz und Geschwindigkeit separat im direkten Vergleich beider Gruppen interpretieren zu können. Die unterschiedlichen Ausprägungen der Parameter beider Gruppen werden auf der Basis der erarbeiteten theoretischen Grundlagen interpretiert. Bestandteil dieser Interpretation werden die Zeitpunkte im Video sein, in denen die Erhöhung überwunden und der rasante Abstieg vollzogen wurde. Diese beiden Zeitpunkte im Video stehen im Fokus, da diese die Kriterien für die Streckenauswahl bildeten. Anhand dieser beiden Situationen sollte eine physiologische Reaktion provoziert werden, um hier zwischen beiden Gruppen einen Vergleich bezüglich ihrer physiologischen Reaktionen ziehen zu können. Die unterschiedlich starken Ausprägungen beider Parameter in jeder Gruppe soll Aufschluss darüber liefern, ob die Immersion bei der Gruppe VR stärker war als bei der Gruppe Monitor. Die relevanten Zeiträume für die Interpretation der Daten stellen der Anstieg von 00:02:10 bis 00:02:50 und der Abstieg von 00:03:35 bis 00:04:40 dar.

Es folgt zunächst die Interpretation der erhobenen Daten bezüglich des Parameters Herzschlagfrequenz gefolgt von der anschließenden Interpretation des Parameters Geschwindigkeit.

Im Video beginnt der Aufstieg zum Zeitpunkt 00:02:10 und endet bei 00:02:50 (siehe Abbildung 10). Die Gruppe Monitor reagiert in diesem Zeitraum mit einer moderaten Erhöhung der Herzschlagfrequenz, welche sich in einer seichten ansteigenden Kurve darstellt. Die Gruppe VR reagiert jedoch sensitiver. Die Gruppe VR reagiert mit einer abrupten Zunahme der Herzschlagfrequenz vom Zeitpunkt 00:02:05 auf 00:02:10. Dies ist visuell durch eine „zackige“ Entwicklung der Kurve erkennbar. Auffällig ist, dass die Gruppe VR eine erkennbar höhere Herzschlagfrequenz im Zeitraum des Aufstiegs aufweist als die Gruppe Monitor. Grund für die schlagartige Erhöhung der Herzschlagfrequenz zum Zeitpunkt 00:02:05 könnte sein, dass durch die technischen Aspekte des verwendeten VR-Systems eine gewisse Immersion stattgefunden hat und somit physiologische Reaktionen das Resultat waren. Die Annahme besteht, dass durch die technischen Gegebenheiten des HMDs eine Wahrnehmung räumlicher Tiefe stattgefunden hat (vgl. Abschnitt 2.3.2). Die Probanden der Gruppe VR haben möglicherweise durch die Manipulation des stereoskopischen Sehens durch das Stereodisplay des HMDs erkannt, dass nun eine Erhöhung mit dem Fahrrad bewältigt werden muss. Aus psychologischer Sicht betrachtet, könnte die physiologische Reaktion auf individuellen Erfahrungen basieren. Die wahrgenommene Situation im Video, das Erklimmen einer Erhöhung mit einem Fahrrad, könnte mit einer ähnlichen Situation gleichgesetzt werden, die der Proband bereits real erlebt hat. Diese individuelle Erfahrung, wie sie im Video virtuell nachempfunden wird, assoziiert der Proband mit

körperlicher Anstrengung. Durch die reale Erfahrung einer solchen Situation, wie sie im Video visuell und auditiv dargestellt ist, und der damit verbundenen Assoziation der körperlichen Anstrengung, könnten physiologische Reaktionen hervorgerufen werden. Dadurch, dass die Gruppe VR stärker physiologisch in Form der Erhöhung der Herzschlagfrequenz reagiert als die Gruppe Monitor, könnte festgestellt werden, dass die Gruppe VR einen stärkeren Immersionsgrad erfahren hat als die Gruppe Monitor. Diese Aussage lässt sich auf die bei der Gruppe VR verwendeten Technik zurückführen, da sie in diesem Experiment eine unabhängige Variable darstellt (vgl. Abschnitt 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4). Neben den medial vermittelten visuellen Sinnesreizen könnten die auditiven Reize ebenfalls Einfluss auf den Immersionsgrad in dieser Situation haben. Während des Aufstiegs im Video ist deutlich ein keuchen des Fahrradfahrers im Video zu hören. Dies könnte an die Assoziation der körperlichen Anstrengung der individuellen Erfahrung aus einer realen Situation anknüpfen. Dementsprechend könnte das wahrnehmbare Keuchen des Fahrradfahrers die Assoziation mit körperlicher Anstrengung fördern, wodurch eine physiologische Reaktion begünstigt wird.

Der Grund für das Ausbleiben einer derartigen physiologischen Reaktion bei den Probanden der Gruppe Monitor könnte die hier verwendete Technik sein. Die Gruppe Monitor hat, wie der Name impliziert, das Video über einen TV-Monitor rezipiert. Im Gegensatz zur Rezeption über ein HMD kann der Proband die reale Welt noch wahrnehmen, da er nicht komplett von der medial vermittelten Welt umgeben ist. Dies kann den Prozess der Immersion stören, da nicht die gesamte Aufmerksamkeit dem Medium gewidmet wird. Ein weiterer Grund für die geringere physiologische Reaktion könnte die Wahrnehmung räumlicher Tiefe sein. Im Gegensatz zur Gruppe VR können die Probanden der Gruppe Monitor bei der Rezeption des Videos hier nur monokulare Tiefenhinweise wahrnehmen. Eine fehlende dreidimensionale Wahrnehmung räumlicher Tiefe könnte ebenfalls Grund für eine weniger starke physiologische Reaktion sein. Ein weiterer wichtiger Grund für eine nicht derart starke Reaktion, wie bei der Gruppe VR, könnte die fehlende Interaktionsmöglichkeit sein. Der Blickwinkel der Gruppe Monitor ist stets derselbe, wohingegen die Gruppe VR in der Lage ist den Blickwinkel mit der eigenen Kopfbewegung zu verändern. Die fehlende Interaktionsmöglichkeit könnte ein weiterer Grund dafür sein, dass die Probanden der Gruppe Monitor sich nicht, wie die Probanden der Gruppe VR, in die medial vermittelte Welt hineinversetzt fühlten. Aufgrund der fehlenden immersiven Tendenzen der verwendeten Technologie bei der Gruppe Monitor könnte ein Zusammenhang zwischen dieser und den physiologischen Reaktionen hergestellt werden.

Ein ähnliches Schema lässt sich im Zeitraum des Abstiegs erkennen. Der Zeitraum des Abstiegs erstreckt sich von 00:03:40 bis 00:04:40. Im Video wird dies dem Probanden auditiv mitgeteilt. Ein lautes quietschen der Bremsen ertönt, was dem Probanden signalisiert, dass hier die Geschwindigkeit gedrosselt wird. Das visuell Wahrnehmbare lässt darauf schließen, dass die Strecke bergab verläuft. Dies impliziert wiederum, dass die Geschwindigkeit zunehmen wird. Visuell ist dies wahrnehmbar durch die Schnelligkeit mit der die Objekte am Rand des Weges aus dem Sichtfeld verschwinden und auditiv wird der Eindruck von hoher Geschwindigkeit durch den lauten Fahrtwind erkennbar.

Die Gruppe VR weist auch hier eine stärkere und frühere Reaktion als die Gruppe Monitor auf. Das Ertönen der Bremse scheint direkten Einfluss auf die Herzschlagfrequenz der Probanden der Gruppe VR zu haben. Hier besteht wieder die Annahme, dass der Proband sich in die medial vermittelte Welt versetzt fühlt und die ihm gezeigte Situation mit seinen individuellen Erfahrungen aus der realen Welt verknüpft. Dementsprechend assoziiert der Proband mit dem Bergabfahren eine Zunahme der Geschwindigkeit, was potentiell eine Gefahrensituation darstellt. In der realen Welt würde man hier mit einem erhöhten Adrenalin-Ausstoß reagieren, aufgrund der erhöhten Geschwindigkeit Gefahr zu laufen vom Fahrrad zu stürzen. Die Annahme besteht, dass die wahrgenommene Situation im Video eine ähnliche Reaktion wie im realen Leben hervorruft, was eine physiologische Reaktion in Form von erhöhter Herzschlagfrequenz zur Folge haben könnte. Die erhobenen Daten könnten dies zumindest Aussagen. Die Annahme, dass die physiologische Reaktion basierend auf einem Gemütszustand der Vorsicht durch eine Gefahrensituation hervorgerufen wurde, besteht aufgrund der Differenzen zwischen beiden Gruppen. Man vergleiche die Differenzen der Gruppe VR und der Gruppe Monitor im Zeitraum des Anstiegs: Hier weist die Gruppe VR über den gesamten Zeitraum kontinuierlich einen Schlag pro Minute mehr auf als die Gruppe Monitor. Im Zeitraum des Abstiegs, in der der Proband durch visuelle und auditive Reize eine hohe Geschwindigkeit wahrnimmt, weist die Gruppe VR jedoch eine höhere Differenz zur Gruppe Monitor auf. Die Geschwindigkeit erhöht sich während des Abstiegs kontinuierlich. Ab 00:04:00 ist die Geschwindigkeitszunahme im Video deutlich erkennbar, was sich auch in der Graphik erkenntlich zeigt: Ab diesem Zeitpunkt entfernen sich beide Kurven immer weiter voneinander, bis hin zum Zeitpunkt 00:04:10, wo die Differenz beider Gruppen am höchsten ist. Diese Tatsache, welche die erhobenen Daten liefern, bekräftigen die Annahme des Autors, dass hier ein stärkerer Immersionsgrad aufgrund der verwendeten Technik bei der Gruppe VR erzeugt wurde. Solche Abweichungen in den physiologischen Daten könnten auf den subjektiven Zustand zurückzuführen sein, welcher erst durch Medientechnologien erreicht werden kann, welche immersive Tendenzen aufweisen. Die Annahme, dass der Immersionsgrad bei

der Gruppe VR höher war, lässt sich ebenfalls anhand der Reaktion der Gruppe Monitor begründen: Zum Zeitpunkt 00:03:40 ertönt, wie bereits erwähnt, ein lautes Quietschen der Bremsen und ein steiler Abstieg deutet sich visuell an, was anscheinend Auswirkungen auf die Gruppe VR hat, da ihre Herzschlagfrequenz sich zum Zeitpunkt 00:03:45 leicht erhöht und ab hier deutlich steigt. Dies erzeugt bei der Gruppe Monitor zwar auch eine Reaktion, jedoch eine konträre. Zu dem Zeitpunkt wo die Gruppe VR mit einer Steigerung der Herzschlagfrequenz auf die visuellen und auditiven Reize reagiert, reagiert die Gruppe Monitor sogar mit einer Senkung der Herzschlagfrequenz. Diese Tendenz der Gruppe Monitor könnte darauf schließen lassen, dass hier ein geringer Immersionsgrad erzeugt wurde, da die Probanden diese Situation für nicht authentisch wahrnehmen und so die Geschehnisse keinerlei Auswirkungen auf das Gemüt der Probanden der Gruppe Monitor hat.

Nach der Annahme des Autors, dass der Immersionsgrad bei der Gruppe VR stärker ist als bei der Gruppe Monitor, würde der Entschluss naheliegen, dass die Reaktionen der Gruppe VR beim Parameter Geschwindigkeit ebenfalls stärker ausgeprägt sind. In Abbildung 11 ist jedoch zu erkennen, dass die Gruppe Monitor überwiegend schneller fährt. Man würde annehmen, dass die Geschwindigkeit zum Zeitpunkt des Anstiegs bei der Gruppe VR ebenfalls, der Immersion geschuldet, stark zunehmen würde. Dies ist jedoch nicht der Fall wie in Abbildung 11 zu sehen ist. Die Gruppe VR reagiert auf den visuell und auditiv erkennbaren Anstieg nur mit einer leichten Erhöhung der Geschwindigkeit, wobei die Gruppe Monitor eine starke Steigerung der Geschwindigkeit aufweist. Der Autor nimmt an, dass ein Grund die kognitiven Prozesse der Probanden ist. Diese würden während der Rezeption des 360°-Videos den motorischen Apparat stark beeinflussen. Dieser Einfluss ist jedoch nicht im Sinne einer Steigerung der motorischen Aktivität zu sehen, sondern als Behinderung. Die kognitiven Kapazitäten könnten in vollem Umfang der Wahrnehmung auf visueller und auditiver Ebene dem Video gewidmet sein, wodurch die motorische Aktivität vermindert werden könnte. Entsprechend könnte im Umkehrschluss gesagt werden, dass die Gruppe Monitor aus dem Grund schneller fährt als die Gruppe VR, da sie kognitiv nicht in dem Maße belastet ist wie die Gruppe VR. Die Gruppe Monitor ist schließlich in ihrer Wahrnehmung des Mediums nicht komplett eingebunden, wie die Gruppe VR, was auf die Medientechnologie zur Rezeption des Videos zurückzuführen ist. Die Verminderung der motorischen Aktivität durch die kognitiven Prozesse, welche der Wahrnehmung der medial vermittelten Welt in vollem Umfang gewidmet ist, würde ebenfalls die verminderte Geschwindigkeit der Gruppe VR gegenüber der Gruppe Monitor im Zeitraum des Abstiegs begründen. Die Gruppe VR weist zwar ebenfalls eine Geschwindigkeitszunahme auf, jedoch nicht in solch einem Maße, wie es die Gruppe Monitor tut.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die erhobenen Daten Hinweise liefern, dass die Gruppe VR durch die verwendete Technologie einen höheren Immersionsgrad erfahren haben. Beide Gruppen reagieren auf das rezipierte Video, was in erster Linie mit dem Flow-Phänomen im Zusammenhang stehen könnte (vgl. Abschnitt 2.2.2). Diese immersive Tendenz, in der Tätigkeit aufzugehen, könnte beiden Gruppe unterstellt werden, da beide Gruppen zunächst von der Anweisung zu Beginn des Experiments abweichen. Die verwendete Technik bei der Gruppe VR macht den Unterschied aus und ermöglicht weitere immersive Tendenzen, welche zu den vorgeführten Ergebnissen führten. Bei Betrachtung des Parameters Herzschlagfrequenz ist zu sehen, dass die Gruppe VR während der Zeiträume des Anstiegs und Abstiegs höhere Herzschlagfrequenzen aufweisen, was durch einen eventuell höheren Immersionsgrad ermöglicht wurde. Ein höherer Immersionsgrad involviert den Probanden auf kognitiver Ebene intensiver. Die erhobenen Daten lassen darauf schließen, dass die Gruppe VR, durch die nach Auffassung von Slater und Wilbur (1997) objektiv, anhand technologischer Aspekte, messbare Immersion stärker war als bei der Gruppe Monitor. Die stärkere Immersion bei der Gruppe VR sprach die Probanden auf kognitiver Ebene an, was sich in den bereits angesprochenen Situationen in Form von erhöhter Herzschlagfrequenz niederschlägt. Diese Reaktionen lassen darauf schließen, dass die Probanden einen subjektiven psychologischen Zustand erreichten. Es besteht die Annahme, dass die erhöhte Herzschlagfrequenz in Korrelation mit dem psychologischen Zustand stehen. Beispielsweise könnte in der Situation des Abstiegs ein Stress-Zustand, aufgrund der Steigerung der Geschwindigkeit, entstanden sein, wodurch der Mensch mit einer Steigerung der Herzschlagfrequenz reagieren würde. Ebenfalls würde die geringere Geschwindigkeit der Gruppe VR im Vergleich zur Gruppe Monitor in diesem Kontext Sinn ergeben, da die wahrgenommenen Situationen als realer empfunden wurden und somit Einfluss auf den Gemütszustand der Probanden hatte.

4.5 Reflektion des Experiments

In diesem Abschnitt werden Verbesserungen vorgeschlagen, die bei erneuter Ausführung dieses Experiments durchgeführt werden könnten.

Die Geschlechterverteilung in der Durchführung dieses Experiments ist sehr unausgeglichen. Bei insgesamt 93 Probanden waren 66 männlich (70,96%) und 27 weiblich (29,04%). Hier würde ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen beiden Geschlechtern die Ergebnisse generalisieren.

In der ausgewählten Strecke sind ein An- und Abstieg ausschlaggebend für die Datenerhebung, um physiologische Reaktionen messen zu können. Um noch stärkere

Reaktionen zu provozieren, könnte beispielsweise eine Gefahren-Situation in Form eines Sturzes simuliert werden, wodurch mit hoher Wahrscheinlichkeit eine starke physiologische Reaktion provoziert werden würde.

Im Bereich der verwendeten Technik könnten ebenfalls Verbesserungen vorgenommen werden. Die Kamera, die zur Aufnahme des 360°-Videos verwendet wurde, weist eine gute Bildqualität auf, jedoch nimmt diese nicht durchgehend Töne auf. Dies ist bei der Rezeption des Videos erkennbar, da zu manchen Zeitpunkten im Video keine Töne zu hören sind. Die Kamera hat die Ton-Aufnahme während der Produktion des Videos erst wiederaufgenommen, sobald diese eine gewisse Lautstärke von Tönen registriert hatte. Hinsichtlich der Technik welche für die Durchführung des Experiments relevant war, könnte ein anderes HMD verwendet werden, um hier Störfaktoren zu vermeiden. Die Display-Qualität in diesem Experiment war nicht sonderlich hoch, da ein Smartphone als Display genutzt wurde. Die Displays von Smartphones sind für einen Gebrauch dieser Art nicht gedacht, was in der Dichte der Pixel (dpi) erkennbar wird. Bei der Nutzung des HMD wurde ein Gitternetz von Pixeln erkennbar, was als Störfaktor wirken kann. Je höher die Qualität des Displays ist, umso authentischer wirkt die VR auf den Probanden.

5 Fazit

Abschließend wird im Fazit die zugrundeliegende Forschungshypothese basierend auf den erhobenen Daten verifiziert oder falsifiziert.

Nach der Interpretation der erhobenen Daten bezüglich der Parameter Herzschlagfrequenz und Geschwindigkeit im Rahmen des in dieser Arbeit durchgeführten Experiments kann die Forschungshypothese verifiziert werden.

Im Rahmen der Interpretation der erhobenen Daten hat sich gezeigt, dass die Gruppe VR während der Zeiträume des Auf- und Abstiegs im Video eine erhöhte Reaktion beim Parameter Herzschlagfrequenz aufweist. Diese sensiblere Reaktion wird der Medientechnologie, welche die Gruppe VR verwendete, zugesprochen, da die Medientechnologie im Kontext des Experiments die unabhängigen Variablen darstellt und somit als Ursache für die Ergebnisse verstanden werden können. Nachdem festgestellt wurde, dass die Immersion bei der Gruppe VR aufgrund der Verwendung von spezifischer Medientechnologie, welche immersivere Tendenzen zugesprochen werden als der Gruppe Monitor. Es bestand zuerst die Annahme, dass die Reaktionen beim Parameter Geschwindigkeit bei einer stärkeren Immersion ebenfalls höhere Werte liefern würde als im Vergleich zur Gruppe Monitor. Die Tatsache, dass bei der Annahme, dass die Immersion bei der Gruppe VR stärker ist als bei der Gruppe Monitor, die Werte der Gruppe VR beim Parameter Geschwindigkeit jedoch den Werten der Gruppe Monitor unterlegen waren, veranlasste den Autor zu weiteren Überlegungen. Das Ergebnis dieser Überlegungen war, dass die Immersion bei der Nutzung von Medientechnologie die immersivere Tendenzen aufweist zwar stärker ist, dass jedoch dieses Phänomen aus psychologischer Sicht betrachtet werden muss. Es wurde festgestellt, dass die Parameter Herzschlagfrequenz und Geschwindigkeit, basierend auf einem erzeugten psychologischen Zustand des Probanden, im Zusammenhang stehen. Die zugrundeliegende Forschungshypothese „Die Immersion während der Rezeption eines Mediums ist durch die Nutzung eines Head-Mounted-Displays im Vergleich zu Bildschirmen stärker.“ kann im Rahmen der erhobenen physiologischen Daten zwar verifiziert werden, jedoch scheinen die objektiven Parameter, die die Stärke der Immersion definieren, nur ein Teil eines psychologischen Konstrukts. Subjektive Faktoren der Probanden scheinen hier ebenfalls von Relevanz zu sein, wie die Interpretation der Daten zeigt. Der Einsatz verschiedener Medientechnologien ermöglicht zwar verschieden starke Immersionsgrade, jedoch zeigen die unterschiedlich starken Reaktionen der Gruppe VR während des Aufstiegs im Vergleich zum Abstieg, das hier die Psychologie eine weitere Komponente darstellt.

6 Literaturverzeichnis

Appel, Markus (2005). Realität durch Fiktionen. Rezeptionserleben, Medienkompetenz und Überzeugungsänderungen. Berlin: Logos Verlag

Bilandzic, Helena (2014). Immersion. In Wunsch, Carsten, Schramm, Holger, Gehrau, Volker, Bilandzic, Helena (Hrsg.). Handbuch Medienrezeption. Baden-Baden: Nomos. S. 273-290.

Bohle, Alexandra (2015). Einflussfaktoren der Mediennutzung. Flow und weitere Faktoren der Medienselektion am empirischen Beispiel „Harry Potter und der Stein der Weisen“. Hamburg: disserta Verlag

Bortz, Jürgen & Döring, Nicola (1995). Forschungsmethoden und Evaluation (2. überarb. Aufl.) Berlin: Springer Verlag

Brüsemeister, Thomas (2008). Qualitative Forschung. Ein Überblick (2. überarb. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag

Csikszentmihalyi, Mihaly (1997). Finding flow. The psychology of engagement with everyday life. New York, NY: Basic Books

Dahm, Markus (2006). Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion. Pearson Education Deutschland GmbH

Dörner Ralf, Jung, Bernhard, Grimm, Paul, Broll, Wolfgang, Göbel, Martin (2013). Einleitung. In Dörner, Ralf, Broll, Wolfgang, Grimm, Paul, Jung, Bernhard (Hrsg.). Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität. Heidelberg: Springer-Verlag. S. 1-31.

Dörner, Ralf, Steinicke, Frank (2013). Wahrnehmungsaspekte von VR. In Dörner, Ralf, Broll, Wolfgang, Grimm, Paul, Jung, Bernhard (Hrsg.). Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität. Heidelberg: Springer-Verlag. S. 33-63.

Eifler, Stefanie (2014). Experiment. In Baur, Nina, Blasius, Jörg (Hrsg.). Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer Verlag. S. 195-211.

Ellis, S. R. (1991). Nature and origin of virtual environments: A bibliographic essay [PDF]. In Computing Systems in Engineering, 2 (4), S. 321-347. In https://human-factors.arc.nasa.gov/publications/Ellis%20_1991_Nature_and_origins_scan.pdf, eingesehen am 12.01.2017

Fuchs, Philippe, Moreau, Guillaume, Berthoz, Alain, Vercher, Jean-Louis & d'Aubert, François (2006). Le traité de la réalité virtuelle. Volume 1: L'homme et l'environnement virtuel. Paris: Presses de l'école des Mines.

Goldstein, Bruce E., Gegenfurtner, Karl R. (Hrsg.) (2015). Wahrnehmungspsychologie. Der Grundkurs (9. Aufl.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Grimm, Paul, Herold, Rigo, Reiners, Dirk, Cruz-Neira, Carolina (2013). VR-Ausgabegeräte. In Dörner, Ralf, Broll, Wolfgang, Grimm, Paul, Jung, Bernhard (Hrsg.).

Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität. Heidelberg: Springer-Verlag. S. 127-156.

Häder, Michael (2015). Empirische Sozialforschung. Eine Einführung (3. Aufl.)
Wiesbaden: Springer VS

Heckhausen, Jutta, Heckhausen, Heinz (2006). Motivation und Handeln. (3. Aufl.).
Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg

Hofmann, Jan (2002). Raumwahrnehmung in virtuellen Umgebungen. Der Einfluss des Präsenzepfindens in Virtual Reality-Anwendungen für den industriellen Einsatz.
Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag

Kirchler, Erich, Walenta, Christa (2010). Motivation. Wien: Facultas Verlags- und
Buchhandels AG

Kosfeld, Christian (2003). Eintauchen in mediale Welten. Immersionsstrategien im
World Wide Web. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag

Laarni, Jari, Ravaja, Niklas, Saari, Timo & Hartmann, Tilo (2004). Personality-related
differences in subjective presence [PDF]. In Proceeding of presence 2004. Valencia. In
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.536.7712&rep=rep1&type=pdf>,
eingesehen am 24.01.2017

Lombard, Matthew, Biocca, Frank, Freeman, Jonathan, Ijsselsteijn, Wijnand,
Schaevitz, Rachel J. (2015). Immersed in Media. Telepresence theory, measurement &
technology. Cham: Springer

Maderthaner, Rainer (2008). Psychologie. Wien: Facultas Verlags- und Buchhandels
AG

Nakamura, Jeanne, Csikszentmihalyi, Mihaly (2002). The concept of flow. In Snyder,
Charles R., Lopez, Shane J. (Hrsg.). Handbook of positive psychology. New York, NY:
Oxford University Press. S. 89-105.

Pollmann, Stefan (2008). Allgemeine Psychologie. München: Ernst Reinhardt, GmbH &
Co KG, Verlag

Pongrac, Helena (2008). Gestaltung und Evaluation von virtuellen und
Telepräsenzsystemen an Handvon Aufgabenleistung und Präsenzepfinden [PDF]. In
<https://athene-forschung.unibw.de/doc/86166/86166.pdf>,
eingesehen am 20.01.2017

Roy, Mickaël & Schlemminger, Gérald (2014). Immersion und Interaktion in virtuellen
Realitäten: Der Faktor Präsenz zur Optimierung des geleiteten Sprachlernens [PDF]. In
Zeitschrift für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht, 19 (2). S. 187-201. In
http://zif.spz.tu-darmstadt.de/jg-19-2/beitrag/Roy_Schlemminger.pdf,
eingesehen am 27.12.2016

Schubert, Thomas, Friedmann, Frank, Regenbrecht, Holger (2001). The Experience of
Presence. Factor Analytic Insights [PDF]. In Presence: Teleoperators and Virtual
Environments, 10 (3), S. 266-281. In
http://www.igroup.org/schubert/papers/schubert_regenbrecht_friedmann_presence01.pdf,
eingesehen am 21.01.2017

Schuster, Katharina (2015). Einfluss natürlicher Benutzerschnittstellen zur Steuerung des Sichtfeldes und der Fortbewegung auf Rezeptionsprozesse in virtuellen Lernumgebungen. Marburg: Tectum Verlag

Slater, Mel (2003). A note on presence terminology [PDF]. In Presence Connect, 3 (3). S. 1-5. In <http://s3.amazonaws.com/publicationslist.org/data/melslater/ref-201/a%20note%20on%20presence%20terminology.pdf>, eingesehen am 18.01.2017

Slater, Mel, Usoh, Martin, Steed, Anthony (1994). Depth of Presence in virtual environments. In Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 3 (2). S. 130-144.

Slater, Mel, Wilbur, Sylvia (1997). A framework for Immersive Virtual Environments (FIVE). Speculations of the Role of Presence in Virtual Environments. In Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6 (6). S. 603-613.

Steuer, Jonathan (1992). Defining Virtual Reality. Dimensions Determining Telepresence [PDF]. In Journal of Communication, 42 (4). S. 73 – 93. In <http://www.cybertherapy.info/pages/telepresence.pdf>, eingesehen am 21.01.2017

Witmer, Bob G., Singer, Michael S. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments. A Presence Questionnaire. In Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 7 (3). S. 225-240.

7 Quellenverzeichnis

Apple (2017). iPhone 7 [HTML]. In <http://www.apple.com/de/iphone-7/specs/>, eingesehen am 6.1.2017

Carl Zeiss AG (2016). ZEISS VR ONE Plus. Specification [HTML]. In http://assets.zeissvrone.com/images/VR_ONE_PLUS_Spec.pdf, eingesehen am 10.01.2017

Computer Bild (15.04.2016) Oculus Rift im Praxis-Test: Aufbruch in ein neues Spiele-Zeitalter? [HTML]. In <http://www.computerbild.de/artikel/cbs-Aktuell-Hardware-Oculus-Rift-8667077.html>, eingesehen am 5.1.2017

Datacom Buchverlag GmbH (2016). Virtuelle Realität. VR (virtual reality) [HTML]. In <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Virtuelle-Realitaet-VR-virtual-reality.html>, eingesehen am 4.1.2017

Duden (2017). Die Immersion [HTML]. In <http://www.duden.de/rechtschreibung/Immersion>, eingesehen am 18.1.2017

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Lexikon der Neurowissenschaft. Binokulares Sehen [HTML]. In <http://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/binokulares-sehen/1500>, eingesehen am 12.1.2017

Vrodo (2016). HTC Vive gewinnt zahlreiche Auszeichnungen für die beste VR-Brille 2016 [HTML]. In <https://vrodo.de/htc-vive-gewinnt-zahlreiche-auszeichnungen-fuer-die-beste-vr-brille-2016/>, eingesehen am 6.1.2017

Vrodo (a). VR-Brillen im Vergleich [HTML]. In <https://vrodo.de/vr-brillen-vergleich/>, eingesehen am 5.1.2017

Vrodo (b). HTC Vive mit Steam VR [HTML]. In <https://vrodo.de/htc-vive-steam-vr/>, eingesehen am 5.1.2017

360fly (2016). 360fly 4K – Technische Daten [HTML]. In <https://support.360fly.com/hc/de/articles/218805348-360fly-4K-Technische-Daten>, eingesehen am 6.1.2017

Anhang

Alle vorhandenen empirisch erhobenen Daten aus dem Experiment wurden aufgrund der Menge auf dem beigelegten Speichermedium festgehalten.

Fragebogen

Geschlecht:

- Weiblich
- Männlich

Alter: _____

Wie oft hast du in den letzten 6 Monaten durchschnittlich Sport pro Woche betrieben?

- Nie
- 1x in der Woche
- 2x in der Woche
- mehr als 2x in der Woche

Nr. M VR :

Eidesstattliche Erklärung

Ich, _____
geboren am _____

erkläre hiermit, die vorliegende Bachelorarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt zu haben. Dabei habe ich mich keiner anderen Hilfsmittel bedient als diejenigen, die im beigefügten Quellenverzeichnis genannt sind.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind von mir als solche kenntlich gemacht.

....., den
Studienort

.....
Unterschrift Studierende/r (= Verfasser/in)