



Universität Regensburg

EFFEKTE DER VERKÖRPERUNG VON AVATAREN AUF DIE KOGNITIVE LEISTUNG IN KOLLABORATIVEN VIRTUELLEN UMGEBUNGEN

Bachelorarbeit im Fach Medieninformatik am
Institut für Information und Medien, Sprache und Kultur (I:IMSK)

Vorgelegt von: Philipp Schauhuber

Adresse:

Matrikelnummer:

Erstgutachter: Prof. Dr. Niels Henze

Zweitgutachter: Dr. Valentin Schwind

Laufendes Semester: 9

Abgegeben am: 18.11.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Verwandte Arbeiten	9
2.1	Die Immersion eines VR Systems	9
2.2	Präsenz	11
2.3	Copresence und soziale Präsenz in kollaborativer VR	12
2.4	Virtuelles Verkörpern von Avataren	13
2.5	Einfluss von Selbstwahrnehmung auf das Verhalten	16
2.6	Einfluss von Fremdwahrnehmung auf das Verhalten	17
2.7	Verhaltensänderungen durch Avatare	18
2.7.1	Proteus-Effekt	18
2.7.2	Weitere Effekte durch Avatare	19
2.8	Zusammenfassung	20
3	Prototyp	21
3.1	Raum der Studiendurchführung	21
3.2	OptiTrack als Bewegungs-Erfassung System	22
3.3	Avatare	23
3.4	Head Mounted Displays für VR	23
3.5	Entwickelte VR Anwendung	24
3.5.1	Tower of London Test	24
3.5.2	Netzwerkkommunikation für Mehrspieler	26
3.5.3	VR Fragebögen	27
4	Studie	28
4.1	Studiendesign	28
4.2	Probanden	31
4.3	Durchführung der Studie	31
4.4	Abhängige Variablen	33
4.4.1	Objektive Messwerte	33
4.4.2	Subjektive Messwerte	34

5	Ergebnisse	36
5.1	Ergebnisse der objektiven Messungen	36
5.1.1	TOL Ergebnisse im SOLO-Modus	36
5.1.2	TOL Ergebnisse im Kooperativ-Modus	37
5.2	Ergebnisse der subjektiven Messungen	38
5.2.1	Solo NASA TLX Ergebnisse	38
5.2.2	Kooperativ NASA TLX Ergebnisse	39
5.2.3	Präsenz	39
5.2.4	Social Presence	40
5.2.5	Post-experience Questionnaire	41
5.3	Diskussion	41
5.4	Einschränkungen der Studie	44
6	Fazit	46
6.1	Zusammenfassende Bewertung	46
6.2	Ausblick	46
	Literaturverzeichnis	48

Abbildungsverzeichnis

3.1	Raum der Studiendurchführung	21
3.2	Probanden mit OptiTrack Anzügen und HMD's	22
3.3	Einstein Avatar	23
3.4	Normal Avatar	24
3.5	Tower of London im Solo Modus	25
3.6	Tower of London im Kooperativ Modus	26
3.7	Fragebogen in VR	27
4.1	Selbstwahrnehmung und externe Wahrnehmung als Bedingungen der Studie	30
5.1	Tower of London Ergebnisse	37
5.2	NASA TLX Ergebnisse	38
5.3	Social Presence Ergebnisse	40

Zusammenfassung

Das Verhalten von Menschen wird durch ihre Wahrnehmung und die Wahrnehmung anderer beeinflusst. Durch die virtuelle Realität (VR) ist es Nutzern möglich ihre Optik nach Belieben zu gestalten und diese jederzeit zu verändern. Dies geschieht mit Avataren, welche die Nutzer in der virtuellen Umgebung repräsentieren. Die Veränderung der Repräsentation beeinflusst die Selbstwahrnehmung des Nutzers und in kollaborativen virtuellen Umgebungen auch die Wahrnehmung durch andere Teilnehmer der virtuellen Welt. Verwandte Arbeiten zeigten, dass das visuelle Erscheinungsbild des Avatars Verhaltensänderungen beim Nutzer hervorrufen kann, jedoch wurden die Einflüsse des Avatars auf das Verhalten anderer bisher nicht überprüft. Um ein erstes Verständnis der Einflüsse der externen Wahrnehmung auf die Nutzer in VR zu erhalten, wurden in dieser Studie 32 Probanden, unterteilt in Paare, in einer kollaborativen VR untersucht. Die Probanden führten in verschiedenen Avataren den Tower of London Test als Messinstrument für kognitive Leistung durch. Während einer der Probanden sich als Einstein oder als junger Mann wahrnahm, so sah der andere den Teilnehmer entweder als Einstein oder als jungen Mann. Es konnte festgestellt werden, dass die externe Wahrnehmung einen Effekt auf die kognitive Leistungsfähigkeit hat. Außerdem deuten die Ergebnisse der Studie darauf hin, dass die Selbstwahrnehmung eines Probanden die mentale Belastung seines Partners beeinflussen kann.

Abstract

Human's behaviour is affected by their self-perception and the perception by others. Through virtual reality (VR) we can design our appearance in any desired style and change it at any time. This happens through avatars, which represent us in the virtual environment. Changing the appearance of avatars influences the user's self-perception in VR and the perception of others in collaborative virtual environments (CVEs) as well. Previous work shows that the self-perception of avatars affects our behaviour. However, the influence of the visual appearance of an avatar on other users has not been investigated yet. We conducted a study with 32 participants divided in pairs. In collaborative VR the participants completed a Tower of London Task, a measurement for cognitive performance. One participant embodied Einstein or a young man whereas the other perceived the participant as Einstein or a young man. We could find an effect on cognitive task performance caused by the perception of others. Furthermore the mental workload decreases for one participant when the other perceived himself as Einstein.

1 Einleitung

Die virtuelle Realität (VR) ist ein Phänomen, das Menschen seit Jahrzehnten fasziniert. Technische Limitierungen machten es früher schwer bis kaum möglich richtige virtuelle Umgebungen zu erzeugen. Doch mit der stetigen Zunahme von Rechenleistung und immer kleiner werdenden Computersystemen kann mit heutigen VR Brillen, den so genannten *Head Mounted Displays* (HMD), ein tatsächliches Gefühl von VR erzeugt werden. Diese Brillen versuchen die virtuelle Umgebung so zu simulieren, als würde der Benutzer diese Welt wirklich durch die eigenen Augen wahrnehmen, anstatt Bilder auf einem Monitor zu sehen. Gleichzeitig fangen sie seine Kopfbewegungen ab und stellen Bilder der Umgebung dar, welche abhängig von der Kopfdrehung und Raumposition sind. Dadurch soll der Benutzer komplett in die virtuelle Umgebung eintauchen können.

Studien zeigen, dass dieses Gefühl in die Welt einzutauchen stärker eintritt, wenn der Benutzer des Systems in dieser Welt virtuell repräsentiert wird (Baylor, 2009a; Usoh et al., 1999). Dies geschieht durch einen virtuellen Charakter, den der Nutzer steuern und durch dessen Körper die virtuelle Welt wahrnehmen kann. Solche virtuellen Repräsentationen werden als Avatare bezeichnet (Döring, 1999). Ein Avatar gibt dem Nutzer die Möglichkeit die virtuelle Welt durch dessen Augen wahrzunehmen und mit der virtuellen Welt zu interagieren. Mit moderner Technik ist es möglich, dass der Nutzer seinen Avatar wie seinen eigenen Körper steuern kann. Durch die Bewegungs-Erfassung des ganzen Körpers imitiert der virtuelle Körper des Avatars die Bewegungen des physikalischen Körpers. Der Benutzer wird von einem Avatar repräsentiert, sieht die Welt durch dessen Augen und bewegt dessen Körper. Dadurch kann es dazu kommen, dass der Benutzer das Gefühl bekommt der Körper des Avatars wäre sein eigener (Slater et al., 2008). Dies kann Einflüsse auf die Wahrnehmung und das Verhalten des Nutzers haben (Yee & Bailenson, 2007).

In der realen Welt wird jeder Mensch durch sein physikalisches Erscheinungsbild in seinem Verhalten beeinflusst (Bem, 1972). Durch Selbstbeobachtung kann es zum Beispiel vorkommen, dass man selbstbewusster wird oder das Interesse an Tätigkeiten verliert. In der virtuellen Welt können ähnliche Effekte eintreten. Wenn ein Mensch durch einen Avatar verkörpert wird, kann das dazu führen, dass diese virtuelle Repräsentation Einfluss auf die Haltung, das Verhalten und sogar die

Leistungsfähigkeit des Menschen hat (Yee & Bailenson, 2007; Banakou et al., 2018). Umso stärker die Empfindung ist, dass der virtuelle Körper zum Nutzer gehört um so stärker wirken diese Effekte (Yee & Bailenson, 2007). Doch in diesen virtuellen Umgebungen beobachtet der Benutzer sich nicht nur selbst. Denn mit moderner Technik müssen virtuelle Umgebungen nicht mehr nur auf eine Person beschränkt sein, sondern bieten die Möglichkeit eine größere Gruppe von Menschen unabhängig von deren physikalischem Ort in eine virtuelle Umgebung zu transportieren. In diesen kollaborativen virtuellen Umgebungen nehmen die Benutzer nicht nur die Umgebung, sondern auch die anderen Nutzer durch ihre Avatare wahr und können mit ihnen interagieren.

In der Realität hat nicht nur die Selbstwahrnehmung einer Person Einfluss auf diese, sondern auch die Wahrnehmung anderer Personen (Snyder & Swann, 1978; Snyder et al., 1977). Durch Vorahnungen und Stereotypen können Menschen unbewusst andere Menschen dazu bringen, sich auf eine bestimmte Art zu verhalten, die ihre Vorahnungen bestätigt. Diese psychologische Theorie wird als Verhaltensbestätigung bezeichnet.

So scheint es logisch, dass in einer geteilten virtuellen Umgebung ein Benutzer nicht nur durch die Wahrnehmung seines Avatars beeinflusst wird, sondern, wie in der physikalischen Welt, ebenfalls durch die externe Wahrnehmung seines Avatars durch einen anderen Nutzer. Um diese Effekte von Selbst- und Fremdwahrnehmung von Avataren zu untersuchen und einen Eindruck von deren zusammenwirken zu gewinnen, wurde diese Studie durchgeführt. Dafür wurden 32 Probanden akquiriert, welche in Paare in eine kollaborative virtuelle Umgebung eintauchten. Ein Proband, als Ziel bezeichnet, sollte entweder Einstein oder einen jungen Mann verkörpern, während der andere Proband, Betrachter genannt, immer einen jungen Mann verkörperte. Während der Studie wurde verändert wie der Betrachter das Ziel wahrnahm. Die Probanden führten dann in VR Tests durch, die ihre kognitive Leistung messen und beantworteten anschließend Fragebögen. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die externe Wahrnehmung einen Effekt auf den Betrachter hat. Dessen kognitive Leistung verbesserte sich signifikant, wenn dieser das Ziel als Einstein wahrnahm. Außerdem beeinflusste die Selbstwahrnehmung des Ziels den Betrachter. Dessen empfundene mentale Belastung verringerte sich, wenn das Ziel sich selbst als Einstein wahrnahm. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Selbst- und externe Wahrnehmung von Avataren in kollaborativen VR das menschliche Verhalten beeinflussen kann. Dieses Phänomen kann genutzt werden, um die kognitive Leistung von Menschen in VR zu erhöhen oder darüber hinaus, bessere VR Erfahrungen zu gestalten.

2 Verwandte Arbeiten

Die Arbeit beschäftigt sich damit, wie Menschen in VR durch Avatare beeinflusst werden. Dafür spielen mehrere psychologische Effekte eine Rolle, wie zum Beispiel der *Proteus-Effekt* (Yee & Bailenson, 2007). Studien zeigen, solche Effekte können die Wahrnehmung (Banakou et al., 2013), das Verhalten (Snyder et al., 1977) und sogar die Leistungsfähigkeit beeinflussen (Banakou et al., 2018). Außerdem soll ermittelt werden, wie wichtig das Design von Avataren für VR und kollaborative virtuelle Umgebungen für die Erfahrung der Nutzer ist. Zusätzlich wird überprüft, ob es mit Avataren möglich ist, in kollaborativen virtuellen Umgebungen die Leistung von Menschen gezielt zu beeinflussen.

In diesem Kapitel werden verwandte Arbeiten beschrieben und die zugrundeliegenden Theorien dieses Phänomens erläutert.

2.1 Die Immersion eines VR Systems

Mit Immersion wird beschrieben, wie stark ein VR System in der Lage ist, dem Nutzer das Gefühl zu vermitteln sich physikalisch in der virtuellen Umgebung zu befinden (Mestre, nd). Weiter ist Immersion ein messbares, objektives Konstrukt, das von der eingesetzten Technologie abhängt (Wolf et al., 2005; Slater & Wilbur, 1997). Ein System, dessen Ausgabe realitätstreuer ist, zum Beispiel Bilder mit einer höheren Auflösung, erzeugt einen größeren Grad an Immersion. (Wolf et al., 2005; Slater & Wilbur, 1997). So ist das Spiel *Doom* von 2016, mit einer 4k Auflösung und einer Bildwiederholungsrate von 144 Bilder pro Sekunde, immersiver als das gleichnamige Spiel von 1993, welches eine Auflösung von 320x200 Pixel und einer Bildwiederholungsrate von 35 Bilder pro Sekunde hat. Denn die Immersion ist höher, je realistischer die menschlichen Sinne vom System angesprochen und stimuliert werden (Wolf et al., 2005). Nach Wolf et al. (2005) ein wichtiger Faktor der Immersion die visuelle Immersion, welche sich aus verschiedenen Komponenten zusammensetzt.

Zum Beispiel wird der Sichtbereich (*Field of View*) erwähnt, welcher an das menschliche Sichtfeld angelehnt ist und die Bildschirmgröße des HMD in Grad beschreibt. Um eine möglichst hohe Immersion zu erzeugen, sollte das HMD im Idealfall das gesamte Sichtfeld des Benutzers einnehmen, damit der Nutzer stärker von

der tatsächlichen Welt isolieren werden kann (Wolf et al., 2005). Je größer und uneingeschränkter der Sichtbereich eines HMD's ist, umso natürlicher fühlt sich die visuelle Wahrnehmung des Nutzers in der virtuellen Umgebung an. Das Betrachtungsfeld (*Field of Regard*) hingegen beschreibt das Panorama einer virtuellen Umgebung und ist in Kombination mit dem stereoskopischen Sehen eine wichtige technische Voraussetzung, um beim Nutzer das Gefühl zu erzeugen sich in einer dreidimensionalen Umgebung zu befinden. Darum bestehen HMD's aus zwei einzelnen Bildschirmen, um zu gewährleisten, dass der Nutzer binokular sehen und folglich Tiefen wahrnehmen kann. Zusätzlich dazu bestimmt die Kopfbewegung basierte Bildsynthese (*Head-based rendering*), welchen Teil der virtuellen Umgebung der Benutzer des VR Systems sieht. So wird relativ zur Kopfposition der tatsächliche Sichtbereich der menschlichen Augen ermittelt. Um die virtuelle Umgebung kontinuierlich und synchron darzustellen, muss die aktuelle Position des Nutzers im Raum aufgezeichnet und basierend darauf die Perspektive dargestellt werden. Dabei müssen auch Einflussfaktoren, wie realistisches Lichtverhalten beachtet werden, um physikalisch korrekte Reflexionen zu erzeugen. Außerdem ist der Realismusgrad der verwendeten VR Modelle relevant für die Realitätstreue und damit auch für die visuelle Immersion des Systems (Wolf et al., 2005; Argelaguet et al., 2016).

Ein weiterer wichtiger Faktor für Immersion ist laut Slater & Wilbur (1997) die Synchronität der Bewegungen nach Aktionen (*Matching*). Damit es zu dieser Synchronität kommen kann, bedarf es eines virtuellen Avatars, der den Benutzer in der VR repräsentiert. Dieser ist Teil der Welt, durch ihn kann der Benutzer die virtuelle Umgebung wahrnehmen. Das System wird immersiver, je genauer die Bewegungen des echten Körpers auf den virtuellen Körper übertragen werden können. Dabei sollte die Zeit zwischen Aktion und deren visueller und akustischer Reaktion möglichst gering sein.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass unter anderem die Realitätstreue der virtuellen Umgebung, die aufgezeichneten und übertragenen Bewegungen und die Isolation des Probanden den Grad an Immersion des VR Systems bestimmen (Witmer & Singer, 1998; Mestre, nd). Das System soll möglichst immersiv sein, damit der Proband sich so fühlt als befände er sich tatsächlich in der virtuellen Umgebung (Witmer & Singer, 1998). Letztendlich kommt es gleichwohl nicht nur auf die technischen Faktoren an, sondern auch auf das rein subjektive Empfinden des Nutzers, welcher sich in VR befindet (Wolf et al., 2005).

2.2 Präsenz

Das Gefühl der Präsenz, ausgelöst durch die virtuelle Umgebung, kann die Qualität des VR Erlebnisses und die Immersion des VR Systems verbessern (Sanchez-Vives & Slater, 2005). Außerdem begünstigt die Präsenz, die Effekte, die durch das Verkörpern von Avataren beim Nutzer entstehen (Kiltner et al., 2012). Aus diesem Grund ist Präsenz ein wichtiger Faktor für die Studie.

Slater (2003) beschreibt das Gefühl der Präsenz mit den folgenden Worten:

“Even though cognitively you know that you are not in the real life situation, you will tend to behave as if you were, and have similar thoughts.”

Das bedeutet, dass man mit einem hohen Grad an Präsenz beim Nutzer das Gefühl erzeugt sich tatsächlich in der virtuellen Umgebungen zu befinden (Slater & Wilbur, 1997). Studien zeigen, auch wenn es dem Benutzer bewusst ist, dass die virtuelle Welt nicht der Wirklichkeit entspricht, er in der Lage ist VR als dominante Umgebung wahrzunehmen und sich wie in der Realität zu verhalten (Slater, 2003; Slater & Wilbur, 1997). Die vom System beim Nutzer induzierte Präsenz zu bestimmen ist komplex, da diese im Gegensatz zur Immersion kein objektives Maß darstellt (Slater & Wilbur, 1997). Trotz gleicher technischer Voraussetzungen eines VR Systems, kann das Gefühl beim Nutzer, sich in der virtuellen Umgebung zu befinden, unterschiedlich stark ausgeprägt sein (Wolf et al., 2005). Der empfundene Grad an Präsenz wird darum durch Fragebögen, wie zum Beispiel den iGroup presence questionnaire (IPQ) (Schubert et al., 2001), gemessen. Dieser deckt nach Schwind et al. (2019), das Konzept von VR Präsenz am besten ab.

Laut Sherman & Craig (2018) gibt es sogenannte Determinanten, die technische, inhaltliche und psychologische Faktoren beschreiben, welche über die Präsenz eines Benutzers entscheiden. Die technischen Faktoren werden von der Immersion des VR Systems bestimmt. Dazu zählen Eigenschaften wie die Bildschirmauflösung oder die Isolation des Benutzers von der physikalischen Welt. Während sich die Immersion auf die eingesetzten technischen Faktoren eines VR Systems bezieht, beschreibt die Präsenz das subjektive Empfinden sich in einer virtuellen Umgebung zu befinden. Präsenz ist somit die Reaktion des Menschen auf die erlebte Immersion. Immersion beeinflusst die Präsenz zwar maßgeblich, was aber nicht bedeutet, dass eine stärkere Immersion zwangsläufig zu einer ausgeprägteren Präsenz führt (Slater, 2003, 2009).

Der inhaltliche Faktor dagegen beschreibt die Elemente der virtuellen Umgebung. Dabei müssen in der virtuellen Welt nicht dieselben Regeln wie in der physikalischen gelten, diese sollten aber konsistent sein. Das bedeutet, der Anwender soll

im Stande sein eine Vorstellung der Reaktionen der Welt zu bekommen, wenn er länger mit ihr interagiert. Dieselbe Aktion eines Menschen in VR sollte demnach unter gleichen Umständen zur selben Reaktion der Umgebung führen. Außerdem sollten in VR interessante Aufgaben für den Nutzer vorhanden sein. Diese Aufgaben dürfen weder überfordern noch langweilen (Sherman & Craig, 2018).

Außerdem sind auch psychologische Faktoren für die Präsenz wichtig. So kann die psychologische Haltung eines Menschen seine erlebte Präsenz positiv oder negativ beeinflussen. Dazu zählen beispielsweise allgemeine Faktoren wie die Motivation, die Stimmung oder Nervosität. Auch die bisherigen Erfahrungen eines Menschen oder seine Art sich Wissen anzueignen, können einen Einfluss haben (Sherman & Craig, 2018).

Slater (2003) dagegen meint, Präsenz entsteht durch die Verknüpfung der menschlichen Wahrnehmung, dem motorischen System und der Immersion. Interesse und Beteiligung soll im Gegensatz zu Sherman & Craig (2018) und Witmer & Singer (1998) keinen Einfluss auf die empfundene Präsenz haben (Slater, 2003). Das heißt die empfundene Präsenz ist unabhängig vom Interesse des Nutzers an den Inhalten der virtuellen Umgebung.

Zum Schluss kann der Nutzer allgemein für VR mehr oder weniger ansprechbar sein. So ist es bei manchen Menschen deutlich schwieriger Präsenz zu erzeugen als bei anderen (Sherman & Craig, 2018).

2.3 Copresence und soziale Präsenz in kollaborativer VR

Mit moderner Technik ist es möglich, dass mehrere Menschen sich eine virtuelle Umgebung teilen. Hierbei spricht man von einer kollaborativen virtuellen Umgebung. Bei diesen befinden sich mehrere Menschen, unabhängig von ihrer physischen Position, in einer virtuellen Umgebung. Zusätzlich zur Empfindung von Präsenz erlebt der Proband in einer kollaborativen virtuellen Umgebung das Gefühl von *Copresence*. Während Präsenz den Eindruck beschreibt sich in einer virtuellen Umgebung zu befinden, definiert *Copresence* das Gefühl in Gesellschaft anderer (Nowak & Biocca, 2003) oder mit jemanden zusammen (Schroeder, 2002) in der virtuellen Umgebung zu sein.

Copresence entsteht dann, wenn ein Mensch das Empfinden hat, sowohl seinen Interaktionspartner wahrzunehmen, als auch von diesem wahrgenommen zu werden (Goffman, 2008; Nowak, 2001). Das bedeutet, dass die eigene Existenz ein wichtiger Faktor für das Gefühl von *Copresence* ist. Voraussetzung hierfür ist, dass Menschen in VR die Möglichkeit haben einander zu beobachten. Erst wenn sie den Eindruck haben, dass sie wahrnehmen können, was ihr VR Partner sieht und wie

er agiert, kann *Copresence* voll eintreten (Goffman, 2008). Die empfundene *Copresence* kann außerdem davon abhängig sein, wie oft der Proband das System bereits erlebt hat. Wenn ein System deren Neuartigkeit für den Probanden verliert, kann der erlebte Grad an *Copresence* abnehmen (Schroeder, 2002). Ferner kann die Beziehung der Probanden Einfluss auf deren erlebte *Copresence* haben. Eine engere Verbundenheit der Probanden kann zu einem höheren Grad an *Copresence* führen (Schroeder, 2002). *Copresence* und Präsenz verstärken sich gegenseitig. Das bedeutet, das Gefühl an einem Ort zu sein und mit jemand anderen an einem Ort zu sein, wirkt positiv auf einander aus (Schroeder, 2002). Da Präsenz ein wichtiger Faktor für die Verkörperung von Avataren (Kilteni et al., 2012) ist, muss auch *Copresence*, da diese in Wechselwirkung mit einander stehen, in Betracht gezogen werden.

Darüber hinaus führt *Copresence* bei Menschen in kollaborativen virtuellen Umgebungen zu dem Gefühl von sozialer Präsenz. Diese wird definiert als das Bewusstsein an der *Copresence* oder Intelligenz eines anderen Menschen (Biocca & Nowak, 2001). Soziale Präsenz setzt sich zusammen aus der Reaktion zu anderen Menschen in VR, der wahrgenommenen Reaktion anderer Menschen in VR, den empfundenen Interaktionsmöglichkeiten mit diesem anderen Menschen in VR und der *Copresence*, die durch die Präsenz des anderen Menschen erzeugt wird (Poeschl & Doering, 2015).

Wie Präsenz ist auch die soziale Präsenz und *Copresence* eine subjektive Empfindung. Darum werden diese ebenfalls über einen Fragebogen, wie den *Social Presence*-Fragebogen, erhoben (Poeschl & Doering, 2015).

2.4 Virtuelles Verkörpern von Avataren

Durch das Verkörpern von Avataren in VR können Menschen innerhalb und außerhalb der virtuellen Umgebung in ihrer Wahrnehmung (Banakou et al., 2013) und ihrem Verhalten (Yee & Bailenson, 2007) beeinflusst werden. Hierfür sind verschiedene psychologische Effekte verantwortlich (Yee & Bailenson, 2007). Diese sind abhängig von dem Gefühl der virtuellen Verkörperung des Avatars (*virtual Embodiment*) die der Mensch erlebt (Yee & Bailenson, 2007).

Je stärker das Gefühl den Avatar zu verkörpern ist, je mehr der Mensch den Avatarkörper für seinen eigenen hält (*Ownership*), desto mehr wird der Mensch in seiner Wahrnehmung und seinem Verhalten beeinflusst (Yee & Bailenson, 2007; Slater et al., 2018; Steptoe et al., 2013).

In der Studie wurden die Effekte, die Avatare in VR auf Menschen haben, untersucht. Um die Wahrscheinlichkeit, dass diese auftreten zu maximieren, wurde versucht, den vom System erzeugten Grad an Verkörperung der Avatare so hoch wie

möglich zu gestalten.

Kiltner et al. (2012) beschreibt, dass das Gefühl in einem fremdem Körper zu sein, eintritt, wenn die Eigenschaften des fremden Körpers verarbeitet werden als wären sie die Eigenschaften des eigenen biologischen Körpers.

Um einen Avatar zu verkörpern, sind laut Kiltner et al. (2012), drei Faktoren besonders wichtig: die Selbstverortung (*Self-location*) des Körpers, der Eindruck von Handlungsfähigkeit (*Agency*) und das Empfinden den Körper zu besitzen (*Ownership*).

Präsenz soll auch einen wichtigen Einfluss auf das Verkörpern von Avataren haben und kann wie die Selbstverortung, die Handlungsfähigkeit und das Besitzen des Körpers als Unterkategorie der Verkörperung betrachtet werden (Kiltner et al., 2012). Umgekehrt verstärkt das Gefühl in einem Avatarkörper zu sein auch die erfahrene Präsenz sowie die soziale Präsenz (Baylor, 2009b; Usoh et al., 1999).

Mit Selbstverortung meint Kiltner et al. (2012), das Gefühl sich an einer bestimmten Position im Raum zu befinden. Damit der Eindruck von Verkörperung entsteht, soll diese Position innerhalb des Avatars sein, den der Proband verkörpern soll. Um das zu erreichen, kann dem Probanden die Ansicht der virtuellen Umgebung aus den Augen des Avatars (*First-Person Perspective*) durch ein HMD dargestellt werden. Außerdem hat auch taktiler Reiz einen Einfluss auf die Selbstverortung, da physikalische Stimulation visuelle Reize verdrängt und damit die Selbstverortung beeinflussen kann (Lenggenhager et al., 2009). Selbstverortung beschreibt nicht das Gefühl in einer Welt zu sein und unterscheidet sich klar von der Präsenz. Stattdessen beschreibt Selbstverortung die Beziehung des Selbst zum Körper, während die Präsenz die Beziehung des Selbst zur Umgebung darlegt.

Das Gefühl der Handlungsfähigkeit bezieht sich darauf, den Avatarkörper durch sein Handeln zu steuern. Hierbei spricht man von motorischer Kontrolle. Eine Möglichkeit dieses Gefühl zu erzeugen ist die Bewegungs-Erfassung. Hier werden die Bewegungen des physikalischen Körpers aufgezeichnet und dann auf den Avatarkörper übertragen. Mehrere Studien haben gezeigt, dass ein abweichendes visuelles Feedback negative Einflüsse auf das Gefühl der Handlungsfähigkeit hat (Blakemore et al., 2002; Franck et al., 2001; Sato & Yasuda, 2005). Das bedeutet, um einen möglichst hohen Grad von Handlungsfähigkeit beim Menschen zu erzeugen, muss der Unterschied zwischen der erwarteten Konsequenz der Bewegung und der tatsächlich visuell sichtbaren Konsequenz möglichst gering sein. Weiter soll diese Form von visuell wahrgenommener Bewegung ein stärkeres Gefühl davon erzeugen den Körper zu besitzen (*Ownership*) als eine Synchronität von taktilen Reizen, wie bei der *Ruberhand Illusion* Botvinick & Cohen (1998) (Kokkinara & Slater, 2014; Banakou et al., 2018).

Mit dem Gefühl, den Körper zu besitzen (Ownership), beschreibt der Autor, den Eindruck des Menschen, der virtuelle Körper sei die Quelle seiner Empfindungen (Kilteni et al., 2012). Das bedeutet, der Mensch, der den Avatar verkörpert, hat das Empfinden durch diesen Körper Reize, wie Schmerzen, wahrnehmen zu können (Slater et al., 2008). Die Studie Botvinick & Cohen (1998) erzeugt durch taktile Reize das Gefühl einen Körper zu besitzen. Hier wurde eine echte Hand und eine aus Gummi gleichzeitig mit einem Pinsel gestreichelt. Der Proband reagierte mit Stress, wenn die falsche Hand bedroht oder verletzt wurde. Dieser Effekt lässt sich auch durch visuelle statt taktile Reize erzeugen (Slater et al., 2008). Außerdem wird dadurch der Eindruck des Besitzens des Körpers verstärkt, wenn die falschen Körperteile morphologische Ähnlichkeit mit dem echten Körper besitzen oder sich räumlich an den richtigen Stellen des Körpers befinden (Kilteni et al. (2012).

Demgegenüber lässt sich mit einem virtuellen Körper, der von dem des Nutzers abweicht (Kilteni et al., 2012), oder virtuellen Körperteil, über welches er nicht verfügt (Stephoe et al. (2013), trotzdem das Gefühl vom Besitzen des Körpers erzeugen. Bei der Studie Steptoe et al. (2013) verkörperten die Probanden in VR einen Avatar mit Schwanz, welcher dann in fiktive Gefahrensituationen gebracht wurde. Probanden reagierten darauf mit Stress, so, als wäre der Schwanz Teil ihres physischen Körpers. Auch wurde gezeigt, dass dieses Gefühl signifikant stärker eintritt, wenn dieses falsche Körperteil vom Probanden durch Bewegungen kontrolliert werden konnte (Stephoe et al., 2013).

Zusammenfassend lässt sich zur Verkörperung von Avataren in VR sagen, dass diese durch die Selbstverortung und die Handlungsfähigkeit begünstigt wird. Die Perspektive des Avatars (*First-Person Perspektive*) kann den Eindruck beim Nutzer erzeugen, sich im Avatarkörper zu befinden (Selbstverortung). Dies wurde in der Studie durch den Einsatz eines HMD's realisiert. Außerdem wird durch taktile (Botvinick & Cohen, 1998) oder visuelle (Kilteni et al., 2012; Steptoe et al., 2013) Reiz Synchronität die Empfindung des Verkörperns des Avatars begünstigt. Die Studie benutzte ein System zum Erfassen der Bewegungen der Probanden, um einen hohen Grad an Handlungsfähigkeit bei diesen zu gewährleisten. Ein hohes Maß an Verkörpern führt dazu, dass der Mensch den virtuellen Körper als den eigenen betrachtet und denkt, die empfangenen Reize selbst zu spüren (Besitzen des Körpers). Der Grad an empfundener Verkörperung eines Avatars ist ein subjektives Gefühl und wird über Fragebögen erhoben. Ein Beispiel dafür ist der Post-experience Questionnaire Fragebogen von Banakou et al. (2018).

2.5 Einfluss von Selbstwahrnehmung auf das Verhalten

Grundlage für die Beeinflussung von Menschen durch Avatare sind psychologische Phänomene, wie zum Beispiel die Theorie der Selbstwahrnehmung (*Self-Perception Theory*) (Yee & Bailenson, 2007). Die Theorie der Selbstwahrnehmung beschreibt, dass Menschen ihre Persönlichkeit und Emotionen aus einer externen Perspektive beobachten. Das bedeutet, sie schlüpfen in die Rolle eines Außenstehenden und begutachten ihr Verhalten. Dies führt dazu, dass sie wie ein Fremder unvollständige Informationen aus ihrem Verhalten und damit Rückschlüsse über ihre Persönlichkeit und Identität ziehen (Bem, 1972). Diese Theorie konnte zum Beispiel in einer Studie von Valins (1966) gezeigt werden. Indem er den Probanden mitteilte, sie haben eine höhere Herzfrequenz, während sie ein Foto einer Person begutachteten, erzeugte er bei den Teilnehmern das Gefühl, dass sie die Person auf dem Foto für attraktiv hielten.

Ähnliches haben Frank & Gilovich (1988) gezeigt. Sie stellten fest, dass sich Sportteams mit schwarzen Mannschaftstrikot's aggressiver im Sport verhalten. Es zeigte sich, dass die Teams mit den meisten Strafen häufig schwarze Trikot's trugen. Gleichzeitig konnten sie ermitteln das Teams, die ihre Trikotfarben in schwarz änderten, danach signifikant mehr Strafen erhielten.

Bei einer anderen Studie von Horselenberg et al. (2003) sollten Probanden Aufgaben am PC durchführen. Die Studienleitung suggerierte den Probanden einen schwerwiegenden Fehler gemacht zu haben, der das System zum Abstürzen gebracht hatte. Die Probanden sollten daraufhin eine Erklärung unterschreiben, in der sie sich zu diesen Fehler bekannten. Einige Probanden dachten danach tatsächlich für den Absturz verantwortlich zu sein, obwohl dieser künstlich von der Studienleitung ausgelöst worden war. Die Autoren der Studie schließen daraus, die Selbstwahrnehmung des Probanden beim Unterschreiben des falschen Geständnisses führt dazu, dass dieser sich wirklich für schuldig hält.

Diese Studien verdeutlichen die Theorie der Selbstwahrnehmung und ihre Auswirkung auf die menschlichen Verhaltensweisen, die als eine Grundlage für die Veränderungen der Verhaltensweisen ausgelöst durch Avatare gilt (Yee & Bailenson, 2007), da in der virtuellen Umgebung sich die Selbstbeobachtung des Menschen nicht auf den physikalischen Körper, sondern auf den virtuellen Körper, den Avatar, bezieht.

Dies zeigt sich zum Beispiel in der Studie von Banakou et al. (2013), bei der Probanden in einer virtuellen Umgebung den Avatar von Kindern oder Erwachsenen verkörperten. Obwohl beide Avatare gleich groß waren, schätzten die Probanden in den Kinderavataren die virtuellen Objekte der Umgebung trotzdem deutlich

größer ein.

2.6 Einfluss von Fremdwahrnehmung auf das Verhalten

Nicht nur die eigene Beobachtung hat Einfluss auf das Verhalten eines Menschen, sondern auch die externe Wahrnehmung (Snyder & Swann, 1978; Snyder et al., 1977). Durch die Wahrnehmung von anderen und deren Verhalten kann sich das Verhalten eines Individuums beeinflussen lassen. Dieses Phänomen wird als Verhaltensbestätigung (*Behavioral Confirmation*) bezeichnet. Diese sagt, dass das Verhalten eines Beobachters B, üblicherweise als Betrachter bezeichnet (*Perceiver*) den Betrachteten A, üblicherweise als Ziel (*Target*) bezeichnet, dazu bringt, sich so zu verhalten, dass die Erwartungen von B bestätigt werden. Dabei müssen die Erwartungen von B über A nicht der Realität entsprechen (Snyder & Swann, 1978; Snyder et al., 1977).

Der Effekt kann dazu führen, dass sich Person B, welche denkt Person A wäre freundlich, so verhält, dass Person A besonders freundlich reagiert. Dies konnte in einer Studie von Snyder et al. (1977) gezeigt werden. Hier interagierten Männer (Betrachter) mit Frauen (Ziel), danach sollten die Männer bewerten wie freundlich sie die Frauen empfanden. Die Männer bewerteten Frauen, von denen sie dachten, dass diese attraktiv wären, als freundlicher. Die Resultate stellen dar, dass Menschen durch die Wahrnehmung anderer in ihrem Verhalten beeinflusst werden.

Zusätzlich zeigen die Ergebnisse auch, dass oft Stereotypen die Ausgangsbasis für die Erwartungen des Betrachters sind. Im Falle der Studie von Snyder et al. (1977) hielten männliche Teilnehmer attraktivere Probandinnen für freundlicher. Diese geben dem Beobachter eine starke Grundlage für die Erwartungen über das Ziel. Durch den Effekt der Verhaltensbestätigung bewahrheiten sich oft Stereotypen bei dem Betrachter und festigen dieses Bild damit weiter (Snyder et al., 1977).

Eine andere Studie untersuchte die Verhaltensbestätigung in Bezug auf aggressives Verhalten, indem sie zwei Probanden gegeneinander antreten ließ (Snyder & Swann, 1978). Sie konnten dabei den anderen Probanden durch Störgeräusche ablenken. Probanden (Betrachter), die erwarteten, dass ihre Kontrahenten (Ziel) aggressiv wären, wendeten deutlich häufiger und stärkere Störgeräusche an. Dies führte dazu, dass auch die Kontrahenten (Ziel) mehr und stärkere Störgeräusche verwendeten.

Nachdem die Verhaltensänderung durch die Selbstwahrnehmung von Avataren eintritt, sollte auch eine Verhaltensänderung durch das Wahrnehmen von Avataren durch andere stattfinden.

Zusammenfassend hat die externe Wahrnehmung eines Menschen, beziehungs-

weise die Fremdwahrnehmung einen großen Einfluss auf das Verhalten eines Menschen. Die Grundlage für diese Beeinflussungen sind Vorurteile oder Erfahrungswerte. Aber nicht nur die physikalische Wahrnehmung des Körpers kann Einfluss auf das Verhalten eines Menschen haben, sondern auch die Wahrnehmung einer virtuellen Repräsentation, eines Avatars (Yee & Bailenson, 2007).

2.7 Verhaltensänderungen durch Avatare

Wenn Menschen Avatare in VR verkörpern, kann sie das beeinflussen (Yee & Bailenson, 2007; Banakou et al., 2018, 2016, 2013; Slater et al., 2018). Dies lässt sich mit einigen psychologischen Phänomenen begründen.

2.7.1 Proteus-Effekt

Eines dieser Phänomene ist der Proteus-Effekt, welcher zum Beispiel in Online-Foren, Spielen oder VR auftreten kann (Yee & Bailenson, 2007). Dieser besagt, dass ein Mensch durch seine virtuelle Repräsentation, seinem Avatar (Döring, 1999), beeinflusst werden kann. Wie die Studie Banakou et al. (2013) zeigt, kann die Wahrnehmung beeinflusst werden, aber auch auf das Verhalten der Nutzer wirkt sich der Proteus-Effekt aus (Yee & Bailenson, 2007).

In der ersten Pilot-Studie von Yee & Bailenson (2007) wurde die Attraktivität einer virtuellen Darstellung manipuliert und untersucht, ob dies zu Verhaltensänderungen beim Probanden führt. Zwei Probanden sollten sich bei der Studie auf einander zu bewegen und von sich erzählen. Probanden in der attraktiven Bedingung traten dabei signifikant näher an den Studienpartner heran und gaben mehr Informationen über sich preis. Als Resümee wurde aus der Studie gezogen, dass ein Proband der einen attraktiven Avatar verkörpert, sich selbstbewusster fühlen kann.

In der zweiten Studie Yee & Bailenson (2007) wurden die Einflüsse durch die Größe von virtuellen Avataren untersucht. Probanden waren dabei entweder besonders klein oder besonders groß, während sie vom zweiten Probanden als gleich groß wahrgenommen wurden. Sie führten einen Verhandlungstest durch, bei denen Angebote für das Teilen von Geldsummen vereinbart werden sollten. Probanden, die in einen großen Avatar verkörperten, nahmen weniger Rücksicht und handelten mehr im eigenen Interesse. Die Manipulation der Größe der virtuellen Darstellung einer Person führt dazu, dass diese in einer sozialen Interaktion mehr oder weniger dominant auftritt.

In der dritten Pilot-Studie des Autors von Yee & Bailenson (2007) wurden Charaktere des Massiv Multiplayer Online Roleplay Game *World of Warcraft* (WOW) untersucht. In diesem Spiel können Akteure nach Belieben Charaktere erstellen

und spielen. Diese Charaktere repräsentieren den Spieler dann in der virtuellen Welt. Informationen über Charaktere von mehreren Spielservern wurden über eine Zeitperiode gesammelt. Dabei konnte festgestellt werden, dass sehr attraktive und sehr große WOW Charaktere durchschnittlich signifikant höhere Level besitzen als sehr unattraktive und sehr kleine. Die Ergebnisse zeigen, dass ein Effekt auch durch einen geringeren Grad an Verkörperung, außerhalb von VR und mit wenig Immersion, eintreten kann.

Weiter stellt sich die Frage, ob die Effekte des Proteus-Effekt nur auf den Kontext, in dem sie auftreten, beschränkt sind. Zum Beispiel, ob die Steigerung des Selbstvertrauens aus der ersten Pilot Studie von Yee & Bailenson (2007) sofort verloren geht, wenn der Proband die virtuelle Realität verlässt und dadurch die Verbindung zu seinem virtuellen Avatar verliert. Um dies zu untersuchen, wurde eine vierte Studie durchgeführt (Yee & Bailenson, 2007). Wie in zweiten Pilot-Studie, wurde ein Verhandlungstest mit Avataren unterschiedlicher Größe in einer virtuellen Umgebung durchgeführt. Danach wurde derselbe Test nach dem Verlassen der virtuellen Umgebung wiederholt. Hierbei konnte festgestellt werden, dass die Einflüsse durch das Verkörpern der Avatare, auch außerhalb des VR noch Auswirkungen auf den Menschen hat.

2.7.2 Weitere Effekte durch Avatare

Neben den Beschriebenen kommt es zu weiteren Effekten durch das Verkörpern von Avataren, welche nicht dem Proteus-Effekt zugeschrieben werden.

Die Studie von Banakou et al. (2016) konnte die ethnischen Vorurteile von Probanden gegenüber Dunkelhäutigen signifikant verringern, indem sie diese Probanden in VR dunkelhäutige Avatare verkörpern ließ. Die Autoren gehen davon aus, dass durch das Verkörpern eines Avatars ein Zugehörigkeitsgefühl zu der Gruppe, welcher der Avatar angehört, beim Menschen entstehen kann. Eine andere Studie Slater et al. (2018) zeigt, dass sich auch Interesse erzeugen lässt. Hier beobachteten Probanden eine Rede und verkörperten dabei verschiedene Avatare. Probanden, die einen Zuschaueravatar verkörperten, waren danach deutlich interessierter zusätzliche Informationen zu der Geschichte der Rede zu erhalten. Eine weitere Studie Banakou et al. (2018) legt dar, dass auch die kognitive Leistungsfähigkeit in Tests durch Avatare verbessert werden kann. Hier schlüpfen männliche Probanden in VR in einen Avatar, der entweder Albert Einstein darstellte, in eine Person, mit der hohe Intelligenz assoziiert wird, oder in einen normalen jungen Mann. Vor und nach der Studie führten Probanden einen Test durch, welcher ihre kognitive Leistung messen sollte. Es zeigte sich, dass die Probanden, welche in der VR Einstein verkörperten im Test außerhalb von VR signifikant bessere Leistungen er-

zielten als die andere Probandengruppe.

2.8 Zusammenfassung

Das Verkörpern von Avataren in VR hat Einfluss auf die Wahrnehmung, das Verhalten und sogar die Leistungsfähigkeit eines Menschen (Yee & Bailenson, 2007; Banakou et al., 2018, 2016, 2013; Slater et al., 2018). Ein hoher Grad an Immersion wirkt sich positiv auf die Präsenz eines VR Systems aus (Slater, 2003, 2009) und ein hohes Maß an Präsenz begünstigt die Verkörperung eines Avatars (Kilteni et al., 2012). Das Maß an Verkörperung wirkt sich darauf aus, wie stark die Effekte des Avatars auf den Menschen wirken (Yee & Bailenson, 2007). Diese Einflüsse auf den Menschen durch Avatare resultieren aus verschiedenen psychologischen Effekten (Yee & Bailenson, 2007; Banakou et al., 2018; Slater et al., 2018; Banakou et al., 2016, 2013).

Jedoch wurden bei allen genannten Studien nur der Einfluss der Selbstwahrnehmung in VR auf Probanden überprüft. Es scheint logisch, dass auch die Verhaltensbestätigung (Snyder & Swann, 1978; Snyder et al., 1977) in VR einsetzt, wenn der verkörperte Avatar von anderen in kollaborativen virtuellen Umgebungen wahrgenommen wird.

3 Prototyp

Im Laufe der Arbeit wurde für das Studiendesign ein Prototyp erstellt. In diesem Kapitel werden die Komponenten des Prototyps beschrieben.

3.1 Raum der Studiendurchführung

Der Raum hatte eine Größe von 7,95m x 7,75m, zusätzlich dazu wurde ein Bereich der Größe 4,2m x 3,9m definiert, in dem sich die Probanden frei bewegen konnten (siehe Abbildung 3.1). Für diesen definierten Bereich wurde das *OptiTrack* System konfiguriert (siehe Kapitel 3.2). Außerdem verfügte der Raum über zwei *HTC VIVE Basisstationen*, die so aufgestellt wurden, dass Bewegungen der Probanden im abgesteckten Bereich möglichst genau aufgezeichnet werden konnten. Der virtuelle Raum wurde in seinen Dimensionen nach dem Vorbild des abgesteckten Bereichs gestaltet.



Abbildung 3.1: Definierter Bereich des Raums

3.2 OptiTrack als Bewegungs-Erfassung System

Um die Probanden in der virtuellen Umgebung darzustellen, verwendete der Prototyp das ganzkörperliche Bewegungs-Erfassung System *OptiTrack*. Das System verfügte über zwölf gleichmäßig im Raum verteilte Kameras, acht *PRIME 13*, vier *PRIME 13W* und einem PC der mit der *Motive* (v2.1) Software ausgestattet war. Der dafür verwendete PC benutzte *Windows 10* und verfügte über eine *Intel i7-8700* CPU, 26GB Arbeitsspeicher und eine *NVIDIA GeForce GTX 1080* Grafikkarte. Das *OptiTrack* System wurde nach Herstellerempfehlung kalibriert. Es konnte eine sehr genaue Präzision für das System erzielt werden: mittlerer 3D Reprojektionsfehler: 0.852mm, mittlerer Restfehler der Triangulation: 0.8mm, mittlerer Fehler des Kalibrierungsstabs: 0.187mm, mittlerer Fehler der schlechtesten Kamera: 0.949mm. Jeder Proband trug während der Studie einen *OptiTrack* Bewegungs-Erfassungs Anzug (*Motion Capture Suit*), diese wurden mit 49 Markern beklebt (siehe Abbildung 3.2). Die Kameras maßen die Position der Marker im Raum. Die Anzüge waren in verschiedenen Größen vorhanden, zwei S, zwei M und zwei L.



Abbildung 3.2: Probanden mit OptiTrack Anzügen und HMD's

Das System erfasste die 49 Markern jedes Probanden mit 240 Bildern in der Sekunde und erstellte für jeden Probanden ein virtuelles Skelett. Die Informationen wurden dann über ein lokales Netzwerk des Labors mit 1000 Mbit zu den anderen zwei PC's geschickt. Diese PC's benutzten die von *OptiTrack* zur Verfügung gestellte *Unity3D* (siehe Kapitel 3.5) Softwarekomponente, um die Daten auszulesen und auf die Avatare zu übertragen.

3.3 Avatare

Für die Studie wurden drei Avatare mit dem 3D-Modellierungswerkzeug *Daz3D* gestaltet. Für den *Alber Einstein Avatar* (siehe Abbildung 3.3) wurde das *Floyd 8* Modell verwendet. Für den normalen Avatar (*Normal*) (siehe Abbildung 3.4) und den *Betrachter Avatar* (siehe Abbildung 3.3) wurde das *Genesis 8* Modell verwendet. Das Aussehen der Avatare wurde anschließend mit *Daz3D* und mit zur Verfügung gestellter *mopfh targets* und Texturen an die Anforderungen der Studie angepasst. Alle Avatare verfügten über die gleichen Skelette. Bei der Gestaltung des Einstein und Normal Avatars wurde sich an Banakou et al. (2018) orientiert, da versucht wurde an deren Studien anzuknüpfen.

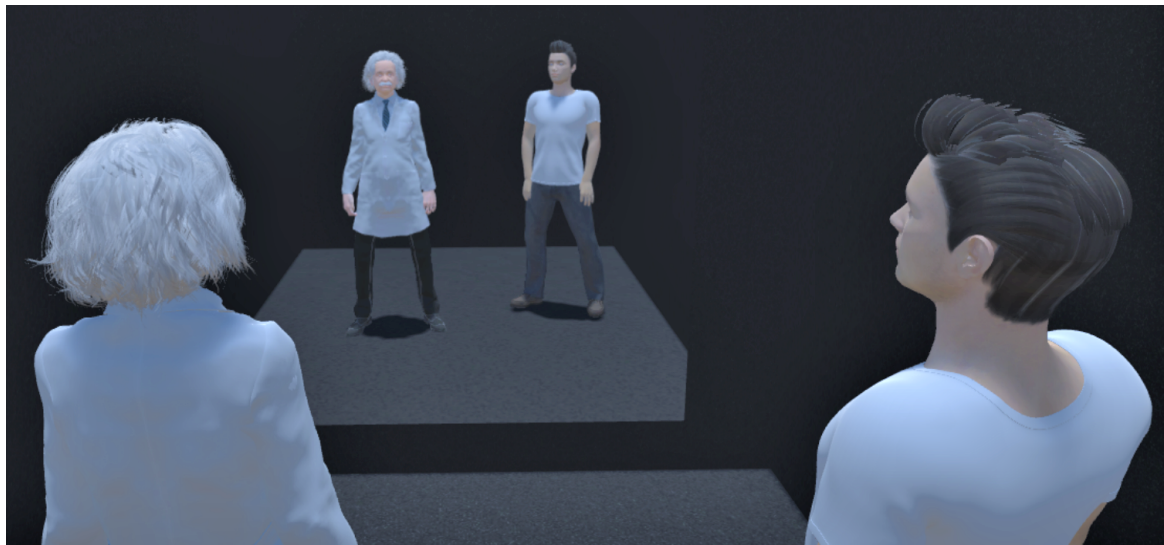


Abbildung 3.3: Einstein Avatar Links, Betrachter Avatar rechts

3.4 Head Mounted Displays für VR

Es wurden zwei *HTC VIVE* mit jeweils einen WLAN-Adapter pro *VIVE* verwendet (siehe Abbildung 3.2). Die *VIVE* hatte eine Auflösung von 108x1200 Pixel pro Auge, eine maximale Bildwiederholungsrate von 90 Hz und ein Sichtfeld von 110 Grad. Die PC's verfügten über *SteamVR* (1.7.15) und der *VIVE WLAN App* Software. Mit der *VIVE WLAN App* und dem WLAN-Adapter wurden die *VIVE* kabellos mit jeweils einen der PC's verbunden. Beide PC's verfügten über *Windows 10*, einem *Intel i7-8750H* Chipsatz, 16GB Arbeitsspeicher und einer *Nvidia Geforce GTX1060* Grafikkarte.



Abbildung 3.4: Normal Avatar Links, Betrachter Avatar rechts

3.5 Entwickelte VR Anwendung

Die virtuelle Umgebung wurde mit der Spiel-Engine *Unity3D* (v.2018.3.2f1) realisiert. Das Programm wurde in *C#* geschrieben.

3.5.1 Tower of London Test

Für die virtuelle Umgebung wurde eine alternative Version des *Tower of London* (TOL) Tests (Shallice, 1982) erstellt, welche sich an der Variante von Krikorian et al. (1994) orientierte. Hinter der Darstellung der Aufgabe war ein Spiegel in der virtuellen Umgebung platziert, damit die Probanden sich und ihren Mitspieler beim Bewältigen der Aufgabe beobachten konnten. Es wurde mit der Physik-Engine der *Unity3D* Umgebung gearbeitet, um eine möglichst realistisches Objektverhalten zu erreichen. Die Probanden konnten die Aufgabe lösen, in dem sie die oben dargestellten Muster nachbauten. Ein in der Mitte der Aufgabe eingeblendeter Text informierte die Probanden über die Anzahl der ihnen noch zur Verfügung stehenden Versuche. Nach dem Lösen der Aufgabe, erschien automatisch die nächste Aufgabe. Wurden alle Züge verbraucht, ohne die Aufgabe zu lösen, startete sich automatisch ein neuer Versuch für die Aufgabe. Nach dem dritten erfolglosen Versuch wurde stattdessen die nächste Aufgabe geladen. Zusätzlich befanden sich zwei Knöpfe unter der Aufgabe: ein *Restart*-Knopf, um die Aufgabe in einem neuen Versuch zu starten und ein *next Task*-Knopf, um eine Aufgabe komplett zu überspringen. Probanden konnten mit ihrem Körper einzelne Steine bewegen und in den Reihen ihrer Wahl fallen lassen, dabei mussten die Sphären, die sich am obe-

ren Rand in jeder Reihe befanden, mit den Steinen berührt werden. Die Art der Interaktion sollte dazu führen, dass Probanden für das Ausführen der Züge, ungeachtet ihrer Geschicklichkeit im Umgang mit dem Prototyp, ungefähr gleich lange für das ausführen eines Zuges benötigten. Jeder der Probanden hatte eine Variante der Aufgabe vor sich und konnte die Variante des anderen Spielers nicht sehen. Dadurch konnte verhindert werden, dass sich die Versuchspersonen vom anderen Spieler ablenken oder beeinflussen ließen.

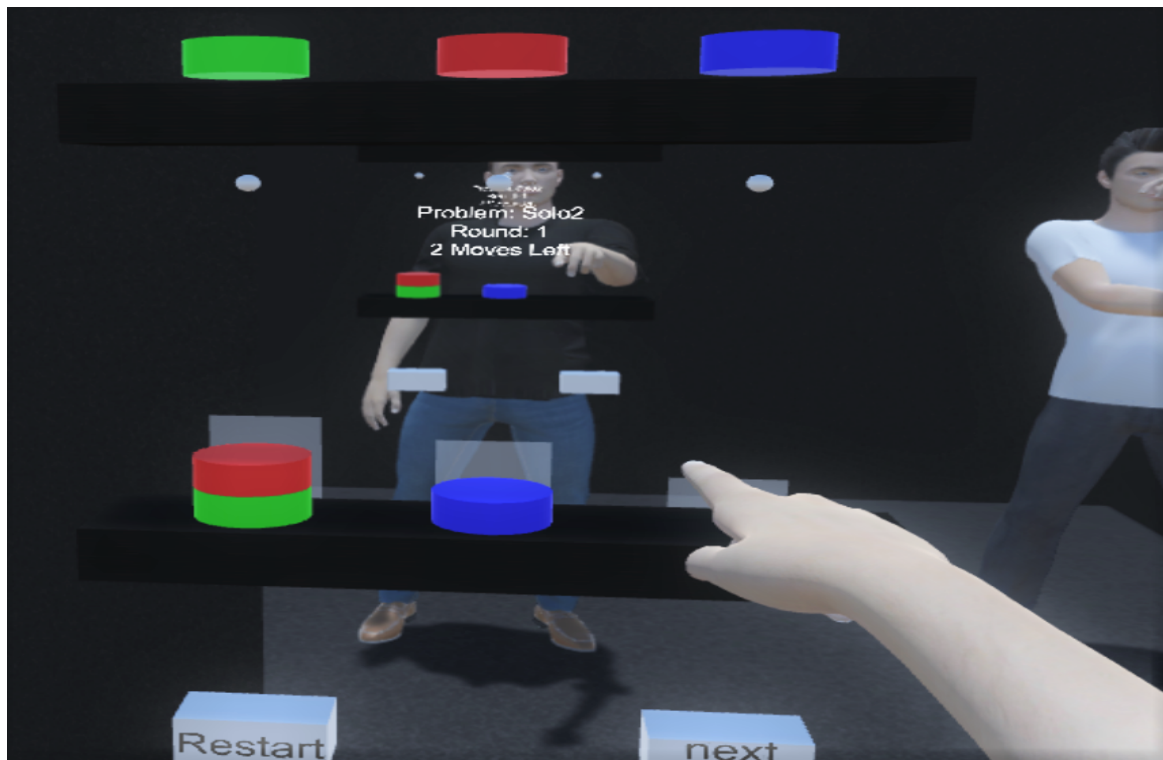


Abbildung 3.5: Tower of London im Solo Modus

Diese TOL Variante wurde als *Solo TOL* (siehe Abbildung 3.5) bezeichnet, zusätzlich wurde der *Kooperativ TOL* (siehe Abbildung 3.6) für die virtuelle Umgebung entwickelt. Die grundsätzliche Interaktion und Darstellung der kooperativen Variante war gleich. Bei der *Kooperativ TOL* Variante teilten sich die Probanden ein Spielfeld. Dabei sollte der Proband eins links vom Spielfeld und der Proband zwei rechts vom Spielfeld stehen. Beide Spieler hatten auf ihrer Seite einen *Control*-Knopf. Dieser wurde für beide Probanden aktiviert nach dem die Aufgabe vollständig geladen wurde. Beim Betätigen eines der Knöpfe, wurden anschließend beide Knöpfe deaktiviert. Der Spieler, welcher den Knopf betätigt hatte, durfte daraufhin seinen Spielzug ausführen. Nach dem erfolgreichen Durchführen des Zuges, wurden beide Knöpfe reaktiviert. Die *Restart*- und *next Task*-Knöpfe ließen

sich, unabhängig davon wer am Zug war, von beiden Probanden betätigen.

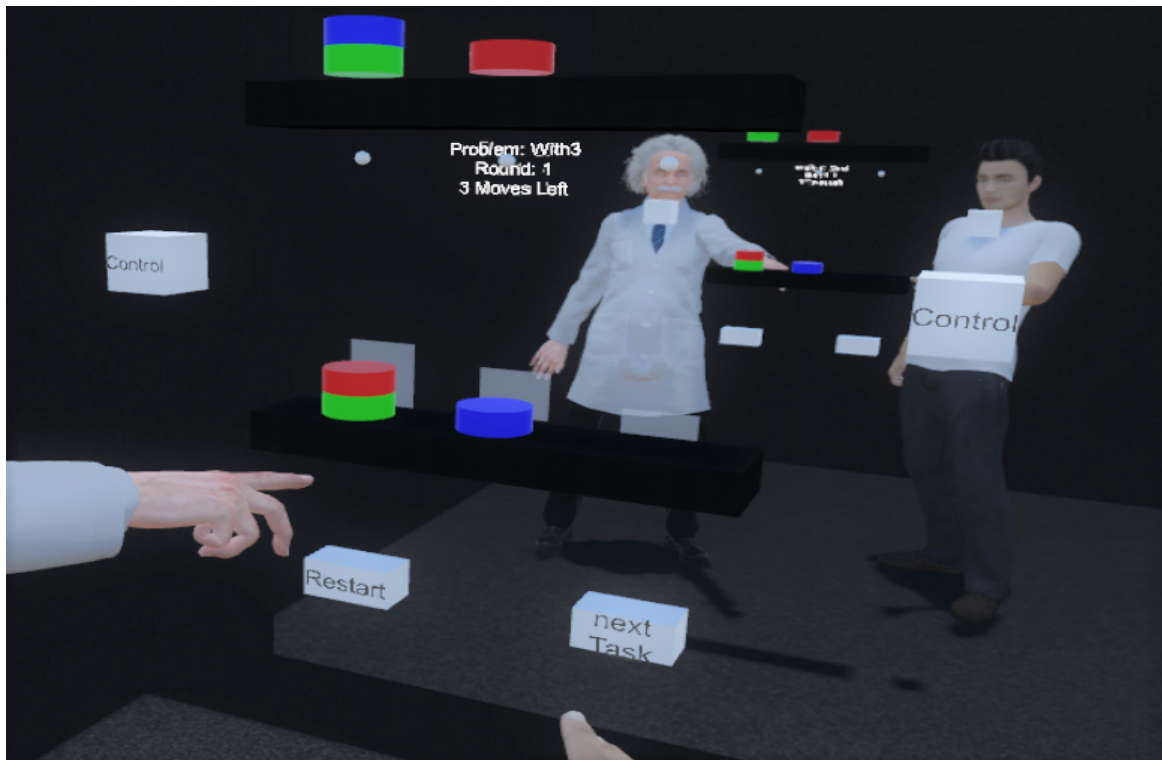


Abbildung 3.6: Tower of London im Kooperativ Modus

3.5.2 Netzwerkkommunikation für Mehrspieler

Da jeder PC nur eine HMD unterstützt, jedoch zwei Probanden eine Aufgabe zusammen erledigen sollten, mussten die PC's über das Netzwerk kommunizieren. Dafür wurde die *Unity3D* Anwendung *Network Manager* verwendet, um die PC's durch eine Host-Client Verbindung mit einander innerhalb der Software interagieren zu lassen. Dabei nahm ein PC die Aufgabe des Servers und Clients wahr, während der zweite PC als Client verbunden wurde. Alle Komponenten, bis auf die Knöpfe und Steine der virtuellen Umgebung, waren statisch und wurden von jedem PC separat verwaltet. Die Knöpfe und Steine waren Netzwerk-Objekte und wurden nur von einem der PC's kontrolliert. Die Informationen über Änderungen wurden dann zum anderen PC kommuniziert, welcher die Änderungen dann imitierte. Die TOL Aufgabe wurde so gestaltet, dass der PC des Probanden, welcher den *Control*-Knopf aktiviert hatte, Kontrolle über die Steine erhielt. Zum Laden der Aufgabe wurde die Kontrolle zurück an den Host PC gegeben. Der Host PC übernahm das Aufzeichnen der Spieldaten.

Weiter wurde ein Interface entwickelt, mit dem es der Studienleitung möglich war

die PC's während dem Studiendurchlauf zu verbinden, zusätzlich konnte mit diesem auch die Variante (siehe Kapitel 4.1) des Durchlaufs festgelegt werden.

3.5.3 VR Fragebögen

Damit die Probanden nicht während der Studie die virtuelle Umgebung verlassen mussten, wurden die auszufüllenden Fragebögen ebenfalls in die virtuelle Welt intrigiert. Den Probanden wurde jeweils eine Frage angezeigt. Um diese zu beantworten, konnten Knöpfe mit den jeweiligen Antwortmöglichkeiten ausgewählt werden. Diese Angabe konnten dann durch das Drücken eines weiteren Knopfs bestätigt werden. Die Fragebögen wurden von beiden Probanden gleichzeitig ausgefüllt, jeder Proband konnte nur seinen virtuellen Fragebogen sehen. Durch die Platzierung eines Spiegels über dem Fragebogen konnten sich die Probanden selbst und den Partner beim Ausfüllen beobachten (siehe Abbildung 3.7).

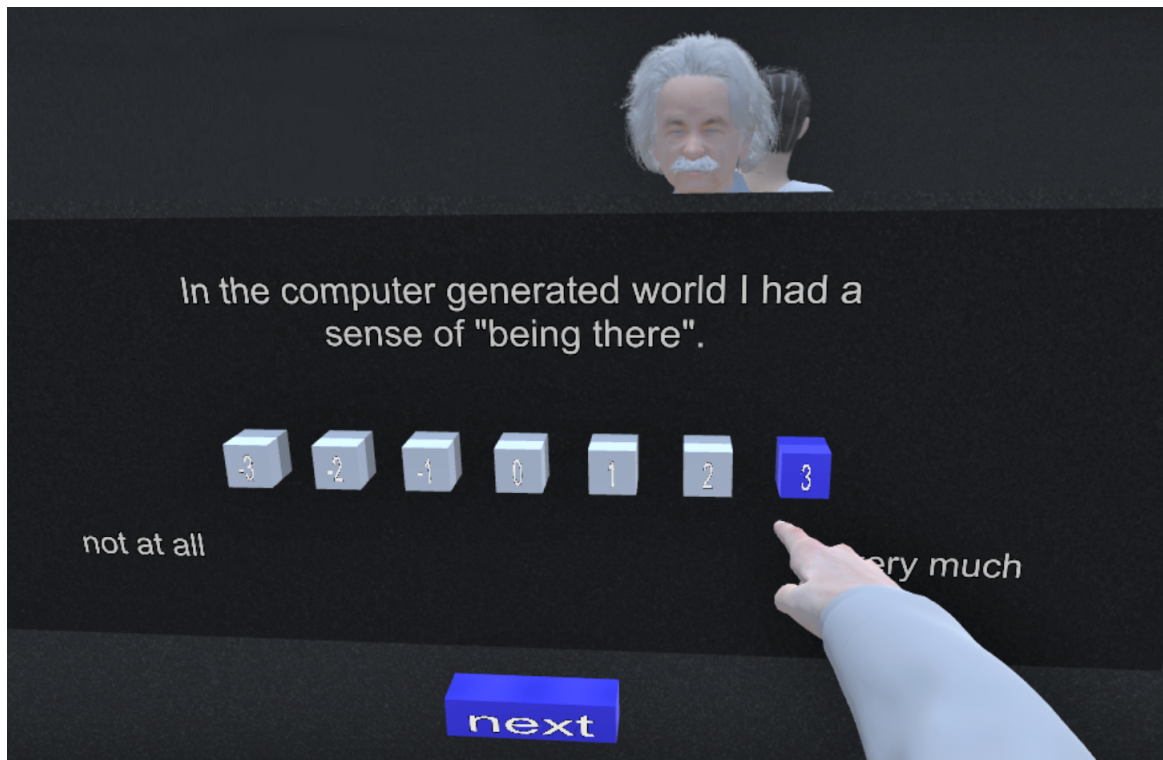


Abbildung 3.7: Fragebogen in VR

4 Studie

In mehreren Studien konnte bereits gezeigt werden, dass sich Menschen in ihrer Wahrnehmung und ihrem Verhalten durch die Verkörperung von Avataren in VR, beeinflussen lassen (Yee & Bailenson, 2007; Banakou et al., 2018, 2016; Slater et al., 2018; Banakou et al., 2013). Bisher beschäftigten sich diese Studien allerdings ausschließlich mit den Effekten, welche die veränderte Selbstwahrnehmung auf einen Probanden hat. Dabei blieb offen, ob der Mensch ebenso durch die externe Wahrnehmung seines Avatars beeinflusst werden kann und welche Auswirkungen eine Diskrepanz zwischen der Selbstwahrnehmung und der externen Wahrnehmung hat (Yee & Bailenson, 2007). In dieser Studie wurde untersucht, welchen Einfluss das Verkörpern eines Avatars auf die kognitive Leistungsfähigkeit eines Probanden hat. Dabei wurde analysiert, wie sich die Selbstwahrnehmung des Probanden A und die externe Wahrnehmung durch Proband B auf beide Studienteilnehmer auswirkte. Es wurde vermutet, dass die kognitive Leistungsfähigkeit des Probanden A ihr Maximum erreicht, wenn er von sich selbst und extern als Albert Einstein wahrgenommen wird.

In diesem Kapitel wird die Durchführung der Studie erklärt, es werden die technischen Hilfsmittel genannt, welche verwendet wurden, und die Daten aufgezeigt die entnommen wurden. Für die Studie wurde der VR Laborraum der Universität Regensburg genutzt (Siehe Kapitel 3.1).

4.1 Studiendesign

Die Studie wurde als mixed-design Experiment durchgeführt. Die Probanden, unterteilt in Paare, wurden nach dem Vorbild der Theorie der Verhaltensbestätigung (Snyder et al., 1977; Snyder & Swann, 1978) zufällig in die Rollen Ziel (*Target*) und Betrachter (*Perceiver*) eingeteilt.

Die *Between Group*-Variable bezeichnete die SELBSTWAHRNEHMUNG des Ziels, die Darstellung des Avatars durch den sich das Ziel in der virtuellen Umgebung selbst verkörpert sieht. Diese Variable besaß zwei Ausprägungen, eine für jeden der zwei Avatare des Ziels (*Einstein* (siehe Abbildung 3.3) oder *Normal* (siehe Abbildung 3.4)). Diese Ausprägungen waren E: das Ziel sah sich selbst als *Einstein* Avatar und D: das Ziel sah sich selbst als den normalen Avatar (*Normal*). Die Ausprägung der

SELBSTWAHRNEHMUNG wurde den 32 Probanden, unterteilt in 16 Paare, per Zufall zugeteilt, so dass jede Gruppe aus acht Paaren bestand.

Die erste *Within Group*-Variable bezeichnete die EXTERNE WAHRNEHMUNG, welche festlegte, wie der Betrachter das Ziel im virtuellen Raum wahrnahm. Auch die EXTERNE WAHRNEHMUNG besaß zwei Ausprägung, E: Betrachter sieht Ziel als *Einstein* Avatar und D: Betrachter sieht Ziel als den normalen Avatar (*Normal*). Eine der Ausprägungen der EXTERNE WAHRNEHMUNG wurde den Probanden Paaren zufällig zugewiesen und während der Studie wurde zu der jeweils anderen Ausprägung gewechselt, das Ziel hatte keine Kenntnis von diesem Wechsel. Daraus ergaben sich vier verschiedene Experiment-Bedingungen, bei welchen der erste Buchstabe die SELBSTWAHRNEHMUNG und der zweite die EXTERNE WAHRNEHMUNG beschrieb: EE, EN, NN, NE (siehe Abbildung 4.1). Die Ausprägungen und Reihenfolge der Ausprägungen wurde zufällig ermittelt und über die Studie hinweg nivelliert. Der Betrachter wusste nicht, welcher Ausprägung der SELBSTWAHRNEHMUNG aktiv war und das Ziel wusste nicht, welche Ausprägung der EXTERNEN WAHRNEHMUNG aktiv war.

Die zweite *Within Group*-Variable bezeichnete den SPIELTYP, welcher zwei Ausprägungen besaß. In der Ausprägung *Solo* wird die Aufgabe von beiden Probanden alleine gelöst. In der *Kooperativ*-Bedingung erledigen die Probanden die Aufgabe als Team. Dabei wird jede Ausprägung zweimal pro Gruppe durchgespielt, einmal für jede EXTERNE WAHRNEHMUNG. Auch hier wurde die Abfolge zufällig festgelegt und über die Studie hinweg nivelliert. Um die Häufigkeit der Avatarwechsel zu reduzieren, wurden erst beide Ausprägungen des SPIELTYPs durchgeführt, bevor die EXTERNE WAHRNEHMUNG geändert wurde. Beiden Probanden war es möglich sich frei im virtuellen Raum zu bewegen, welcher für alle Gruppen identisch war.









Bedingung	Sicht des Ziels	Sicht des Betrachters
EE		
EN		
NN		
NE		

Abbildung 4.1: Bedingungen Tabelle: Der erste Buchstabe der Bedingung beschreibt die Selbstwahrnehmung, der zweite Buchstabe beschreibt die externe Wahrnehmung. Die Bilder links zeigen die Sicht des Ziels in jeder Bedingung, die Bilder rechts stellen die Ansicht des Betrachters in jeder Bedingung dar.

4.2 Probanden

Für die Studie wurden 32 gesunde, männliche Probanden akquiriert. Frauen wurden von der Teilnahme ausgeschlossen, um einen Einfluss der Geschlechter Ungleichheit durch Verwendung der männlichen Avatare zu vermeiden (Schwind et al., 2017). Die Probanden waren im Durchschnitt 25,65 Jahre alt mit einer Standardabweichung von 4,53, in einer Altersspanne von 20-41 Jahren. Über die Hälfte der Probanden waren Studenten und der Großteil der restlichen Teilnehmer im technischen Bereich tätig. 29 der Probanden waren Rechtshänder, drei waren Linkshänder. Mit der Ausnahme von einem Teilnehmer waren alle kaukasisch und entsprachen dadurch optisch dem normalen Avatar (*Normal*) des Ziels und den Avatar des Betrachters. Die Hälfte der Probanden gaben an, täglich Computerspiele zu spielen. Laut der Angaben spielten 31,3% mehrmals in der Woche. 15,6% spielten circa einmal im Monat und ein Proband gab an etwa einmal im Jahr Computerspiele gespielt zu haben. 65,6% der Probanden hatten zuvor keine Erfahrung mit VR Spielen gemacht. 21,9% spielt VR Spiele etwa einmal im Jahr und 9,4% ein paar Mal pro Monat. Ein Proband spielte VR Spiele regelmäßig in der Woche. Die Teilnehmer waren demnach durchaus geübt im Umgang mit Computerspielen hatten allerdings wenig Erfahrung mit VR Spielen. Alle Probanden hatten entweder eine uneingeschränkte Sehstärke oder korrigierte Sicht. Zuvor hatte noch keiner der Teilnehmer einen TOL oder *Tower of Hanoi*-Test abgeschlossen. Das durchschnittliche Testergebnis des Englisch Levels der Probanden lag bei 5,41, mit einem Median von 5, auf einer Skala von 1-7. Dabei entsprach 1 dem Level eines Anfängers und 7 dem eines fortgeschrittenen Sprachniveaus. Die Probanden wurden über Werbezettel, E-Mails, dem Universitätsnetzwerk der Fachschaft und über soziale Netzwerke akquiriert. Den Studienteilnehmern war vor ihrer Teilnahme nicht bekannt, um was es sich in dieser Studie handelt. Ihnen wurde lediglich mitgeteilt, dass es sich um eine VR-Studie mit Ganzkörper Bewegungs-Erfassung handelte, welche mit Süßigkeiten und einer Versuchspersonenstunde belohnt wurde.

4.3 Durchführung der Studie

Die Probanden mussten sich zunächst online in eine Liste eintragen, dort wurden zufällig zwei Probanden ein Termin zugeteilt. Ein Proband sollte jeweils kurz vor und einer kurz nach dem Termin erscheinen und an unterschiedlichen Orten auf die Studienleitung warten. Damit sollte vermieden werden, dass sich Probanden vor dem Experiment sehen konnten. Die Probanden wurden nach ihrem Erscheinen in das Labor geführt und in unterschiedliche Räume gebracht. Dies sollte ebenfalls dazu führen, dass sich beide Probanden vor dem eigentlichen Versuchsdurch-

lauf nicht sehen oder hören konnten. Beiden Teilnehmern wurde dann angewiesen einen Informationszettel zu lesen und zu unterschreiben. Danach mussten sie ein Online-Formular zu ihren demographischen Daten ausfüllen. Beide Probanden führten anschließend den TOL Test (Shallice, 1982) am PC durch, welcher von der *Millisecond Test Library* heruntergeladen wurde und über *Inquisit Web* durchgeführt wurde (siehe Sean Draine (1999)). Der VR TOL und der *Millisecond Test Library* basierten auf derselben TOL Bedingung (Krikorian et al., 1994). Die Ergebnisse des Tests wurden nicht ausgewertet, er diente lediglich dazu, die Probanden auf den TOL in VR vorzubereiten. Beide Probanden wurden dann gebeten sich umzuziehen und die HMD's (siehe Kapitel 3.4) aufzusetzen. Dafür lagen passende OptiTrack Anzüge und HMD's (siehe Abbildung 3.2) bereit. Die Anzüge waren mit Markern ausgestattet, durch welche die Position der Probanden im Raum ermittelt werden konnte. Die Teilnehmer wurden darauf hingewiesen, dass sie für den Rest des Experiments nicht mehr sprechen sollten. Anschließend wurden beide Probanden von der Versuchsleitung in den Versuchsraum (siehe Kapitel 3.1) geführt. In einer virtuellen Einführungs-Szene wurden den Teilnehmern dann die Verhaltensregeln erklärt. Daraufhin wurden die Probanden im virtuellen Raum in ihren Avatar transferiert. Zu diesem Zeitpunkt war es beiden Teilnehmern zum ersten Mal möglich den jeweiligen anderen Probanden zu sehen. Im virtuellen Raum gab es einen Spiegel, der es den Teilnehmern ermöglichen sollte, sich selbst zu betrachten. Die Probanden wurden darum gebeten, sich für eine Minuten im Raum zu bewegen und sich selbst und den anderen Probanden zu beobachten, danach sollten sie einen Übung TOL Test machen, um sich an die Bedienung in VR zu gewöhnen. Nun begann der Ablauf des Experiments, die Probanden sollten den TOL Test in der virtuellen Umgebung in beiden SPIELTYP Ausprägungen erledigen. Nach jedem TOL Test sollte ein NASA TLX Fragebogen (Hart, 2006; Hart & Staveland, 1988) ausgefüllt werden und nach jedem TOL vom SPIELTYP *Kooperativ* sollte zusätzlich ein NASA TLX, der sich auf die Teamleistung bezog, bearbeitet werden. Nach dem beide SPIELTYP und die Fragebogen dazu abgeschlossen wurden, sollten die Probanden einen igroup presence questionnaire (IPQ) (Schubert et al., 2001), Post-experience Questionnaire (Banakou et al., 2018) und einen Social Presence-Fragebogen (Poeschl & Doering, 2015) ausfüllen. Alle Fragebögen fanden in der virtuellen Umgebung statt (siehe Kapitel 3.7). Danach wechselte die EXTERNE WAHRNEHMUNG auf die jeweils andere Ausprägung, die Probanden sollten sich nochmal für eine Minute im Raum umsehen und sich selbst beobachten und dann wurde der Ablauf wiederholt. Nach Vollendung des Experimentablaufs wurden die Probanden blind zurück in ihre Räume gebracht, durften HMD und Anzug ablegen und sollten danach einen letzten Fragebogen zu ihren Meinungen zum Ex-

periment ausfüllen. Der letzte Fragebogen erkundigte sich außerdem darüber was die Probanden vermuteten, dass in der Studie untersucht wurde. Sie durften dann ihren Studienpartner kennenlernen, wurden mit Süßigkeiten belohnt und über den Inhalt der Studie aufgeklärt. Die Studie dauerte ungefähr eine bis eineinhalb Stunden bei einer Zeit von durchschnittlich 60 Minuten in der sich die Probanden in der virtuellen Umgebung befanden.

4.4 Abhängige Variablen

4.4.1 Objektive Messwerte

Der TOL Test von Shallice (1982)) wurde als unabhängige, objektive Variable für die Studie gewählt. Hier wurde sich an Banakou et al. (2018) orientiert. Spezifisch testet der TOL Test die exekutiven Funktionen des Probanden. Genauer wird die Planungs- und Problemlösungs- Fähigkeiten, die Teil dieser Funktionen sind, gemessen. Der TOL wurde in der virtuellen Umgebung als virtuelles Spielbrett dargestellt. Dies variierte je nach Aufgabentyp. In der *Solo*-Bedingung hatte jeder Proband ein Brett (siehe Abbildung 3.5) und in der *Kooperativen*-Bedingung teilten sich die Probanden ein Brett (siehe Abbildung 3.6). Wie die Probanden mit dem Spielbrett interagieren konnten, wird in Kapitel 3.5.1 beschrieben. Der TOL Test besteht aus drei Reihen mit Steinen in unterschiedlichen Farben. Die Steine befinden sich am Anfang der Aufgabe in einer vordefinierten Position und müssen in eine Zielposition gebracht werden. Dies wird oben im Brett angezeigt. Dafür müssen die Steine von einer Reihe in eine andere überführt werden. Dabei können nur Steine bewegt werden, auf denen keine anderen Steine lagen. Jedes Bewegen eines Steins zählt als ein Zug. Liegen die Steine im Zielzustand, gilt die Aufgabe als bestanden. Für die Studie wurde die Variante des TOL von Krikorian et al. (1994) ausgewählt. Diese hat eine bestimmte Anzahl an Aufgaben und einige zusätzliche Einschränkungen. Ein Durchlauf dieser Bedingung besteht aus zwölf Aufgaben, welche als *Probleme* bezeichnet wurden. Jedes Problem besteht aus drei Steine, jeweils einen blauen, einen roten und einen grünen. Die Startposition der Steine ist für jede Aufgabe gleich. Für jedes Problem steht exakt die Anzahl an Zügen zur Verfügung, die benötigt werden, um das Zielmuster zu erreichen. Ein falscher Zug führte dazu, dass das Problem nicht mehr erfolgreich abgeschlossen werden kann. Die Reihen haben eine unterschiedliche Maximalanzahl an Steinen, die in ihnen platziert werden können. In der linken Reihe können drei platziert werden, in der mittleren zwei und in der rechten nur eine. Für jedes Problem sind drei Versuche möglich. Nach dem dritten fehlerhaften Versuch wird das nächste Problem gestartet. Die zwölf Probleme sind nach aufsteigender Schwierigkeit sortiert. Dies wird

durch die Anzahl an Zügen repräsentiert. Die ersten Probleme geben zwei Züge vor, die folgenden zwei Probleme müssen in drei Zügen gelöst werden. Problem fünf bis acht sollen in vier Zügen gelöst werden und bei Problem neun bis zwölf sind fünf Züge erlaubt. Die Punktzahl für diese Varianten ergibt sich nach der Anzahl der benötigten Versuche. Das Lösen im ersten Versuch gibt drei Punkte. Das Lösen im zweiten Versuch erhöht den Punktestand um zwei und im dritten um einen Punkt. Wird das Problem nicht im dritten Versuch gelöst, gibt es keine Punkte. Eine Gesamtpunktzahl von 36 konnte erreicht werden, wenn jede Aufgabe im ersten Versuch erledigt wird.

4.4.2 Subjektive Messwerte

Alle Fragebögen inklusive der demographischen Daten und dem Fragebogen am Ende der Studie wurden von den Teilnehmern in VR ausgefüllt. Dafür wurden die Fragebögen in der virtuellen Umgebung dargestellt (siehe Abbildung 3.5.3). Die Probanden konnten mit dem Zeigefinger virtuelle Würfel durch eine Berührung auswählen, die die Abstufungen des Fragebogens repräsentierten. Mit einem virtuellen Knopf konnten die Probanden ihre Eingaben bestätigen. Die Fragebögen IPQ, Post-experience-Questionnaire und Social Presence wurden immer in der gleichen Reihenfolge, nach ihrer Relevanz geordnet, abgefragt.

NASA TLX

Nach jeder Durchführung der TOL-Aufgabe wurde ein NASA TLX abgefragt, zusätzlich wurde nach jeder *Kooperativen* TOL-Aufgabe ein NASA TLX für die Teamleistung abgefragt. Der NASA TLX ist ein Fragebogen mit dem die kognitive Belastung (*Workload*) einer Aufgabe gemessen werden kann. Dafür wird der Fragebogen entweder während oder direkt nach der Aufgabe abgefragt. Der NASA TLX kann sowohl für einen Ausführenden als auch für mehrere Teilnehmer benutzt werden, um entweder ihre eigene subjektive Auslastung oder die des Teams zu messen (Hart, 2006; Hart & Staveland, 1988). Der NASA TLX besteht aus fünf Fragen. Für diese Studie wurde die NASA TLX Variante gewählt die 21 Antwortmöglichkeiten zulässt. Die Fragen nehmen ein subjektives Urteil des Probanden über dessen mentale und physische Belastung, Zeitdruck, die empfundene Leistung und die Frustration ein.

IPQ (igroup presence questionnaire)

Nach jedem der zwei Durchläufe der Studie wurde der IPQ erhoben. Dieser be-

steht aus 14 Fragen mit einem siebenstufigen Skalenbereich von null bis sechs. Der Fragebogen misst die subjektiv erlebte Präsenz, die der Proband in der virtuellen Umgebung spürt (Schubert et al., 2001). Um diese zu ermitteln, wird die generelle Präsenz (*General Presence*), die räumliche Präsenz (*Spatial Presence*), die Beteiligung (*Involvement*) und der erfahrene Realismus (*Experienced Realism*) des Probanden abgefragt. Nach Schwind et al. (2019) eignet sich der IPQ am besten, um in VR Präsenz zu erheben.

Post-experience Questionnaire

Nach jeder Abstufung der EXTERNEN WAHRNEHMUNG wurde ein Post-experience-Questionnaire erhoben. Dieser besteht aus fünf Fragen, die mit einer siebenstufigen Skala im Bereich -3 bis +3 beantwortet werden können. Der Fragebogen soll den Grad an subjektiv erlebter Verkörperung des Avatars beim Probanden messen (Banakou et al., 2018). Dafür soll der Proband Fragen zu dem empfundenen Besitz des virtuellen Körpers (*Body Ownership*) und zur Handlungsfähigkeit (*Agency*) über den virtuellen Körper beantworten.

Social Presence

Nach jedem der zwei Durchläufe für alle EXTERNE WAHRNEHMUNG Abstufungen wurde ein Social Presence-Fragebogen von Poeschl & Doering (2015) erhoben. Der Fragebogen besteht aus 15 Fragen, die auf einer Skala von -3 - +3 beantwortet werden können. Der Fragebogen misst die empfundene soziale Präsenz und *Copresence* des Probanden in der virtuellen Umgebung. Dafür werden Probanden nach ihrer Reaktion auf die anderen Teilnehmer der virtuellen Umgebung befragt. Außerdem wird auch gemessen, wie sie die Wahrnehmung der anderen Teilnehmer und deren Reaktionen empfinden. Ursprünglich wurde der Fragebogen entwickelt, um die Angst vor öffentlichem Reden, zu untersuchen. Nach Poeschl & Doering (2015) kann der Fragebogen aber zusätzlich für virtuelle Umgebungen mit sozialem Kontext verwendet werden.

5 Ergebnisse

5.1 Ergebnisse der objektiven Messungen

Die Messungen beinhalten parametrische und nicht parametrische Daten. Der Shapiro-Wilk Test für Normalverteilung zeigt, dass die Normalverteilung nicht auf die Ergebnisse des TOL und der Social Presence anwendbar ist. Die Fragen des Post-experience Questionnaire sind ordinal. Für die multiple Faktorenanalyse der nicht parametrisierbaren Daten der Hypothesen wurde das *ARTool Paket* von *R* verwendet von Wobbrock et al. (2011). Die Teilnahme wurde als Zufallsfaktor für alle Analysen gewertet. Um sicherzustellen, dass die Bearbeitungszeit des TOL keinen Störfaktor darstellt, wurde die Bearbeitungszeit der SELBSTWAHRNEHMUNG und der EXTERNEN WAHRNEHMUNG auf die Dauer verglichen. Es konnte kein signifikanter Effekt festgestellt werden (*alle $p > .274$*).

Die Probanden wurden dazu befragt, was nach ihrer Schätzung in der Studie untersucht wurde, die häufigsten Antworten waren: VR Immersion, Kooperation in VR und Unterschiede zwischen VR und Desktop Interaktion. Keiner der Probanden wusste, was in der Studie analysiert wurde, so wurden alle Messungen als relevant angenommen.

5.1.1 TOL Ergebnisse im SOLO-Modus

Betrachter

Es konnte ein signifikanter Effekt auf das TOL Ergebnis festgestellt werden, dass durch die EXTERNE WAHRNEHMUNG $F(1,14)=6.429, p=.024$ ausgelöst wurde. Jedoch konnte weder durch die SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=2.837, p=.115$ noch durch den Interaktionseffekt der EXTERNEN WAHRNEHMUNG und der SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1,14) = 2.168, p = .163$ ein Effekt auf die TOL Ergebnisse ermittelt werden. Die Leistungen im TOL Test waren beim Betrachter vom Avatar des Ziels abhängig. Wenn der Betrachter das Ziel als Einstein wahrnahm, stieg sein Ergebnis signifikant (siehe Abbildung 5.1).

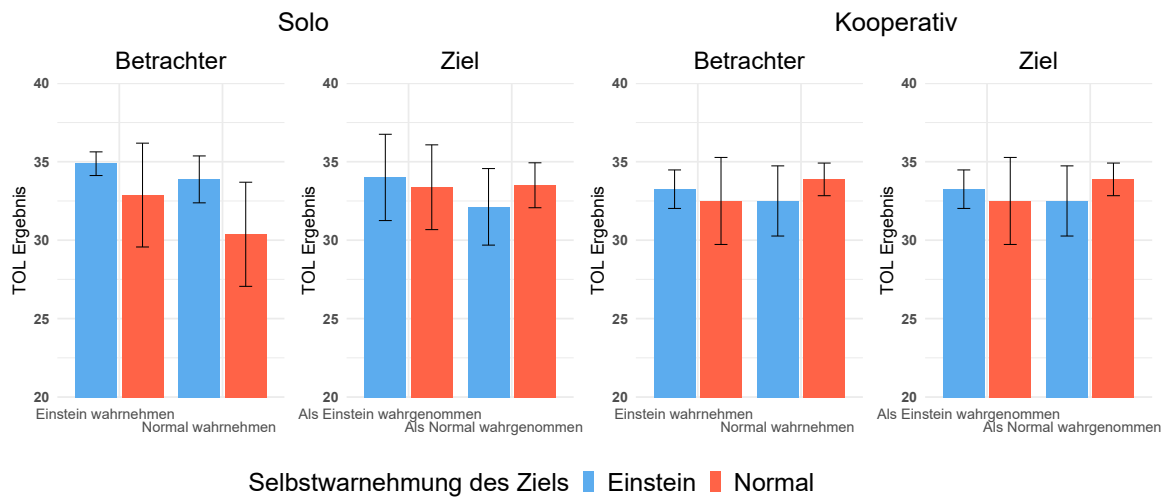


Abbildung 5.1: Tower of London Ergebnisse

Ziel

Hier konnten keine Effekte beobachtet werden. Sowohl die EXTERNE WAHRNEHMUNG, $F(1,14)=2.922, p=.109$, die SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1,14)=.002, p=.963$ als auch der Interaktionseffekt von EXTERNER WAHRNEHMUNG und SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1,14)=1.014, p=.331$ hatten keinen signifikanten Einfluss auf die TOL Ergebnisse. Dies suggeriert, dass die TOL Ergebnisse des Ziels nicht durch seinen Avatar beeinflusst wurden, weder durch seine Wahrnehmung des eigenen Avatars noch durch die EXTERNEN WAHRNEHMUNG des Ziel Avatars durch den Betrachter.

5.1.2 TOL Ergebnisse im Kooperativ-Modus

Betrachter

Es konnten keine signifikanten Effekte auf das TOL Ergebnis festgestellt werden. Weder bei der EXTERNEN WAHRNEHMUNG $F(1,14)=.022, p=.885$, bei der SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1,14)=.191, p=.669$, noch bei dem Interaktionseffekt der EXTERNEN WAHRNEHMUNG und SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.047, p=.832$. Die Ergebnisse machen kenntlich, dass die Leistung des Betrachters im kooperativen TOL Test weder von der Darstellung seines eigenen Avatars noch der Darstellung des Avatars des Ziels abhängig war.

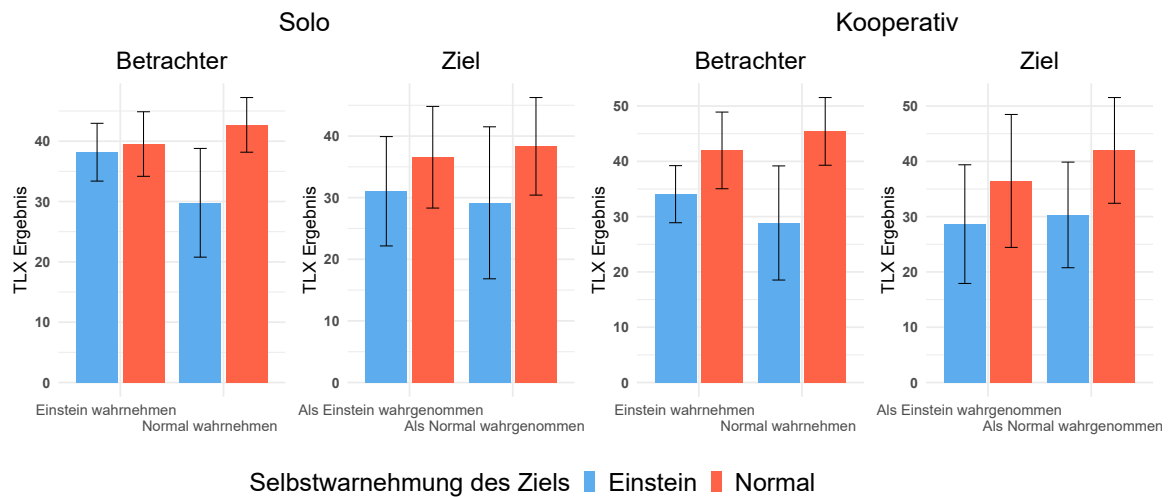


Abbildung 5.2: NASA TLX Ergebnisse

Ziel

Hier konnten keine Effekte beobachtet werden. Sowohl die EXTERNEN WAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.022, p=.885$, die SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1,14)=.191, p=.669$, als auch der Interaktionseffekt der EXTERNEN WAHRNEHMUNG und SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1,14)=.047, p=.832$, hatten keine signifikanten Einflüsse auf die TOL Ergebnisse. Demnach hatte weder der Avatar des Ziels noch der Avatar den der Betrachter als Ziel wahrnahm einen Einfluss auf die Ergebnisse des „kooperativen“ TOL.

5.2 Ergebnisse der subjektiven Messungen

5.2.1 Solo NASA TLX Ergebnisse

Betrachter

Ein ART (*Individual aligned rank transform*) Varianzanalyse (ANOVA) der Fragen des NASA TLX wurde vorgenommen. Es konnte ein Effekt der SELBSTWAHRNEHMUNG auf die NASA TLX Ergebnisse beobachtet werden $F(1,14)=6.586, p=.022$. Jedoch konnte kein Effekt der EXTERNEN WAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.101, p=.755$, sowie ein Interaktionseffekt aus SELBST- und EXTERNER WAHRNEHMUNG, $F(1,14)=2.419, p=.142$, auf den NASA TLX ermittelt werden. Die subjektive Arbeitsbelastung beim Ausführen des Tests beim Betrachter war abhängig davon wie das Ziel sich selbst wahrnahm. Wenn das Ziel sich selbst als Einstein sah war die Arbeitsbelastung des Betrachters signifikant geringer (siehe Abbildung 5.2).

Ziel

Es konnten keine Effekte ermittelt werden. Weder die EXTERNE WAHRNEHMUNG, $F(1,14)=1.307$, $p=.272$, die SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=1.833$, $p=.197$, als auch der Interaktionseffekt von EXTERNER WAHRNEHMUNG und SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.376$, $p=.550$, hatten einen Einfluss auf die NASA TLX Ergebnisse.

5.2.2 Kooperativ NASA TLX Ergebnisse

Betrachter

Es konnten keine Effekte beobachtet werden. Weder die EXTERNE WAHRNEHMUNG, $F(1,14)=1.556$, $p=.233$, die SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=4.518$, $p=.051$, noch der Interaktionseffekt aus EXTERNER WAHRNEHMUNG und SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1,14)=2.694$, $p=.123$, hatten Einfluss auf das Ergebnis der kooperativen NASA TLX Ergebnisse des Betrachters.

Ziel

Es konnten keine signifikanten Effekte ermittelt werden. Weder die EXTERNE WAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.354$, $p=.562$, die SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=1.514$, $p=.239$, noch der Interaktionseffekt aus EXTERNER WAHRNEHMUNG und SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1,14)=.707$, $p=.415$, hatten einen Einfluss auf die kooperativen NASA TLX Ergebnisse des Ziels.

5.2.3 Präsenz

Betrachter

Es konnten keine Effekte auf die empfundene Präsenz beobachtet werden. Weder die EXTERNE WAHRNEHMUNG, $F(1,14) = .669$, $p=.427$, die SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1,14)=1.415$, $p=.254$, als auch der Interaktionseffekt aus EXTERNER WAHRNEHMUNG und SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.283$, $p=.603$, hatten einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse des IPQ des Betrachters.

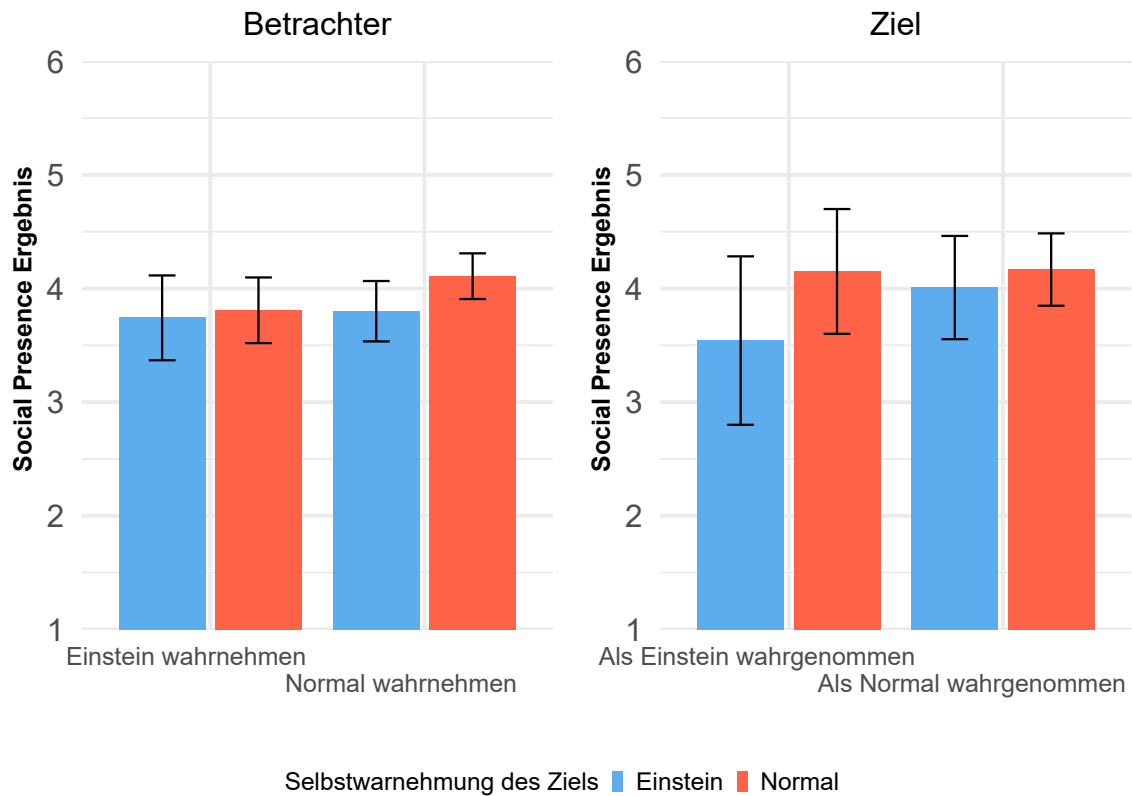


Abbildung 5.3: Social Presence Ergebnisse

Ziel

Es konnten keine signifikanten Effekte auf die Präsenz beobachtet werden. Weder die EXTERNE WAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.536, p=.476$, die SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.802, p=.386$, als auch der Interaktionseffekt aus EXTERNER WAHRNEHMUNG und SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.368, p=.554$, hatten einen sichtbaren Einfluss auf die Ergebnisse des IPQ des Ziels.

5.2.4 Social Presence

Betrachter

Es konnte ein Effekt auf die soziale Präsenz, ausgelöst durch die EXTERNE WAHRNEHMUNG festgestellt werden $F(1,14)=4.759, p=.047$. Jedoch hatte die SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.917, p=.354$, und der Interaktionseffekt aus der EXTERNEN WAHRNEHMUNG und SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1,14)=.578, p=.460$, keinen Einfluss auf die Ergebnisse des *Social Presence*-Fragebogens. Das Ergebnis legt nahe, dass die externe Darstellung des Avatars des Ziels Einfluss auf die vom Betrachter empfundene soziale Präsenz hat.

Ziel

Es konnten keine signifikanten Effekte auf die soziale Präsenz des Ziels beobachtet werden. Weder die EXTERNE WAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.212$, $p=.652$, die SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=2.114$, $p=.168$, als auch der Interaktionseffekt aus EXTERNER WAHRNEHMUNG und SELBSTWAHRNEHMUNG, $F(1,14)=.963$, $p=.343$, hatte einen sichtbaren Einfluss auf die Ergebnisse des *Social Presence*-Fragebogens.

5.2.5 Post-experience Questionnaire

Betrachter

ART Varianzanalyse der Fragen des Post-experience-Questionnaires (Banakou et al., 2018) wurde vorgenommen. Es konnten signifikante Effekte bei der externen Wahrnehmung $F(1,14)=4.722$, $p=.047$ und bei der SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1,14)=5.935$, $p=.028$ ermittelt werden, aber keine Effekte durch den Interaktionseffekt aus EXTERNER WAHRNEHMUNG und SELBSTWAHRNEHMUNG $F(1;30)=2.250$, $p=.155$, auf das Ergebnisse von *Features*. Die Ergebnisse der Fragen von *vrbody* (alle mit $p>.333$), *mirror* (alle mit $p>.270$), *twobodies* (alle mit $p>.321$), und *agency* (alle mit $p>.227$) zeigten keine signifikanten Effekte. Folglich wurden wahrgenommene Merkmale von Einstein, welche nicht dem eigenen Körper entsprachen, durch die EXTERNE WAHRNEHMUNG des Ziels und dessen SELBSTWAHRNEHMUNG beeinflusst.

Ziel

Keine der Fragen des Fragebogens suggerierte Effekte durch die EXTERNE WAHRNEHMUNG, SELBSTWAHRNEHMUNG oder der Interaktionseffekt der Wahrnehmungen. *Features* (all with $p>.088$), *vrbody* (alle mit $p>.168$), *mirror* (alle mit $p>.378$), *twobodies* (alle mit $p>.161$), and *agency* (alle mit $p>.572$).

5.3 Diskussion

Im Rahmen dieser Studie wurden 32 Probanden untersucht. Diese bearbeiteten in Paaren zusammen und allein den TOL Test in VR und beantworteten verschiedene Fragebögen in VR. Es wurden dabei alle Aktionen, die Dauer und die Ergebnisse der Tests sowie alle Antworten in den Fragebögen aufgezeichnet und ausgewertet. Die Probanden Paare wurden in Ziel und Betrachter unterteilt und verkörperten

über die Studie hinweg virtuelle Avatare. Das Ziel verkörperte Einstein oder einen normalen jungen Mann (*Normal*), der Betrachter verkörperte einen jungen Mann. Die Selbstwahrnehmung und externe Wahrnehmung wurden über die Studie hinweg manipuliert. Diese legten fest welche der beiden Avatare, Einstein oder normaler jungen Mann, das Ziel verkörperte. Für jedes Paar wurde eine Ausprägung der Selbstwahrnehmung festgelegt, das Ziel sah sich jeweils für den gesamten Durchlauf den selben Avatar verkörpern. Jedes Paar verwendete beide Ausprägungen der externen Wahrnehmung. Alle Betrachter nahm das Ziel einmal als Einstein und einmal als normalen jungen Mann wahr. Das Ziel hatte keine Kenntnisse davon, dass der Betrachter es anders wahrnimmt, und dass die Wahrnehmung des Betrachters verändert wurde.

Die Effekte der Selbst- und Fremdwahrnehmung auf die gemessenen Faktoren des TOL Tests und der Fragebögen wurden in der Studie untersucht.

Dabei konnte festgestellt werden, dass die externe Wahrnehmung Einflüsse auf die kognitive Leistung des Betrachters hatte. Der Betrachter hatte signifikant bessere Leistungen im TOL Test des *Solo*-Modus, wenn er das Ziel als Einstein wahrnahm. Die Theorie der Verhaltensbestätigung sagt zwar aus, dass der Betrachter durch die Wahrnehmung des Ziels beeinflusst wird und mit seinem Verhalten dieses dann beeinflusst, allerdings bezieht sich dies nur auf Verhaltensänderungen und nicht auf eine Steigerung der kognitiven Leistungen. Außerdem konnte nicht festgestellt werden, dass diese Beeinflussung des Betrachters auch Einflüsse auf das Ziel hatte. Es wird vermutet, dass sich dieser Effekt nicht auf die Verhaltensbestätigung zurückführen lässt. Eine mögliche Erklärung für die Steigerung des TOL Ergebnisses des Betrachters kann zusätzliche Motivation sein, die durch die Wettbewerbssituation beim Betrachter entsteht. Andere Probanden als Einstein zu sehen, könnte die Probanden dazu motiviert haben, sich mehr Mühe zu geben. Psychologische Studien legen nahe, dass der Wettbewerb zu Leistungssteigerung führen kann, da Menschen versuchen, in Relation zu anderen, möglichst gute Ergebnisse zu erzielen (Elliot & Church, 1997; Murayama & Elliot, 2012). Da die Probanden im TOL Test im *Solo*-Modus nicht sehen konnten, wie gut der andere Proband abschnitt (siehe Kapitel 3.5.1), könnte dies dazu geführt haben, dass sie versuchten, so gute Ergebnisse wie möglich zu erzielen. Eine andere mögliche Erklärung könnten negative Einflüsse auf die Leistung durch Langeweile sein. In der Studie Banakou et al. (2018) vermutet der Autor, die resultierte Steigerung der kognitiven Leistung bei den Probanden könnte sich auf Spannung oder Aufregung zurückführen lassen. Das Verkörpern eines Avatars, der vom eigenen Körper stark abweicht, könnte für den Probanden deutlich spannender sein, was dazu führt, dass dieser weniger gelangweilt ist. Laut Pekrun et al. (2010), kann Langeweile zu verringerter Moti-

vation und dadurch geringerer Leistung in Tests führen. Es könnte sein, dass sich dieser Effekt auch auf andere Probanden übertragen kann. Diese könnten mehr Spannung erfahren, wenn der Partner in der virtuellen Umgebung nicht gewöhnlich ist, wie ein normaler junger Mann, sondern ungewöhnlich, wie Albert Einstein. Es zeigten sich keine Einflüsse auf das Ziel, wenn dieses sich selbst als Einstein wahrnahm. Allerdings verringerte sich die mentale Belastung des Betrachters in dieser Bedingung. Die Selbstwahrnehmung, welche unabhängig von der externen Wahrnehmung war und von der der Betrachter keine Kenntnis hatte, hatte einen Einfluss auf den Betrachter. Dieser Effekt lässt sich weder auf den Proteus-Effekt, die Verhaltensbestätigung, noch auf die Theorie der Selbstwahrnehmung zurückführen. Es wird vermutet, dass dies ein noch unbekannter Effekt ist. Eine mögliche Erklärung bietet die Verhaltens Nachahmung (*Behavioral Mimicry, Perception-Behavior, the chameleon effect*). Diese beschreibt, dass sich mehrere Individuen unterbewusst in ihrem Verhalten angleichen (Dijksterhuis & Bargh, 2001). Das Verhalten des Probanden, der Einstein verkörpert könnte, wie es der Proteus-Effekt nahe legt, durch Einstein beeinflusst sein (Yee & Bailenson, 2007). Er könnte ruhiger oder selbstbewusster aufgetreten sein, da er bei einer Intelligenzaufgabe als Einstein unterfordert sein müsste und nahm dadurch eine entspannte Körperhaltung ein (Qiu & Helbig, 2012). Menschen imitieren in einem sozialem Umfeld unbewusst andere, dadurch könnte auch der Betrachter eine entspannte Körperhaltung eingenommen haben (Dijksterhuis & Bargh, 2001). Dies könnte beim Betrachter dann zu einer geringeren mentalen Belastung geführt haben (DiDomenico & Nussbaum, 2005). Gegen die Theorie spricht allerdings, dass das Ziel durch die entspannte Körperhaltung keine Abnahme der mentalen Belastung erfahren hat.

Beim *Kooperativen-TOL* Test und den Ergebnissen vom Teamleistung und Einzelleistung NASA TLX des *Kooperativen-TOL* Test konnten keine signifikanten Ergebnisse ermittelt werden. Es wurde hier das Ergebnis, die Spieldauer und welcher Spieler wie viele und welche Züge durchführten, erhoben. Bei keinem der Parameter konnten Effekte gefunden werden. Dafür kommen einige Gründe in Frage. Zum einen scheint der TOL Test, da er für das Lösen von einer Person geplant wurde, nicht für kooperatives Bearbeiten geeignet zu sein. Es konnte beobachtet werden, dass beim *Solo-TOL* Test die Probanden zunächst versuchten, die Aufgabe komplett im Kopf zu lösen. Sobald sie begannen Züge zu machen, hatten sie sich bereits eine komplette Lösungsstrategie überlegt und führten diese durch, bis die Aufgabe bewältigt war oder bis sie scheiterten. Auch beim *kooperativen-TOL* Test überlegte am Anfang der Aufgabe oft jeder der Probanden für sich. Das heißt, dass sich für den schnelleren Proband nichts zwischen *Solo* und *Kooperativen TOL* an der Spieldauer änderte. Weiter löste eine größere Anzahl an Probanden die Aufga-

be gegensätzlich zur Anweisung nicht so schnell wie möglich, sondern wechselte sich durchgehend mit den Zügen ab. Wenn ein Proband keinen Zug durchführte, versuchte ihm der Partner oft die Lösung per Gestik zu übermitteln, statt den Zug selbst durchzuführen. Dies erhöhte die Spieldauer deutlich. Eine mögliche Erklärung für das Phänomen liefert die *Reciprocity*. Diese besagt, dass in der sozialen Umgebung ein Mensch den sozialen Druck verspürt, andere zu entgelten, wenn er von ihnen profitiert (Gouldner, 1960). Die Probanden könnten einen Teil der Aufgabe zu lösen, einen richtigen Zug zu machen, als etwas für sie gewinnbringendes betrachtet haben. Darum wollten diese Probanden für jeden genommenen Zug dem Partner einen Zug überlassen.

Die anfängliche Hypothese, dass die kognitive Leistung des Probanden ihr Maximum erreicht, wenn der Proband sich selbst als Einstein wahrnimmt und vom Partner als Einstein wahrgenommen wird konnte nicht bestätigt werden. Die Probanden, welche selbst Einstein verkörperten, hatten dadurch keine signifikant besseren Ergebnisse im TOL Test. Das deckt sich nicht mit den Ergebnissen von Banakou et al. (2018) und der allgemeinen Theorie des Proteus-Effekt's (Yee & Bailenson, 2007). Der *Proteus-Effekt* besagt, dass der Effekt durch die Darstellung des Avatars beeinflusst zu werden, mehr zunimmt, umso länger ein Mensch den Avatar verkörpert (Yee & Bailenson, 2007). Während der Studie verkörperten die Probanden den Avatar circa 60 Minuten, deutlich länger als in der Studie von Banakou et al. (2018). Deshalb sollten die Effekte auf das Ziel in der Studie größer sein als in der Arbeit von Banakou et al. (2018), was allerdings nicht der Fall war. Weiterhin besagt die Verhaltensbestätigung, dass das Ziel durch die externe Wahrnehmung des Betrachters beeinflusst werden sollte (Snyder et al., 1977; Snyder & Swann, 1978). Die Verkörperung Albert Einsteins, welcher für hohe Intelligenz steht, sollte demnach dazu führen, dass das Ziel sich dementsprechend intelligenter verhält. Es wurde vermutet, dass diese Verhaltensänderung zu einer Verbesserung der kognitiven Leistungen führen könnte. Dies konnte nicht bestätigt werden. Mehrere Möglichkeiten für das Fehlen dieses Effekts kommen in Frage. Am wahrscheinlichsten scheinen noch unbekannte Störeffekte durch limitierte soziale Interaktion in geteilten virtuellen Umgebungen zu sein. Klare Gründe lassen sich allerdings noch nicht bestimmen.

5.4 Einschränkungen der Studie

Probanden sollten sich während der Studie rein auf die virtuelle Repräsentation des Partners konzentrieren. Darum wurde darauf geachtet, dass sich die Probanden vor dem Eintreten in die virtuelle Umgebung weder sehen noch hören kön-

nen. Menschen können, anhand der Stimme eines anderen Menschen, viele Informationen wie beispielsweise Alter oder Geschlecht erkennen (Belin et al., 2011). Die erhaltenen Informationen der Stimme würden dann im Kontrast zu den virtuellen visuellen Information des Avatars stehen und die Akzeptanz der Illusion dadurch verringern. Darum sollten die Probanden, nachdem sie in die virtuelle Umgebung eingetaucht sind, weiterhin nicht sprechen. Da üblicherweise in Teamarbeiten gesprochen wird, waren die Probanden deswegen künstlich stark in der Kooperation eingeschränkt. Dies könnte dazu geführt haben, dass Effekte durch soziale Interaktion nicht oder weniger stark eingetreten sind. Außerdem benutzte die VR Anwendung keine Techniken, um die nonverbale Kommunikation zu erweitern. Lediglich über Körpersprache wie Zeigen, Nicken oder Handzeichen konnte sich ein Proband dem anderen mitteilen. Die Mimik, der Gesichtsausdruck oder die Blickrichtung der Augen, hätten bei den Probanden eine stärkere soziale Interaktion und eine bessere Kommunikation zur Folge haben können. Dies hätte sich eventuell auf die Ergebnisse des Kooperativen TOL ausgewirkt.

6 Fazit

6.1 Zusammenfassende Bewertung

Der Einfluss der Selbst- und Fremdwahrnehmung von Avataren in virtuellen Umgebungen auf die kognitive Leistung von Menschen wurde untersucht. Dabei konnten keine Effekte auf den Probanden durch seine Selbstwahrnehmung festgestellt werden, was mit Banakou et al. (2018) nicht übereinstimmt. Weiter zeigen sich auch keine Effekte auf den Probanden durch die externe Wahrnehmung des Partners, die Verhaltensbestätigung (Snyder et al., 1977; Snyder & Swann, 1978) konnte nicht gezeigt werden. Jedoch ließen sich Effekte auf die kognitive Leistung eines Probanden feststellen, wenn dieser seinen Partner als Albert Einstein wahrnimmt. Dies kann zusätzliche Motivation sein, welche durch den Wettbewerb gegen Albert Einstein entsteht. Auch wäre es möglich, dass der Effekt durch die erzeugte Spannung entsteht, die aus dem Spielen mit Albert Einstein beim Betrachter resultiert.

Außerdem kann eine Beeinflussung des Partners festgestellt werden, unabhängig von der externen Wahrnehmung, wenn sich der Proband als Albert Einstein wahrnimmt. Dieser Effekt lässt sich nicht mit den vorhandenen Theorien erklären.

Zur Studienmotivation lässt sich anmerken, dass die Ergebnisse hier bestätigen, dass beim Gestalten von Avataren für kollaborative virtuelle Umgebungen nicht nur die Einflüsse dieser auf den verkörpernden Menschen betrachten werden sollen, sondern auch die Einflüsse auf andere Nutzer, die sich in der virtuellen Umgebung befinden. Designer können diese Effekte auch bewusst nutzen, um dadurch gezielt auf die Leistungsfähigkeit und auf die Erfahrung von Nutzer in VR einzuwirken. Dies kann sich als hilfreich für virtuelle Konferenzen, Meetings, die in einer virtuellen Umgebung statt in der physikalischen Welt abgehalten werden, ernsthafte Spiele (*Serios Games*) oder normale Spiele herausstellen.

6.2 Ausblick

Im Gegensatz zur physikalischen Welt ist es in VR möglich, eine Diskrepanz zwischen den Wahrnehmungen verschiedener Teilnehmer herzustellen. Wie eine Person sich selbst sieht, muss in der virtuellen Umgebung nicht dem entsprechen, wie sie von anderen wahrgenommen wird. Die Studie beschäftigt sich mit dieser The-

matik, vertieft diese aber nicht weiter. Das Themengebiet jedoch scheint noch viel Potential für weitere Forschungen und Einsatzgebiete zuzulassen.

Größere Gruppen an Teilnehmern einer virtuellen Umgebung mit unterschiedlichen Modifikationen der Wahrnehmungen wären denkbar, um das Verhalten einzelner Probanden oder der Gruppe zu untersuchen.

In der Studie konnte zwar eine Steigerung der kognitiven Leistungen durch die externe Wahrnehmung beobachtet werden, allerdings bezog sich diese rein auf den Betrachter. Die anfängliche Hypothese, dass auch das Ziel durch die Wahrnehmung des Betrachters beeinflusst wird, konnte leider nicht gezeigt werden. Dies muss nicht heißen, dass der Effekt in diesem Kontext nicht auftritt, weitere Studien in diese Richtung erscheint trotzdem vielversprechend.

Ein möglicher Grund für das Ausbleiben dieser Effekte auf das Ziel könnte, wie in Kapitel 5.4 erwähnt, die stark eingeschränkte soziale Interaktion der Probanden sein. Vertiefende Forschung in diesem Bereich sollte versuchen, mehr Interaktionsmöglichkeiten wie Mimik und verbale Kommunikation zu integrieren.

Die Einflüsse der Selbstwahrnehmung des Ziels auf den Betrachter, für die es noch keine Erklärung gibt, sind ein Thema, welches Aufmerksamkeit verdient. Fortführende Experimente, welche diese Effekte beobachten und die Einflüsse durch die externe Wahrnehmung möglichst minimieren, könnten hier neue Erkenntnisse liefern.

Literaturverzeichnis

- Argelaguet, F., Hoyet, L., Trico, M., & Lecuyer, A. (2016). The role of interaction in virtual embodiment: Effects of the virtual hand representation. In *2016 IEEE Virtual Reality (VR)* (pp. 3–10).
- Banakou, D., Groten, R., & Slater, M. (2013). Illusory ownership of a virtual child body causes overestimation of object sizes and implicit attitude changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(31), 12846–12851.
- Banakou, D., Hanumanthu, P. D., & Slater, M. (2016). Virtual embodiment of white people in a black virtual body leads to a sustained reduction in their implicit racial bias. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 601.
- Banakou, D., Kishore, S., & Slater, M. (2018). Virtually being einstein results in an improvement in cognitive task performance and a decrease in age bias. *Frontiers in Psychology*, 9, 917.
- Baylor, A. L. (2009a). Promoting motivation with virtual agents and avatars: role of visual presence and appearance. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3559–3565.
- Baylor, A. L. (2009b). Promoting motivation with virtual agents and avatars: role of visual presence and appearance. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3559–3565.
- Belin, P., Bestelmeyer, P. E., Latinus, M., & Watson, R. (2011). Understanding voice perception. *British Journal of Psychology*, 102(4), 711–725.
- Bem, D. J. (1972). Self-perception theory¹¹development of self-perception theory was supported primarily by a grant from the national science foundation (gs 1452) awarded to the author during his tenure at carnegie-mellon university. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, volume 6 of *Advances in Experimental Social Psychology* (pp. 1 – 62). Academic Press.
- Biocca, F. & Nowak, K. (2001). Plugging your body into the telecommunication system: Mediated embodiment, media interfaces, and social virtual environments. *Communication technology and society*, (pp. 407–447).

- Blakemore, S.-J., Wolpert, D. M., & Frith, C. D. (2002). Abnormalities in the awareness of action. *Trends in cognitive sciences*, 6(6), 237–242.
- Botvinick, M. & Cohen, J. (1998). Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature*, 391(6669), 756–756.
- DiDomenico, A. & Nussbaum, M. A. (2005). Interactive effects of mental and postural demands on subjective assessment of mental workload and postural stability. *Safety science*, 43(7), 485–495.
- Dijksterhuis, A. & Bargh, J. A. (2001). The perception-behavior expressway: Automatic effects of social perception on social behavior. In *Advances in experimental social psychology*, volume 33 (pp. 1–40). Elsevier.
- Döring, N. (1999). *Sozialpsychologie des Internet: Die Bedeutung des Internet für Kommunikationsprozesse, Identitäten, soziale Beziehungen und Gruppen*. Hogrefe, Verlag für Psychologie.
- Elliot, A. J. & Church, M. A. (1997). A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. *Journal of personality and social psychology*, 72(1), 218.
- Franck, N., Farrer, C., Georgieff, N., Marie-Cardine, M., Daléry, J., d'Amato, T., & Jeannerod, M. (2001). Defective recognition of one's own actions in patients with schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 158(3), 454–459.
- Frank, M. G. & Gilovich, T. (1988). The dark side of self-and social perception: Black uniforms and aggression in professional sports. *Journal of personality and social psychology*, 54(1), 74.
- Goffman, E. (2008). *Behavior in public places*. Simon and Schuster.
- Gouldner, A. W. (1960). The norm of reciprocity: A preliminary statement. *American sociological review*, (pp. 161–178).
- Hart, S. G. (2006). Nasa-task load index (nasa-tlx); 20 years later. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 50(9), 904–908.
- Hart, S. G. & Staveland, L. E. (1988). Development of nasa-tlx (task load index): Results of empirical and theoretical research. In *Advances in psychology*, volume 52 (pp. 139–183). Elsevier.
- Horselenberg, R., Merckelbach, H., & Josephs, S. (2003). Individual differences and false confessions: A conceptual replication of kassin and kiechel (1996). *Psychology, Crime and law*, 9(1), 1–8.

- Kilteni, K., Groten, R., & Slater, M. (2012). The sense of embodiment in virtual reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 21(4), 373–387.
- Kokkinara, E. & Slater, M. (2014). Measuring the effects through time of the influence of visuomotor and visuotactile synchronous stimulation on a virtual body ownership illusion. *Perception*, 43(1), 43–58. PMID: 24689131.
- Krikorian, R., Bartok, J., & Gay, N. (1994). Tower of london procedure: A standard method and developmental data. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16(6), 840–850. PMID: 7890819.
- Lenggenhager, B., Mouthon, M., & Blanke, O. (2009). Spatial aspects of bodily self-consciousness. *Consciousness and cognition*, 18(1), 110–117.
- Mestre, D. R. (n.d.). Immersion and presence.
- Murayama, K. & Elliot, A. J. (2012). The competition–performance relation: A meta-analytic review and test of the opposing processes model of competition and performance. *Psychological bulletin*, 138(6), 1035.
- Nowak, K. (2001). Defining and differentiating copresence, social presence and presence as transportation. In *Presence 2001 Conference, Philadelphia, PA* (pp. 1–23).: Citeseer.
- Nowak, K. L. & Biocca, F. (2003). The effect of the agency and anthropomorphism on users' sense of telepresence, copresence, and social presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 12(5), 481–494.
- Pekrun, R., Goetz, T., Daniels, L. M., Stupnisky, R. H., & Perry, R. P. (2010). Boredom in achievement settings: Exploring control–value antecedents and performance outcomes of a neglected emotion. *Journal of Educational Psychology*, 102(3), 531.
- Poeschl, S. & Doering, N. (2015). Measuring co-presence and social presence in virtual environments–psychometric construction of a german scale for a fear of public speaking scenario. *ANNUAL REVIEW OF CYBERTHERAPY AND TELE-MEDICINE 2015*, (pp.58).
- Qiu, J. & Helbig, R. (2012). Body posture as an indicator of workload in mental work. *Human factors*, 54(4), 626–635.
- Sanchez-Vives, M. V. & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(4), 332.

- Sato, A. & Yasuda, A. (2005). Illusion of sense of self-agency: discrepancy between the predicted and actual sensory consequences of actions modulates the sense of self-agency, but not the sense of self-ownership. *Cognition*, 94(3), 241–255.
- Schroeder, R. (2002). Social interaction in virtual environments: Key issues, common themes, and a framework for research. In *The social life of avatars* (pp. 1–18). Springer.
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 10(3), 266–281.
- Schwind, V., Knierim, P., Haas, N., & Henze, N. (2019). Using presence questionnaires in virtual reality. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 360).: ACM.
- Schwind, V., Knierim, P., Tasci, C., Franczak, P., Haas, N., & Henze, N. (2017). "these are not my hands!": Effect of gender on the perception of avatar hands in virtual reality. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '17 (pp. 1577–1582). New York, NY, USA: ACM.
- Sean Draine, P. (1999). Millisecond Software, LLC. <https://www.millisecond.com/download/library/toweroflondon/>. [Online; accessed 24-October-2019].
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 298(1089), 199–209.
- Sherman, W. R. & Craig, A. B. (2018). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann.
- Slater, M. (2003). A note on presence terminology. *Presence-Connect*.
- Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3549–3557.
- Slater, M., Navarro, X., Valenzuela, J., Oliva, R., Beacco, A., Thorn, J., & Watson, Z. (2018). Virtually being lenin enhances presence and engagement in a scene from the russian revolution. *Frontiers in Robotics and AI*, 5.
- Slater, M., Pérez Marcos, D., Ehrsson, H., & Sanchez-Vives, M. (2008). Towards a digital body: the virtual arm illusion. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2, 6.

- Slater, M. & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (five): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(6), 603–616.
- Snyder, M. & Swann, W. B. (1978). Behavioral confirmation in social interaction: From social perception to social reality. *Journal of Experimental Social Psychology*, 14(2), 148 – 162.
- Snyder, M., Tanke, E. D., & Berscheid, E. (1977). Social perception and interpersonal behavior: On the self-fulfilling nature of social stereotypes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 35(9), 656.
- Steptoe, W., Steed, A., & Slater, M. (2013). Human tails: ownership and control of extended humanoid avatars. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 19(4), 583–590.
- Usoh, M., Arthur, K., Whitton, M. C., Bastos, R., Steed, A., Slater, M., & Brooks, Jr., F. P. (1999). Walking > walking-in-place > flying, in virtual environments. In *Proceedings of the 26th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH '99* (pp. 359–364). New York, NY, USA: ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co.
- Valins, S. (1966). Cognitive effects of false heart-rate feedback. *Journal of personality and social psychology*, 4(4), 400.
- Witmer, B. G. & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225–240.
- Wobbrock, J. O., Findlater, L., Gergle, D., & Higgins, J. J. (2011). The aligned rank transform for nonparametric factorial analyses using only anova procedures. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '11* (pp. 143–146). New York, NY, USA: ACM.
- Wolf, W., Tenhunen, H., & Jerraya, A. (2005). Guest editors' introduction: Multi-processor systems-on-chips. *Computer*, 40(07), 36–40.
- Yee, N. & Bailenson, J. (2007). The Proteus Effect: The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior. *Human Communication Research*, 33(3), 271–290.

Plagiatserklärung

Ich habe die Arbeit selbständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, Datum: _____ Unterschrift: _____