

Virtual Reality

als Kommunikationsinstrument
in Social Games

BACHELORARBEIT

ausgearbeitet von

Dennis Jakob

zur Erlangung des akademischen Grades
BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

vorgelegt an der

TECHNISCHEN HOCHSCHULE KÖLN
CAMPUS GUMMERSBACH
FAKULTÄT FÜR INFORMATIK UND
INGENIEURWISSENSCHAFTEN

im Studiengang

MEDIENINFORMATIK

Erster Prüfer/in: Prof. Hans Kornacher
Technische Hochschule Köln

Zweiter Prüfer/in: Prof. Dr. Gerhard Hartmann
Technische Hochschule Köln

Gummersbach, im Februar 2021

Adressen: Dennis Jakob
Altenberger Dom Straße 170
51467 Bergisch Gladbach
dennis.jakob@smail.th-koeln.de

Prof. Hans Kornacher
Technische Hochschule Köln
Institut für Informatik
Steinmüllerallee 1
51643 Gummersbach
hans.kornacher@th-koeln.de

Prof. Dr. Gerhard Hartmann
Technische Hochschule Köln
Institut für Informatik
Steinmüllerallee 1
51643 Gummersbach
gerhard.hartmann@th-koeln.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Grundlagen	6
2.1	Definition von Spielen mit dem Hauptziel der Kommunikation	6
2.2	Definitionen, Begriffe und Motivation der Virtual Reality	8
2.2.1	Herkunft und Ziele	8
2.2.2	Heutige Technik	10
2.3	Kommunikationsmodelle allgemein	11
3	Betrachtung bekannter Kommunikationsmodelle und ihr Nutzen	12
3.1	Sender Empfänger Modell nach Shannon und Weaver	12
3.2	Organon Modell nach Bühler	13
3.3	Eisbergmodell nach Freud, Ruch und Zimbardo	15
3.4	Vier-Seiten-Modell nach von Thun	16
3.5	Fünf Axiome und kreisförmige Kommunikation nach Watzlawick	17
4	Virtual Reality Software und Hardware	18
4.1	Vorteile und Nachteile ausgewählter VR Umgebungen	18
4.1.1	Kriterien zur Auswahl von Social Games	18
4.1.2	Exkurs: Second Life	18
4.1.3	VRChat	20
4.1.4	NeosVR	21
4.2	Aktuelle Technik in Virtual Reality	23
5	Ausführung	25
5.1	Vorausgehende Planungen	25
5.1.1	Exkurs: Das Dungeons and Dragons Rollenspiel	26
5.2	Genutzte Technik	27
5.3	Ablauf	28
5.4	Störungen und Vorteile der genutzten Methoden	29
5.4.1	Voice Gruppe	29
5.4.2	Virtual Reality Gruppe	29
5.5	Fazit der Durchführung	32
6	Fazit	34
	Abbildungsverzeichnis	35
	Tabellenverzeichnis	36

Kurzfassung

In dieser Bachelorarbeit sollen die Vorteile und Nachteile analysiert werden von Virtual Reality als Kommunikationsinstrument in Social Games, gemeint hier sind Spiele mit dem primären Ziel der Kommunikation von Personen, im Vergleich zu Video-Konferenzen oder Video Telefonaten über das Internet. Hierbei werden Virtual Reality Headsets, eine Kombination aus einem "head mounted displays" und Controllern zum Tracking der Hände verwendet.

Es werden eine Gruppe, die über Online-Konferenz Software kommuniziert mit einer Gruppe, die über ein Social Game mithilfe von Virtual Reality kommuniziert verglichen um Unterschiede und Möglichkeiten beider Methoden zu ermitteln.

Die Kommunikation wurde mithilfe von ausgewählten Kommunikationsmodellen von Shannon (1948), Weaver (1949), von Thun (2013), Watzlawick (1969) und Bühler (1982) untersucht.

Das Ergebnis gibt Aufschluss auf Anforderungen an Virtual Reality Technologie und zeigt, dass der momentane Trend in dieser Domäne in der Entwicklung von besserer Hardware auch vorteilhaft für die Kommunikation zwischen Personen sein kann. Es wird zudem aufgezeigt, dass Virtual Reality Software und die Möglichkeiten, die sie präsentiert zur Unterstützung einer Kommunikation beitragen können aber auch stören können. Das Ziel dieser Arbeit ist ein besseres Verständnis für die Eigenheiten in VR gestützter Kommunikation und möchte Ansätze aufzeigen, worauf es hier zu achten gilt.

Abstract

This bachelor thesis analyses advantages and disadvantages of virtual reality as a communication tool in social games, mentioned here as games with the primary goal of communication between people, compared to video conferences or video calls over the internet. It uses virtual reality headsets, a combination of “head mounted displays” and a set of controllers for hand tracking.

This thesis compares a group that communicates over video conference software with a group that communicates through a social game with virtual reality to determine differences and opportunities of both methods.

The communication was analysed with the help of selected communication models by Shannon (1948), Weaver (1949), von Thun (2013), Watzlawick (1969) and Bühler (1982).

The result gives information about requirements of virtual reality technology and shows that the current trend in this domain’s development could be beneficial for the communication between people. It also shows that virtual reality software and it’s capabilities can benefit communication but also disrupt it. Purpose of this thesis is a better understanding of vr supported communication and wants to show an approach of what to watch out for.

1 Einleitung

Social Games, beziehungsweise Spiele mit dem zentralen Ziel der Kommunikation und Interaktion mit anderen Nutzern, bieten eine Plattform zum Kommunizieren im Internet. Bekannte Kommunikationsarten im Internet wie Text Nachrichten, Sprach Anrufe und Video Anrufe werden hier erweitert oder auch ergänzt durch einen drei- oder zwei-dimensionalen Raum den Nutzer nutzen können, um über mehr Kanäle zu kommunizieren, auch nonverbal. Während solche Spiele durch MMOs oder das bekannte Second Life bereits seit einiger Zeit existieren und analysiert wurden, namentlich mit dem ersten MMORPG „Habitat“ von 1987, wurde mit 3D Umgebungen und Virtual Reality Technologie dieses Spiel Prinzip nochmals erweitert.

Mit Virtual Reality wird Nutzern die Möglichkeit gegeben sich auch mit Handbewegungen und Kopfbewegungen zu verständigen. Der Nutzer wird in eine völlig digitale Umgebung eingefügt, um ein größeres Maß der „Immersion“ zu erreichen.

Diese Arbeit befasst sich damit, wie die Möglichkeiten von VR die Kommunikation in Social Games erweitern oder verändern und welche Anforderungen Hardware sowie Software haben, um Kommunikation so nah wie möglich an das Äquivalent der Kommunikation in Person zu erreichen. Dabei werden gängige Kommunikationsmodelle betrachtet und angewendet. Als Beispiel soll die Kommunikation bei einem sogenannten Pen and Paper Spiel betrachtet werden in Virtual Reality und als Vergleichswert über eine Video Konferenz Plattform wie Zoom.

Im Weiteren werden die Grundlagen von Virtual Reality sowie den betrachteten Kommunikationsmodellen besprochen.

2 Grundlagen

Um die genaue Domäne zu definieren in der sich diese Arbeit bewegen wird werden in diesem Kapitel die Grundlagen von Kommunikationsmodellen und Instrumenten besprochen sowie Definitionen, verwendete Begriffe und aktuelle Technik in der Virtual Reality beleuchtet. Zudem wird darauf eingegangen, was genau diese Arbeit unter dem Begriff der „social games“ versteht und welche alternativen Begriffe aus anderen Quellen verwendet werden.

2.1 Definition von Spielen mit dem Hauptziel der Kommunikation

Zentraler Schauplatz dieser Untersuchung sollen Video Spiele sein, dessen zentraler Fokus nicht ein fixes Ziel ist im Rahmen einer Aufgabe, zum Beispiel das Erleben eines Abenteurers geleitet durch Quests, sondern die Kommunikation und Interaktion mit anderen Spielern eines der Kernelemente ist. Sozialer Kontakt mit anderen realen Personen wird hier über Ziele von Spielen gestellt, die jedoch immer noch die Interaktion und Kommunikation beeinflussen können.

Spezieller werden Spiele betrachtet, die den Spielern einen dreidimensionalen virtuellen Raum zur Kommunikation und Interaktion bereitstellen. Mithilfe von digitalen Avataren werden Spieler repräsentiert.

Ein Beispiel für eine solches Spiel wäre folgende Szene: In einer Bar sitzen mehrere Personen an einem Tisch und unterhalten sich miteinander. Die Bar ist ein komplett digitaler Ort, das aus dem Gebäude und einigen Geständen wie Gläsern, Flaschen und Tellern besteht. Die Personen werden durch Avatare, dreidimensionale Präsentationen ihrer Person, dargestellt. Während ihnen die Möglichkeit gegeben wird, mit Gegenständen wie den Gläsern zu interagieren, zum Beispiel in der Form, dass sie das Glas aufheben, so ist die zentrale Aktion das Gespräch untereinander mithilfe zum Beispiel ihrer Stimme, die in der realen Welt durch ein Mikrofon aufgenommen wird und über das Internet übertragen wird oder anderen Ebenen der Kommunikation wie Text Chats.

Beim Herausarbeiten eines passenden Begriffes für diese Art von Video Spielen gibt es einige mögliche Begriffe und Definitionen zu betrachten.

Eines der ersten Spiele dieser Art ist Habitat von Lucasfilm, welches 1985 entstand. In der Arbeit von Morningstar u. Farmer (2008) wird es bezeichnet als „multi-player online virtual environment“. In dem Spiel bewegen sich die Spieler mit Avataren in der Welt und bewegen sich, heben Objekte auf und reden miteinander über Gesten und Text, welcher über den Köpfen der Avatare in Sprechblasen erscheint.

2 Grundlagen

Die Abkürzung MMO, kurz für “Massive Multiplayer Online” bezeichnet eine Spielart, bei der eine große Anzahl von Spielern in einem gemeinsamen Raum zusammenspielen. Dies kann eine große fantastische Spielwelt sein mit hunderten von Spielern oder ein Raum mit 10 Spielern. Die Erweiterung des Begriffs MMORPG, kurz für “Massive Multiplayer Online Role Playing Game”, kombiniert dies mit einem Rollenspiel. Ein bekanntes Beispiel ist World of Warcraft, ein Spiel in welchem man eine große Welt erkundet und Aufgaben, genannt Quests, erfüllt um seinen Avatar beziehungsweise Charakter auf zu leveln und verbessert. Auch hier wird mit anderen kommuniziert. Dies geschieht nativ über einen Text Chat im Spiel.(Nardi u. a., 2007)

Ein Begriff der genutzt wird ist „Metaverse“, eine Zusammensetzung aus dem Begriff “meta” und “verse”, abgekürzt von “Universe”. Erdacht von Neal Stephenson in seinem Buch Snow Crash (Wikipedia, 2021) wird der Begriff aktuell in der Online Präsenz von NeosVR genutzt(siehe 3.1.4). Nach der Definition sind Metaversen dreidimensionale virtuelle Welten in welchen Personen miteinander und mit Software Agenten interagieren als Avatare. Hier wird die Metapher der realen Welt genutzt aber ohne ihre physikalischen Einschränkungen. (Davis u. a., 2009, S.91) Sie basieren auf dem Begriff der virtuellen Welten.(Bainbridge, 2007)

Während dieser Begriff und die zugehörige Definition durchaus passend sind, so wird mit dem Begriff eher die Umgebung in den Fokus gestellt.

Bainbridge (2007) definiert virtuelle Welten als „ electronic environment that visually mimics complex physical spaces, where people can interact with each other and with virtual objects, and where people are represented by animated characters”. Frei übersetzt also digitale Umgebungen, die visuell komplexe physische Orte repräsentieren, in den Personen miteinander und digitalen Objekten interagieren und repräsentiert sind durch animierte Charaktere.

Der Begriff der Social Games wird in vielen Arbeiten eher in Verbindung gebracht mit Spielen die in Verbindung stehen mit sozialen Netzwerken (siehe Suche von “Social games” (Google, 2021b), wird aber auch üblicherweise für Spiele genutzt die als Chat Raum fungieren, auch genannt Chat Games.(Rosenthal, 2020)(LaRochelle, 2018)(Statistica, 2021)

Für diese Arbeit wird der Begriff der Social Games genutzt um den sozialen Aspekt sowie die Kommunikation in den Fokus zu stellen. Jedoch werden andere Begriffe ebenfalls genannt, sollte dies im Kontext Sinn machen.

2.2 Definitionen, Begriffe und Motivation der Virtual Reality

2.2.1 Herkunft und Ziele

Virtual Reality geht zurück auf Arbeiten von Morton L. Heilig und Sutherland. Heiligs Sensorama, welches in 1962 veröffentlicht wurde, (Heilig, 1962) ähnelt einem Spielautomaten an die sich eine Einzelperson setzen kann, um durch zwei Sichtlöcher einen dreidimensionalen Film zu betrachten. Zu der Sicht kamen der Stereo Sound durch 2 Lautsprecher nahe den Ohren und eine Konstruktion zur Simulation von Gerüchen.

Ziel war es den Nutzer eine gewünschte Erfahrung zu simulieren durch Ansprechen mehrerer Sinne.

Seine Erfindung wird in den meisten Medien genannt als erste Entwicklung die der Virtual Reality zu zu ordnen ist, da sie die Grunddefinition von VR erfüllt.

Das Ziel der VR ist hier die Erzeugung von Reizen, die jemanden die Virtuelle Realität wahrnehmen lassen. (Dörner u. a., 2019) Die beliebtesten Definitionen referenzieren laut Steuer (1992) Technologie wie Brillen oder Handschuhe, die den Nutzer mit der virtuellen Welt interagieren lassen.

Die Arbeit „A head-mounted three dimensional display“ (Sutherland, 1968) wird so-

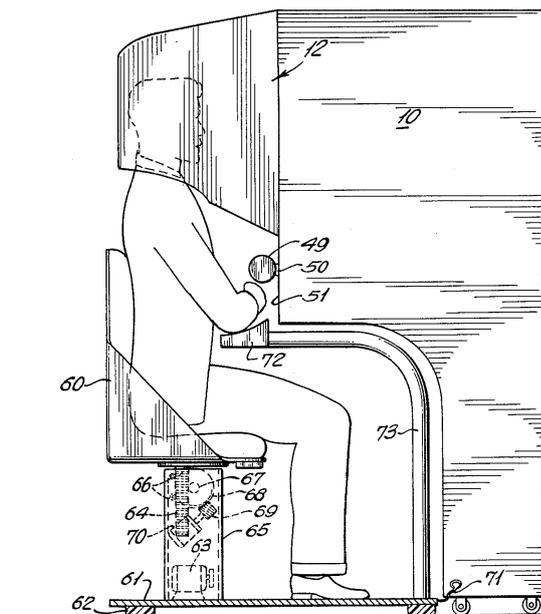


Abbildung 2.1: Sensorama von U.S. Patent 3050870

wohl in VR als auch in AR als Fortschritt genannt. Hierbei handelt es sich um ein head mounted display, kurz HMD, also ein Bildschirm der an dem Kopf des Nutzers befestigt ist, welches drei-dimensionale Bilder wiedergibt. 2 CRTs geben an beide Augen ein Bild wieder das sich mit dem Kopf des Nutzers mitbewegt. Während hier die reale Welt sichtbar ist, wird die virtuelle Welt mithilfe von Wireframe Objekten überlagert

2 Grundlagen

oder “superimposed” im Englischen. Dadurch dass sowohl reale Objekte als auch digitale für den Nutzer gleichzeitig wahrnehmbar ist handelt es sich hierbei um eine Anwendung in der Augmented Reality. Diese wird definiert als Technologie die es ermöglicht, virtuelle Objekte über die reale Welt zu überlagern. (Azuma, 1997)

Sutherlands Arbeit beinhaltet aber auch für die Virtual Reality wichtige Fortschritte wie der Schritt zu einem HMD und der Entwicklung das Bewegungen des Nutzers mit einbezogen werden.

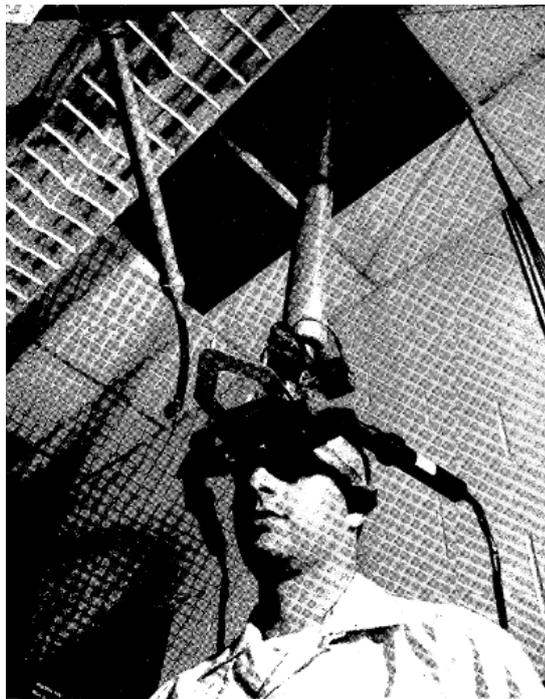


Abbildung 2.2: Bild von Sutherland (1968)s HMD

Weiter ausgeführt sind auch Teil der von Steuer (1992) ermittelten Definitionen für Virtual Reality digitale Umgebungen, auf welche man mit Hilfe der “Brillen und Handschuhe Systeme” zugreifen kann. Für ihn ist jedoch Präsenz ein wichtiges Konzept zur Definition von Virtual Reality, also das Gefühl, sich in einer bestimmten Umgebung zu befinden.

In seiner eigenen Definition soll also der Fokus von Virtual Reality nicht an technische Systeme, sondern viel mehr an die Wahrnehmung des Individuums anknüpfen. Variablen zu Virtual Reality sollen somit an dem Individuum gemessen sein.

Wichtige Variablen für die Virtual Reality sind laut Steuer somit “Vividness” und “Interactivity”, also Lebhaftigkeit und Interaktivität.

2.2.2 Heutige Technik

Zum Zeitpunkt dieser Arbeit versteht man unter Virtual Reality eine Kombination von einem Headset sowie optional 2 Controllern, je 1 per Hand. Eine der billigen Varianten ist die Nutzung von Smartphones und etwas ähnliches wie Google Cardboard (Google, 2021a), eine Vorrichtung um das Handy wie eine Brille ans Gesicht zu bringen. Eine der teureren Varianten sind Computer verbundene HMDs wie die HTC Vive (2021) oder die Valve (2021b) Index. Es existieren zudem auch speziell für die Virtual Reality entwickelte HMDs die keinen PC benötigen wie die Oculus Quest und Oculus Quest 2 (Oculus, 2021). Auf die einzelnen HMDs welche Verwendung in dieser Arbeit finden wird später im Detail eingegangen.

2.3 Kommunikationsmodelle allgemein

Kommunikation, oder genauer psychologische Kommunikation, wird definiert als ein Studienbereich, der sich damit befasst wie Personen andere beeinflussen und wie sie von anderen beeinflusst werden. (Krauss u. Fussell, 1996)

Krauss u. Fussell (1996) definieren hier 4 Gruppen von Kommunikationsmodellen:

Encoder-Decoder Modelle Es handelt sich um ein Modell bei dem die Kommunikation besteht aus einem Encoder oder auch Sender genannt, jemand der eine Nachricht sendet mit unterliegenden verschlüsselten Nachrichten, und einem Decoder, dem Empfänger, welcher diese wieder decodiert. Hier wird nicht versucht zu ermitteln, wie Nachrichten korrekt codiert oder decodiert werden können, sondern der Prozess nur betrachtet und analysiert.

Intentionsorientierte Modelle Hierbei geht es um die Frage wie eine Nachricht zu übermitteln ist um eine „gelingende Kommunikation“ zu erreichen. Eine gelungene Kommunikation ist hier, dass sich der Kommunizierende, also Sender, und Rezipierende, also Empfänger, über den Inhalt der Nachricht einig sind. Dies wird dadurch erreicht, dass der Sender seine Nachricht möglichst klar und verständlich ausdrückt oder Regeln genutzt werden von ihnen, die wiederum von dem Empfängern genutzt werden um die Intention der Nachricht zu ermitteln.

Perspektivübernahmemodelle Diese Modelle beschäftigen sich damit wie man die Sichtweise einer kommunizierenden Person übernehmen kann und somit zu einem besseren Verständnis kommt. Dies basiert auf der Annahme, dass Personen einen unterschiedlichen Blick auf die Welt haben und ein besseres Verständnis der Kommunikation erreicht wird durch Annahme der anderen Position und somit Einigkeit über Inhalt einer Nachricht entsteht. Dazu müssen sowohl Sender als auch Empfänger dazu bereit sein, auch eine andere Ansicht an zu nehmen.

Dialogmodelle Dialogmodelle stellen sich die Frage wie eine gemeinsame Wirklichkeit zwischen den Gesprächspartnern konstruiert wird. Dabei werden Personen nicht in Sender und Empfänger unterteilt, sondern die Konversation gesehen als Zusammenarbeit zum Erreichen von kommunikativen Zielen.

3 Betrachtung bekannter Kommunikationsmodelle und ihr Nutzen

In diesem Kapitel werden Explizite Modelle besprochen und der Fokus dieser Arbeit auf die entsprechenden Modelle geklärt auf Basis von Annahmen zu dem Nutzen und Anwendbarkeit in dieser spezifischen Untersuchung.

3.1 Sender Empfänger Modell nach Shannon und Weaver

Das Modell von Shannon (1948) welches später von Weaver (1949) wieder aufgenommen wurde befasst sich mit Sender und Empfänger als Teile der Kommunikation. Der Sender übermittelt seine Nachricht den Transmitter, welcher dieses in ein für die Übertragung passendes codiertes Signal verwandelt. Das Signal wird von einem Receiver aufgenommen und decodiert. Die Nachricht wird von hier aus an den Empfänger weitergegeben. Beim Übermitteln des Signals kann es zu einer Störung kommen, die das Signal verändern beziehungsweise stören.

Das Modell ist eine technische, simple Betrachtung wie eine Kommunikation verläuft und kann gut im Kontext von Virtual Reality betrachtet werden. Die Nachricht von dem Nutzer wird in Form von Bewegungen, gesprochenen Worten und sonstigen Eingaben von dem Transmitter aufgenommen, in diesem Fall das Headset und die zusätzliche Peripherie zur Erfassung dieser Nachricht. Die Daten werden von dem PC verarbeitet und an den Receiver in Form von dem Spiel oder VR-Programm gesendet.

Im Zusammenhang der Social Games werden dieselben Daten über das Internet an den Server gesendet und von da aus an die weiteren Spieler. Die Nachricht welche ankommt sind die Bewegung der Avatare oder auch die Übertragung der Stimme von welche von dem Mikrophon aufgenommen wurde. Signal Störungen sind abhängig von der genutzten Hardware sowie wie das Programm die Nachricht zur Übermittlung verarbeitet. (siehe Kapitel 4)

3 Betrachtung bekannter Kommunikationsmodelle und ihr Nutzen

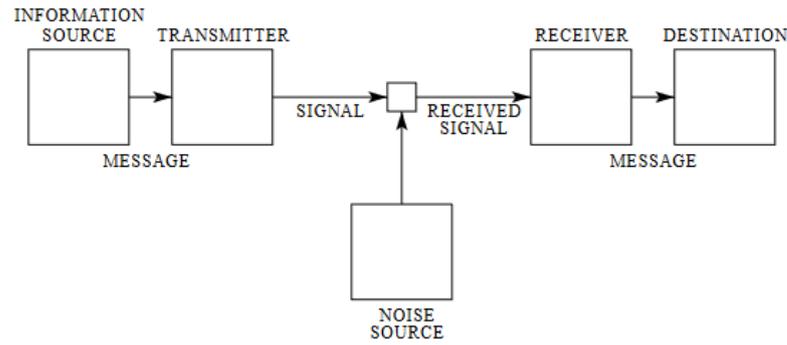


Abbildung 3.1: Schema eines generellen Kommunikations System nach Shannon (1948)

3.2 Organon Modell nach Bühler

Im Organon Modell von (Bühler, 1982) wird konkret nur das hörbare, also die verbale Komponente der Kommunikation betrachtet. Bühler geht zurück auf den „Kratylos, in dem Platon Sprache als ein organum sieht, damit einer dem anderen etwa über Dinge mitteilt“. Daraus zieht er dass der eine der Erzeuger des Schallphänomen ist welches für den anderen zudem ein Reiz ist. Die Dinge sind hierbei ein Kausalzusammenhang, der im Reiz vorhanden ist. Daraus erarbeitet er folgendes Modell:

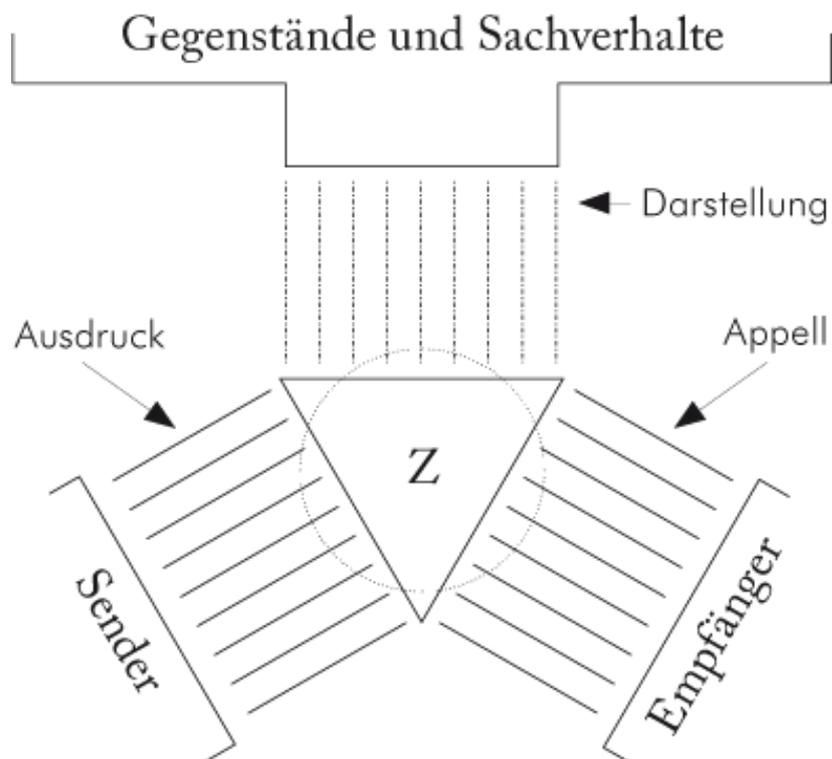


Abbildung 3.2: Organonmodell nach Bühler (1982)

3 Betrachtung bekannter Kommunikationsmodelle und ihr Nutzen

”Der Kreis in der Mitte symbolisiert das konkrete Schallphänomen. Drei variable Momente an ihm sind berufen, es dreimal verschieden zum Rang eines Zeichens zu erheben. Die Seiten des eingezeichneten Dreiecks symbolisieren diese drei Momente. Das Dreieck umschließt in einer Hinsicht weniger als der Kreis (Prinzip der abstraktiven Relevanz). In anderer Richtung wiederum greift es über den Kreis hinaus, um anzudeuten, daß das sinnlich Gegebene stets eine apperzeptive Ergänzung erfährt. Die Linienscharen symbolisieren die semantischen Funktionen des (komplexen) Sprachzeichens. Es ist Symbol kraft seiner Zuordnung zu Gegenständen und Sachverhalten, Symptom kraft seiner Abhängigkeit vom Sender, dessen Innerlichkeit es ausdrückt, und Signal kraft seines Appells an den Hörer, dessen äußeres oder inneres Verhalten es steuert wie andere Verkehrszeichen.”

Konkret spricht er hier von drei Funktionen welche die Sprache leistet. Zum einen geht ein Ausdruck vom Sender aus, eine Offenbarung des Inneren des Senders. Es wird eine Darstellung von Sachverhalten und Gegenständen gegeben. Außerdem gibt es bei der Kommunikation einen Appell an dem Empfänger, der zumeist von dem Empfänger aus dem Reiz, den der Sender gegeben hat, interpretiert wird.

Der Fokus wird im weiteren Verlauf der Arbeit nicht auf diesem Modell liegen, da sich nicht nur mit der verbalen Kommunikation befasst wird, sondern im Ergebnis abschätzungsweise die nonverbale Komponente eine wichtige Rolle spielt. Zudem wird die Kommunikation von Sender und Empfänger bereits in Modellen von Shannon und Weaver betrachtet.

3.3 Eisbergmodell nach Freud, Ruch und Zimbardo

Freud geht davon aus in dem Eisbergmodell, dass viele Vorgänge im Menschen unbewusst passieren. Genauer nennt er, dass 20 Prozent der menschlichen Psyche bewusst sind während 80 Prozent unbewusst sind und sich aus dem sogenannten Es, unbewussten Trieben, und dem Über-Ich, Moral und anderen gesellschaftlichen Normen ergeben. Dieses Prinzip wurde von Ruch u. Zimbardo (1974) übernommen für die Kommunikation.

Sie teilen hierbei Aussagen zu Fakten, Zahlen sowie Gedanken und Wünschen in die bewussten 20 Prozent ein, während das Vorbewusste, also Ängste, Konflikte, Persönlichkeitsmerkmale und Unbewusste wie Lust, traumatische Erlebnisse, Erbanlagen und Instinkte die weiteren 80 Prozent ausmachen.

Da es bei einer laufenden Kommunikation schwierig ist heraus zu arbeiten welche Teile aus dem Unbewusstsein erwachsen und auch bei nachträglicher Betrachtung ohne Befragung der Teilnehmer nicht möglich ist wird dieses Modell nicht Teil der Beobachtung sein.

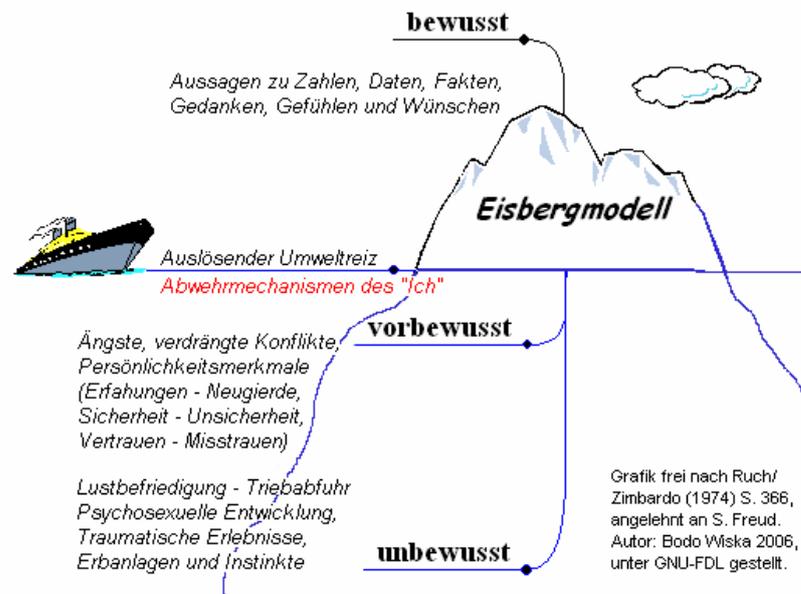


Abbildung 3.3: Eisbergmodell nach Ruch u. Zimbardo (1974)

3.4 Vier-Seiten-Modell nach von Thun

Das Vier-Seiten-Modell von (von Thun, 2013, Teil A, 1.) definiert Kommunikation als Nachrichten welche immer 4 Seiten besitzen. Definiert hat er diese als folgende:

Sachinhalt Diese Seite definiert „worüber ich informiere“ . Es geht hier nur um die Sachinformation, eine Tatsache.

Selbstoffenbarung/Selbstkundgabe Auf dieser Seite gibt man etwas über sich selbst preis, also „Was ich von mir selbst kundgebe“. Laut von Thun hat jede Nachricht Informationen über die Person von der die Nachricht stammt.

Beziehung Jede Nachricht sagt auch „Was ich von dir halte und wie wir zueinander stehen“ . Laut von Thun hat der Empfänger hier ein besonders empfindliches Ohr hierfür, „denn hier fühlt er sich als Person in bestimmter Weise behandelt (oder misshandelt).“

Appell Hinter jeder Nachricht steht auch etwas „Wozu ich dich veranlassen möchte“. Es steht also hinter einer Nachricht immer ein Wunsch, dass der andere etwas tut. Dies kann auch zur Manipulation führen, sollte der Appell versteckt passieren.

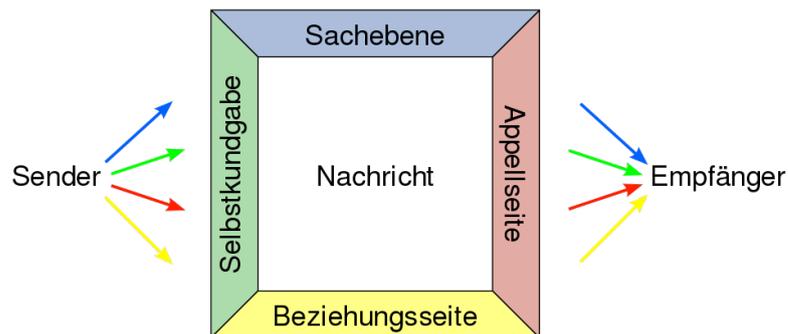


Abbildung 3.4: Vier Seiten Modell nach von Thun(Wikipedia, 2008)

Das Modell lässt sich hier gut anwenden, da es sich mit Störungen in einer Nachricht auf Basis ihrer vielen Botschaften befasst und zum einen zu analysieren wie eine Nachricht verfasst wird und wie diese ankommt.

3.5 Fünf Axiome und kreisförmige Kommunikation nach Watzlawick

Das Kommunikationsmodell von Watzlawick (1969) gründet sich auf 5 Axiomen und der Annahme dass Kommunikation kreisförmig verläuft.

Die 5 Axiome sind:

1. Man kann nicht nicht kommunizieren. Es wird hier davon ausgegangen dass jedes menschliche Verhalten einen Mitteilungscharakter hat. Das heißt, selbst wenn man nicht handelt, sendet man damit eine Nachricht.

In VR ist durch das Tracking der Nutzer wahrnehmen voneinander, Handposition und Kopfposition beziehungsweise Avatar Position im Raum, dieses Axiom zu betrachten und die Folgen daraus.

2. Jede Kommunikation hat einen Inhalts- und einen Beziehungsaspekt. Dieses Axiom möchte darstellen, dass jede Nachricht einen Inhalt kommuniziert und eine Beziehung. Dies ist unter anderem im 4 Seiten Modell bereits dargestellt und erweitert.

3. Kommunikationsabläufe werden unterschiedlich strukturiert. Ursache und Wirkung einer Kommunikation liegt im Auge des Betrachters, Kommunikation ist ein konstanter Austausch und kreisförmig. Dies liegt auch unter anderem an der verschiedenen Perspektive der Gesprächspartner, also subjektiv.

4. Menschliche Kommunikation bedient sich digitaler und analoger Modalitäten. Es ist wichtig, neben den verbalen beziehungsweise digitalen auch die nonverbale beziehungsweise analoge Kommunikation zu betrachten. Das heißt neben dem Gesprochenen auch Körpersprache, Sprechweise und Kontext mit ein zu beziehen.

Erneut ein wichtiger Punkt bei der Kommunikation in Virtual Reality, da es gilt heraus zu finden inwiefern das Fehlen von Teilen der analogen Kommunikation oder die Addition von Teilen, die in der realen Welt nicht vorkommen, die Kommunikation verändern.

5. Zwischenmenschliche Kommunikationsabläufe sind entweder symmetrisch (d.h. gleichwertig) oder komplementär (d.h. ergänzend), je nachdem, ob die Beziehung zwischen den PartnerInnen auf Gleichheit oder Unterschiedlichkeit beruht. Der Unterschied in Kommunikation beruht auch Beziehung zwischen den Personen, explizit ob sie gleichwertig im sozialen Kontext stehen oder komplementär, also ergänzend. Durch die Nutzung eines Spielsystems zur Hilfe der Kommunikation (Siehe 5.1.1) gibt es in der Untersuchung der Kommunikation eine ergänzende Beziehung zwischen den Teilnehmern als auch eine gleichwertige. Wie Personen aufgrund dieser in Virtual Reality agieren gilt es zu untersuchen.

4 Virtual Reality Software und Hardware

Im Nachfolgenden soll es um ausgewählte Social Games und ihre Funktionen gehen sowie der aktuell genutzten Virtual Reality Hardware.

4.1 Vorteile und Nachteile ausgewählter VR Umgebungen

Um eine Auswahl treffen zu können welche Software in der Untersuchung verwendet werden sollte werden hier mögliche Umgebungen diskutiert.

4.1.1 Kriterien zur Auswahl von Social Games

Bei der Betrachtung von einem passenden Spiel oder Plattform für eine weitere Untersuchung sollen mehrere Social Games untersucht werden. Dabei wird die Arbeit „Avatars, People, and Virtual Worlds: Foundations for Research in Metaverses“ (Davis u. a., 2009), in welcher bereits über grundsätzliche Überlegungen präsentiert werden, bei Untersuchungen von solchen Umgebungen zur Hilfe genommen.

Nach dem dort vorgestellten Modell werden zum einen betrachtet die Technologie, die Person beziehungsweise ihre Avatare, dessen Verhaltensweisen sowie das Ergebnis des Zusammenspiels alle dieser Faktoren.

Zudem wird auch die Mensch Computer Interaktion zusätzlich betrachtet, da hier vom Grundsatz ausgegangen wird dass zur optimalen Kommunikation die Verständlichkeit von genutzten Hilfsmitteln nötig ist.

Zudem möchte diese Arbeit auch auf die Anzahl von unterstützenden Mitteln sowie die Editierbarkeit von virtuellen Umgebungen betrachten da hier der Annahme nachgegangen wird, dass spezielle Bedürfnisse durch Änderung oder Erweiterung durch den Nutzer selbst am besten zu ermöglichen sind. Zudem soll es im Allgemeinen möglich sein, über die eigene Stimme zu kommunizieren und diese im Raum auch an den Avatar gebunden ist.

Zuvor möchte sich diese Arbeit aber auch an Untersuchungen in Virtuellen Welten abseits von Virtual Reality anknüpfen die dieser Annahme folgen.

4.1.2 Exkurs: Second Life

Ein oft genutztes Spiel für Untersuchungen in Social Games oder auch Virtuellen Welten ist Second Life.

Second Life selber beschreibt sich als Virtual World und ermöglicht Kommunikation

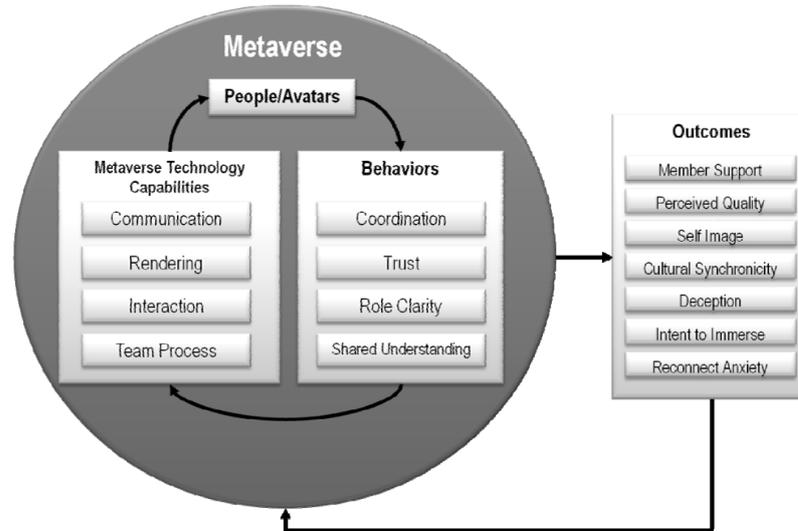


Abbildung 4.1: Konzeptionelles Modell für Metaverse Forschung nach Davis u. a. (2009)

und Interaktion zwischen Spielern, Bauen beziehungsweise erstellen von eigenen Inhalten, Gebäuden, Welten, Avataren in einer 3D Umgebung. Es ermöglicht den Nutzern im Spiel mit einer eigenen virtuellen Währung diese Inhalte zu kaufen und verkaufen. Spieler können Land im Spiel kaufen auf welchen dann eigene Bauten ausgestellt werden können und von anderen Spielern besucht werden können.

Eine Studie von Wigham u. Chanier (2013) hat verbale und non verbale Kommunikation in SL untersucht. Für verbale Kommunikation wurden dort Sprachchat und Textchat betrachtet und nonverbale Kommunikation wurde durch Proxemik, Kinetik und Avatar Aussehen betrachtet.

Bei der Proxemik wird die Distanz zwischen den Kommunikationspartnern betrachtet sowie wie sie zueinander stehen. Zum Beispiel ob sich ein Charakter bewegt, rennt, fliegt oder ob sie den Kommunikationspartnern zugewandt sind beziehungsweise wie sie zueinander im Raum stehen.

Unter Kinetik versteht die Studie die Pose des Avatars mitsamt Blick. So wird auch der Status der Person gezeigt mithilfe der Pose des Avatars zum Beispiel eine schlafende Pose falls der Nutzer länger inaktiv ist. Auch Gesichtszüge fallen unter diese Kategorie. Auch die Avatare selbst wurden aufgeführt als wichtiger Punkt, dies wurde allerdings dort nicht näher betrachtet. (Wigham u. Chanier, 2013, S. 10)

Während Studien von diesem Programm und dessen Nutzer Interaktion und Kommunikation zwar eine Grundlage für andere Herangehensweisen von Studien bieten, so ist zu vermuten dass im Zusammenhang mit Virtual Reality es einige Unterschiede gibt die es heraus zu arbeiten gibt.

4.1.3 VRChat

VRChat ist mit einer aktuellen Nutzerzahl von 14.789 durchschnittlichen Spielern auf Steam im Januar 2021 (SteamCharts, 2021b) derzeit das am meisten genutzte Spiel im Bereich der Social Games in VR. Im Vergleich hat NeosVR mit 109 Spielern deutlich weniger Spieler. (SteamCharts, 2021a)

VRChat basiert zum großen Teil auf Nutzer generierten Inhalten mit einem unterliegenden Server System welches von den Entwicklern selber gestellt wird. Nutzer können Inhalte außerhalb des Spieles über die Entwicklungsumgebung Unity erstellen. Dafür wird das SDK ,die Abkürzung für Software Development Kit, von VRChat gebraucht, welches in Worlds und Avatars unterteilt ist. Mithilfe dieses Kits werden Inhalte für das Spiel angepasst und auf die Server hochgeladen.

Von Haus aus bieten viele Avatare auch sogenannte Gesten. Durch Drücken gewisser Tasten lassen sich Gesichtszüge auf dem Avatar einstellen die zur Kommunikation beitragen können. Mit den Gesten lassen sich sowohl Handgesten als auch Gesichtszüge und mehr steuern.

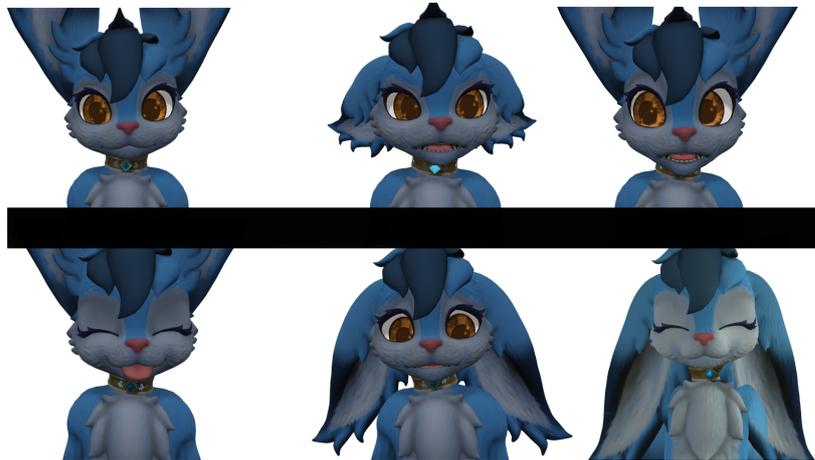


Abbildung 4.2: Beispiel von Gesichtszügen ausgelöst durch Gesten

Zudem können wie im Textchat übliche Emojis genutzt werden die Zeichen wie „Daumen hoch“ und „Daumen runter“ umfassen..

Unabhängig von den vom Spiel selbst bereitgestellten Möglichkeiten ermöglicht der Fokus der nutzergenerierten Inhalte auch Erstellung eigener auf die Situation zugeschnittenen Hilfswerkzeuge. Allerdings müssen diese vor dem Bereitstellen in VRChat in der Welt platziert werden in Unity, können also nicht während der Nutzung von VRChat hinzugefügt werden.

Stifte welche im 3D Raum zeichnen haben den Nutzen, Wörter damit schreiben zu können oder komplexe Diagramme zu zeichnen. Blickwinkel können dieses jedoch stören, sowohl beim Sender als auch beim Empfänger.

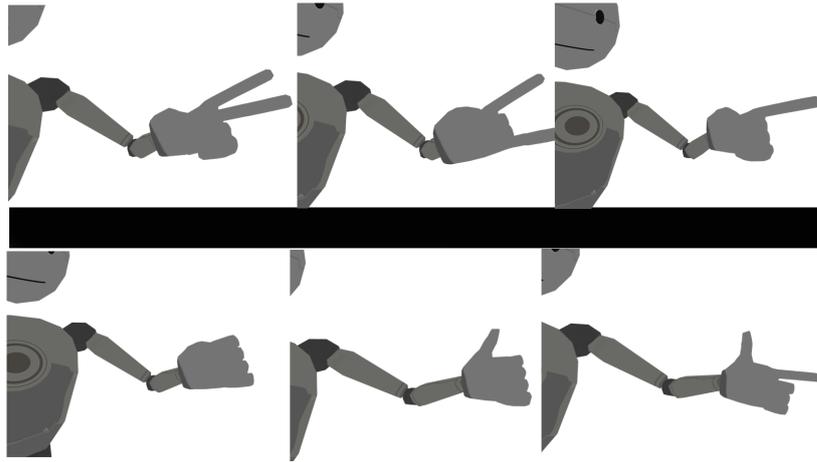


Abbildung 4.3: Beispiel von Hand Gesten ermöglicht durch VRChat

4.1.4 NeosVR

NeosVR bezeichnet sich selber als Metaverse (NeosVR, 2021) dessen Name auf dem Begriff „neo spatium“ beruht, also neuer Raum.

Anders als VRChat nutzt Neos ein Peer-to-Peer System (Hulec u. Mariancik, 2020, S.5). Das heißt der ursprüngliche Nutzer ist der Host einer virtuellen Welt und dient als Server, während alle anderen auf diesen zugreifen. Dies kann abhängig von der Verbindung und Rechenleistung des Hosts zu technischen Problemen führen.

Neos beinhaltet ein Inventarsystem und kann auf Dateien auf dem Rechner zugreifen. Somit ist es möglich 3D Objekte vom PC in die Welt zu interagieren. Native Objekte die zum Spiel gehören können ebenso “gerufen” werden.

Ebenso beinhaltet NeosVR viele Inhalte die von Nutzern erstellt wurden und öffentlich zugänglich sind. Im Zusammenspiel mit dem Inventarsystem sind dies Welten, Avatare, Objekte und Werkzeuge in dem Spiel selbst. Es wird keine andere Entwicklungsumgebung genutzt, sondern Inhalte werden innerhalb des Spiels angepasst und hochgeladen.

Eines der Objekte wäre der sogenannte Mute Helper. Durch einen Klick wird dieser fest am Nutzer „befestigt“ und er kann über eine im Spiel vorhandene Tastatur eine Nachricht verfassen und über eine Sprechblase die über ihm auftaucht anderen Nutzern zeigen.

Auch nativ existiert ein Laser Pointer System dessen Eigenheit ist dass er für andere Nutzer sichtbar ist solange ein Objekt mit diesem gehalten wird. Damit hilft er dem Nutzer zu visualisieren, wer mit welchen Objekten auf Distanz interagiert.

Hilfreich bei der Kommunikation über die eigene Stimme ist auch die Option von NeosVR zwischen verschiedenen Modi der Stimmenübertragen zu wechseln. So kann



Abbildung 4.4: Beispiel des “Mute Helper” in Neos VR aus der Sicht des Nutzers

man seine Stimme lauter stellen, die Stimme für alle gleich laut stellen Unabhängig von ihrer Position in der Umgebung der momentanen Sitzung oder auch im Flüstermodus nur an Personen in einem gewissen Radius um den eigenen Avatar herum.

Bei NeosVR ist die Lernkurve für den Nutzer um die Systeme mit denen das Spiel arbeitet zu verstehen potentiell steiler als bei anderen genannten Social Games. Das Inventarsystem erweitert die Komplexität im Vergleich zu anderen vorgetragenen Spielen.

Während viele Objekte als hilfreich angesehen werden können, so können sie die Kommunikation auch potentiell hindern indem sie ablenkend wirken und zur Störung beitragen. Dies gilt es hier zu untersuchen.

4.2 Aktuelle Technik in Virtual Reality

Zur Darstellung des momentanen Standes der Virtual Reality Technologie im Bereich des PC gebundenen VR werden aktuell genutzte Headsets laut Valve (2021a) aufgezählt und verglichen. Hierbei soll der Fokus auch auf technischen Eigenheiten der HMDs und genutzten Controllern eingegangen werden.

Bei dem Vergleich mit den Daten von VRcompare (2021) und Valve (2021a) findet

Tabelle 4.1: Vergleich genutzter HMDs für VR, sortiert nach Erscheinungsdatum (VRcompare, 2021)

Headset	Veröffentlicht	Auflösung	Wiederholungsrate	FoV	Preis
Oculus Rift	28.03.2016	1080x1200	90Hz	88°	599\$
HTC Vive	04.04.2016	1080x1200	90Hz	88°	799\$
Valve Index	01.05.2019	1440x1600	144Hz	107°	999\$
Oculus Rift S	21.05.2019	1280x1440	80Hz	88°	399\$
HTC Vive Cosmos	03.10.2019	1440x1700	90Hz	99°	699\$
Oculus Quest	21.05.2019	1440x1600	90Hz	94°	399\$
Oculus Quest 2	13.10.2020	1832x1920	90Hz	92°	299\$

sich eine Verbindung zwischen genutzten HMDs und deren Preis, das billigere Headset Oculus Rift S findet mit 23,36% am meisten Verwendung, gefolgt von der Oculus Quest 2 mit 17,4%. Einzige Ausnahme bildet hier das teuerste Headset aus der Liste, Valve Index mit 15,86%. Zudem ist klar ersichtlich die Nutzung von älteren Headsets, Oculus Rift und HTC Vive machen zusammen noch einen Prozentsatz von 22,03% aus.

Diese Statistik beinhaltet nicht die Nutzung von ungebundenen Headsets, also Headsets die ohne Verbindung zu einem PC genutzt werden. Sowohl Oculus Quest und Oculus Quest 2 tauchen aber in der Statistik auf, da sich diese mit dem PC verbinden lassen. Deren Nutzung als ungebundenes Headset wird hier nicht aufgezählt.

Beim tabellarischen Vergleich fällt auf, dass einer der Trends die Erhöhung von Auflösung und FoV, also Field of View, sind.

Abseits hiervon sind die Controller wichtig zu betrachten als Mittel der Mensch Computer Interaktion und in Social Games auch die Darstellung dieser Interaktion durch zum Beispiel Finger Gesten. Diese können zur Kommunikation beitragen. Controller von Oculus Headsets sowie der Valve Index nutzen Hand Tracking. Bei Oculus Touch Controllern wird erkannt, ob ein Finger einen Knopf berührt, somit wird festgestellt, ob Daumen und Zeigefinger derzeit geschlossen auf den Controller Tasten liegen oder abgespreizt sind. Index Controller haben einen Griff, der alle Finger erkennt und ermöglicht damit genauere Handbewegungen im Vergleich. Hierbei liegt der offensichtlichere Vorteil, dass nonverbale Gesten mit der Hand erkannt und in die VR Umgebung übertragen werden können.

Wichtiger Änderung ist auch das Tracking an sich. Viele der genannten Headsets nutzen ein Inside Out Tracking ohne Marker (Oculus Rift S, Oculus Quest, Oculus Quest 2, Vive Cosmos)(VRcompare, 2021), das heißt das das Tracking von Cameras am Headset selber übernommen wird ohne externe Tracking Stationen wie Oculus Rift, HTC Vive und Valve Index sie benutzen.

Das externe Tracking, welches bei Oculus Rift von außen nach innen, also von Tracking Stationen zu dem Headset geschieht und bei HTC und Valve mithilfe von Trackern die als Marker agieren möglich ist, ermöglicht jedoch die Nutzung von Vive Trackern, welche genutzt werden um Objekte aus der realen Welt zu tracken oder auch um Positionen von Hüfte und Füßen zu übertragen.

Vorteil des externen oder Outside In Trackings ist eine höhere Genauigkeit im Vergleich zum Inside Out und die Erweiterung durch weitere Tracking Stationen die diese Genauigkeit erweitern. Allerdings bedeutet das auch eine geringere Flexibilität bei Bewegungen außerhalb der Reichweite von Tracking Stationen sowie das Objekte dieses Tracking schnell verdecken können. Generell bedeuten diese Tracking Stationen ebenso einen höheren Preis.

Inside Out hat damit Vorteile das die Umgebung frei wählbar ist, der Aufbau eines Spiel Bereiches ohne Tracking Stationen möglich ist. Gerade bei Systemen die auch ohne Kabel fungieren wie Oculus Quest und Quest 2 erweitert das den Spielbereich außerhalb eines festgesetzten Raumes.

Durch unterschiedliche Tracking Arten erzeugte Störungen werden erwartet und in Betracht gezogen.

5 Ausführung

5.1 Vorausgehende Planungen

Bei der Durchführung wurden zuerst die Vorbedingungen der Untersuchung festgelegt.

Es sollte 2 Testgruppen geben: Eine Gruppe nutzt in einem Video Konferenz Programm eine Kombination aus Text Chat, Voice Chat und zum Teil auch Webcam falls vorhanden. VR Technologie wird nicht eingesetzt. Diese Gruppe wird im weiteren Verlauf als Voice Gruppe bezeichnet.

Eine zweite Gruppe nutzt ausschließlich Virtual Reality zur Kommunikation und alle dort vorhandenen Werkzeuge. Darunter fällt auch die Nutzung des Desktops innerhalb der Umgebung, Nutzung zusätzliches Tracking Equipments und in der ausgewählten Umgebung vorhandenen Hilfsmittel. Diese Gruppe wird als VR Gruppe im weiteren Verlauf bezeichnet.

Beide Gruppen wurden in vivo beobachtet, arbeiten mit bereits bekannten Umgebungen, also Software und Hardware mit denen sie täglich interagieren. NeosVR als Umgebung für die VR Testgruppe war jedoch ein neues System in dessen Grundzüge sich die Teilnehmer vorher eingearbeitet haben nach eigenem Ermessen. Genaue Einarbeitungszeiten gab es nicht. Spielregeln des Pen and Paper Spiels (siehe 5.1.1) waren bewusst, jedoch ist die Erfahrung gemessen an Spielstunden unterschiedlich. Die Voice Gruppe hatte bereits Erfahrung gesammelt, wobei in der VR Testgruppe wenig Erfahrung oder keine gesammelt wurde.

Ziel soll es sein in beiden Fällen Kommunikation und Interaktion so nah wie möglich am echten Leben zu gestalten. Sollten ursprünglich angedachte Werkzeuge nicht ausreichend die Möglichkeiten in einer realen Umgebung abdecken, wird begründet ein zusätzliches Werkzeug von Dritten genutzt. Fokus soll allerdings auf nativen Möglichkeiten bleiben.

Es werden keine Anweisungen gegeben wie die Probanden zu kommunizieren haben und es steht ihnen frei, Werkzeuge zu nutzen, wie sie es für angebracht halten.

Zur nachträglichen Analyse der Kommunikation wird eine Aufnahme gemacht. Mithilfe von ausgewählten Kommunikationsmodellen soll untersucht werden, ob es Störungen oder Abweichungen wie eine Kommunikation verlief gab aufgrund eines gewählten Mediums.

Durch diese Methodik der Analyse von Kommunikation, nachdem die tatsächliche Kommunikation bereits durchgeführt wurde werden hier Modelle bevorzugt, die analytische Ansätze zum Verständnis der Kommunikation geben.

Unter in vorherigen genannten Punkten wird die Kommunikation analysiert zum Ziel, Vorteile der jeweiligen Arten der Kommunikation heraus zu arbeiten. Dabei werden die Kommunikationsmodelle wie in Kapitel 3 verwendet und auch die Arbeit von Davis u. a. (2009) im Vordergrund stehen. Als zusätzlichen Vergleich wird die Arbeit von Wigham u. Chanier (2013) mitbetrachtet, um nähere Daten dazu zu erhalten, wie sich die Kommunikation in Social Games oder Metaverses durch die Nutzung von Virtual Reality Headsets verändert.

5.1.1 Exkurs: Das Dungeons and Dragons Rollenspiel

Als ein treibendes Mittel der Kommunikation wurde das „Tabletop“ Rollenspiel Dungeons and Dragons genutzt.

Dungeons and Dragons ist ein Rollenspiel welches in Regelbüchern meist als „Geschichten erzählen in Welten von Schwertern und Magie“ (Wizards, 2018) erklärt wird. Mithilfe von Spielern, die jeweils einen Helden spielen und einem „Dungeon Master“, eine Person die das Geschehen, die Umgebung und die Konsequenzen von Aktionen der Spieler in dieser erdachten Geschichte bestimmt, wird eine Geschichte zusammen erzählt. So werden verschiedene Umgebungen von den Helden beziehungsweise Spielern erkundet und gegen Monster gekämpft. Mithilfe von dem Charakterbogen werden Fähigkeiten der Helden festgehalten. Zudem werden Würfel genutzt um den Erfolg oder Misserfolg der Helden zu bestimmen. Dabei helfen auch eine Reihe von Regeln, an die sich Spieler und Dungeon Master halten.

Ein wesentlicher Teil dieses Spiels ist aber das Rollenspiel und die Zusammenarbeit mit den anderen Spielern. Spieler müssen miteinander reden um ein Ziel im Spiel zu erreichen und so kommt es zu Kommunikation zwischen den Spielern in der Rolle der Helden oder als sie selbst.

Während das Spiel als Mittel der Kommunikation genutzt wurde wird es nicht als Teil der Untersuchung betrachtet, nimmt aber Einfluss auf Kommunikation zwischen den Teilnehmern.

5.2 Genutzte Technik

Da beiden Gruppen im digitalen Raum über ein Netzwerk kommuniziert haben und mit unterschiedlicher Hardware ist es wichtig, genutzte Hardware und Software sowie die technischen Unterschiede zwischen den Teilnehmern zu klären, um Störungsquellen aufgrund von Hardware und Software besser zu erkennen.

Die Voice Gruppe hat primär einen Sprach Kanal genutzt und ihre Stimmen über Mikrofone unterschiedlicher Qualität aufgenommen. 2 Teilnehmer benutzten Kameras welche auf das Gesicht gezielt waren. Als Hilfe zum Voice Chat wurde außerdem über einen Text Kanal kommuniziert.

Für Visualisierung von Umgebungen im Spiel wurde kurzzeitig ein Zeichenprogramm genutzt und über Teilen des eigenen Bildschirms den Teilnehmern gezeigt.

In dieser Untersuchung gab es keine ersichtlichen Störungen der Kommunikation durch unterschiedliche Hardware, weshalb genaue Hardware nicht erfasst wurde.

Die VR Gruppe nutzte primär NeosVR zum Kommunizieren als Software und PC gebundene HMDs mit integrierten Mikrofonen als Hardware. Namentlich genutzt wurden unter den 4 Teilnehmern eine Oculus Rift, eine HTC Vive, eine Valve Index und eine HTC Vive Cosmos.

NeosVR wurde gewählt aufgrund der Peer to Peer Verbindung, da alle Teilnehmer geographisch nahe beieinander liegen wird damit eine Verzögerung in der Verbindung minimiert. Zudem wurden die Möglichkeit, Umgebungen in Echtzeit zu manipulieren und jederzeit Objekte zu der Welt hinzu zu fügen als Vorteil für die Kommunikation dort gesehen, obwohl Gesten für Gesichtszüge nicht nativ vorhanden sind und somit die nonverbale Kommunikation im Vergleich zum nichtdigitalem Austausch eingeschränkt wird.

In NeosVR wurde eine Welt gewählt die es ermöglichte Objekte auf einem Tisch mit einem Gitter, zu welchem Objekte und Spielfiguren einrasten, zu platzieren, um so die Umgebung dar zu stellen. In der Welt waren zudem einige Regeln des Spiels platziert als große Tafeln für einen schnellen Überblick.

Zusätzlich nutzten alle Teilnehmer der VR Gruppe Software, die es ihnen ermöglichte, ihre physischen Monitore zu betrachten. Diese wurde genutzt um für das Spiel benötigte externe Unterlagen zu betrachten.

5.3 Ablauf

Zu Beginn wurden Grundlagen in beiden Gruppen nochmal durchgegangen und alle Teilnehmer vorbereitet darauf was zu erwarten ist von dem Pen and Paper Spiel. Es wurde eine Kommunikation zwischen allen Teilnehmern ermöglicht vor dem Spiel, aus welchem weitere Beobachtungen gezogen wurden (siehe 5.4).

Beide Gruppen fingen ihr Spiel mit der Erläuterung der näheren Umstände des Geschehens an. Es wurden Namen geteilt sowie Informationen zur Umgebung.

In beiden Gruppen wurde zu Anfang von einem Teilnehmer dazu aufgerufen, Notizen zu machen. Dies war im Voice besser möglich für Teilnehmer da Teilnehmer direkten Zugang zur Tastatur und oder Stift und Papier in ihrer direkten Umgebung haben. Obwohl es möglich ist in der virtuellen Welt zu schreiben auf Tastaturen, ist dies schwieriger wie Lin u. a. (2017) bereits festgestellt hat.

Nach der Einleitung sollten die Teilnehmer Informationen zur Situation einholen durch Untersuchung der erläuterten Umstände in der Spielumgebung. Beide Gruppen haben hier unterschiedliche Entscheidungen getroffen. Die Voice Gruppe sich aufteilte zwischen zwei Orten welche nacheinander mit Hilfe des Spielleiters geregelt werden, das heißt beide Gruppenaktionen wurde nacheinander ausgespielt. Die inaktiven Teilnehmer haben sich in einen anderen Voice Raum begeben und wurden komplett von dem aktiven Spiel abgespaltet. Die VR Gruppe hat sich entschieden als Gruppe zu einem Ort im Spiel zu gehen und ist somit komplett im Spiel geblieben.

Nach diesen Interaktionen sind Voice und VR wieder als Gruppe vollständig gewesen und an dem nächsten Ort kam es zu einem technischen Kampf. Spieler sind hier vom Spiel angewiesen, nach einer bestimmten Reihenfolge zu agieren. Hier ist das Spiel wesentlich fokussierter auf die Werte der einzelnen Spieler Charaktere und auch die der vom Spielleiter kontrollierten Figuren. Wenig Kommunikation zwischen Spielern passiert hier, jedoch werden Aktionen zwischen Spielleiter und Spieler kommuniziert.

Hiernach gibt es für beide Gruppen weitere Interaktionen und Kämpfe, die nach ähnlichem Schema abliefen.

5.4 Störungen und Vorteile der genutzten Methoden

Im Weiteren sollen Beobachtungen in beiden Gruppen getrennt diskutiert werden.

5.4.1 Voice Gruppe

Teilnehmer waren im Stimmenchat grundlegend im technischen Aufbau gleichgestellt aber im sozialen Aufbau durch das Spiel in ergänzenden Rollen nach Watzlawick. Dies führte zu mehreren Unterbrechungen der übergeordneten Person, die von untergeordneten Personen kommentiert wurde.

Größter Störfaktor war somit das Fehlen von unterschiedlichen Lautstärken der Stimmen. Es war zu beobachten, dass neben der Hauptkonversation die zwei Personen führten auch eine andere Kommunikation stattfand, die jene Hauptkonversation störte. Während in einer realen Umgebung in einer solchen Situation die Teilnehmer ein leiseres Gespräch meist etwas abseits hätten führen können wobei das Hauptgespräch noch in Hörreichweite wäre, musste hier auf einen abseits gelegenen Sprachchat zurückgegriffen werden, bei welchem die beiden Konversationen nicht mehr in Hörreichweite der jeweils anderen sind.

Teilnehmer haben im Voice Chat die Möglichkeit genutzt, ihren Bildschirm zu teilen, um Unklarheiten zu klären oder auch Würfelwürfe zu zeigen. Dies war hilfreich, Spieler konnten auf das was ein anderer auf seinem Bildschirm sah reagieren und es wurde eine Konversation dazu genauer möglich. Aber dies wurde aber ablenkend im Moment, in dem nicht zum Spiel oder zur Konversation gehörige Informationen geteilt wurden. Der visuelle Reiz, der verursacht wurde, führte zu einer Anmerkung des Teilnehmers und unterbrach damit eine laufende Konversation.

Das Modell nach von Thun deckt hier eine andere Schwäche auf dieser Kommunikation. Im Rollenspiel wollte ein Teilnehmer durch deutliches Wegdrehen der Augen andeuten, dass es sich bei einem verbalen Zeichen um ein Selbstgespräch handelt, also für den Gegenüber eine Selbstkundgabe der eigenen Gedanken. Der verbale Satz „Was macht es für einen Unterschied“ sollte somit als Selbstkundgabe der Nachricht „Es macht keinen Unterschied, ob ich es jetzt sage oder nicht, also kann ich es sagen“. Jedoch ist der Augenkontakt durch diese Kommunikation erst gar nicht möglich und das Zeichen wird nicht vom Empfänger verstanden, welcher stattdessen im Rollenspiel auf der Beziehungsebene als „Wir kennen uns nicht, warum sollte ich dir etwas sagen? Es würde keinen Unterschied machen“ verstanden wurde.

Das nicht Herstellen von Augenkontakt stellt hiermit eine Störung dieser konkreten Kommunikation durch Gesichtszüge dar und die analoge Ebene beziehungsweise die nonverbale Ebene wird falsch aufgefasst.

5.4.2 Virtual Reality Gruppe

Im Vergleich zu der Arbeit von Wigham u. Chanier (2013) in Second Life, waren sich hier Teilnehmer im Spiel bewusst, wie sie zueinander im Raum standen und haben

5 Ausführung

bei Interaktion größtenteils versucht Augenkontakt zu halten. Hatte ein Spieler sich entfernt von der Gruppe, war es ein klares Zeichen dafür das er sich kurz mit etwas beschäftigt und weniger aufnahmebereit ist. Die Kommunikation ist automatisch zu den aufnahmebereiten Spielern übergegangen. Subtile Zeichen durch Positionen im Raum sind nach Watzlawicks 1. Axiom Teil dieser Kommunikation.

Zudem waren die Position im Raum auch zu einigen Zeitpunkten ein Anzeichen für eine ergänzende Kommunikation aus dem 5. Axiom. Es wurde durch eine imaginäre Linie die Gruppe der Teilnehmer in die jeweiligen Rollen im Spiel geteilt, ermöglicht durch den Raum der virtuellen Welt.

Spieler haben die ihnen gegebenen Hilfsmittel genutzt, so war das Feature sich selber zu einer beliebigen Größe zu schrumpfen oder größer zu werden hilfreich, um für eine Weile in eine Rolle in der passenden Umgebung zu schlüpfen oder sich einen besseren Überblick zu schaffen in einer ergänzenden Situation für den Spielleiter, aber hatte auch einen nachteiligen Effekt. Es wurde ermittelt, dass die Distanz zwischen den Spielern zwar gleich wahrgenommen wird, aber beim Schrumpfen die Stimmen wesentlich lauter und näher klangen da die Spieler in der Spielwelt näher zueinander standen als zuvor objektiv gesehen, obwohl die subjektive Distanz unverändert war. Dies wiederum hatte bei einem Teilnehmer einen störenden Effekt. Ebenso konnte bei extremen Größenunterschieden kein Blickkontakt hergestellt werden oder nonverbale Gesten konnten nicht erkannt werden aufgrund von technischen Gegebenheiten wie der Auflösung des jeweiligen HMDs oder der FoV.

Zu beachten sind technische Einschränkungen der Virtual Reality Hardware (siehe

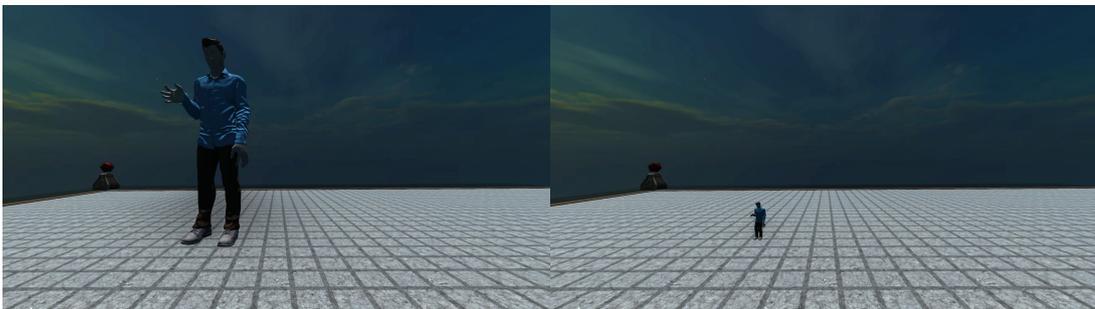


Abbildung 5.1: Beispiel der Größenveränderung in Neos gemessen an einem Gitterfeld

4.2). Vorteile des Raumes und der Visualisierung werden eingeschränkt, sollte sich ein Teilnehmer nicht in Sichtreichweite der anderen bewegen. Neben offensichtlichen Einschränkungen der Sicht durch genannte Repräsentationen ihrer physischen Bildschirme die Teilnehmer nutzten, welche die Sicht auf die virtuelle Umgebung verdecken, ist das Field of View der head-mounted-displays ebenso ein Faktor. Alle Headsets (siehe 4.2) haben ein kleineres Sichtfeld als es dem Menschen in natürlichen Umgebungen möglich ist zu sehen. Zur Erinnerung, das menschliche Sichtfeld beziehungsweise die Field of View in der Realität ist 180° . Auch die Auflösung ist bei weiten Entfernungen ein Hindernis, da Details nicht mehr in der Ferne zu erkennen sind und somit nonverbale Kommunikation erschwert oder sogar unmöglich gemacht wird. Der Effekt ist gleich

5 Ausführung

zu setzen mit einer Kurzsichtigkeit, Objekte in der Ferne werden unscharf wahrgenommen. Auch führt dies dazu, dass Bildschirme in VR einen größeren Platz in der virtuellen Welt einnehmen müssen um zum Beispiel Text lesen zu können je kleiner die Auflösung ist. Ein größerer Bildschirm führt zu einer größeren Überdeckung der Umgebung. Dies wurde hier besonders in dem technischen Kampf wahrgenommen, in welchem Spieler unterschiedliche Größe angenommen hatten zum besseren Überblick und vermehrt auf externe Unterlagen zugegriffen.

Durch den gegebenen digitalen Raum war es den Teilnehmern möglich auf einem Spielfeld entweder die Sichtweise eines Charakters an zu nehmen oder einen Überblick zu bekommen simpel durch Nutzung der Vergrößerung oder Verkleinerung oder durch Nutzung des Fliegens. Wenn sich Spieler dadurch voneinander entfernen, kann eine Störung in der Kommunikation entstehen.

Kommunikationsprobleme traten auch auf, sobald die Wahrnehmung von Teilnehmern sich nicht mehr deckte beziehungsweise unterschiedlich war. Dies geschah vor allem wenn jemand auf seinen Bildschirm schaute, da dies zwar für sie selbst sichtbar ist, aber nicht für andere. Der Fokus liegt nicht mehr an der virtuellen Umgebung in Virtual Reality, sondern auf der 2D Ansicht seines Bildschirms. So verhält es sich auch mit nativen Elementen in NeosVR.

Elemente wie das Quick Menu an der Hand sind für andere sichtbar, aber der Dash sowie jegliche Fenster die mit private gekennzeichnet sind oder eine blaue Umrandung haben sind nur für eine Person sichtbar. Aber auch wenn Elemente in die Welt geladen werden kommt es aufgrund NeosVRs System für eine kurze Zeit zu einer unterschiedlichen Wahrnehmung der virtuellen Welt.

Hilfreich für die Wahrnehmung eines größeren Raumes waren Spiegel. Zum einen

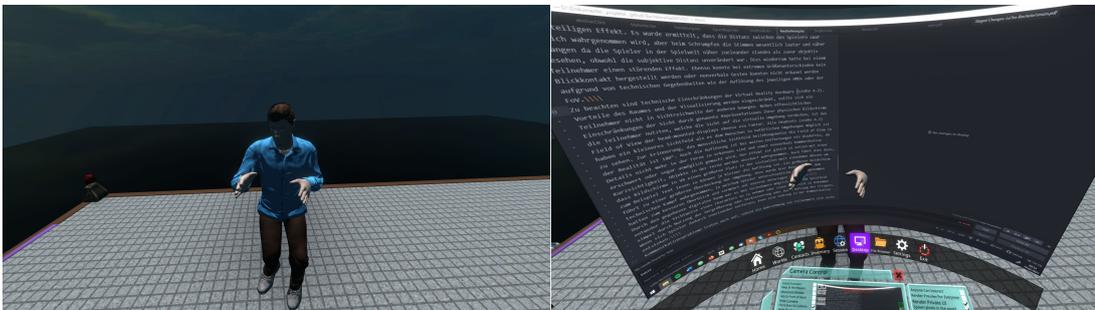


Abbildung 5.2: Beispiel der Verdeckung durch Menüs in Neos aus der Sicht eines Nutzers

konnten Teilnehmer hiermit hinter sich schauen und ihr Blickfeld wurde vergrößert, aber auch war es möglich seinen eigenen Avatar zu betrachten und zu überprüfen ob die Vorstellung des eigenen Avatars auch dem Wahrgenommenen der anderen Teilnehmer entsprach.

Eine Verbesserung der Kommunikation durch erweiterte Handgesten welche ermöglicht

werden durch Finger Tracking bei der Valve Index wurde nicht beobachtet, da Gesten auch durch Deuten mit dem Arm und verbale Zeichen bei zum Beispiel Nummern möglich sind. Effekte auf Kommunikationsarten die stark auf Handgesten basieren wie Zeichensprache wurden in dieser Untersuchung nicht betrachtet.

5.5 Fazit der Durchführung

Während beide Gruppen am Ende nach derselben Zeit zum selben Ergebnis kamen, so hat die Voice Chat Gruppe mehr erlebt als die VR Gruppe. Ob jedoch dies nur an dem gewählten Medium liegt kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Ein offensichtlicher Faktor der Einfluss auf die Situation hatte war die Kenntnis des Spiels. So haben Teilnehmer der Voice Chat Gruppe mehr Wissen zum Spiel gehabt und mussten nicht zum Spiel angeleitet werden. Beide Gruppen haben Zeit genommen, um neben dem Spiel miteinander zu kommunizieren oder auch zu interagieren.

Es wurde ermittelt dass Sprach- und Textchat voneinander profitieren, sollte eine spezifische Nachricht über Sprache nicht gut vermittelbar sein, konnte Text beim zum Beispiel Fachbegriffen helfen. In Virtual Reality ist dies nur bedingt möglich, da Text entweder über die physische Tastatur im realen Raum der Teilnehmer nötig war oder eine virtuelle Tastatur genutzt werden müsste. Der reale Raum wird in Virtual Reality nur bedingt wahrgenommen was durch die Arbeit von Lin u. a. (2017) bestätigt zu einem ungenauen und langsameren Tippen führt im Vergleich zu einer Tastatur Nutzung ohne VR. Teilnehmer beschwerten sich zudem über die virtuelle Tastatur, durch aktuelle Technik ist das Tastaturschreiben in VR ungenau und ohne taktiles Feedback.

Purer Sprachchat ermöglicht es, dass Teilnehmer in der Kommunikation gleichwertig sind sollten Lautstärke der Mikrofone übereinstimmen. VR unterstützt hier zusätzlich eine ergänzende, nicht gleichwertige Kommunikation und kann dies erzielen durch Position im virtuellen Raum und im Fall von NeosVR durch Funktionen welche die Stimme gezielt lauter oder leiser machen.

Der fehlende Augenkontakt durch Sprachchat der durch Kameras unterstützt werden kann, aber durch unterschiedliche Position im Raum von Kamera und Bildschirm sowie das Fehlen deutlich unterschiedlicher Positionen der Teilnehmer nie vollständig erreicht wird, wird mit VR wieder ermöglicht. Es gilt hier aber ohne Augen Tracking, welches in dieser Überprüfung nicht genutzt wurde, sich vielmehr auf Kopfposition zu achten.

Fehlende Reize sowie durch Hardware gegebene Einschränkungen schränken auch die Kommunikation durch nonverbale Kommunikation ein. Auflösung und Field of View beziehungsweise Sichtfeld spielen eine Rolle in Faktoren wie klare Sichtweite, Größe des User Interface und genereller Wahrnehmung der Umgebung.

Schnelligkeit der Internetverbindung spielt vor allem eine Rolle bei Verzögerungen von Stimme, Bild und dem Laden von Objekten und nehmen damit Einfluss auf die

5 Ausführung

Wahrnehmung und somit auch auf die Kommunikation der Teilnehmer.

6 Fazit

In dieser Arbeit wurde analysiert, wie Personen sich verhalten und kommunizieren im virtuellen Raum der Virtual Reality mit Unterstützung durch computer-gebundene „head mounted displays“ und dem Erfassen von Hand und Kopfbewegungen. Es wurden Probleme und Vorteile ermittelt im Vergleich zu einer Kommunikation über Sprachkanäle wie sie Programme wie Zoom ermöglichen ohne Virtual Reality. Unter Betrachtung der momentan kommerziell genutzten HMD Systeme und vorhandener Software können folgende Anforderungen für den kommerziellen Gebrauch von Virtual Reality als Kommunikationsinstrument in Social Games ermittelt werden:

Limitierungen durch Hardware sollten verringert werden. Dies kann in Bereichen wie dem gegebenen Field of View, Pixel Auflösung und Kopfhörern der HMDs geschehen. Zudem sollten mehr Sinne durch zusätzliche Hardware angesprochen werden. Dies würden die momentanen Probleme verringern wie die Größe des User Interface und unterschiedliche Wahrnehmung von Umgebungen und Avataren zwischen den Nutzern. Der Trend bei kommerziellen HMDs scheint dieser Anforderung bereits nach zu gehen. (siehe 4.2)

Körper Bewegungen sollten genauer auf den Avatar übertragbar sein. Entwicklungen wie die Vive Tracker und andere Hardware sollte weiterentwickelt werden.

Elemente im virtuellen Raum sollten für alle sichtbar und synchron sein, heißt das Objekte für alle Nutzer am gleichen Ort in der gleichen Position wahr zu nehmen sind.

Diese Arbeit betrachtet nicht den Einfluss von Sinnesbeeinträchtigungen durch körperliche Einschränkungen abseits von der aufgezeigten Technik oder den Einfluss der Hardware des mit dem HMD System verbundenen PCs, wobei dies eine Erweiterung auf Basis dieser Arbeit darstellen könnte. Zudem wäre eine nähere Betrachtung der realen Umgebung in Betracht zu ziehen. Zudem sind Vorteile und Nachteile von ungebundenen Headsets ein weiterer Bereich dieser Domäne, der zu betrachten ist.

Virtual Reality bietet eine Plattform der Kommunikation über das Internet welche genau wie andere Formen Vorteile und Nachteile aufweist. Ihre Vorteile können durch Entwicklung in der Technik der VR noch ausgebaut werden und könnten bei weiterem Interesse von Wissenschaft und Nutzern wahrscheinlich eine Kommunikation aus dem realen Leben präzise simulieren.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Sensorama von U.S. Patent 3050870	8
2.2	Bild von Sutherland (1968)s HMD	9
3.1	Schema eines generellen Kommunikations System nach Shannon (1948)	13
3.2	Organonmodell nach Bühler (1982)	13
3.3	Einbergmodell nach Ruch u. Zimbardo (1974)	15
3.4	Vier Seiten Modell nach von Thun(Wikipedia, 2008)	16
4.1	Konzeptionelles Modell für Metaverse Forschung nach Davis u. a. (2009)	19
4.2	Beispiel von Gesichtszügen ausgelöst durch Gesten	20
4.3	Beispiel von Hand Gesten ermöglicht durch VRChat	21
4.4	Beispiel des “Mute Helper” in Neos VR aus der Sicht des Nutzers	22
5.1	Beispiel der Größenveränderung in Neos gemessen an einem Gitterfeld .	30
5.2	Beispiel der Verdeckung durch Menüs in Neos aus der Sicht eines Nutzers	31

Tabellenverzeichnis

4.1	Kurztitel Tabelle	23
-----	-----------------------------	----

Literaturverzeichnis

- [Azuma 1997] AZUMA, Ronald T.: *A Survey of Augmented Reality*. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>. Version: 1997. – Last accessed 13.11.2020
- [Bainbridge 2007] BAINBRIDGE, William S.: *The Scientific Research Potential of Virtual Worlds*. <https://science.sciencemag.org/content/317/5837/472.full>. Version: Juli 2007. – Last accessed 01 February 2021
- [Bühler 1982] BÜHLER, Karl: *Uni-Taschenbücher*. Bd. 1159: *Sprachtheorie. Die Darstellungsfunktion der Sprache*. 1. Stuttgart New York, 1982. – ISBN 3437107571
- [Davis u. a. 2009] DAVIS, Alanah ; MURPHY, John D. ; OWENS, Dawn ; KHAZANCHI, Deepak ; ZIGURS, Ilze: *Avatars, People, and Virtual Worlds: Foundations for Research in Metaverses*. <https://digitalcommons.unomaha.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1021&context=isqafacpub>. Version: Februar 2009. – Last accessed 01 February 2021
- [Dörner u. a. 2019] DÖRNER, Ralf ; BROLL, Wolfgang ; GRIMM, Paul ; JUNG, Bernhard: *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58861-1>. Version: Januar 2019. – Last accessed 01 February 2021
- [Google 2021a] GOOGLE: *Google Cardboard*. <https://arvr.google.com/cardboard/>. Version: Februar 2021. – Last accessed 01 February 2021
- [Google 2021b] GOOGLE: *Google Scholar: Suche nach "Social Games"*. https://scholar.google.de/scholar?hl=de&as_sdt=0%2C5&q=social+games&btnG=. Version: Februar 2021. – Last accessed 19 February 2021
- [Heilig 1962] HEILIG, Morton L.: *Sensorama simulator*. <https://patents.google.com/patent/US3050870/en>. Version: Januar 1962. – Last accessed 01 February 2021
- [Hulec u. Mariancik 2020] HULEC, Karel ; MARIANCIK, Tomas: *Neos White Paper: The First Metaverse Built From Within*. https://neos.com/wp-content/uploads/2020/07/Neos_White_Paper.pdf. Version: Juli 2020. – Last accessed 17 February 2021
- [Krauss u. Fussell 1996] KRAUSS, R. ; FUSSELL, Susan R.: *Social psychological models of interpersonal communication*. 1996
- [LaRochelle 2018] LAROCHELLE, Brianne: *The 15 Best Social Games to Meet New Friends and Party*. <https://www.gamersdecide.com/pc-game-news/best-social-games-play-online>. Version: Juli 2018. – Last accessed 01 February 2021

- [Lin u. a. 2017] LIN, Jia-Wei ; HAN, Ping-Hsuan ; LEE, Jiun-Yu ; CHEN, Yang-Sheng ; CHANG, Ting-Wei ; CHEN, Kuan-Wen ; HUNG, Yi-Ping: *Visualizing the keyboard in virtual reality for enhancing immersive experience*. <https://doi.org/10.1145/3102163.3102175>. Version: Juli 2017. – Last accessed 17 February 2021
- [Morningstar u. Farmer 2008] MORNINGSTAR, Chip ; FARMER, F. R.: *The Lessons of Lucasfilm's Habitat*. <https://jvwr-ojs-utexas-stage.tdl.org/jvwr/index.php/jvwr/article/view/287>. Version: Juli 2008. – Last accessed 17 February 2021
- [Nardi u. a. 2007] NARDI, Bonnie A. ; LY, Stella ; HARRIS, Justin: *Learning Conversations in World of Warcraft*. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4076530?casa_token=81XJExbRrXsAAAAA:WbhwpqxAC-gmw04R4aYd8HJtox1N7KyRPiIbL1TCEtg33u-FqeoHP2TJdWy_EMLk46YrGMgsBg. Version: Januar 2007. – Last accessed 17 February 2021
- [NeosVR 2021] NEOSVR: *NeosVR Metaverse*. <https://neos.com/>. Version: Februar 2021. – Last accessed 19 February 2021
- [Oculus 2021] OCULUS: *Oculus Quest 2*. <https://www.oculus.com/quest-2/>. Version: Februar 2021. – Last accessed 01 February 2021
- [Rosenthal 2020] ROSENTHAL, Eric: *10 Best Online chat games: Social games with chat rooms*. <https://phreesite.com/online-social-chat-games/>. Version: Dezember 2020. – Last accessed 01 February 2021
- [Ruch u. Zimbardo 1974] RUCH, Floyd L. ; ZIMBARDO, Philip G.: *Lehrbuch der Psychologie: Eine Einführung für Studenten der Psychologie, Medizin und Pädagogik*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-08328-4>. Version: Januar 1974. – Last accessed 12 February 2021
- [Shannon 1948] SHANNON, Claude E.: *A Mathematical Theory of Communication*. <http://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>. Version: Januar 1948. – Last accessed 12 February 2021
- [Statistica 2021] STATISTICA: *Social gaming - Statistics & Facts*. <https://www.statista.com/topics/2965/social-gaming/>. Version: Januar 2021. – Last accessed 01 February 2021
- [SteamCharts 2021a] STEAMCHARTS: *Neos VR - SteamCharts*. <https://steamcharts.com/app/740250>. Version: Januar 2021. – Last accessed 17 February 2021
- [SteamCharts 2021b] STEAMCHARTS: *VRChat - SteamCharts*. <https://steamcharts.com/app/438100>. Version: Januar 2021. – Last accessed 17 February 2021
- [Steuer 1992] STEUER, Jonathan: *Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>. Version: Dezember 1992. – Last accessed 01 February 2021

Literaturverzeichnis

- [Sutherland 1968] SUTHERLAND, Ivan E.: *A head-mounted three dimensional display*. <http://cacs.usc.edu/education/cs653/Sutherland-HeadmountedDisplay-AFIPS68.pdf>. Version: 1968. – Last accessed 13.11.2020
- [von Thun 2013] THUN, F.S. von: *Miteinander reden 1: Störungen und Klärungen: Allgemeine Psychologie der Kommunikation*. Rowohlt E-Book, 2013 (Miteinander reden). <https://books.google.de/books?id=beFqAgAAQBAJ>. – ISBN 9783644446410
- [Valve 2021a] VALVE: *Steam-Hard- and Softwareumfrage: January 2021*. <https://store.steampowered.com/hwsurvey/>. Version: Januar 2021. – Last accessed 14 February 2021
- [Valve 2021b] VALVE: *Valve Index*. <https://store.steampowered.com/valveindex>. Version: Februar 2021. – Last accessed 01 February 2021
- [Vive 2021] VIVE: *Vive*. <https://www.vive.com/de/product/vive/>. Version: Februar 2021. – Last accessed 01 February 2021
- [VRcompare 2021] VRCOMPARE: *VRcompare*. <https://vr-compare.com/>. Version: Februar 2021. – Last accessed 14 February 2021
- [Watzlawick 1969] WATZLAWICK, Paul: *Menschliche Kommunikation*. 1969
- [Weaver 1949] WEAVER, Warren: *THE MATHEMATICS OF COMMUNICATION*. <http://www.mt-archive.info/50/SciAm-1949-Weaver.pdf>. Version: Januar 1949. – Last accessed 12 February 2021
- [Wigham u. Chanier 2013] WIGHAM, Ciara R. ; CHANIER, Thierry: *A study of verbal and nonverbal communication in Second Life - the ARCHI21 experience*. <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00674138>. Version: Januar 2013. – Last accessed 17 February 2021
- [Wikipedia 2008] WIKIPEDIA: *Graphische Darstellung des Vier-Seiten-Modells*. https://de.wikipedia.org/wiki/Miteinander_reden#/media/Datei:Vier-Seiten-Modell_de.svg. Version: September 2008. – Last accessed 19 February 2021
- [Wikipedia 2021] WIKIPEDIA: *Metaverse: From Wikipedia, the free encyclopedia*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Metaverse>. Version: Januar 2021. – Last accessed 01 February 2021
- [Wizards 2018] WIZARDS, of the C.: *Dungeons and Dragons Basic Rules*. https://media.wizards.com/2018/dnd/downloads/DnD_BasicRules_2018.pdf. Version: November 2018. – Last accessed 19 February 2021