

---

# **Der Einfluss der Avatardarstellung auf das Vertrauen und die Effektivität in einem Team in einem Shared-Virtual-Environment.**

Masterarbeit zur Erlangung

des akademischen Grades

*Master of Science*

im Studiengang Medientechnologie  
an der Fakultät für Informations-, Medien- und Elektrotechnik  
der Technischen Hochschule Köln

vorgelegt von: Hannes Hinrichs  
Matrikel-Nr.: 11121733  
Adresse: Zülpicher Straße 19  
50674 Köln  
hannes.hinrichs@web.de

eingereicht bei: Prof. Dr. Arnulph Fuhrmann  
Zweitgutachter/in: Prof. Dr. Stefan Grünvogel

15. März 2021

## **Eidesstattliche Versicherung**

Ich versichere, die von mir vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst zu haben. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten anderer oder der Verfasserin/des Verfassers selbst entnommen sind, habe ich als entnommen kenntlich gemacht. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich für die Arbeit benutzt habe, sind angegeben. Die Arbeit hat mit gleichem Inhalt bzw. in wesentlichen Teilen noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

---

Ort, Datum

---

Rechtsverbindliche Unterschrift

## Kurzfassung/Abstract

Das Ziel dieser Forschung ist es herauszufinden, ob unterschiedliche Avatardarstellungen einen Einfluss auf das gebildete Vertrauen in ein Team und die Effektivität eines Team besitzen. Die erste wichtige Frage dabei ist, ob eine Invers-Kinematisch menschenähnlicher Repräsentation oder eine abstrakte nicht-menschenähnliche Repräsentation effektiver ist, um Vertrauen in einem neu gegründetem virtuellem Team zu generieren. Die zweite Frage setzt sich damit auseinander, ob sich das durch die unterschiedlichen Repräsentationen gebildete Vertrauen auf die Effektivität des virtuellen Teams auswirkt. Um diese Fragen zu beantworten, wurde eine quantitative Studie durchgeführt, indem verschiedene Teilnehmer in einem 3 Personen Team eine kollaborative Aufgabe in einem Shared-Virtual-Environment durchgeführt haben. Die quantitative Studie hat gezeigt, dass in einem 3 Personen Team in einem Shared-Virtual-Environment signifikant mehr Vertrauen zu nicht-menschenähnlichen Repräsentationen aufgebaut wird. Es konnten keine signifikanten Unterschiede in der Effektivität eines Teams festgestellt werden. **DIES HIER HIN?** Dies zeigt, dass in einem neu gegründetem Team die Simplizität einer nicht-menschenähnlichen Repräsentation effektiver ist um anfänglich Vertrauen aufzubauen. Jedoch kann im Bezug auf die Effektivität dieses keine Aussage getroffen werden.

**Stichwörter** Virtual-Reality, Vertrauen, Teamgründung, Virtuelles Team, Avatar

**Datum** 15. März 2021

## Inhaltsverzeichnis

<b>Erklärung</b>	<b>I</b>
<b>Kurzfassung/Abstract</b>	<b>II</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
0.1 Motivation . . . . .	3
0.2 Ziele der Arbeit . . . . .	3
<b>1 Theoretischer Rahmen</b>	<b>5</b>
1.1 Virtual Reality . . . . .	6
1.1.1 Virtuelle 3D-Welten . . . . .	6
1.1.2 Vorbedingungen für Presence . . . . .	6
1.1.3 Presence in Virtual Reality . . . . .	7
1.1.4 Presence, Co-Presence und co. . . . .	8
1.2 Avatare . . . . .	9
1.2.1 Repräsentationen von Avataren . . . . .	9
1.2.2 Vorwärtskinematik vs Inverse-Kinematik . . . . .	10
1.2.3 Self-Avatar . . . . .	10
1.2.4 Avatare und Kommunikation . . . . .	12
1.2.5 Uncanny-Valley . . . . .	12
1.3 Vertrauen . . . . .	14
1.3.1 Zwischenmenschliches Vertrauen . . . . .	15
1.3.2 Vertrauen als Eigenschaft . . . . .	15
1.3.3 Vertrauen als Zustand . . . . .	15
1.3.4 Vertrauen und Avatare . . . . .	16
1.3.5 Vertrauen und virtuelle Teams . . . . .	17
1.4 Teams . . . . .	19
1.4.1 Teams . . . . .	19
1.4.2 Virtuelle Teams . . . . .	19
1.4.3 Virtuelle Teams und Teambuilding . . . . .	20
1.4.4 Teameffektivität . . . . .	21
<b>2 Versuchshypothesen</b>	<b>22</b>
2.1 Das Framework . . . . .	22
2.2 Die Versuchshypothesen . . . . .	24
<b>3 Vorgehensweise</b>	<b>26</b>
3.1 Der Versuch . . . . .	26
3.1.1 Untersuchungsmethode . . . . .	26
3.1.2 Teilnehmerfindung . . . . .	26
3.1.3 Versuchsablauf . . . . .	26
3.1.4 Allgemeiner Versuchsaufbau . . . . .	27

3.1.5 Detaillierter Versuchsablauf . . . . .	28
3.1.6 Die Avatare . . . . .	29
3.2 Anforderungen an die Versuchsumgebung . . . . .	32
3.2.1 Technik der Versuchsumgebung . . . . .	32
3.2.2 Optik der Versuchsumgebung . . . . .	37
3.2.3 Allgemeines der Versuchsumgebung . . . . .	38
3.3 Methodik . . . . .	40
3.3.1 Allgemeines . . . . .	40
3.3.2 Datenerhebungsmethoden . . . . .	40
<b>4 Statistische Auswertung</b>	<b>44</b>
4.1 Teilnehmer und Demografie . . . . .	44
4.2 Auswertung Hypothese 1 . . . . .	46
4.3 Auswertung Hypothese 2 . . . . .	47
4.4 Auswertung Hypothese 3 . . . . .	48
4.5 Auswertung Hypothese 4 . . . . .	50
4.6 Auswertung Hypothese 5 . . . . .	51
4.7 Auswertung subjektiver Daten . . . . .	55
<b>5 Analyse</b>	<b>63</b>
5.1 Analyse der Hypothesen . . . . .	63
5.2 Analyse der technischen Anforderungen . . . . .	65
<b>6 TODO</b>	<b>66</b>
<b>7 Diskussion</b>	<b>67</b>
7.1 Diskussion des Experimentes . . . . .	67
7.2 Effektivität des Vertrauensaufbau zwischen den Avatarkonditionen . . . . .	68
7.3 Einfluss des Vertrauens im Team auf die Teameffektivität . . . . .	69
7.4 Limitierungen . . . . .	69
7.5 Ausblick und Implikationen für zukünftige Forschung . . . . .	70
<b>8 Zusammenfassung</b>	<b>71</b>
<b>Anhang</b>	<b>79</b>
<b>A Auswertungsergebnisse</b>	<b>79</b>
<b>B Demografieauswertung</b>	<b>80</b>
<b>C Pre-Questionnaire</b>	<b>85</b>
<b>D Post-Questionnaire - Konditionsabfrage</b>	<b>90</b>
<b>E Post-Questionnaire - Generelles Vertrauen</b>	<b>91</b>
<b>F Post-Questionnaire - Kognitives Vertrauen</b>	<b>95</b>
<b>G Post-Questionnaire - Teamkommunikation</b>	<b>96</b>

<b>H Post-Questionnaire - Team-Effektivität</b>	<b>97</b>
<b>I Post-Questionnaire - NASA-TLX</b>	<b>98</b>
<b>J Post-Questionnaire - IPQ</b>	<b>104</b>
<b>K Post-Questionnaire - Co-Presence</b>	<b>107</b>
<b>L Other</b>	<b>113</b>

## Abkürzungsverzeichnis

<b>HMD</b>	Head-Mounted-Display
<b>SVE</b>	Shared-Virtual-Environment, in dem es möglich ist, über die virtuelle Realität gemeinsam zu arbeiten
<b>VR</b>	Virtual-Reality
<b>BIP</b>	Break-in-Presence
<b>IK - Menschenähnlich</b>	Invers-Kinematisch - (Hand-, Kopf und Inverskinematisch-simulierter Torso)
<b>NIK - Nicht Menschenähnlich</b>	Nicht-Invers-Kinematisch (Hand- und Kopf getrackter Avatar)
<b>Gen. Trust</b>	Generelles Vertrauen
<b>Gen. Trust - IK</b>	Generelles Vertrauen - IK
<b>Gen. Trust - NIK</b>	Generelles Vertrauen - NIK
<b>Cog. Trust</b>	Kognitives Vertrauen
<b>Cog. Trust - IK</b>	Kognitives Vertrauen - IK
<b>Cog. Trust - NIK</b>	Kognitives Vertrauen - NIK
<b>Team. Komm.</b>	Team-Kommunikation
<b>Team. Komm. - IK</b>	Team-Kommunikation - IK
<b>Team. Komm. - NIK</b>	Team-Kommunikation - NIK
<b>Ind. reale T.Effek</b>	Erfolgreich abgeschlossene Runden
<b>Ind. reale T.Effek - IK</b>	Erfolgreiche abgeschlossene Runden - IK
<b>Ind. reale T.Effek - NIK</b>	Erfolgreiche abgeschlossene Runden - NIK
<b>Reale T.Effek Team</b>	Erfolgreich abgeschlossene Runden auf Team-Level
<b>Reale T.Effek Team</b>	Erfolgreiche abgeschlossene Runden auf Team-Level - IK
<b>Reale T.Effek Team</b>	Erfolgreiche abgeschlossene Runden auf Team-Level - NIK
<b>Wahrg. Team. Eff.</b>	Teameffektivität
<b>Wahrg. Team. Eff. - IK</b>	Teameffektivität - IK
<b>Wahrg. Team. Eff. - NIK</b>	Teameffektivität - NIK
<b>Co.Pr.</b>	Co-Präsenz
<b>Co.Pr. - IK</b>	Co-Präsenz - IK
<b>Co.Pr. - NIK</b>	Co-Präsenz - NIK
<b>NTLX</b>	Wahrgenommenes Anstrengsmaß
<b>NTLX - IK</b>	Wahrgenommenes Anstrengsmaß - IK
<b>NTLX - NIK</b>	Wahrgenommenes Anstrengsmaß - NIK
<b>Cog. Vert. Team</b>	Kognitives Vertrauen auf Team-Level
<b>Cog. Vert. Team - IK</b>	Kognitives Vertrauen auf Team-Level - IK
<b>Cog. Vert. Team - NIK</b>	Kognitives Vertrauen auf Team-Level - NIK

<b>Gen. Vert. Team</b>	Generelles Vertrauen auf Team-Level
<b>Gen. Vert. Team - IK</b>	Generelles Vertrauen auf Team-Level - IK
<b>Gen. Vert. Team - NIK</b>	Generelles Vertrauen auf Team-Level - NIK
<b>SCP</b>	Self-Co-Präsenz (Grad Selbstbeteiligung)
<b>SCP - IK</b>	Self-Co-Präsenz - IK (Grad Selbstbeteiligung)
<b>SCP - NIK</b>	Self-Co-Präsenz - NIK (Grad Selbstbeteiligung)
<b>OCP</b>	Other-Co-Präsenz (Grad Beteiligung d. anderen)
<b>OCP - IK</b>	Other-Co-Präsenz - IK (Grad Beteiligung d. anderen)
<b>OCP - NIK</b>	Other-Co-Präsenz - NIK (Grad Beteiligung d. anderen)
<b>Presence</b>	Wahrgenommene Presence
<b>Presence - IK</b>	Wahrgenommene Presence - IK
<b>Presence - NIK</b>	Wahrgenommene Presence - NIK
<b>TP</b>	Telepresence
<b>TP - IK</b>	Telepresence - IK
<b>TP - NIK</b>	Telepresence - NIK
<b>SP</b>	Social-Presence
<b>SP - IK</b>	Social-Presence - IK
<b>SPN - NIK</b>	Social-Presence - NIK
<b>VT</b>	Virtuelles Team
<b>VT's</b>	Virtuelle Teams

## Einleitung

Virtual Reality Virtual-Reality (VR) hat in den letzten Jahren aufgrund von verbesserter Technologie und sinkenden Kosten an Bedeutung gewonnen. Verschiedene Felder, wie Medizin, Wirtschaft, Training oder die Industrie greifen auf diese Technologie zurück. Voranschreitende Forschung in diesem Feld, ist aufgrund von wachsendem Interesse von großer Bedeutung. Vertrauensbildung sowie das gesamte Konstrukt von Vertrauen sind in vielen Forschungsbereichen eine wichtige Grundlage. Diese wurde im Zusammenhang mit VR jedoch in den letzten Jahren wenig betrieben. Diese Arbeit zielt darauf ab, das Konstrukt des Vertrauens in der Virtuellen Welt besser zu verstehen und mit diesem umzugehen. Dafür wurde eine Studie der Technischen Hochschule zu Köln durchgeführt, um einen Zusammenhang der Vertrauensbildung in einer Teambuildingmaßnahme zwischen einem Menschenähnlichen Avatar und einem nicht-Menschenähnlichen Avatar, darzustellen.

Mit voranschreitender technologischer Entwicklung, rückt die digitale Kommunikation immer mehr in den Mittelpunkt. Unternehmen weltweit setzen schon seit langem darauf, räumliche und zeitliche Grenzen zu überwinden. Begonnen mit der Implementierung eines Telegrafennetzes in den 1840er Jahren über das Telefon in den 1870er Jahren bis hin zur E-Mail 1970 und dem World-Wide-Web einige Jahre später. Seit den 1990er Jahren ist die Kommunikation mittels Computer nicht mehr wegzudenken. Der Computer steht in jedem Büro, in nahezu jedem Haushalt. Chats, E-Mails, das World-Wide-Web sowie Video- und Sprachkommunikation sind zu Standartkommunikationsmittel der heutigen Zeit geworden (Thurlow et al.; 2004, p. 14-16).

Neue Generationen von Sozialen-Netzwerksystemen werden mit der Prämisse erstellt, die Kommunikation zu entfernten Personen zu verbessern. Die Einsatzfelder werden im Folgenden beschrieben :

- **Gemeinsame Arbeitsumgebungen:** Gemeinsame Arbeitsumgebungen sind zunehmend auf digitale Kommunikation angewiesen.
- **Die Mobil- und Internettelefonie:** Die Mobil- und Internettelefonie bieten zunehmend ständigen, von Raum und Zeit unabhängigen, sozialen Kontakt zu anderen Nutzern
- **Agentenbasierte Schnittstellen:** Hilfsagenten auf Websites, Charaktere in Shared-Virtual-Environment, in dem es möglich ist, über die virtuelle Realität gemeinsam zu arbeiten (SVE)'s sowie Charaktere in Computerspielen bieten *quasi-sozial* Beziehungen. Diese *quasi-sozialen* Beziehungen bieten eine neue Form von Mensch-Maschinen-Kommunikation in SVE's.
- **FOIP/VOIP-Telefonkonferenzen:** Telekonferenzen ermöglichen eine simulierte Kommunikation von Angesicht zu Angesicht und weitere Soziale-Interaktionsmöglichkeiten.
- **Sprach-interfaces:** Simulationen von sozialen Interaktionen mit dem Computer durch die menschliche Sprache.
- **Soziale virtuelle 3D-Umgebungen:** Ermöglichen eine soziale Interaktion mit vollständig dargestellten Avataren.

All diese Technologien teilen dasselbe Ziel :

"Die Verbesserung der *Social-Presence*, so dass der Nutzer das Gefühl hat zu einem gewissen

Grad Einblicke in die kognitiven und affektiven Zustände des anderen zu haben " (Biocca and Harms; 2002) (Biocca and Nowak; 2001, p.407–447).

Zusammenarbeit zwischen entfernten Personen wird heute immer wichtiger für die Effizienz von Unternehmen. Mitarbeiter befinden sich sehr häufig nicht am selben Ort, wobei viele Unternehmen sich trotzdem eine effektive Gestaltung ihrer Teams wünschen (Jarvenpaa and Leidner; 1999, p.791-792). Virtuelle Teams (VT's) können hierbei Abhilfe schaffen.

Erst seit ungefähr 10-15 Jahren sind VT's in den Fokus von Unternehmen gerückt und in den Alltag von ihnen eingezogen (Gilson et al.; 2015).

Vor der Corona Pandemie, im 2. Quartal 2020, haben 40% aller Angestellten in Deutschland von zu Hause im "Homeoffice" gearbeitet. Dieser Anteil ist im Laufe des Jahres - Stand 03.08.2020 - auf 60% gestiegen und es könnten theoretisch 80% der Belegschaften von zu Hause arbeiten (statista; 2020). Durch diese Entwicklung, mussten Unternehmen sich zwangsläufig mit der Funktionsweise von VT's beschäftigen.

Trifft sich ein virtuelles Team in einer VR, können Avatare <sup>1</sup> zur Repräsentation des eigenen Individuums eingesetzt werden. Durch diese wird mit anderen Teilnehmern des SVE interagiert und kommuniziert.

---

<sup>1</sup>Grafikfigur, die die Onlinerepräsentation eines Nutzers in einer virtuellen Umgebung darstellt (Neustaedter and Fedorovskaya; 2009, p.1).

## 0.1 Motivation

Um ein gutes Arbeitsklima für zukünftige Zusammenarbeit in einem Team zu schaffen, ist die Anfangsphase einer Teamgründung von großer Bedeutung. In dieser Zeit werden wichtige richtungsweisende Grundsteine gelegt, die den Erfolg oder Misserfolg eines Teams bestimmen können. Charakterzüge der Mitglieder werden kennengelernt und es werden Beziehungen untereinander aufgebaut.

Viele Unternehmen setzen aufgrund der wachsenden Globalisierung auf geografisch trennte Teams um Aufgaben effizient zu bearbeiten. Die Teamgründung in einem räumlich getrennten Team spielt eine ebenso große Rolle wie in einem Team, das die Möglichkeit hat, sich in Persona kennenzulernen.

In einem räumlich getrennten Team zu arbeiten, das sich gegenseitig nicht Vertraut oder nicht richtig Zusammenarbeitet, hemmt die Performance dieses (Huang et al.; 1998, p. 98-107) (Turoff et al.; 1993, p. 399-417).

Durch voranschreitende Forschung ist es heutzutage möglich, dass sich viele Personen gleichzeitig in einem SVE befinden. Dadurch können auch Teams gegründet werden, wenn sich diese räumlich getrennt voneinander befinden.

Die Repräsentation eines Individuums innerhalb eines SVE kann sich dabei von SVE zu SVE unterscheiden.

## 0.2 Ziele der Arbeit

Es gilt herauszufinden, welche Art von Repräsentation in einem SVE, während der Neugründung eines virtuellen Teams, mehr zwischenmenschliches Vertrauen aufbaut. Dabei wird der Fokus auf die beiden Konditionen Invers-Kinematisch - (Hand-, Kopf und Inverskinematisch-simulierter Torso) (IK - Menschenähnlich) sowie Nicht-Invers-Kinematisch (Hand- und Kopf getrackter Avatar) (NIK - Nicht Menschenähnlich) gelegt, um zu analysieren, ob durch das gebildete Vertrauen der Konditionen eine größere Effektivitätssteigerung, während der erstmaligen Zusammenarbeit, entsteht. Weiterhin wird ein spezieller Fokus auf das kognitive Vertrauen in die Teammitglieder, den generellen Hang zum Vertrauen der einzelnen Personen sowie die daraus resultierende Team-Effektivität im Hinblick auf die unterschiedlichen Konditionen gelegt. Dazu bestreitet ein drei-Personen Team, welches sich noch nicht vorher kennt, in einem SVE eine kooperative Aufgabe.

Der Titel der Masterarbeit kann somit in zwei Fragestellungen aufgeteilt werden :

- Ist die Avatarkondition IK - Menschenähnlich oder die Avatarkondition NIK - Nicht Menschenähnlich effektiver um Vertrauen in einem SVE zu bilden?
- Wirkt sich das gebildete Vertrauen der verschiedenen Avatarkonditionen auf die Effektivität eines virtuellen Teams aus?

Durch diese Forschung soll es einfacher möglich sein, eine Entscheidung über die Repräsentation eines Avatars in einem SVE zu treffen, um die Zusammenarbeit eines virtuellen Teams über VR effektiver zu gestalten. Es werden verschiedene Hypothesen aufgestellt, anhand denen es möglich ist, das kognitive Vertrauen in das Team, den generellen Hang zum Vertrauen einer Person, die Teameffektivität und deren Wechselwirkungen zu analysieren. Diese Arbeit ist dem Gebiet der virtuellen Realität und Sozialpsychologie zuzuordnen, speziell der virtuellen Teams in der virtuellen

Realität. In diesem Bereich gibt es noch nicht viel Literatur, weshalb eine zeitgemäße Betrachtung und Analyse der Kombination von virtueller Realität und Sozialpsychologie als sinnvoll erachtet wird.

## 1 Theoretischer Rahmen

In diesem Kapitel werden die einzelnen Teilbereiche *Virtual-Reality*, *Avatare*, *Vertrauen* und *Teamwork* erläutert.

Zunächst sollte jedoch jedoch die Begrifflichkeiten *Effizienz* und *Effektivität* in Bezug auf virtuelle Teams voneinander abgegrenzt werden.

Die Begriffe *Effektivität* und *Effizienz* werden häufig als Synonyme benutzt. Dies ist jedoch nicht korrekt. Es gibt eine eindeutige Abgrenzung, wobei beide einen eindeutigen Schwerpunkt auf den zu Analysierenden Inhalt setzen.

**Effizienz** Bei der *Effizienz* geht es darum, sein Handeln so zu optimieren, dass ein Ziel möglichst schnell und mit möglichst geringem Aufwand erreicht wird. Die Wirtschaftlichkeit steht bei der *Effizienz* im Vordergrund. Ergebnis und eingesetzte Mittel müssen dabei immer in einem möglichst günstigen Kosten-Nutzen-Verhältnis stehen.

$$\text{Effizienz} = \frac{\text{Ergebnis}}{\text{Aufwand}}$$

Ist ein Team effizient, wenn es sich nur über ein Telefon unterhalten würde, obwohl es sich auch in Persona treffen könnte? Nein wäre es nicht, da der wirtschaftliche Aspekt der Telefonkosten mit eingerechnet werden muss. Somit wäre es günstiger (effizienter) sich in Persona zu treffen. Ebenfalls ist es Aufwändiger das Telefon in der Hand zu halten, Nummern zu wählen, etc.

Anders ausgedrückt : *Effizienz* beschreibt Mittel und Wege zur Erreichung der *Effektivität*.

**Effektivität** Bei der *Effektivität* geht es darum, die Dinge zu tun, die einem dem Ziel näher bringen. Somit arbeitet ein Team Effektiv, wenn es die richtigen Maßnahmen ergreift um dem zu erreichendem Ziel näher zu kommen.

$$\text{Effektivität} = \frac{\text{Ergebnis}}{\text{Ziel}}$$

Ist ein Team effektiv, wenn es sich nur über ein Telefon unterhalten würde? Effektiv ja, da eine Kommunikation zu den anderen Teammitgliedern stattfindet. Effektiv ist es auch, wenn es sich in Persona trifft.

Anders ausgedrückt : Effektivität ist das Ausmaß der Erreichung angestrebter Ergebnisse/Ziele/Zwecke. Somit kann bei dem Begriff *Effektivität* auch immer der Grad der Wirksamkeit berücksichtigt werden.

## 1.1 Virtual Reality

### 1.1.1 Virtuelle 3D-Welten

Virtual-Reality ist eine Realität, die durch den Computer, einen geschriebenen Computercode sowie erstellte 3D-Welten abgebildet und zum Leben erweckt wird. Dabei spielt der Nutzer, das umschließende Erlebnis sowie die Interaktivität in der VR, eine zentrale Rolle (Sherman and Craig; 2018, p.6-12). Seit vielen Jahren sind SVE's Forschungsgrundlage der virtuellen Realität. Siehe (Shuffler et al.; 2011) (Steed et al.; 1999) und (De Leo et al.; 2011).

**Shared-Virtual-Environment** SVE's bieten die Möglichkeit, geographisch getrennte Personen in einer virtuellen Umgebung zu verbinden. Dadurch wird den Nutzern der virtuellen Realität die Möglichkeit gegeben, durch einen Avatar miteinander kommunizieren und interagieren zu können (Pettifer et al.; 1999, p. 1-3). Eine grundlegende und frühe Übersicht der Anwendungsgebiete eines SVE wurde von Richard Waters Waters and Barrus (1997) dargestellt. Die dort aufgeführten Anwendungsgebiete haben sich aufgrund der voranschreitenden Technologie weiterentwickelt und reichen heute von der Medizintechnik über die Architektur bis hin zur Lernsimulation. Zur Durchführung und zur Datenerhebung dieser Studie wurde ein SVE entwickelt, welches den Nutzern ein *Hand- und Kopf getrackten Avatar* (IK - Menschenähnlich) oder ein *Hand-, Kopf getrackten Avatar mit Inverskinematisch dargestellten Torso und Armen* (NIK - Nicht Menschenähnlich), zur Verfügung stellt. Innerhalb des SVE können sich die Nutzer frei bewegen, andere Avatare wahrnehmen und mit diesen interagieren.

### 1.1.2 Vorbedingungen für Presence

Um die bestmögliche *Immersion* in einer VR zu erreichen, wird eine Schnittstelle zur Interaktion zwischen den Sinnen und der Außenwelt benötigt. Dies kann ein Head-Mounted-Display (HMD) sein, welches ein computergeneriertes Bild erzeugt, durch das die VR wahrgenommen wird. Darüber hinaus muss das HMD in der Lage sein, den Kopf des Benutzers frei im Raum zu verfolgen und die gewonnenen Positionsdaten auf die VR abzubilden. Optimalerweise werden Controller benötigt, durch deren Einsatz es möglich ist, auch die Handbewegungen der realen Personen zu verfolgen. Durch die gewonnenen Positionsdaten kann die Position der Hände des Nutzers in der VR dargestellt werden. Das HMD, die Controller, eventuelle zusätzliche Körpertracker, Kopfhörer, eventuell wahrgenommener Geruch etc. definieren, zu welchem Ausmaß Sinnesmodalitäten in der VR angesprochen werden. Der Grad der Immersion hängt somit direkt mit der Anzahl der angesprochenen Sinnesmodalitäten zusammen. Je mehr Sinnesmodalitäten gleichzeitig angesprochen werden, desto mehr ist der Wahrnehmungsapparat in der Lage, die virtuelle Umgebung auf die reale Welt abzubilden.

Somit lässt sich sagen, dass die Voraussetzungen für *Presence* in der VR die Korrelation zwischen den Sinneseindrücken, der Propriozeption<sup>2</sup> und dem Grad der wahrgenommenen Realität der Illusion, sich in einem stabilen räumlichen Ort zu befinden, darstellt. Sind diese Voraussetzungen gegeben, kann der Nutzer einen plausiblen Vergleich zwischen realen sensorischen und virtuellen, durch Illusion erzeugten Daten aufstellen (Slater et al.; 2009).

---

<sup>2</sup>die Wahrnehmung des eigenen Körpers nach dessen Lage im Raum

### 1.1.3 Presence in Virtual Reality

Das Voranschreiten der Technologie ermöglicht es, uns nicht mehr nur auf soziale Interaktionen mit physischen anwesenden Personen zu beschränken, sondern erweitert diese auch auf Repräsentationen geschaffen aus Pixeln, auf die E-Mails, auf den Film oder auf das Telefon. Je nachdem, wie stark diese Repräsentation von uns wahrgenommen wird, schafft sie es, starke Emotionen in uns auszulösen (Biocca and Harms; 2002, p. 4-6). Der Begriff *Presence* ist nicht genau definiert. Am ehesten trifft die Beschreibung zu, dass *Presence* das subjektive Empfinden beschreibt, an einem anderen Platz zu sein, obwohl man physikalisch eigentlich woanders ist (Witmer and Singer; 1998, p. 1).

Nimmt eine Person eine andere Person in einer VR als präsent wahr, wird das Nervensystem in einen Zustand gebracht, der einem realen Zustand gleicht. Obwohl die betroffene Person weiß, dass sie sich nicht in einer realen Lebenssituation befindet, wird diese dazu neigen, sich so zu verhalten, als ob diese in realen Lebenssituationen ist und ähnliche Gedanken und Gefühle haben (Slater; 2003).

Diesbezüglich kann *Presence* als eine Art von Illusion angesehen werden, da die erzeugten Stimuli in der VR, wie in der realen Welt auch auf unsere Rezeptoren angeregt werden.

Somit lässt sich *Presence* in der VR in 4 verschiedene Teilbereiche unterteilen.

- **Die Illusion, sich in einem stabilen räumlichen Ort zu befinden**, ist der wichtigste Aspekt, um *Presence* zu erzeugen. Alle Stimuli zur räumlichen Wahrnehmung sollten sich möglichst wie in der realen Welt verhalten. Zum Beispiel sollten Restriktionen des *Field-of-View*<sup>3</sup> sowie Kabel am HMD vermieden werden (Jerald; 2015, p.47).
- **Die Illusion der Selbstverkörperung** beschreibt das Gefühl, einen Körper in der virtuellen Umgebung zu haben. Studien fanden heraus, dass durch einen virtuellen Körper die *Presence* in der VR stark steigt, da sich der Mensch sein Leben lang an einen (seinen) Körper gewöhnt hat (Botvinick and Cohen; 1998, p.756). Der virtuelle Körper muss unserem eigenen dabei nicht ähneln (Maxwell; 1960, p.7).
- **Die Illusion von körperlichen Interaktionen** beschreibt beispielsweise das Vorhandensein von Audio-Feedback, die Vibration des Controllers während etwas aufgehoben wird oder visuelle Highlights. Der Nutzer hat dadurch das Gefühl, mit der VR zu interagieren. Diese Kleinigkeiten tragen eine große Menge dazu bei, *Presence* in der VR zu steigern (Jerald; 2015, p.48).
- **Die Illusion von sozialer Kommunikation** Sozialer-Realismus kann vom Physischen-Realismus abgetrennt werden. *Social-Presence* beschreibt das Gefühl, real mit jemandem in einem SVE zu kommunizieren. Dabei ist es irrelevant, ob der Kommunikationspartner menschlich oder nicht menschlich ist. Sei es verbal oder durch Körpersprache. Je mehr der Kommunikationspartner sich so verhalten, als ob die virtuelle Welt real wäre, desto mehr steigt auch die *Social-Presence* (Jerald; 2015, p.49) (Guadagno et al.; 2007, p.12).

---

<sup>3</sup>Sichtfeld

#### 1.1.4 Presence, Co-Presence und co.

Wenn Personen sich zusammen in der VR befinden und sich gegenseitig wahrnehmen, wird dieses Gefühl mit *Co-Presence* bzw. *Social-Presence* bezeichnet. Aber auch die *Telepresence* und die *Selbstpräsenz* tragen einen wichtigen Teil zum Aufbau und Erhalt von Immersion bei (Schuemie et al.; 2001).

**Co-Presence** bezeichnet das Gefühl, mit einer anderen Person in Verbindung zu stehen. Die Anwesenheit der anderen Person in der VR wird gespürt und es wird wahrgenommen, dass die andere Person ebenfalls spürt, dass man selbst in der VR anwesend ist. Co-Presence kann dementsprechend als eine psychologische Verbindung *zu und mit* dem anderem charakterisiert werden (Ijsselsteijn et al.; 2001, 179-182).

Fühlt sich ein Nutzer der VR "innerhalb" des Mediums VR, so wird dies als *Telepresence* bezeichnet. *Telepresence* bezeichnet das Gefühl "da zu sein". Je höher das Level wahrgenommener Telepresence ist, desto weniger fühlt sich der Nutzer an dem Ort seines physikalischen Körpers und mehr an einem anderen Ort (Nowak and Biocca; 2004, p.482). Es beschreibt die Illusion, durch die **Telekommunikation**, an einem anderen, weit entfernten, realen Platz, zu sein. Der Begriff Telepresence wird seit den Forschungen von Biocca (Biocca; 1999, p.12) im Allgemeinen VR-spezifischen Sprachgebrauch als die Illusion des "being there", oder einfach als "Presence" genutzt.

Der Begriff der *Social-Presence* beschreibt, wie stark ein Nutzer eine Person, mit der dieser nur mittels Kommunikationstechnologie kommuniziert, als "real" bezeichnet. *Social-Presence* wird dabei auf die Kommunikationstechnologie an sich bezogen. Je mehr *Social-Presence* vorhanden ist, desto besser ist ein Kommunikationsmittel geeignet um Informationen über den Interaktionspartner zu vermitteln. So erzeugt ein Videochat durch die zusätzliche Übertragung eines Videos mehr *Social-Presence* als eine Telefonkommunikation (Gunawardena; 1995, p.151). Es wird davon ausgegangen, dass ein SVE mehr Social-Presence erweckt als beispielsweise ein Telefonat. Es wird damit begründet, dass SVE die Eigenschaften und Interaktionen des anderen besser einfängt und darstellt. Desto mehr Eigenschaften einer Person dargestellt werden können, desto höher ist der wahrgenommene Realitätsgrad des anderen (Biocca and Harms; 2002, p. 5-8).

**Selbstpräsenz** in der VR leitet sich von der realen Wahrnehmung über unseren eigenen Körper im täglichen Leben ab. Das Gefühl der realen Selbstpräsenz kann auf den virtuellen Raum übertragen werden, wenn die Person in der VR durch einen Avatar repräsentiert wird. Die Selbstpräsenz ist hoch, wenn ein Nutzer der VR keinen Unterschied zwischen sich und seiner digitalen Repräsentation wahrnimmt (Schultze; 2010, p.439).

Somit reicht das gesamte Kontinuum der *Presence* von der räumlichen Komponente bis hin zur starken psychologischen Beteiligung. Stärker wahrgenommene *Presence* führt dazu, dass die Person sich mehr in der VR engagieren kann. (Biocca et al.; 2001).

Um Vertrauen optimal aufbauen zu können, sollte das gesamte SVE so real wie möglich aufgebaut sein. Diesbezüglich richtet sich diese Arbeit an nahezu alle Arten der hier genannten *Presence*.

## 1.2 Avatare

### 1.2.1 Repräsentationen von Avataren

Das menschliche Gehirn ist in der Lage, computergenerierte Darstellungen in *lebend* und *nicht lebend* zu kategorisieren. Studien gehen davon aus, dass das menschliche Gehirn semantische Unterschiede im Zusammenhang mit der *Social-Presence* feststellen kann. So kann eine menschenähnliche Form als biologisch oder nicht-lebend erkannt werden. Ein Avatar wird als eine Grafikfigur, die die Onlinerepräsentation eines Nutzers in einer virtuellen Umgebung darstellt, definiert (Neustaedter and Fedorovskaya; 2009, p.1). In der VR hilft er dabei, die andere Person zu lokalisieren, sie wahrzunehmen und zu verstehen, mit wem oder was die Person aktuell interagiert (Pan and Steed; 2017).

In Abbildung 1 ist zu erkennen, dass eine menschenähnliche vertikale, bilateral symmetrische Repräsentation mehr *Co-Presence* erweckt als die horizontale bilateral symmetrische Repräsentation (Thornhill and Möller; 1998, p.546-551). Bilateral-vertikale Symmetrie wird mit der körperlichen Gesundheit eines Menschen in Verbindung gebracht. Sogar Weibchen verschiedener Spezies neigen dazu, Partner mit einem höheren Grad an bilateraler Symmetrie für die Fortpflanzung auszuwählen (Rhodes et al.; 1998, p. 659–669) (Biocca and Harms; 2002) (Grammer and Thornhill; 1994, p.233–242).

Sich bewegende Punkte können bereits als intelligente Wesen wahrgenommen werden. Johansson (Johansson; 1975, p.76-89) führte eine Studie durch, in der die Teilnehmer dreizehn sich bewegende Punkte sahen (Abbildung 2) und sofort die Darstellung einer menschlichen Bewegung erkannten. Als die Teilnehmer Punkte sahen, die stationär waren, ist es ihnen nicht möglich gewesen, diese Punkte als menschliche Repräsentation zu erkennen. Wenige sich bewegende Punkte reichen aus, um Informationen zu erzeugen, die Aufschluss über die Aktivität, das Geschlecht, die Bewegung, den emotionalen Zustand oder die Anzahl der Personen geben.

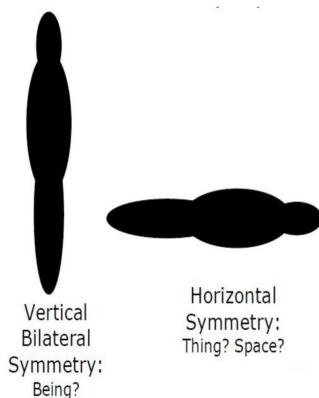


Abbildung 1 Social presence response to vertical and horizontal beings

*Menschen interpretieren symmetrische Formen um eine vertikale Achse eher als "Menschlich" als Formen um die horizontale Achse (Biocca and Harms; 2002).*

### 1.2.2 Vorwärtskinematik vs Inverse-Kinematik

Die Kinematik beschäftigt sich mit der mathematischen Bewegung einzelner Gelenke, ohne dabei die physikalische Kraft zu berücksichtigen. (Beggs; 1983, p.1)

Die Vorwärtskinematik beschäftigt sich mit der Frage, wie aus bekannten Positionen und Winkeln einzelner Gelenke, ein Zielpunkt in einem bestimmten Koordinatensystem bestimmt werden kann. Damit ist die Vorwärtskinematik das Gegenstück zur Inversen-Kinematik. (Kucuk and Bingul; 2006, p.119) Die Inverse-Kinematik beschäftigt sich damit, herausfinden, wie Gelenke eines Roboterarms bewegt und gedreht werden müssen, um Beispielsweise einen Gegenstand von Punkt A nach Punkt B zu bewegen. Es wird anhand der Position des Zielpunkts, alle Winkel der zugehörigen Gelenke approximiert um somit die zugehörigen Rotationen dieser zu bestimmen. (D'Souza et al.; 2001, p.299-300) Inverse-Kinematische Berechnungen können auf Arme, auf den Torso, die Füße, den Kopf, die Beine, etc., eines Avatars angewandt werden um diesen zu animieren. Benutzt eine Person in einem SVE einen Inverse-Kinematisch dargestellten Self-Avatar, kann dieser die Torso-rotation, Armbewegungen oder Beinbewegungen seines eigenen Avatars sehen (Kim et al.; 2018, p.1)

### 1.2.3 Self-Avatar

In der VR und in einigen anderen computerbasierten Medien, kann der Nutzer sich Avatare erstellen und mit diesen interagieren (Neustaedter and Fedorovskaya; 2009, p.1).

HMD's beeinflussen das Sichtfeld des Nutzers so stark, dass diese ihren eigenen Körper nicht mehr sehen können. Um diesem Nachteil entgegenzuwirken, kann einem Nutzer ein virtueller Körper zur Verfügung gestellt werden. Dieser Körper wird *Selbst-Avatar* genannt. Es ist schwierig einen *Selbst-Avatar* hoher Qualität zu simulieren. Dazu wäre das Verfolgen und Animieren mehre-

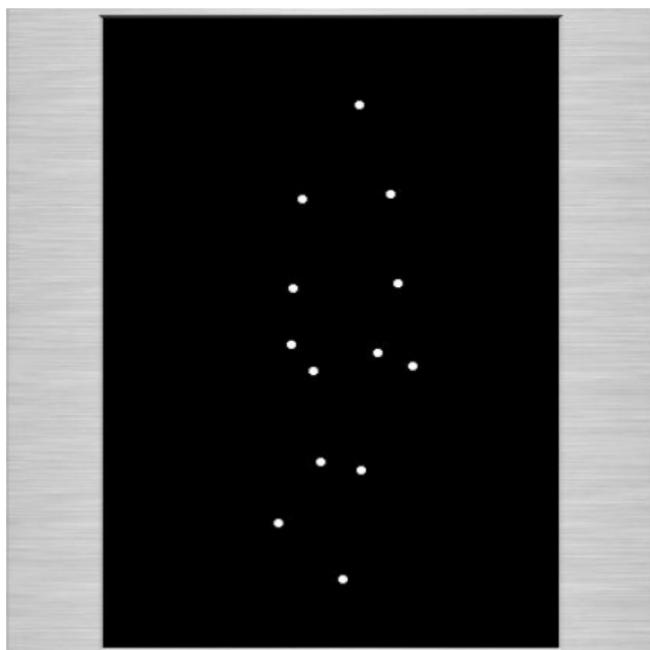


Abbildung 2 Social presence response to vertical and horizontal beings

*Stationäre punkte, bei denen der Mensch eine lebendige Bewegung ausmachen kann, wenn diese Anfangen sich zu bewegen. Es ist sogar möglich einen Menschen zu erkennen sowie dessen Art der Aktivität und seinen emotionalen Zustand (Biocca and Harms; 2002) (Johansson; 1975, p.76-89).*

rer Körperteile nötig. Ist der *Selbst-Avatar* schlecht animiert oder es entstehen während der Nutzung Trackingfehler, die der Nutzer erkennt, kann es sehr leicht zu einem Break-in-Presence (BIP) kommen. Bei diesem BIP bricht die gesamte Illusion der VR für den Nutzer in sich zusammen. Dies ist auch der Grund, weshalb relativ wenige VR-Anwendungen einen menschlichen Körper als Avatar darstellen. Sind jedoch genügend Körperteile getrackt und animiert, muss der Avatar nicht unverwechselbar menschlich aussehen, um ein glaubwürdiger *Selbst-Avatar* zu sein. Selbst grobe Avatar-Darstellungen schaffen es, ausreichende Informationen eines menschlichen Körpers zu Vermitteln und dadurch glaubwürdig zu wirken (Lok et al.; 2003).

Biocca forschte umfangreich über den Einfluss von *Selbst-Avataren* auf den Nutzer in der VR (Biocca; 2014, 421-427).

So beispielsweise, wie sich die Interaktion mit der Welt verändert, wie sich soziale Interaktionen verändern und wie Aufgaben wahrgenommen und bearbeitet werden (Benford et al.; 1995) (Bowers et al.; 1996). Biocca geht in seinen Studien davon aus, dass ein menschenähnlicher Körper als Avatar die *Self-Presence* stark erhöht. Damit die *Self-Presence* weiter erhöht wird, kann ein inverse-kinematisch simulierter Avatar als *Selbst-Avatar* genutzt werden(Biocca; 2014, 421-427).

Es wurden zahlreiche weitere Studien durchgeführt, um den Einfluss von Avataren zu erforschen. So gibt es Experimente, die den Einfluss des Geschlechts (Slater et al. (2010)), der Hautfarbe (Peck et al. (2013)) oder des Grades des Realismus (Roth et al. (2016)) untersuchen.

Es stellt sich die Frage, ob ein Avatar menschenähnlich aussehen sollte. Dieser Frage gingen George, Eiband, Hufnagel und Hussman (George et al. (2018)) in ihrer Forschung nach und verglichen, ob sich mehr Vertrauen zwischen einem menschenähnlichen oder einem roboterartigen Avatar aufbauen lässt. Dazu schufen sie ein Szenario, in dem Personen mittels eines HMD, ein Social-Dilemma-Scenario<sup>4</sup> erlebten. Sie fanden keinen signifikanten Unterschied in der Vertrauenswürdigkeit zwischen menschenähnlichen und roboterartigen Avataren. Jedoch wurde ein größeres Gefühl von Gemeinsamkeit festgestellt, wenn mit einem menschenähnlichen Avatar interagiert wurde (Kerr; 1983). George, Eiband, Hufnagel und Hussman erwähnten weiterhin in ihrer Studie, dass gute Grafik und realistisches Verhalten durch beispielsweise Mikrogestikulationen und soziale Interaktionen den Aufbau von *Co-Presence* unterstützen (George et al.; 2018).

Dodds fand heraus, dass ein *Selbst-Avatar* einen wichtigen Faktor zur Erhöhung der Kommunikation in einem SVE darstellt (Dodds et al.; 2011, 1-11). Um den Einfluss des Grades des Realismus unter Avataren zu erforschen, führten Riedl, Mohr und Kenning (Riedl et al. (2014)) eine Studie zum Vertrauensaufbau unter Menschen im Vergleich zu Avataren mit menschenähnlichen Gesichtern durch. Sie fanden heraus, dass es Personen leichter fällt einer realen Person, zu vertrauen als einem Avatar mit menschenähnlichem Gesicht. Es wurde der Frontalkortex - die Gehirnregion, die dafür verantwortlich ist, die Gedanken und Gefühle des Gegenübers zu erkennen - bei Interaktionen mit Menschen mehr angeregt als bei Interaktionen mit Avataren mit menschenähnlichen Gesichtern. Vertrauen zwischen Menschen wird jedoch in der gleichen Geschwindigkeit aufgebaut wie zwischen Menschen und Avataren (Riedl et al. (2014)).

Somit lässt sich feststellen, dass ein höherer Grad an Realismus den Vertrauensaufbau fördert, jedoch kein signifikanter Unterschied in der Geschwindigkeit des Vertrauensaufbau zwischen einem menschenähnlichen sowie roboterähnlichen Avatar besteht. Diese Vermutung bestätigten auch Bente, Rüggenberg und Krämer ((Bente et al.; 2004, p.54-59)) indem sie eine Studie zur

---

<sup>4</sup>Situationen, in denen - die rationale Verfolgung von Eigeninteressen zu einer kollektiven Katastrophe führen kann.

*Social-Presence* von Avataren in einem SVE durchführten. Das SVE war ähnlich einer Videokonferenz aufgebaut. Es waren keine HMD's vorhanden und die Teilnehmer haben sich während des Experiments nicht gesehen. In der Studie wurden die Kommunikationsarten, Face-to-Face, Chat und auf Avataren basierende Kommunikationsmedien untereinander verglichen, um Unterschiede in der *Social-Presence* sowie dem zwischenmenschlichen Vertrauen zu untersuchen. Es wurde festgestellt, dass wenig kognitives Vertrauen während der Nutzung des SVE zu Avataren aufgebaut werden konnte, während Face-to-Face, Telefon und Chatkommunikationen besser abschnitten. Weiterhin wurde weniger affektives Vertrauen im SVE als bei der Nutzung eines Telefons oder während der Face-to-Face Kommunikation aufgebaut. Bente, Rüggenberg und Krämer (Bente et al.; 2004, p.54-59) gehen davon aus, dass dies mit der Neuheit der Technologie zusammenhängt.

#### 1.2.4 Avatare und Kommunikation

Allgemeine Kommunikation findet nicht nur mit Wörtern, sondern auch über Körpersprache wie Gestiken oder andere nonverbale Verhaltensmuster, statt. Durch SVE's ist es nun möglich diese reine Text oder Bildbasierte Kommunikation durch Gestikulationen eines Avatars zu ersetzen. Durch diesen zusätzlichen visuellen Aspekt ist eine ganz neue Art und Weise der Kommunikation möglich, die auch gemessen werden kann. Nichtverbale Kommunikation -Beispielsweise nur via Text- erzeugt keinen Mehrwert an Vertrauen, Zusammenhalt und erzielt keine ausreichend gute Kommunikation (Haslam et al.; 2003, p.81). Nonverbale Kommunikation kann Gesichtsausdrücke, Blicke, Bewegungen etc. umfassen. Kendon definiert im "Kendon Kontinuum" mit dem Begriff "Gestik" unwillige Gestiken (natürliche Körpersprache) bis hin zu "Zeichen", welche alle durch Gestikulation erzeugten Zeichen (z.B. O.K. Handzeichen), beinhaltet (McNeill; 1992, 37). Im Rahmen dieser Arbeit, ist mit Gestikulation jedoch die gesamte Körperbewegung des Avatars gemeint. Mehrabian zeigt in seiner Forschung, dass nonverbale Kommunikation zu 55% dafür verantwortlich ist, ob ein gesprochenes Wort Positiv, Negativ oder Neutral interpretiert wird. Die Tonhöhe trägt zu 38% und das eigentlich gesprochene Wort mit 7% zur Interpretation bei (Mehrabian et al.; 1971, 43). Da 7% des gesprochenen Wortes und 38% der Tonhöhe zu Interpretation der nonverbalen Kommunikation beiträgt, musste diese Einflussgröße in dieser Studie ausgeschlossen werden.

#### 1.2.5 Uncanny-Valley

Je menschenähnlicher ein Roboter (u.a. auch ein Avatar) aussieht und je mehr menschenähnliche Bewegungen ein Roboter ausführt, desto mehr positive Gefühle bringt dieser den Personen entgegen, die mit diesem in Berührung kommen. Ab einem bestimmten Punkt des Realismus schlägt dieses Phänomen jedoch um und der Roboter wirkt viel mehr verstörend und ruft Ablehnung, Verstörung und Angst hervor. Dieses Phänomen und dieser exakte Grad des Realismus wird als Uncanny-Valley Effekt bezeichnet. In **Abbildung ??** ist eine Beschreibung dieses Effektes zu sehen (Gast; 2011, p.352-353).

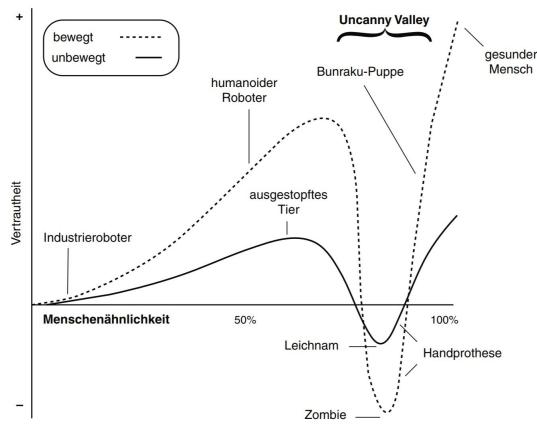


Abbildung 3 Der Uncanny-Valley Effekt beschreibt das Gefühl des Unbehagens ab einem gewissen Realitätsgrad

### 1.3 Vertrauen

Der Begriff **Vertrauen** beschreibt ein psychologisches Konzept, das jeden Menschen ständig begleitet. Ein Politiker wirbt um das Vertrauen seiner Wähler, Unternehmer beschreiben sich selbst als Geschäftspartner des Vertrauens oder es wird der "Arzt des Vertrauens" empfohlen.

Vertrauen im Zusammenhang mit dem Begriff "VR" kann auf zwei unterschiedliche Art und Weisen betrachtet werden. Das Vertrauen in die VR-Technologie sowie das zwischenmenschliche Vertrauen, das in der VR zwischen 2 oder mehreren Personen gebildet wird.

Da sich diese Arbeit mit dem zwischenmenschlichen Vertrauen beschäftigt, wird das Vertrauen in die Akzeptanz der VR nicht weiter behandelt. Vertrauen wird in dieser Ausarbeitung als bilaterales Konstrukt zwischen einer vertrauenden Person und einer zu vertrauenden Person definiert. Aufgrund der Vielseitigkeit von Vertrauen, gibt es unterschiedliche Definitionen.

Eine der ersten Definitionen von Vertrauen wurde 1967 von Rotter aufgestellt. Er definiert Vertrauen als

"die Erwartung eines Individuums oder einer Gruppe, dass man sich auf das Wort, das Versprechen, die mündliche oder schriftliche Aussage eines anderen Individuums oder einer Gruppe verlassen kann" (Rotter; 1967, p.651).

Die jedoch meist verbreitetste und akzeptierteste Definition stammt von Meyer (Mayer et al.; 1995, p.712). So definiert er Vertrauen als

"die Bereitschaft einer Person, für die Handlungen einer anderen Person anfällig zu sein, basierend auf der Erwartung, dass die zu vertrauende Person eine bestimmte, für den Vertrauensgeber wichtige Handlung ausführen wird, unabhängig von der Möglichkeit, diese Person zu überwachen oder zu kontrollieren."

Jede zwischenmenschliche Beziehung beginnt mit einer frühen Phase der Vertrauensbildung. Diese frühe Phase kann von Unsicherheiten und Zweifel geprägt sein. Das gegenseitige Vertrauen, das man sich anschließend schenkt, muss anfänglich erst einmal ausgelotet werden.

Während der frühen Phase der Vertrauensbildung entscheidet sich, ob eine Beziehung aufrechterhalten wird oder nicht. Unterbewusst bildet sich ein Gefühl von Zuversicht und Sicherheit oder ein Gefühl von Spannung, Zweifel und Skepsis dem Interaktionspartner gegenüber. Dabei ist es egal, ob sich dafür entschieden wird, jemandem zu vertrauen, oder nicht. Auf jeden Fall beeinflusst die Stärke des positiven oder negativen Vertrauensgefühls die Effektivität der Zusammenarbeit. Vertrauen kann es einfach oder schwierig machen, mit einer anderen Person zu arbeiten und Ziele in einer Gruppe oder einem Team zu erreichen. Früher Vertrauensaufbau ist daher der Schlüssel zur erfolgreichen Zusammenarbeit (Bigley and Pearce; 1998, p.405-406). Die initiale Phase der Vertrauensbildung wirkt sich auf das kognitive und das affektive Vertrauen aus, welche einen starken Einfluss auf das sich entwickelnde Vertrauensmodell zu einer Person haben. In dieser Phase sind diese beiden Vertrauensarten anfällig für Veränderungen (Baldwin; 1992, p.461-462). Meinungen und Annahmen, die sich frühzeitig bilden, prägen sich somit auch stark auch auf die zukünftige Meinung über die zu vertrauenden Personen aus.

Auch im Unternehmertum muss sich mit dem Konzept des Vertrauens beschäftigt werden, um erfolgreich arbeiten zu können. Ohne Vertrauen in ein Team oder in unterschiedliche Personen, fällt es schwer, Risiken einzugehen. Ist Vertrauen vorhanden, wird man nicht mit der Angst konfrontiert,

dass andere Personen einen ausnutzen könnten. Betrachtet man Vertrauen im Unternehmen auf der Ebene von Teams, setzen sich die vertrauenden Personen sowie die zu vertrauenden Personen aus mehreren Teammitgliedern zusammen. (Breuer et al.; 2016, p.1152).

### 1.3.1 Zwischenmenschliches Vertrauen

Während Vertrauen in die VR-Technologie sich mit der Akzeptanz der Technologie an sich beschäftigt, beschäftigt sich zwischenmenschliches Vertrauen mit dem Vertrauen zwischen zwei oder mehreren Personen (Mcknight et al.; 2011). Vertrauen wird nicht statisch und einseitig betrachtet. Eine Person kann nicht nur "vertrauen" oder "nicht vertrauen". Vertrauen ist ein dynamisches Konstrukt, welches sich mit der Zeit verändert. Es kann in eine Bildungs-, Stabilisierungs- und Abnehmphase unterteilt werden (Rousseau et al.; 1998, p.396).

Viele Psychologen, die sich mit dem Thema Vertrauen beschäftigen, gehen heute davon aus, dass zwischenmenschliches Vertrauen aus einem zweidimensionalen Konstrukt besteht (Johnson and Grayson; 2005) (Cook and Wall; 1980). So ist Mooradian der Ansicht, dass Vertrauen als "Eigenschaft" oder als "Zustand" gesehen wird (Mooradian et al.; 2006, p.524-525).

### 1.3.2 Vertrauen als Eigenschaft

Wird Vertrauen als Eigenschaft betrachtet, spiegelt dies die Einstellung zum Vertrauen einer Person wider. Diese Einstellung zum Vertrauen ist langlebig und wird nicht all zu schnell auf oder abgebaut. Unabhängig von einer Situation, in der sich diese Person befindet, wird davon ausgegangen, dass diese Eigenschaft aus dem Temperament oder der Lebenserfahrung einer Person entsteht. Dieses Vertrauen ist das Grundlevel an Vertrauen, das eine Person in eine neue zwischenmenschliche Beziehung von Anfang an mitbringt. (Couch et al.; 1996, p.11). Es ist jedoch nicht all zu bekannt, wie generelles Vertrauen genau gebildet wird (Stolle; 2002, p.409).

Generelles Vertrauen impliziert, dass den meisten Personen vertraut werden kann, oder dass man im Fall von generellem Misstrauen, Personen nicht vertrauen kann. (Stolle; 2002, p.409)

Der *generelle Hang zum Vertrauen* ist nicht situationsabhängig, sondern stellt eine längerfristige Konstante auf Basis des Grundvertrauens einer Person dar. Grundvertrauen setzt sich dabei aus der individuellen Eigenschaft des Hangs zum Vertrauen einer einzelnen Person sowie die Grundstimmung gegenüber Personen im Allgemeinen, zusammen (Couch et al.; 1996, p.11).

### 1.3.3 Vertrauen als Zustand

Wird *Vertrauen als Zustand* betrachtet, so kann sich dieses Vertrauen im Laufe der Zeit, z.B. durch Interaktion mit einer anderen Person, ändern. Dieser Zustand des Vertrauens spiegelt sich auch in Meyers (Mayer et al.; 1995, p.712) vorher erwähnter Definition von Vertrauen wider:

"die Bereitschaft einer Person, für die Handlungen einer anderen Person anfällig zu sein, basierend auf der Erwartung, dass die zu vertrauende Person eine bestimmte, für den Vertrauensgeber wichtige Handlung ausführen wird, unabhängig von der Möglichkeit, diese Person zu überwachen oder zu kontrollieren."

Es wird einer Person oder einem Team ein Vertrauensvorschuss gewährt, der sich jederzeit verändern kann, wenn dieser gebrochen wird.

Das Konzept des Vertrauens als Zustand lässt sich laut Lewis (Lewis and Weigert; 1985, p.970-971) in zwei Teile unterteilen.

Laut seinen Forschungen basiert Vertrauen "auf einem kognitiven Prozess, der zwischen vertrauenswürdigen, misstrauischen und unbekannten Personen und Institutionen unterscheidet. In diesem Sinne wählen wir kognitiv aus, wem wir in welcher Hinsicht und unter welchen Umständen vertrauen, und wir stützen die Wahl auf das, was wir als "gute Gründe" ansehen, die einen Beweis für die Vertrauenswürdigkeit darstellen" (Lewis and Weigert; 1985, p.970).

Somit basiert das **kognitiv aufgebaute Vertrauen** auf einer von uns definierten Logik statt auf einer emotionalen Komponente. Diese "guten Gründe" können auch leicht gebrochen werden, indem der Vertrauensvorschuss, den wir durch das kognitive Vertrauen unserem Interaktionspartner vorschießen, gebrochen wird. Das kognitive Vertrauen kann kurzfristig aufgebaut werden und ist leicht anfällig gegen äußerliche Einflüsse (Lewis and Weigert; 1985, p.970).

Weiterhin besitzt Vertrauen als "Zustand" noch eine affektive Komponente.

"Diese **affektive Komponente des Vertrauens** besteht in einer emotionalen Bindung zwischen allen, die an der Beziehung beteiligt sind. Wie die affektiven Bindungen der Freundschaft und der Liebe schafft Vertrauen eine soziale Situation, in der intensive emotionale Investitionen getätigt werden können, und deshalb weckt der Verrat eines persönlichen Vertrauens ein Gefühl der emotionalen Empörung bei dem Betrogenen. Der Vertrauensbruch trifft die Grundlage der Beziehung selbst, nicht nur den spezifischen Inhalt des Verrats. Diese emotionale Komponente ist bei allen Arten von Vertrauen vorhanden, aber normalerweise ist sie bei engem zwischenmenschlichem Vertrauen am intensivsten" (Lewis and Weigert; 1985, p.971)

Ein Beispiel für affektives-Vertrauen ist die Liebesbeziehung zwischen zwei Personen. Das affektive Vertrauen baut sich mit der Zeit langsam auf und kann durch verschiedene Ereignisse erschüttert oder gestärkt werden. Es kann eher durch Emotionen statt durch Logik charakterisiert werden.

**Affektives Vertrauen** ergibt sich aus *zwischenmenschlichen emotionalen Verbindungen und gegenseitiger Fürsorge*, während individuelles **kognitives Vertrauen** auf der *Überzeugung in die Fähigkeiten oder in die Zuverlässigkeit eines anderen* basiert. (McAllister; 1995, p.30).

Vertrauensaufbau zwischen verschiedenen Personen beinhaltet somit zwei Komponenten. Beide Komponenten sind bei der Teamgründung von großer Bedeutung. McAllister schreibt diesbezüglich, dass die Grunderwartung der kognitiven Komponente erst einmal erfüllt werden müsse bevor mehr in die Beziehung zu den einzelnen Personen eines Teams investiert werden würde. Je mehr ein Team zusammenarbeitet und sich kennenlernt, umso wichtiger wird die affektive Komponente der Vertrauensbildung (McAllister; 1995, p.30).

Laut Studien von McKnight kann ein starkes Vertrauen in frühen Teamgründungsphasen entstehen. Empfinden Teammitglieder beispielsweise den Teamgründungsprozess als strukturiert, ergibt sich dadurch ein höheres kognitives Vertrauen und es folgt ein höheres Gesamtvertrauen in das Team (McKnight et al.; 1998, p.478-479).

### 1.3.4 Vertrauen und Avatare

TODO

### 1.3.5 Vertrauen und virtuelle Teams

Vorstellungen in uns selbst und in andere sind bis zu einem gewissen Grad kategorisierbar. Das denken in verschiedenen Kategorien, erlaubt es uns, die Gesamtheit der Eigenheiten von Personen zu reduzieren um diese besser verstehen zu können. Identifiziert eine Person sich mit einer anderen oder fühlt sich dieser nahe, wird Vertrauen gebildet. Dies können beispielsweise Familienmitglieder oder Bekannte sein. Fällt eine Person in eine andere Kategorie, wird kein Vertrauen gebildet (Stolle; 2002, 397-403) Brewer entwickelte diese Theorie weiter und meint, dass Menschen denjenigen Personen denen sie sich zugehörig fühlen und zu denen diese eine Gruppenidentität aufbauen, mehr Vertrauen und Anerkennung schenken als zu denjenigen, zudem sie dies nicht tun. Die Kategorisierung erhöht gleichzeitig die wahrgenommene Ähnlichkeit zwischen Personen der gemeinsamen Gruppe, was wiederum auf Verständnis der anderen Personen stößt, da diese die Situation ähnlich wahrnehmen. Gemeinsame Kriterien für die Gruppenidentität können Verhaltensähnlichkeiten, geographische Nähe oder die gemeinsame Interaktion sein. Diese Gemeinsamkeiten können als Stellvertreter des zwischenmenschlichen Vertrauen dienen und es lässt sich von dem "persönlichem" Vertrauen auf ein "Vertrauen in der Gruppe" schließen, dass nur auf einer gemeinsamen Kategorie und der Gruppenidentität beruht. In solch einer Gruppe ist die psychologische Distanz reduziert und die Orientierung eher auf Gruppenergebnisse statt auf individuelle Ergebnisse gerichtet (Brewer; 1981, 355-360). Vertrauen wird in einer Gruppe im allgemeinen als Hoch angenommen. Weiterhin wird ein Fehler in einer Gruppe häufig nicht als Fehler eines Individuums angesehen, sondern als Verletzung der Gruppennorm, da alle Personen sich zu gleichen Teilen zugehörig fühlen. Die Gruppe als konsistente Einheit bietet verschiedene Mechanismen, um Vertrauen zu stärken und misstrauen abzuwehren. Diese Gruppendynamik lässt sich auf Gruppen mit Eng verbundenen Mitgliedern betrachten, sowie möglicherweise auf Gruppen mit Außenseitern (Stolle; 2002, 397-403).

Es wird angenommen, dass starkes interpersonelles Vertrauen die Teamperformance positiv beeinflusst (McAllister; 1995) (Mayer et al.; 1995) (Dirks and Ferrin; 2002). Kognitives Vertrauen in Teams lässt sich nur sehr schwierig aufrechterhalten. So könnte es sein, dass ein Team einen hohen kognitiven Vertrauenswert aufweist, dann jedoch mit einem Rückschlag bei der Bearbeitung einer Aufgabe konfrontiert wird und dies eine Verringerung des kognitiven Vertrauens Folge hat (McAllister; 1995, p.29-31). Demgegenüber wird das affektive Vertrauen im Team durch gemeinsame Rückschläge nicht nachhaltig verringert. Es benötigt eine längerfristige emotionale Krise innerhalb des Teams, um eine Verringerung des affektiven Vertrauens zu verursachen. Es wird angenommen, dass das affektive Vertrauen eine längerfristige und stärkere Bindung als das kognitive Vertrauen schafft (McAllister; 1995, p.29-31).

Aktuell gibt es nicht viele Studien, die Testen, sich Vertrauen in VT's aufbauen und halten lässt (Duarte and Snyder; 2006, p.8-23). Bisherige Studien, die einen Zusammenhang zwischen Vertrauen und Team-Effektivität untersuchen, haben positive Zusammenhänge (Davis et al.; 2000), keine Zusammenhänge (Hertel et al.; 2004) sowie negative Zusammenhänge (Dirks; 1999) festgestellt.

Vertrauen im Team wird meist nur eindimensional gemessen, obwohl es ein zweidimensionales Konstrukt ist. Polzer führte eine Studie über räumlich getrennte Teams und deren Vertrauensbildung mittels einer eindimensionalen affektiven Vertrauensmessung durch. Er fand heraus, dass geografisch getrennte Teams eher zu Konflikten neigen als nicht geografisch getrennte Teams. Die Distanz hat negative Auswirkungen auf das Vertrauen zwischen den einzelnen Teammitgliedern

(Polzer et al.; 2006, p.682). Prichard und Ashleigh führten 2007 eine Studie mit einer eindimensionalen kognitiven Vertrauensmessung durch und fanden heraus, dass Teambuildingmaßnahmen das Vertrauen der einzelnen Teammitglieder untereinander verstärkt (Prichard and Ashleigh; 2007, p.704). In einer weiteren Studie (Dirks, 1999) wurde die multidimensionale Komponente der Vertrauensbildung aufgegriffen, jedoch stand für die Versuchsdurchführung nur ein 10-minütiges Zeitfenster zur Verfügung. In diesen 10-Minuten konnte festgestellt werden, dass die affektive Komponente nicht gebildet und dadurch nicht gemessen werden konnte (Mayer et al.; 1995, p.445). Daher wird diese Studie ebenfalls nur als eindimensional betrachtet. Mehrdimensionale und zuverlässige Vertrauensforschung ist im traditionellen Sinne nur mittels Langzeitstudien möglich, da das kognitive und besonders das affektive Vertrauen diese Zeitliche Komponente benötigt (Jones and George; 1998).

Vertrauensaufbau im Team nimmt eine wichtige Rolle in VT's ein, denn im Gegensatz zu traditionellen geformten Teams haben Teammitglieder eines virtuellen Team keine Möglichkeit durch geselliges Beisammensein oder durch physischen Kontakt Bindungen aufzubauen, um das gegenseitige Vertrauen zu stärken (Handy; 1995).

Vertrauen in einem Team zu fördern ist somit eine Notwendigkeit um Wachstum und Erfolg des Teams zu bestimmen (Glacel; 1997).

## 1.4 Teams

Im folgenden Kapitel wird definiert, was unter einem Team, einem Virtuellen Team, Teambuilding und Teamtraining verstanden wird.

### 1.4.1 Teams

Ein Team wird als eine "kleine Gruppe von Menschen mit gleichartigen Fähigkeiten, welche sich in gleicher Weise für das gleiche Ziel und gleiche Arbeitsweisen einsetzen und dies verfolgen" (Zenun et al.; 2007, p.2), definiert.

Das Verhalten von Personen, die in einem Team arbeiten, lässt sich in *Teamwork* und in *Taskwork* unterteilen. (Rousseau et al.; 2006, p. 541-542) *Taskwork* beschreibt dabei, wie die Ausführung von Kernkompetenzen in einem bestimmten Bereich aussieht sowie welche Aufgabe ein Team ausführt. *Teamwork* beschreibt beschreibt die gemeinsame Arbeitsleistung um eine Aufgabe zu erreichen.(Marks et al.; 2001, p. 357).

Die wirtschaftliche Leistung von Unternehmen hängt häufig stark von der Arbeitseffizienz gut funktionierender Teams ab. Gut funktionierende Teams können dabei helfen, die wirtschaftliche Leistung zu verbessern, indem Mitgliedern eines Teams weniger Fehler durch bessere Entscheidungen erzeugen (Biech; 2007, p. 1-6).

### 1.4.2 Virtuelle Teams

VT's teilen viele Eigenschaften herkömmlicher Teams. Es muss jedoch unterschieden werden, wie die virtuelle Komponente des Teams definiert wird und weshalb diese Komponente ein herkömmliches Team zu einem virtuellen Team machen kann. Schweizer und Duxbury (Schweitzer and Duxbury; 2010, p.270)<sup>5</sup> erläutert die 4 größten Kennzeichen eines VT's in der Literatur. VT's sind :

- Zustand gekommen mit Hilfe von Kommunikationstechnologie. Durch technische Hilfsmittel wird kommuniziert, es werden Entscheidungen getroffen oder Informationen ausgetauscht.
- Räumlich getrennt. VT's arbeiten *nicht* am selben Arbeitsplatz.
- Grenzübergreifend. Die Teammitglieder stammen aus verschiedenen Organisationen oder Organisationseinheiten.
- Asynchron. VT's arbeiten zu unterschiedlichen Zeiten/Zeitzonen oder in der selben Zeitzone in unterschiedlichen Schichten.

Einige Autoren nehmen in ihre Definition eines VT's den Aspekt der zeitlichen Limitierung oder der kulturellen Diversität auf. So besteht ein virtuelles Team für Jarvenpaa und Leidner(Jarvenpaa and Leidner; 1999, p.1-2) nur für einen bestimmten Zeitraum und es ist zusätzlich kulturell divers.

Wird jedoch aus heutiger Sicht über die Definition von Schweizer oder Jarvenpaa nachgedacht, muss ein virtuelles Team nicht zwangsläufig aus verschiedenen Organisationen bestehen oder asynchron arbeiten. In vielen Unternehmen ist es auch möglich, dass ein virtuelles Team in derselben Zeitzone und ohne kulturelle Diversität oder zeitliche Limitierung zusammen arbeitet. Somit bleiben nur noch die Komponenten des Zusammenfindens mithilfe von Kommunikationstechnologie sowie der räumlichen Trennung.

---

<sup>5</sup>Die vollständige Liste von Schweizer und Duxbury findet sich in **Abbildung 43**.

Wird nun die Definition eines Teams von Zenun (Zenun et al.; 2007, p.2) herangezogen, und die virtuelle Komponente in diese mit eingebracht, kann ein virtuelles Team als

"eine kleine, auf Kommunikationstechnologie basierende, räumlich getrennte Gruppe, von Menschen mit gleichartigen Fähigkeiten, welche sich in gleicher Weise für das gleiche Ziel und gleiche Arbeitsweisen einsetzen und dies verfolgen"

definiert werden.

Laut obiger Definition kann fast jedes Team mittlerweile als virtuelles Team bezeichnet werden, denn nur selten arbeiten sie ohne Kommunikationstechnologie. Es wird daher davon ausgegangen, dass Virtualität als Kontinuum gesehen werden kann, bei dem jedes Team ein gewisses Maß an Virtualität besitzt und die Möglichkeit hat, sich weiterzuentwickeln. Dieses Kontinuum reicht von Face-to-Face bis zur vollständigen, nur über Kommunikationstechnologie stattfindende Kommunikation Martins et al. (2004).

#### 1.4.3 Virtuelle Teams und Teambuilding

Seit einigen Jahren wird die Wichtigkeit von effektiven Teambuildingmaßnahmen in der strategischen Organisationsentwicklung erkannt. Dabei spielt der Wandel hin zu einer globalen, auf Wissen basierten Wirtschaft eine zentrale Rolle (Belbin; 2011) (Katzenbach and Smith; 2015, p.7). Wirtschaftlicher Erfolg korreliert direkt mit der Fähigkeit eines Unternehmens, Teams organisieren, strukturieren und managen zu können (Pasmore and Purser; 1993). Der Erfolg eines VT's ist somit als Nebenprodukt der organisatorischen Fähigkeiten eines Unternehmens zu verstehen (Kling and Jewett; 1994, p.5).

Erfolgreiches Teambuilding kann die Effektivität eines VT's steigern und dazu führen, dass Personen sich mehr mit dem Team identifizieren (Kaiser et al.; 2000).

VT's werden häufig gebildet, um räumliche oder kurzzeitige Trennungen eines Teams zu umgehen. Dabei werden computergestützte Technologien so verwendet, dass räumlich getrennte Teammitglieder ihre Aufgaben mittels computergestützter Kommunikation, im Team koordinieren können (Peters and Manz; 2007, p. 117-119) (Cascio and Shurygailo; 2003, p. 1-2). Das virtuelle Team zu gründen, stellt nicht die Herausforderung dar. Die eigentliche Herausforderung ergibt sich aus den Unterschiedlichen Kulturen, Entfernung und Zeitzonen, die ein virtuelles Team mitbringt. Wird es geschafft, Vertrauen in das virtuelle Team zu bringen, kann der eigentliche Nachteil der verschiedenen Kulturen, Entfernung und der Zeitzonen auch zum Vorteil werden. Es wird die kulturelle Diversität gefordert und neue Verhaltensmuster erworben, wodurch neue, kreative Sichtweisen gefördert werden. Durch diese Faktoren ist es letztendlich möglich, Innovativer zu Arbeiten und zu denken (Dyer; 1995) (Milliken and Martins; 1996, p.405-416).

Gerade für VT's ist die Anfangsphase der Teamgründung von entscheidender Bedeutung. Die Kommunikation in VT's ist in dieser Phase sehr ergebnisorientiert in der Art und Weise wie kommuniziert wird. Dieses Defizit in der sozialen Kommunikation kann die Schlüsselfaktoren eines erfolgreichen Teams beeinträchtigen - soziale und emotionale Beziehungsbildung sowie den Aufbau von Vertrauen (Ren et al.; 2007, p.378).

Mitglieder von VT's haben im Gegensatz zu traditionell geformten Teams weniger Möglichkeiten sich zu sehen, zu interagieren oder Konflikte zu lösen. Respekt und gegenseitiges Verständnis sind die Grundbausteine, um Kreativität und Innovation innerhalb eines Teams zu fördern. Die

Effektivität eines Teams ist eine direkte Konsequenz daraus. (Ren et al.; 2007, p.378).

Eine ideale Teamgründung ist daher in VT's nicht möglich. Für eine optimale Situation würde in einem schon bestehenden Team eine virtuelle Komponente hinzugefügt werden, um auf die Vorteile von schon vorhandenen sozialen Bindungen zugreifen zu können (Holton; 2001, p.36-37). Es sollte folglich sichergestellt werden, dass VT's während ihres Bestehens bestmöglich in ihrem Aufbau von Vertrauen und sozialen Beziehungen unterstützt werden, um den Erfolg des Teams zu gewährleisten.

#### 1.4.4 Teameffektivität

*Teameffektivität* ist die Fähigkeit eines Teams, so miteinander zu interagieren und sich so zu unterstützen, dass ein zuvor definiertes Ziel des Teams erreicht wird. Da viele externe Faktoren zum Erreichen eines zuvor definierten Ziels beitragen können, ist es wichtig, dass das Team immer einen Fokus auf seine Teameffektivität hat (Salas et al.; 2005, p.557). Es gibt keinen einheitlichen Standard, um die Effektivität eines Teams zu messen. Es wird davon ausgegangen, dass die Effektivität in Gruppen anhand der von der Gruppe produzierten Ergebnissen (Quantität, Qualität, Geschwindigkeit, Kundenzufriedenheit) gemessen werden kann. Der Effekt, dass eine Gruppe Einfluss auf die Produktivität der einzelnen Mitglieder hat, trägt dabei zur Verbesserung der Gesamteffektivität bei (Guzzo and Dickson; 1996, p.309).

Das Trainieren eines Teams kann die gesamte Effektivität dieses steigern. Dies scheint am effektivsten, wenn mehrere Charakteristika des Teamworks auf einmal angesprochen werden. Diese sollten auch experimentelle Aktivitäten beinhalten, um aktiv lernen und üben zu können (McEwan et al.; 2017, 19). Gemeinsames Training führt zu einer Steigerung der Qualität der Ideen und Entscheidungen sowie der gesamten Teamleistung. Die Kommunikation untereinander wird gefördert, da die einzelnen Teammitglieder gegenseitig ihre Aufgaben kennen und dadurch eher bereit sind sich untereinander zu helfen. Training im Team geht mit einem besseren Verständnis über das Wissen der anderen Teammitglieder einher, denn somit können auch individuelle Stärken gefördert, und Schwächen durch andere Teammitglieder kompensiert werden. Ein solches Team bringt ein Gefühl von Sicherheit mit sich, was zu einer erhöhten Risikobereitschaft führt. Dies kann die Kreativität der eingebrachten Ideen stärken und Teammitglieder können an der Möglichkeit größere Risiken einzugehen wachsen (Biech; 2007, p. 2-4). Dies führt zu einer Steigerung der Qualität der Ideen und Entscheidungen sowie der gesamten Teamleistung. Auch das soziale Identitätsgefühl hängt davon ab, ob ein generelles Gruppenverständnis besteht, eine Person sich der Gruppe zugehörig fühlt und ob man sich als Gruppe mit anderen Gruppen vergleicht. Gruppenzugehörigkeit ist ein wichtiger Bestandteil des Selbstverständnisses eines Individuums (SUTANTO et al.; n.d.).

Ist ein Gefühl von Gruppenzugehörigkeit gegeben, stärkt dies die Gruppenproduktivität sowie die individuelle Leistungsfähigkeit. Weiterhin führt es zu einem besseren Zusammenhalt, mehr Vertrauen (Herbsleb et al.; 2000), besserer Kommunikation und Kooperation untereinander (Olson and Olson; 2003, p. 510).

## 2 Versuchshypothesen

In diesem Kapitel werden auf Basis der theoretischer Grundlagen verschiedene Hypothesen definiert. Die *Abbildung 5* verdeutlicht den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Versuchshypothesen sowie die Ebene, auf der diese analysiert werden.

### 2.1 Das Framework

**Analyseebenen** Die Analysen werden auf unterschiedlichen Ebenen durchgeführt. Da die teilnehmenden Personen als Team arbeiten und unterschiedliche Teams unterschiedliche Konditionen aufweisen, sind einige Zusammenhänge auf *Individualebene*, einige auf *Konditionsebene* und einige auf *Teamebene* zu betrachten.

Die **Individualebene** sagt etwas über eine einzelne Person aus. Dadurch können alle teilnehmenden Personen individuell betrachtet werden. Die Betrachtung ist dabei unabhängig vom Team oder den verschiedenen Avatarkonditionen.

Die **Konditionsebene** unterscheidet zwischen den Konditionen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich. Die Konditionsebene ordnet den einzelnen teilnehmenden Personen die Kondition zu, die diese im SVE als *andere* Avatare wahrnehmen.

Die Konditionsebene kann in einzelne Teams von jeweils 3 Personen aufgeteilt werden. Diese Aufteilung wird als **Teamebene** bezeichnet und betrachtet das gesamte Team als Einheit. Jedes Teammitglied besitzt dieselben Konditionen. Wird das Team auf Teamebene betrachtet, ist es möglich Aussagen über das Team zu treffen.

*Abbildung 4* zeigt die Hierarchie der verschiedenen Ebenen.

Das Framework in der Abbildung 5) zeigt die einzelnen Komponenten, auf die in dieser Masterarbeit eingegangen werden.

**Generelles Vertrauen** Es wird der Zusammenhang zwischen dem generellen Vertrauen (Generelles Vertrauen (Gen. Trust)) und dem kognitiven Vertrauen (Kognitives Vertrauen (Cog. Trust)) auf *Konditionsebene* analysiert. Es wird auf *Teamebene* analysiert, ob ein *Zusammenhang* zwischen dem generellen Vertrauen und der Anzahl an abgeschlossenen Runden (Erfolgreich abgeschlossene Runden auf Team-Level (Reale T.Effek Team) besteht.

**Kognitives Vertrauen** Es wird der *Zusammenhang* zwischen dem gebildeten kognitiven Vertrauen (Cog. Trust) und der Anzahl der abgeschlossenen Runden (Reale T.Effek Team) auf *Teamebene* analysiert.

**Avatar Embodiment** Es wird der *Unterschied* zwischen dem gebildeten kognitiven Vertrauen (Cog. Trust) auf *Konditionsebene* analysiert. Es wird der *Unterschied* der Anzahl an abgeschlossenen Runden (Reale T.Effek Team) auf *Teamebene* analysiert.

Anhand des Frameworks in *Abbildung 5*, wurden Hypothesen entwickelt, die im Folgenden genauer definiert und erklärt werden.

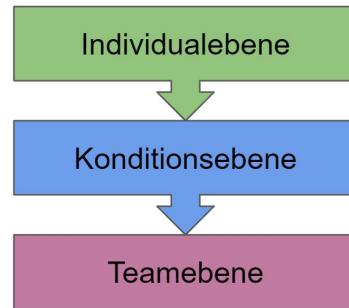


Abbildung 4 Hierarchie der Individualebene, Konditionsebene und Teamebene

Anhand dieses des Frameworks in *Abbildung 5*, wurden Hypothesen entwickelt, die im folgenden genauer definiert und erklärt werden.

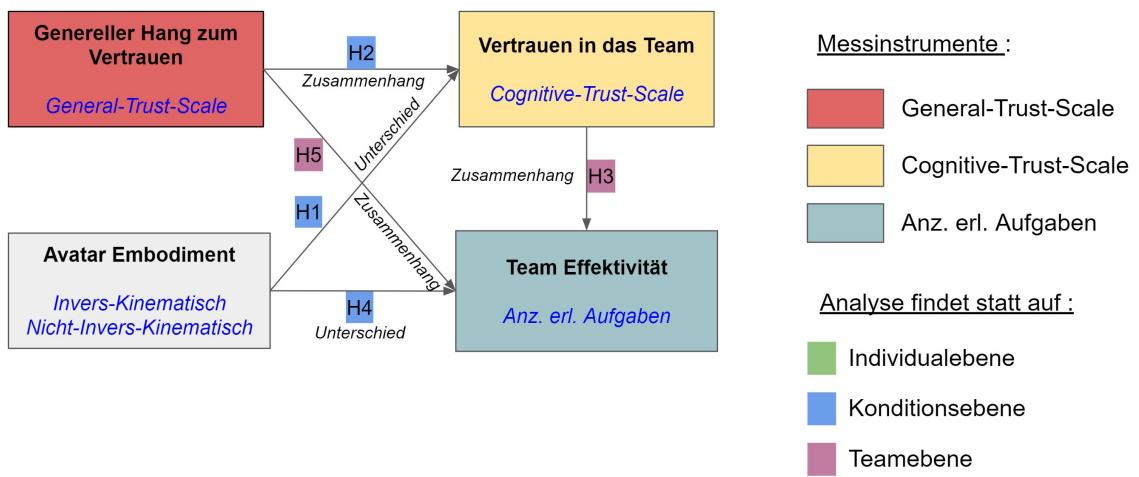


Abbildung 5 Framework inklusive Versuchshypothesen.

## 2.2 Die Versuchshypothesen

**Hypothese 1 :** Kognitives Vertrauen wird in der Anfangsphase einer Teamgründung frühzeitig gebildet (siehe. Kapitel 1.3.3).

Da der kognitive Vertrauensaufbau in andere Personen auf einer rationalen Grundlage, die auf der Wahrnehmung von Kompetenz oder Zuverlässigkeit beruht, basiert, lässt sich die Vermutung aufstellen, dass ein IK - Menschenähnlich sowie ein NIK - Nicht Menschenähnlich Avatar einen unterschiedlichen Einfluss auf die kognitive Vertrauensbildung haben.

Je realistischer und menschenähnlicher ein Avatar aussieht, desto mehr kognitives Vertrauen könnte in diesen gebildet werden, da sich die teilnehmenden Personen eher vorstellen können mit realen Menschen zusammenzuarbeiten als nur mit Repräsentationen eines Individuums aus Pixeln. Diese Einschätzung teilt auch Riedl Riedl et al. (2014), nachdem er herausfand, dass es Personen leichter fällt einzuschätzen, wie vertrauenswürdig ein Mensch ist, wenn dieser ein menschenähnliches Gesicht besitzt.

Eine Analyse des kognitiven Vertrauens auf Konditionsebene, soll feststellen, ob sich unterschiedliche Avatarkonditionen auf die Wahrnehmung einer Person, in die Kompetenzen, die Fähigkeiten und die Zuverlässigkeit eines Virtuellen Team (VT) im SVE, auswirken. Daher wird **Hypothese 1** wie folgt definiert:

**H1<sub>1</sub>**: Die Mittelwerte der erzielten kognitiven Vertrauenswerte (Cog. Trust) unterscheiden sich bei den Konditionen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich signifikant voneinander.

**H1<sub>0</sub>**: Die Mittelwerte der erzielten kognitiven Vertrauenswerte (Cog. Trust) unterscheiden sich bei den Konditionen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich nicht signifikant voneinander.

### **Hypothese 2 :**

Diese Hypothese wird auf Konditionsebene untersucht, um festzustellen, ob sich unterschiedliche Zusammenhänge aufgrund einer Avatarkondition zwischen dem Gen. Trust und dem Cog. Trust bilden. Da ein höheres kognitives Vertrauen in ein VT während der Neugründung im SVE wünschenswert ist, wird aus den vorherigen Erkenntnissen die **Hypothese H1<sub>1</sub>** definiert.

**H2<sub>1</sub>**: Je höher die erzielten generelle Vertrauenswert Gen. Trust einer Person desto höher ist der erzielte kognitive Vertrauenswert Cog. Trust einer Person.

**H2<sub>0</sub>**: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem erzielten generellen Vertrauenswert Gen. Trust einer Person und dem erzielten kognitiven Vertrauenswert Cog. Trust einer Person.

**Hypothese 3 :** Ein starkes zwischenmenschliches Vertrauen in traditionell geformten Teams beeinflusst die reale Teameffektivität positiv. Daher wird davon ausgegangen, dass dies auch auf VT's zutrifft. Je größer das kognitive Vertrauen eines Teams ist, desto mehr können die einzelnen Teammitglieder ihre Ressourcen in die Teamarbeit einbringen. Das kognitive Vertrauen eines Teams, könnte sich auf die Anzahl erfolgreich abgeschlossenen Runden eines Teams Reale T.Effek Team auswirken. Es wird die **Hypothese 3** wie folgt aufgestellt:

**H3<sub>1</sub>**: Der Zusammenhang des kognitiven Vertrauenswert von Teams Kognitives Vertrauen auf Team-Level (Cog. Vert. Team) und der realen Teameffektivität von Teams Reale T.Effek Team mit der Kondition

IK - Menschenähnlich ist stärker als der von Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.

**H3<sub>0</sub>:** Der Zusammenhang des Cog. Vert. Team und der realen Teameffektivität von Teams Reale T.Effek Team mit der Kondition IK - Menschenähnlich unterscheiden sich nicht signifikant von den Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.

**Hypothese 4 :** Die unterschiedlichen Avatarkonditionen könnten einen Einfluss auf die Anzahl der abgeschlossenen Runden eines Teams - und somit auf die reale Teameffektivität - haben (*siehe Kapitel 1.4.4*). Um dies zu untersuchen, wurde **Hypothese H4<sub>1</sub>** aufgestellt :

H4<sub>1</sub>: Die Mittelwerte der realen Teameffektivität Reale T.Effek Team unterscheidet sich bei den Konditionen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich signifikant voneinander.

H4<sub>0</sub>: Die Mittelwerte der realen Teameffektivität Reale T.Effek Team unterscheidet sich bei den Konditionen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich nicht signifikant voneinander.

**Hypothese 5 :** Um zu untersuchen, ob die Teameffektivität (*siehe 1.4.4*) im Zusammenhang mit dem generellen Vertrauen steht, wurde **Hypothese 5** aufgestellt:

**H5<sub>1</sub>:** Der Zusammenhang der generelle Vertrauenswert eines Teams Generelles Vertrauen auf Team-Level (Gen. Vert. Team) und der realen Teameffektivität eines Teams Reale T.Effek Team mit der Kondition IK - Menschenähnlich ist stärker als von Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.

**H5<sub>0</sub>:** Der Zusammenhang der generelle Vertrauenswert eines Teams Gen. Vert. Team und der realen Teameffektivität eines Teams Reale T.Effek Team mit der Kondition IK - Menschenähnlich unterscheidet sich nicht von den Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.

### 3 Vorgehensweise

#### 3.1 Der Versuch

Das folgende Kapitel beschreibt den Ablauf des Versuchs, die Methodik sowie den Versuchsaufbau.

##### 3.1.1 Untersuchungsmethode

Um die beiden unabhängigen Variablen "Non-IK-Avatar" und "IK-Avatar" innerhalb einer Teambuildingmaßnahme zu testen, wurde das A/B-Testing in Kombination mit einem quantitativen Forschungsdesign gewählt. Gruppe A bekam dabei die Kondition "Non-IK-Avatar" zugeteilt, während Gruppe B die Kondition "IK-Avatar" zugeteilt bekam. Diese Gruppeneinteilung der Probanden erfolgte nach dem Zufallsprinzip.

##### 3.1.2 Teilnehmerfindung

Der gesamte Versuch wurde als *Into-the-Wild* Experiment aufgebaut, was bedeutet, dass die genaue Zielgruppe nicht definiert werden kann. Die einzige Bedingung war, dass die Probanden die angegebene Hardware besitzen. Es wurde in verschiedenen Foren ( z.B. VRForum.de, Computerbase.de, Hardwareluxx.de, etc.) in Form eines extra dafür angelegten Threads Teilnehmer gesucht, die an der Studie teilnehmen wollen. Weiterhin wurden Teilnehmer mit Hilfe verschiedener sozialer Netzwerke mit einem Bezug zu VR sowie zufälliger WhatsApp-Chatgruppen mit 50 oder mehr Mitgliedern akquiriert. Da der gesamte Versuch, die Fragebögen sowie das Erklärvideo auf deutscher Sprache erstellt wurde, fand die Teilnehmerfindung nur im deutschsprachigen Raum statt.

##### 3.1.3 Versuchsablauf

Insgesamt nahmen 30 Personen an der Studie teil, wobei ein Team aus drei Personen bestand. So mit gab es insgesamt zehn Teams. Jedes Team bekam entweder die Kondition IK - Menschenähnlich oder NIK - Nicht Menschenähnlich zugeordnet. Es gab fünf Teams mit der Kondition IK - Menschenähnlich sowie fünf Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich. Es wurden jeweils drei Personen in einem Zeitslot untergebracht, um ein Team zu bilden. Insgesamt nahmen somit drei Personen an einem Versuch zur selben Zeit mit der selben Kondition teil. Die teilnehmenden Personen wurden sich untereinander *nicht* Face-to-Face vorgestellt und sahen sich während des gesamten Experiments nur als Repräsentation eines Avatars in dem SVE. Ein Zeitslot wurde auf 25 Minuten festgelegt und teilte sich auf in

- 5 Minuten Pre-Questionnaire,
- 5 Minuten Videoerklärung,
- 10 Minuten Versuchsdurchführung,
- 15 Minuten Post-Questionnaire.

Jede teilnehmende Person bekam zu Beginn seines Zeitslots einen Pre-Questionnaire ausgehändigt, den dieser selbstständig ausfüllen sollte. Alle teilnehmenden Personen mussten sich anschließend ein Erklärvideo über das Experiments anschauen, in dem alle relevanten Mechaniken und

Funktionsweisen sowie der grobe Spielablauf erklärt wurden. Durch das vorherige Erklärvideo wurde sichergestellt, dass alle teilnehmende Person denselben Informationsgehalt über die Art und Weise des Ablaufs des Experiments besaßen. Alle Mitglieder eines Teams starteten dadurch mit einem einheitlichen Wissenstand. Nachdem alle Personen das Videoerklärung angeschaut hatten, begann das Experiment. Dazu starteten die jeweiligen teilnehmenden Personen die Anwendung. Es wurde sich automatisch mit dem Online-Server des SVE verbunden. Die teilnehmenden Personen hatten nun 10 Minuten Zeit, möglichst viele Runden im Team zu absolvieren. Am Ende der Versuchsdurchführung, wurde ein Post-Questionnaire ausgeteilt. Die maximale Versuchsdauer nach Start der Anwendung betrug exakt 10 Minuten (600 Sekunden) und es konnten maximal 15 Runden absolviert werden. Die Runden, wurden dabei inkrementell schwieriger, da in jeder dritten Runde jeweils ein Symbol in den Pool, der zu erratenden Symbole hinzukam.

### 3.1.4 Allgemeiner Versuchsaufbau

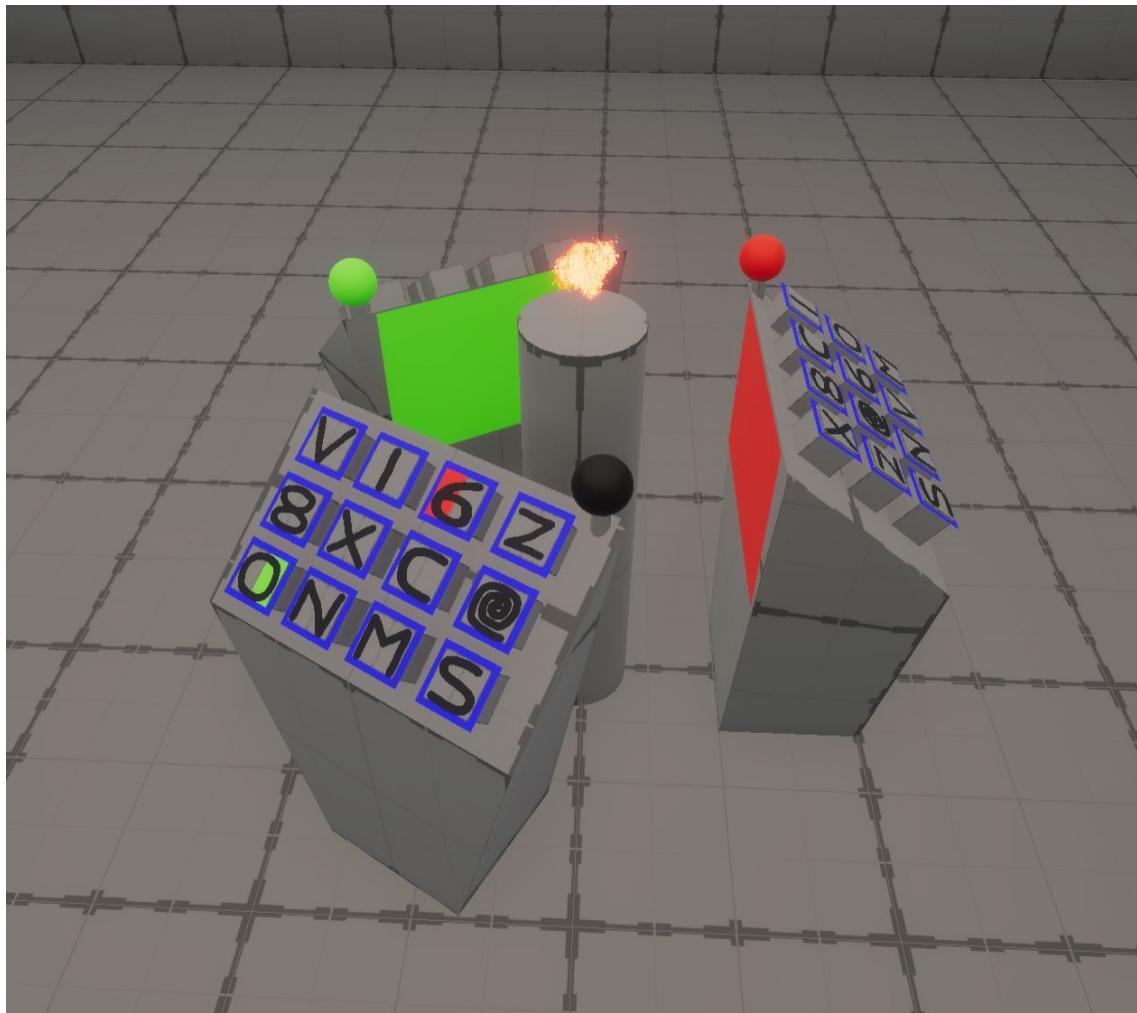


Abbildung 6 Die Podeste der Teilnehmer

Um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass auch in der Anfangsphase der Teamgründung eine "soziale" und keine "arbeitsnahe, ergebnisorientierte Kommunikation" stattfindet, wurde eine spielerische Umgebung geschaffen.

Jede teilnehmende Person benötigte (neben einem funktionsfähigen Computer) für den Versuch, entweder ein Oculus Rift 1/2, ein HTC-Vive oder ein Windows Mixed-Reality HMD, sowie zwei

funktionsfähige Controller.

Dem Versuchsleiter war es während der gesamten Anwendung möglich, die drei Teilnehmer durch einen separaten Spectator-Client zu betreuen. Alle teilnehmende Person konnten in der Anwendung durch das integrierte Mikrofon im HMD zu dem Versuchsleiter sprechen und diesen hören. Wenn eine teilnehmende Person sprach, konnten die anderen zwei teilnehmenden Personen diese nicht hören. Die Sprachkommunikation einer teilnehmenden Person war somit nur in Richtung Versuchsleiter möglich damit Störvariablen vermieden und die Integrität der Anonymität erhalten bleiben konnte. Die Stimme des Versuchsleiters konnten alle teilnehmenden Personen hören. Dies diente vor allem dazu, eventuell auftretende technische Schwierigkeiten schnell zu beheben und den Beginn sowie das Ende des Versuchs zu kommunizieren. Der Versuchsleiter gab jedoch während der gesamten Dauer des Versuchs keine Hilfestellung.

Waren alle teilnehmenden Personen bereit, wurden diese vor ihr eigenes Podest (*Abbildung 6*) teleportiert. Durch den für jeden sichtbar in der Mitte der Podeste platzierten Countdown wurde der Baldige beginn einer Runde eingeleitet. Bei jedem Start einer Runde, wurde das Podest jeder teilnehmenden Person durch die Farbe *Schwarz, Rot oder Grün* markiert. Die Zuteilung der drei Farben änderte sich dabei nach jeder Runde. Die teilnehmenden Personen konnten ihre eigene Farbe an einer Kugel und die Farbe der anderen Spieler zusätzlich an einem Viereck in der jeweils zugeteilten Farbe an den jeweiligen Podesten erkennen.

### 3.1.5 Detaillierter Versuchsablauf

Zu Beginn jeder neuen Runde können die Spieler die Zuteilung der Farben sehen und dadurch den Startspieler identifizieren. Dieser ist schwarz markiert und hat die Aufgabe, seinen Mitspielern die für ihn farblich gekennzeichneten Symbole zu erklären. Seine Mitspieler müssen die ihnen zugeteilten Symbole identifizieren und an ihrem Podest einloggen. Das Ziel ist, so viele Symbole wie möglich individuell korrekt zu erkennen, um dadurch gemeinsam in höhere Runden aufzusteigen. Die Symbole auf dem Podest des schwarz markierten Spielers sind entweder durch die Farbe Grün, Rot oder Grün-Rot gekennzeichnet. Auf den Podesten der Mitspieler befinden sich ebenfalls Symbole, welche jedoch zufällig angeordnet sind und keine farblichen Markierungen haben (siehe *Abbildung 6*). Der schwarz markierte Spieler versucht nun, mittels Hand- und Armbewegung, den rot und grün markierten Mitspielern die Symbole, die in der jeweiligen Spielerfarbe vor ihm markiert sind, zu erklären. Meint der gerade angesprochene Mitspieler ein Symbol erkannt zu haben, loggt dieser das Symbol durch das Herunterdrücken des passenden Knopfes an seinem Podest ein. Hat sich ein Spieler während des Einloggens der Symbole verklickt oder möchte seine Angabe ändern, muss das Symbol durch erneutes Herunterdrücken ausgeloggt werden. Anschließend kann es erneut eingeloggt werden. Werden alle gekennzeichneten Symbole vom roten und grünen Spieler erkannt und eingeloggt, erscheint eine leuchtend grüne Kugel (*Abbildung 10*), das Ende einer Runde anzeigen. Erscheint diese grüne Kugel nicht, ist noch ein Symbol falsch eingeloggt und der schwarz markierte Spieler muss noch einmal versuchen, die korrekten Symbole den jeweiligen Mitspielern aufzuzeigen. In der nächsten Runde wird ein anderer Spieler eineindeutig mit Schwarz, Rot oder Grün markiert. In der folgenden Runde erhält jeder Spieler wieder eine andere der drei Farben. Mit steigender Anzahl an erfolgreich bestandenen Runden müssen immer mehr Symbole erfolgreich erkannt werden. Die Abbildung *Abbildung 7* zeigt eine detaillierte Grafik zum Ablauf einer Runde.

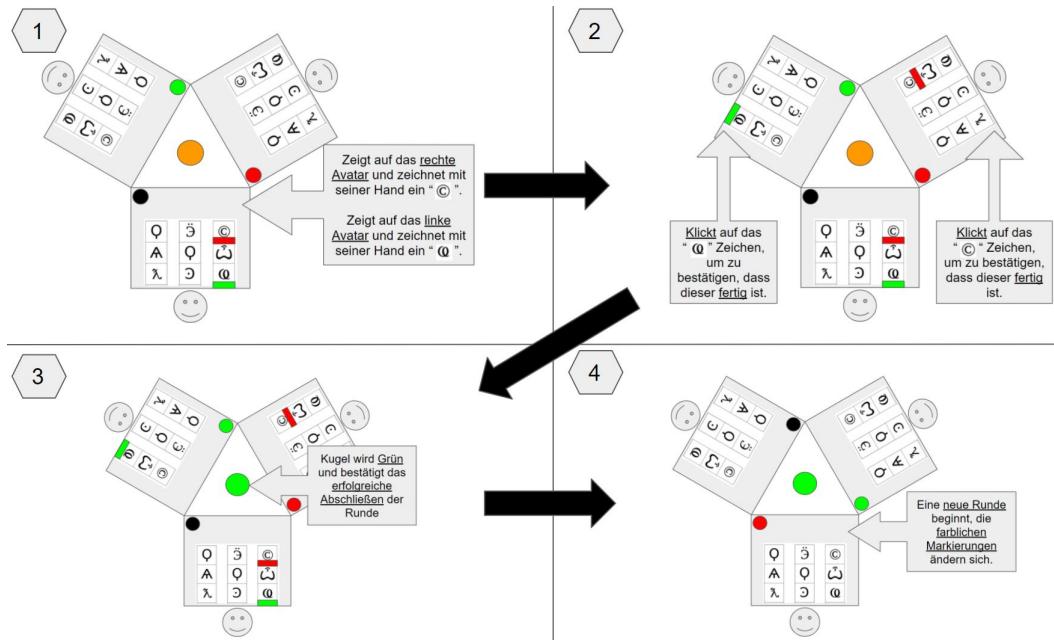


Abbildung 7 Auf dieser Grafik ist der detaillierte Versuchsablauf von links oben nach rechts unten dargestellt

### 3.1.6 Die Avatare

Die Avatare sind in dieser Studie als "IK-Avatar" und "Non-IK-Avatar" (siehe *Abbildung 8*) implementiert. Als Grundlage der Visualisierung der Avatare dient eine Studie von Kristoffer Waldow (Waldow et al. (2019)), in der der Einfluss des Aussehens von Avataren in einem Augmented-Reality SVE untersucht wurde. Für die vorliegende Studie wurde lediglich die Farbe der Avatare von Grün auf Schwarz geändert. Mehr zu Avataren befindet sich im Kapitel 1.2.2. Die Teams hatten entweder die Kondition "IK-Avatar" oder "Non-IK-Avatar", sodass das Aussehen der Avatare innerhalb eines Teams immer identisch war. Zur besseren Interaktion mit den Knöpfen sowie zur Vermeidung eines BIP, wurde der eigene Avatar nicht sichtbar für die teilnehmenden Personen dargestellt. Jede teilnehmende Person sah somit (unabhängig von der zugewiesenen Kondition) nur eine Repräsentation von menschlich wirkenden Händen ohne einen Körper. Die teilnehmende Person konnte somit nur von dem Aussehen ihrer Teammitglieder auf die eigene Avatar-Darstellung schließen. *Abbildung 8* zeigt das Aussehen der Avatare dieser Studie.

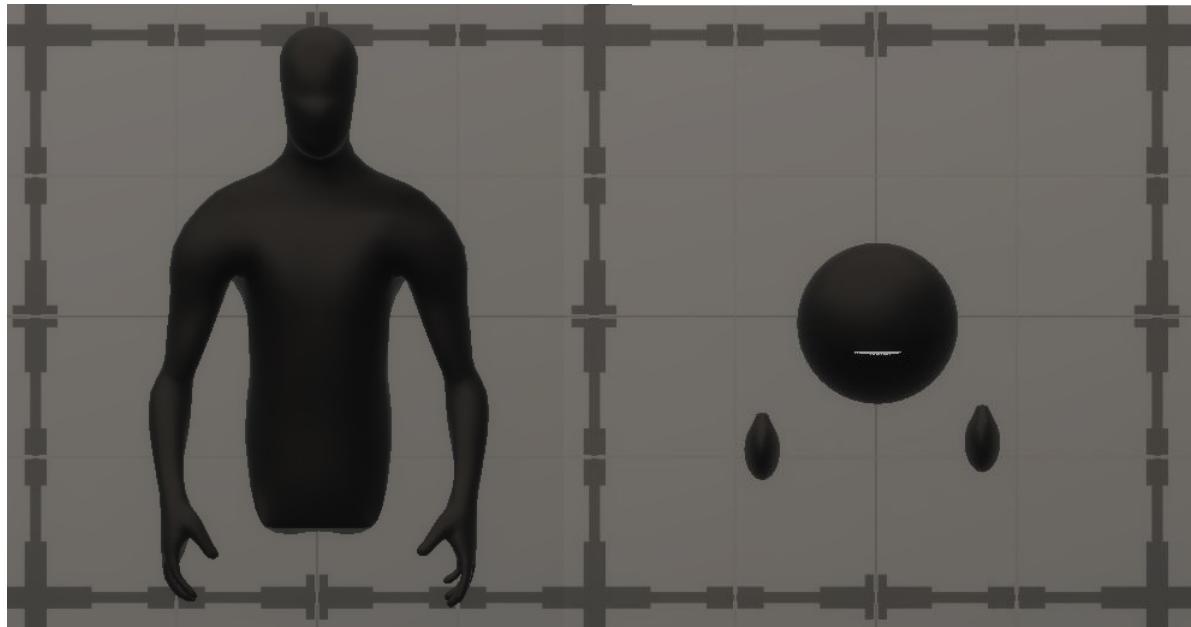


Abbildung 8 Links: IK-Avatar, Rechts: Non-IK-Avatar

**IK-Avatar** Der invers-kinematisch dargestellte Avatar besitzt laut der Studie von Waldow (Waldow et al.; 2019, p.251) ein neutrales Erscheinungsbild. Der Avatar hat keine Augen, Mund, Haare oder Beine. Lediglich der Oberkörper, der Kopf sowie die Arme sind zu erkennen. Dieser Avatar besitzt somit keine Beine und schwebt mit dem Torso über den Boden. Die Handbewegungen, die Unterarmbewegungen, die Oberarmbewegungen sowie die Kopf- und Torsorotation des IK - Menschenähnlich-Avatar werden invers-kinematisch dargestellt. Die Positions- und Rotationsdaten für den Kopf und den Oberkörper werden über das HMD gewonnen. Die Positions- und Rotationsdaten der Arme werden über die beiden Controller gewonnen. Der Kopf des Avatars besitzt einen horizontalen Bewegungsbereich von 90°. Wenn der Kopf diesen Bereich verlässt, rotiert der Oberkörper in Richtung der aktuellen Blickrichtung des Avatars. Der Oberkörper des Avatars folgt der Rotation des Kopfes also nicht simultan. Zusammen mit menschlichen Motion-Capture-Daten einer Leerlaufanimation, wurde so eine plausible menschliche Bewegung erzeugt (Waldow et al.; 2019, p.251).

**Non-IK-Avatar** Der NIK - Nicht Menschenähnlich-Avatar besteht aus einer Kugel mit Mund sowie einer Repräsentation der linken und der rechten Hand. Durch den fehlenden Oberkörper und den fehlenden Beinen, schwebt der Avatar über dem Boden. Der Kopf ist frei beweglich und unabhängig von den Händen. Der Mund des Avatars bewegt sich nicht, sondern dient am Kopf als Orientierungspunkt. Dadurch kann ausgemacht werden, in welche Richtung der Kopf des Avatars gedreht ist. Die Positions- und Rotationsdaten für den Kopf werden über das HMD gewonnen. Die Positions- und Rotationsdaten für die Hände werden über die beiden Controller gewonnen.

Abbildung 23 zeigt beide Avatar Konditionen IK - Menschenähnlich (a) und NIK - Nicht Menschenähnlich (b) während der Versuchsdurchführung im Spectatorview.

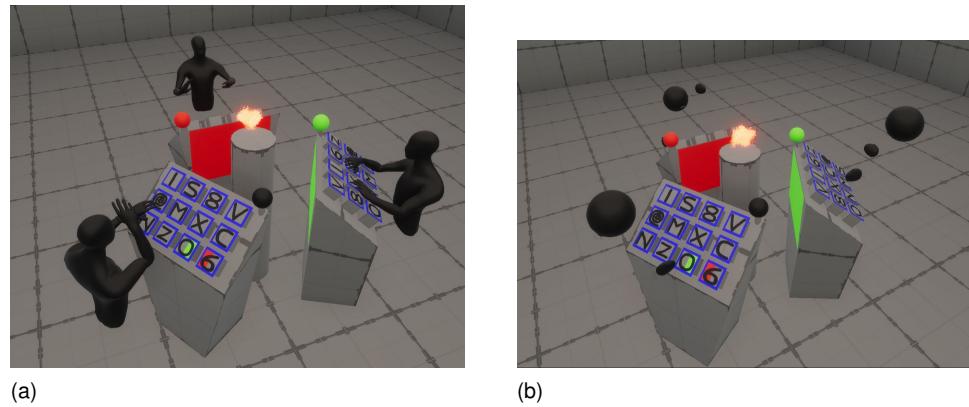


Abbildung 9 Avatar Konditionen während der Versuchsdurchführung im Spectatorview

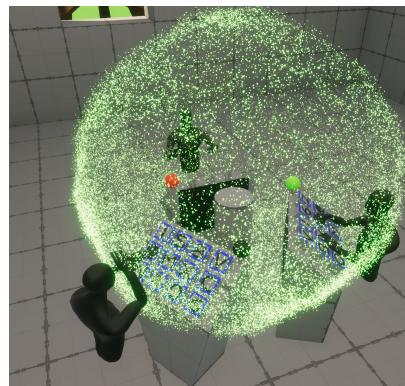


Abbildung 10 Grüne Kugel bei erfolgreich abgeschlossener Runde

**Erwarteter Vertrauensaufbau** Der zu erwartende Vertrauensaufbau des erklärenden Spielers einer Runde, bezieht sich darauf, dass er seinen Mitspielern vertraut, die Symbole zuverlässig und ohne größere Probleme zu erraten. Der zu erwartende Vertrauensaufbau der Mitspieler bezieht sich darauf, dass diese dem erklärenden Spieler zutrauen, die Symbole zuverlässig zu erklären.

Zum Messen des *kognitiven Vertrauens* der einzelnen Individuen, wird in dieser Studie ein Teilauszug des *Cognitive-Trust-Scale* ((McAllister; 1995, p.37)) **Anhang F** genutzt.

**Erwartete Teameffektivität** Je mehr kognitives Vertrauen sich durch die einzelnen Runden aufbaut, desto leichter fällt es den teilnehmenden Personen, eine größere Anzahl an Runden abzuschließen. Und je weniger kognitives Vertrauen sich durch die einzelnen Runden aufbaut, desto schwerer fällt es den teilnehmenden Personen, eine größere Anzahl an Runden abzuschließen.

Zum Messen der *wahrgenommenen Teameffektivität* der einzelnen Individuen, wird in dieser Studie ein Teilauszug des *Team-Effectiveness-Scale* Siehe **Anhang H** (Gibson et al.; 2003, p.469) genutzt. Zum Messen der *realen Teameffektivität* wird in dieser die Anzahl der abgeschlossenen Runden Reale T.Effek Team des durchgeführten Experiments genutzt. Schafft ein Team eine Runde, hat dieses eine reale Teameffektivität von 1, schafft es 10 Runden, hat es eine reale Teameffektivität von 10.

## 3.2 Anforderungen an die Versuchsumgebung

Das System besitzt folgende **technische Anforderungen** die umgesetzt werden müssen :

- **Online-Fähigkeit und Unterstützung mehrerer HMD's:** Da die Teilnehmer auch von zu Hause an dem Versuch teilnehmen können sollen, muss die gesamte Anwendung mehrere HMD's unterstützen sowie auf sehr vielen verschiedenen Computermodellen zum Einsatz kommen können. Die gesamte Anwendung muss online-fähig sein. Alle relevanten Statuszustände (Runde, Bewegungen und Positionen der Avatare, Rundenzeit, Status des jeweiligen Zustands des Podests eines Spielers etc.) müssen synchronisiert sein.
- **Geringe Latenz:** Das gesamte System muss latenzfrei sein, um die Bewegungen und Interaktionen der Avatare für die Nutzer nachvollziehbar zu machen.
- **Steuerung und Verwaltung der Anwendung durch einen Spectator:** Damit der Versuchsleiter so wenig wie möglich in den Versuch eingreift, muss die Anwendung von außen über einen eigenen Client gesteuert werden können.
- **Interaktionsmöglichkeiten:** Es muss eine Übertragung der aktuellen Zustände der Knöpfe auf den Podesten zu allen Teilnehmern in dem SVE stattfinden.
- **Sprachübertragung:** Es muss eine Sprachübertragung von einem Client zu allen Nutzern und von allen Nutzern zum Client stattfinden können.
- **Avatararten:** Es müssen die beiden Avatararten IK - Menschenähnlich sowie NIK - Nicht Menschenähnlich im System vorhanden sein.

### 3.2.1 Technik der Versuchsumgebung

Um den Versuch durchzuführen, wurde ein SVE entwickelt, in dem sich die drei Teammitglieder gegenseitig sehen und miteinander interagieren können. Das SVE ist mit Unity 2019.4.3f1 und der HD-Render-Pipeline entwickelt worden. Um die Echtzeitkommunikation zwischen den einzelnen Clients zu gewährleisten, wurde das Multiplayer-Framework "Normcore v2.0"<sup>6</sup> genutzt. Normcore unterstützt Network-Physics Simulationen, automatische Realtime-Synchronisation, Voice-Chat, XR-Comptabilität sowie persistente multiplayer Räume.

**Normcore Datastore / Sync Mechanismus** Normcore besitzt das Konzept eines globalen Datenspeichers. Alle Zustände, egal ob die Position eines Spielers, einzelne bool, integer oder float Variablen, werden in einem globalen Datenspeicher gespeichert. Werden Objekte in der Anwendung bewegt, synchronisiert Normcore diese Änderung der Position und/oder Rotation automatisch bei allen anderen Mitspielern.

**Auswahl der Hardware** Um an dem Experiment teilnehmen zu können, benötigten die teilnehmenden Personen ein in vollem Umfang funktionierendes HTC-Vive, HTC-Vive2, Windows-Mixed-Reality oder ein Oculus-Rift S HMD mit kompatiblen Controllern sowie einen leistungsstarken VR-fähigen PC. Der Spectator, der das Experiment von außerhalb steuert und verwaltet, nutzt einen PC, auf dem die Anwendung ohne HMD ausführbar ist.

---

<sup>6</sup>[www.Normcore.io](http://www.Normcore.io)

**VR-Client** Jeder Versuchsteilnehmer benötigt eine Client Version der Umgebung, um an dem Versuch teilzunehmen. Die Client Version gibt es in drei verschiedenen Versionen. Diese verschiedene Versionen unterstützen die HTC-Vive HMD's, die Oculus Rift HMD's und die Windows Mixed-Reality HMD's. Beim Start des Clients gelangt der Proband in das SVE und verbindet sich automatisch mit dem Server (Normcore-Raum).

**Spectator** Der Spectator besitzt einen eigenen Client ohne eigene Repräsentation des Körpers und benötigt daher auch kein HMD, um an der Session teilzunehmen. Dem Spectator ist es möglich, sich frei mit der Kamera in der Umgebung zu bewegen. Er hat die Fähigkeit, das Spiel zu starten, die Nummer der zu beginnenden Runde einzustellen, einen Restart durchzuführen, die verbundenen Spieler anzuzeigen und herauszuwerfen, die Avatarkondition der Clients zwischen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich zu wechseln sowie das Spiel zu verlassen. Der Spectator kann beispielsweise Spieler herauszuwerfen, um die Session aufzuräumen und diese für das nächste Team vorzubereiten. Weiterhin besitzt der Spectator noch einige Funktionen, um Informationen über das aktuelle Spielgeschehen zu erhalten. So bekommt er die vergangene Zeit, die aktuelle Rundenzahl, die Effizienz des Teams, die Information über die Korrektheit der gewählten Eingaben der Spieler und die Anzahl der zu erklärenden Symbole angezeigt. Die Anzahl der im Raum anwesenden Spieler werden ebenfalls aufgeführt. So sieht der Spectator "Player 1" bis "Player 3" bei einem vollständigen Team auf seinem Bildschirm.

Der Spectator-Client wird in Abbildung 11 dargestellt.

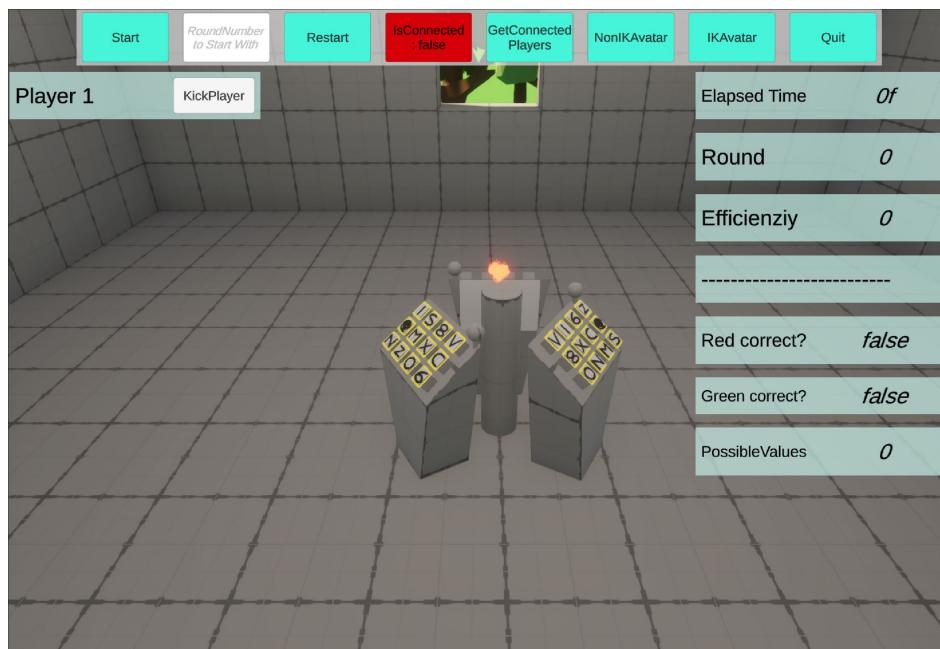


Abbildung 11 Der Spectator-Client mit den verschiedenen Funktionen zum verwalten des laufenden Versuchs

**GameManager** Der GameManager übernimmt alle wichtigen Funktionen zur Steuerung der Anwendung und der Netzwerkkommunikation. Diese sind unter anderem:

- Steuerung und Entscheidungslogik der Runden

- Netzwerkmanagement und RPC Handling
- Start, Reset, Überprüfungsmechanismen sowie Zeitmessungen der einzelnen Runden
- Interaktionen und Verwaltung von globalen Datastore-Variablen

Die Netzwerkkommunikation zwischen den einzelnen Clients und dem Spectator wird vom GameManager verwaltet. Der Spectator sowie der Client besitzen GameManager mit unterschiedlichen Funktionalitäten. Der GameManager des Clients übernimmt das für den Clienten relevante RPC-basierte Netzwerkhandling. Gleichzeitig lauscht dieser auf Änderungen von relevanten Variablen im globalen Datastore. Eine wesentliche Aufgabe ist es, zu überprüfen, ob eine Runde vom GameManager des Spectators als beendet markiert wurde und gegebenenfalls die Initialisierung einer neuen Runde einzuleiten.

Der GameManager des Spectators gibt hauptsächlich Information über den Start, Stop oder den Reset der einzelnen Runden an die GameManager der Clienten weiter. Weiterhin steuert dieser aufgrund seiner besonderen Rolle ebenfalls die Spectator-to-Client Netzwerkinteraktionen, die Audioübertragung, den Kickmechanismus, die Rundenauswahl und das Aussehen der Avatare. In Abbildung 12 wird ein grober Überblick über die Zusammenhänge und Funktionalitäten des GameManagers gegeben.

Die GameManager der Clients steht in Verbindung mit den einzelnen Podesten der Spieler. Der PodestManager eines jeweiligen Clients verwaltet die Podeste, welche wiederum einzelne Knöpfe eines Podests verwalten. Drückt ein Spieler einen Knopf, um ein Symbol ein- oder auszuloggen, sendet der Knopf eine Information über seinen Zustand an den Podestmanager des Clients. Dieser überprüft wiederum, ob die in diesem Moment gedrückten Knöpfe mit den zu drückenden Knöpfen der Runde übereinstimmen. Falls die gedrückten Knöpfe mit den zu drückenden Knöpfen dieser Runde übereinstimmen, wird eine boolean-Variable in einem globalen Datastore umgeschaltet, die den GameManager des Spectators darüber informiert, dass ein Teilnehmer die korrekten Knöpfe dieser Runde gedrückt hat. Haben der "Rote und Grüne" Spieler die korrekten Knöpfe gedrückt und dadurch eine Flag im globalen Datastore über die jeweilige Korrektheit gesetzt, registriert der GameManager des Spectators dies und setzt ein Flag über das Erfolgreiche abschließen der Runde. Die Clients registrieren dies und leiten die Startsequenz der nächsten Runde ein.

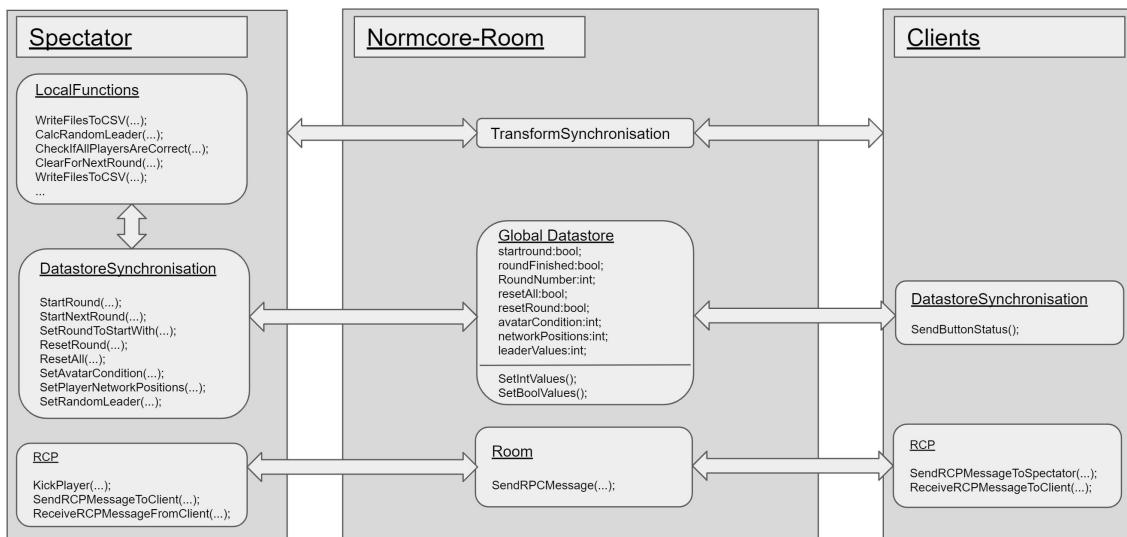


Abbildung 12 Grober Überblick über die Zusammenhänge der Funktionalitäten der GameManager im SVE

**Audioübertragung** Die Audioübertragung wird vom GameManager des Clients sowie dem Spectator verwaltet. Sobald ein Teilnehmer mit dem Normcore-Netzwerk verbunden ist, wird das Mikrofon des HMD's aktiviert. Es werden unterschiedliche MessageID's für Spectator und Client für die Netzwerkpakete festgelegt. Die serialisierten Audiodaten werden mittels RCPMessage an alle verbundenen Teilnehmer gesendet. Der Spectator liest nur die Netzwerknachrichten mit der MessageID der Clients und der Client liest die Netzwerknachrichten mit der MessageID des Spectators.

Abbildung 13 zeigt den Programmcode des Spectator für das Eingehen einer RCP-Nachricht beispielhaft. Wird ein RCP-Paket erkannt, wird dieses entpackt und die MessageID in den ersten 32-Bits der RCP-Message ausgelesen. Je nach MessageID, dient das RCP-Paket einem anderen Zweck. Da der Spectator nur Audiostreams des Clients empfängt, muss dieser RCP-Messages mit einer MessageID von "2000" verarbeiten. Wird die RCP-Message entpackt und es befindet sich die MessageID für Audiostreams vom Client in der Nachricht, wird dieser vom "NetworkAudioReceiver" des Spectators verarbeitet. Falls kein "NetworkAudioReceiver" vorhanden ist, wird ein neuer erstellt. Loggt sich ein neuer Client in das SVE ein und sendet einen Audiostream, wird für diesen Client ein neuer "NetworkAudioReceiver" erstellt.

```

267     public void ClientRCPMessageReceived(Room room, byte[] data, bool reliable)
268     {
269         Debug.Log("RCP Message received from Client");
270         int messageID, clientID, byteCount;
271         byte[] messageBytes;
272         using (MemoryStream stream = new MemoryStream(data))
273         {
274             using (BinaryReader reader = new BinaryReader(stream))
275             {
276                 messageID = reader.ReadInt32();
277                 switch (messageID)
278                 {
279                     case 2000:
280                         //ClientAudioStreamReceived Message Received
281                         clientID = reader.ReadInt32();
282                         byteCount = reader.ReadInt32();
283                         messageBytes = reader.ReadBytes(byteCount);
284                         Debug.Log("Audio Stream from Client Received!");
285                         string NetworkAudioObjectName = "Client AudioSourceFor_" + clientID;
286                         RawQueue.Enqueue(() =>
287                         {
288                             if (NetworkAudioDictionary.ContainsKey(clientID))
289                             {
290                                 NetworkAudioReceiver NAR = NetworkAudioDictionary[clientID];
291                                 if (NAR.aud == null)
292                                     Debug.Log("Returning due to no AudioSource created yet!");
293                                 else
294                                     NAR.setAudioData(messageBytes);
295                             }
296                             else
297                             {
298                                 Debug.Log("No AudioSource found! Creating new one!");
299                                 GameObject NewlyCreatedNetworkAudioReceiver = new GameObject();
300                                 NewlyCreatedNetworkAudioReceiver.name = NetworkAudioObjectName;
301                                 NetworkAudioReceiver nar = NewlyCreatedNetworkAudioReceiver.AddComponent<NetworkAudioReceiver>();
302                                 NetworkAudioDictionary.Add(clientID, nar);
303                             }
304                         });
305                         break;
306                     default:
307                         break;
308                 }
309             }
310         }
311     }

```

Abbildung 13 Programmcode zum empfangen von Client RCP-Messages des Spectator

**Normcore Variable-Sync** Um die Variablen im globalen Datenspeicher zu ändern, muss für jeden Datentyp eine Sync-Klasse geschrieben werden. Diese Sync-Klasse (siehe Abbildung 14) informiert den globalen Datenspeicher darüber, dass eine Variable geändert wurde. Der globale Datenspeicher informiert alle auf diese Variable zugreifenden Systeme darüber, dass eine Variable im globalen Datenspeicher geändert wurde und diese sich update sollen.

```
④ Unity Script | 11 references
7  public class BoolSync : RealtimeComponent
8  {
9      private BoolSyncModel _model;
10     private bool boolValue;
11     private bool toggleBoolValue;
12     public delegate void BoolValueChanged();
13     public event BoolValueChanged boolValueChanged;
14     private BoolSyncModel model{
15         set{
16             if(_model != null){
17                 _model.boolValueDidChange -= BoolValueDidChange;
18             }
19             // Store the model
20             _model = value;
21             if(_model != null){
22                 UpdateBoolValue();
23                 _model.boolValueDidChange += BoolValueDidChange;
24             }
25         }
26     }
27     private void BoolValueDidChange(BoolSyncModel model, bool value){
28         UpdateBoolValue();
29     }
30     private void UpdateBoolValue(){
31         boolValue = _model.boolValue;
32         boolValueChanged?.Invoke();
33     }
34     public bool GetBoolValue { get { return boolValue; } }
35     public void SetBoolValue(bool value){
36         _model.boolValue = value;
37     }
38     public void ToggleBoolValue(){
39         if (GetBoolValue == false)
40             SetBoolValue(true);
41         else
42             SetBoolValue(false);
43     }
44 }
```

Abbildung 14 Programmcode zum Update einer globalen Variable

### 3.2.2 Optik der Versuchsumgebung

**Aussehen der Umgebung** Die teilnehmenden Personen befinden sich in einem rechteckigen Raum mit vier Fenstern, vor denen einige Low-Poly Bäume platziert sind. Durch die Fenster und den davor stehenden Bäumen wird eine gewisse Offenheit erzeugt, damit die teilnehmenden Personen sich nicht in dem Raum eingesperrt fühlen. Weiterhin wurde der Raum in einer schlichten gräulichen Farbe gehalten, um nicht von dem Spiel und den darin verwendeten Farben abzulenken. Die Spieler sollen sich dadurch bestmöglich auf den Versuch konzentrieren können. Die gesamte Umgebung ist zudem möglichst performant entwickelt worden, damit sie mit vielen Systemen eingesetzt werden kann. Die Abbildung 15 zeigt die Versuchsumgebung von Außen.



Abbildung 15 Die Versuchsumgebung von Außen

**Avatar Konditionen** Betritt ein Versuchsteilnehmer das SVE, bekommt dieser als Selbstrepräsentation nur seine eigenen, menschenähnlichen Hände zu sehen. Diese Ansicht ist unabhängig von den Konditionen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich. Die Teilnehmer sehen folglich nur die jeweilige Avatar-Kondition der Mitspieler.

**Fade-to-Black und Positionsmanagement** Da sich alle Spieler in dem SVE frei bewegen können, müssen sie beim Spielstart vor ein Podest platziert werden. Startet der Spectator das Spiel, überprüft ein im globalen Datenspeicher liegendes Byte (die Bits des Bytes werden als Boolean genutzt), welche Podeste noch nicht belegt sind. Alle Mitspieler werden dementsprechend auf die freien Positionen vor die Podeste teleportiert. Damit es dem rot oder grün markierten Spieler nicht möglich ist, auf das Podest des erklärenden Spielers zu schauen, wurde ein Fade-to-Black Me-

chanismus implementiert. Entfernt sich ein Spieler von seinem Podest, wird sein Bild ab einem bestimmten Radius zunehmend schwärzer. Der Mechanismus funktioniert auch umgekehrt, sodass die Schwärze aus dem Bild verschwindet, sobald der Spieler sich wieder zu seinem Podest bewegt. Dasselbe Prinzip hält den erklärenden Spieler davon ab, die entsprechenden Symbole auf den Podesten seiner Mitspieler drücken zu können. Die Kommunikation der Spieler ist somit notwendig für die Vollendung einer Runde.

**Animationen, Shadergraph und VFX-Graph** Die teilnehmenden Personen können in dem SVE lediglich die virtuelle Hände ihrer eigenen Körperrepräsentation sehen. Da die Hauptinteraktion das Drücken der Knöpfe des zugeteilten Podestes darstellt, soll dies für die teilnehmenden Personen so einfach wie möglich gestaltet sein. Die teilnehmende Person soll sofort verstehen, wie diese mit seinem Avatar einen Knopf drücken kann. Die virtuellen Hände besitzen das Aussehen echter Hände mit einem hellgrauem Karo-Muster. Drückt eine teilnehmende Person den Triggerbutton seines Controllers, schließen sich alle Finger zu einer Faust. Drückt ein Spieler einen der Symbol-Knöpfen, bekommt dieser durch eine gelbe Umrandung des Knopfes die Bestätigung, dass er den Knopf eingeloggt hat. Wird der Knopf erneut gedrückt, verschwindet die gelbe Umrandung. Diese Umrandungen leuchten im Ping-Pong-Effekt auf und wurden mit dem Unity Shader-Graph erstellt. Die Teilnehmer sehen während einer Runde einen leuchtenden Ball zwischen den Podesten schweben, der aus einem Unitys VFX-Graph Partikelsystem besteht. Wird eine Runde beendet, wechselt die Farbe dieses Partikelsystems von Rot auf Grün und die Partikel werden auseinander geschleudert.

### 3.2.3 Allgemeines der Versuchsumgebung

**Rundenschwierigkeit** Ein ScriptableObject beinhaltet die Regeln sowie den Ablauf der einzelnen Runden. Es ermöglicht einen Vergleich der Teams, da jedes Team jeweils in derselben Reihenfolge dieselben Zeichen angezeigt bekommt. Das ScriptableObject beinhaltet somit die allgemeinen Rundeneinstellungen des Spiels. Jede Runde bestimmt es die Anzahl der zu erratenden Symbole, die Zuteilung der Symbole auf die Knöpfe der Podeste und die Farbzuteilung der Spieler. Die Regeln wurden so definiert, dass der erklärende Spieler spätestens jede dritte Runde wieder mit dem Erklären an der Reihe ist. Zudem wird jede dritte Runde die Anzahl der zu erratenden Symbole um 1 erhöht. Somit mussten beispielsweise in den Runden 1-3 ein Symbol und in den Runden 4-6 zwei Symbole erraten und erklärt werden. Wer in einer Runde der schwarze, grüne oder rote Spieler ist, und welche Symbole gedrückt werden müssen, wurde einmalig in den RoundRules pseudozufällig festgelegt.

**Abbildung 16** zeigt die steigenden Schwierigkeitswerte, anhand in diesem Experiment die Teameffektivität gemessen wurde.

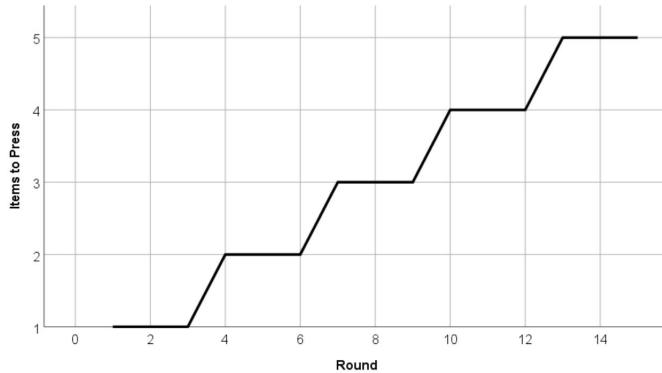


Abbildung 16 Die steigende Schwierigkeit der zu drückenden Knöpfe der einzelnen Runden

**CSV-Logwriting** Der GameManager des Spectators sammelt alle relevanten Daten über die Clients, während die einzelnen Runden von den Teilnehmern durchgespielt werden. Es wird ein CSV-Log pro Durchgang inkrementell fortgeschrieben. Dieses Log umfasst unter anderem das Startdatum, die Startzeit, die Spielzeit, die Rundenzeit, die Rundennummer sowie die verwendete Avatar-kondition.

**Gametimer Funktionsweise** Die jeweiligen Teams haben 600 Sekunden Zeit, um so viele Symbole wie möglich, richtig zu erkennen. Vor jeder Runde zählt ein Timer von 10 herunter, damit die Spieler kurz Zeit haben, sich auf die neue Runde einzustellen. Der Spiele-Timer ist für jeden Spieler zwischen den drei Podesten gut sichtbar platziert und wird jedem Spieler frontal angezeigt. Die 10 Sekunden zwischen den einzelnen Runden werden nicht zur Gesamtzeit hinzugezählt. Schaffen die Versuchsteilnehmer 10 Runden in 600 Sekunden zu absolvieren, dauert der Versuch somit insgesamt

$$600 + 10 * 10 = 700.$$

**PlayerHeight/Position Change** Die unterschiedlichen Körpergrößen und unterschiedlichen Zimmergrößen der Versuchsteilnehmer müssen bei diesem Experiment berücksichtigt werden. Falls eine Person zu klein oder zu groß für das Podest ist, kann dieser seine Spielerkamera und somit seinen Avatar mit den Tasten Q und E bis zu einem bestimmten Schwellenwert höher oder niedriger stellen. Durch diesen Mechanismus ist es auch sitzenden Personen möglich, an dem Versuch teilzunehmen. Falls das Zimmer zu klein oder aus anderen Gründen nicht genügend Platz vorhanden ist, um die Knöpfe auf dem Podest zu betätigen, können sich die Spieler mit den Tasten W, A, S und D vorwärts, links, rechts und rückwärts in Blickrichtung bewegen.

**Sounds** Tritt ein Teilnehmer dem Raum bei, wird der selbst aufgenommene Sound "Player Connected" abgespielt. Findet ein Disconnect statt, wird der Sound "Player Disconnected" abgespielt. Beim erfolgreichen Drücken eines Buttons ist ein Klick-Sound zu hören, um dem Spieler ein Feedback zu geben.

### 3.3 Methodik

#### 3.3.1 Allgemeines

**Induktive Quantitative Forschungsmethodik** Anhand der subjektiven Betrachtungsweise einzelner Personen des Themas Vertrauen, wurde ein quantitatives Forschungsdesign gewählt anhand die Ergebnisse induktiv interpretiert und ausgewertet werden.

**Between-Subject Forschungsdesign** Wie groß das gebildete Vertrauen und die dadurch resultierende reale Teameffektivität ist, soll durch die beiden Avatarkonditionen IK - Menschenähnlich sowie NIK - Nicht Menschenähnlich analysiert werden. Da der kognitive Vertrauensaufbau und die Teameffektivität anhand eines inkrementell Schwieriger werdenden Spiels gemessen wird, können die Versuchsteilnehmer nicht mit beiden Avatarkonditionen an dem Versuch teilnehmen. Die teilnehmenden Personen würden bei dem zweiten Durchlauf schon wissen, wie das Spiel funktioniert und die Messwerte der kognitive Vertrauensaufbau sowie die reale Teameffektivität beeinflussen. Daher wurde sich für ein Between-Subject Forschungsdesign entschieden, bei dem jeder Versuchsteilnehmer nur einmal entweder mit der Kondition IK - Menschenähnlich oder NIK - Nicht Menschenähnlich am Versuch teilnimmt.

**Unabhängige Variablen** Für die **Hypothese 1** wurde als unabhängige Variable das *generelle Vertrauen* und als abhängige Variable das *kognitive Vertrauen* gewählt. Für die **Hypothese 4** wurde als unabhängige Variable die *Avatarkondition* und als abhängige Variable die *reale Teameffektivität* gewählt.

Die abhängigen Variablen werden wie folgt bezeichnet :

- **Hang zum Vertrauen** Der Hang zum Vertrauen bezieht sich in dieser Studie darauf, wie sehr die teilnehmenden Personen anderen Personen einen Vertrauenvorschuss gewähren. Der Hang zum Vertrauen wird auch als *generelles Vertrauen* Gen. Trust bezeichnet(McAllister; 1995, p.30) (vgl. Kapitel Vertrauen).
- **Kognitives Vertrauen** Das kognitive Vertrauen Cog. Trust bezieht sich auf die *Überzeugung in die Fähigkeiten oder in die Zuverlässigkeit eines anderen*. (McAllister; 1995, p.30) (vgl. Kapitel Vertrauen).
- **Reale Team-Effektivität** Die Teameffektivität Reale T.Effek Team wird anhand der Anzahl der abgeschlossenen Runden im Team gemessen (vgl. Kapitel Avatare).

Ein Unterschied der subjektiven Empfindungsdaten zwischen den folgenden abhängigen Variablen und der unabhängigen Variable der Avatarkondition analysiert : Wahrgenommene Teameffektivität (Teameffektivität (Wahrg. Team. Eff.)), Presence (Wahrgenommene Presence (Presence)), Subjektiv wahrgenommene Arbeitsbelastung (Wahrgenommenes Anstrengsmaß (NTLX)), Team-Kommunikation (Team-Kommunikation (Team. Komm.)) sowie Co-Presence( Co-Präsenz (Co.Pr.))

#### 3.3.2 Datenerhebungsmethoden

Es wurden zwei Fragebögen an die teilnehmenden Personen verteilt. Der erste Fragebogen wurde an die teilnehmenden Personen vor der eigentlichen Studie ausgefüllt. In diesem wurde die

Datenschutzerklärung ausgefüllt sowie Fragen über die "Person", über eventuelle "Gesundheitliche Beschwerden" sowie schon vorhandene "VR-Erfahrung", gestellt. Der Zweite Fragebogen wurde nach der Erfahrung im SVE ausgefüllt. In diesem wurden Fragen über das "generelles Vertrauen", das "kognitive Vertrauen" die "Kommunikations-Qualität", die wahrgenommene "Team-Effektivität", die "Beanspruchung", die "Presence", sowie der "Co-Presence" gestellt. Es wurden nur vollständig Ausgefüllte Fragebögen zur Datenanalyse herangezogen.

Die Fragen der Likert-Scales wurden als intervallskaliert angenommen, da nur so das subjektive empfinden der einzelnen Testpersonen hinreichend analysiert werden kann.

**Demografie-Fragebogen** Bevor der Versuch stattfinden konnte, mussten die teilnehmenden Personen einen Demographie-Fragebogen ausfüllen. Dieser diente allgemeine demografische Merkmale wie z.B. Das Alter, Geschlecht und den Bildungsstand abzufragen. Weiterhin wurde der demografische Fragebogen dazu genutzt, um die bisher vorhandene VR-Erfahrung, die PC- und Internetaffinität sowie die Videospielerfahrung der einzelnen Probanden besser einschätzen zu können. Ein Auszug des Demografie-Fragebogen befindet sich in **Anhang C**

**General-Trust-Scale** Der General-Trust-Scale entwickelt von Couch, Adams und Jones (Couch et al.; 1996) wurde eingesetzt um den *generellen Vertrauenswert* der einzelnen teilnehmenden Personen zu messen. Dieser Fragebogen besteht aus 20 Fragen. Diese sind Beispielsweise "Ich neige dazu, andere zu akzeptieren " oder "Meine Beziehungen zu anderen werden durch Vertrauen und Akzeptanz charakterisiert " und wurden auf einer 7-Point-Likert-Scale von "1: Ich stimme gar nicht zu" bis zu "7 : Ich stimme voll zu" gemessen. Der General-Trust-Scale ist nur ein Teilauszug des "Trust-Inventory von Couch", welches noch einen "Partner-Trust-Scale " beinhaltet. Dieser wurde für diese Forschung jedoch nicht benötigt. Ein Auszug des General-Trust-Scale befindet sich in **Anhang E**

**Cognitive-Trust-Scale** Der Cognitive-Trust-Scale ist ein Teilauszug des von McAllister und Daniel J (McAllister; 1995, p.37) entwickeltem Fragebogen. Der Cognitive-Trust-Scale dient dazu, herauszufinden, wie viel kognitives Vertrauen die teilnehmenden Personen während des Versuchs aufbauen. Die Messgröße lässt sich als "*kognitiver Vertrauenswert*" bezeichnen. Dieser Teilauszug des Fragebogens umfasst 5 Fragen. Diese sind Beispielsweise "Diese Person geht an ihre Arbeit mit Professionalität und Hingabe heran" oder "Andere Personen, die mit diesen Personen interagieren müssen, halten ihn/sie für vertrauenswürdig und wurden mittels eines 5-Point-Likert-Scale gemessen. Die Antwortmöglichkeiten des Likert-Scale erstrecken sich von "1: Ich stimme gar nicht zu " bis zu "5 : Ich stimme voll zu. Ein Auszug des Cognitive-Trust-Scale befindet sich in **Anhang F**

**Communication-Scale** Gonzales-Rom, Vincente und Hernandez (González-Romá and Hernández; 2014, p.1049) entwickelten 2004 einen Fragebogen um die *Qualität von Teamkommunikation* zu messen. Dieser Fragebogen umfasst 5 Fragen und wurden durch einen 5-Point-Likert-Scale von "1:Gar nicht" bis "5:Sehr". Die Fragen sind alle nach dem selben Prinzip aufgebaut und es wurde jeweils nur das Ende einer Frage abgeändert : "In welchem Umfang war die Kommunikation zwischen Ihnen und Ihrem Team KLAR/EFFEKTIV/ABGESCHLOSSEN/FLÜSSIG/ZUM RICHTIGEN ZEITPUNKT/?" Ein Auszug des Communication-Scale befindet sich in **Anhang G**

**Team-Effectivness-Scale** Gibson (Gibson et al.; 2003, p.469) entwickelte 2003 einen Fragebogen um die *wahrgenommene Teameffektivität* zu messen. In dieser Studie wurde ein Teilauszug dieses Fragebogens verwendet um das *subjektive Außmaß der wahrgenommenen Teameffektivität* zu messen. Dieser Teilauszug umfasst 5 Fragen die mithilfe einer 7-Point-Likert-Scale gemessen werden "1:Ich stimme gar nicht zu " bis "7: Ich stimme voll zu ". Die Fragen Zielen dabei auf die Qualität der der Teameffektivität ab, wie z.B. "Mein Team hat eine geringe Fehlerquote " oder "Mein Team hat eine hohe Qualität ". Ein Auszug des Team-Effectivness-Scale befindet sich in **Anhang H**

**NASA-TLX** Der NASA-TLX ist ein multidimensionaler Fragebogen. Dieser Fragebogen findet einen direkten Einsatz nachdem Probanden eines Experimentes eine Aufgabe erledigt haben. Der NASA-TLX dient dazu, herauszufinden, wie allgemeine Belastung auf den Probanden herauszufinden. Es insgesamt 6 Fragen auf einer 21-Punkte Skala abgefragt. Diese beinhalten die Mentale Anforderung, die Physische Anforderung, die Zeitliche Anforderung, die Leistung, die Anstrengung, und die Frustration des Probanden Hart (1980). Der originale NASA-TLX besitzt eine kontinuierliche Skala. Dies war jedoch nicht über einen Online-Fragebogen realisierbar, weshalb die Werteskala abgeändert wurde. Diese Werteskala umfasst im abgeänderten Fragebogen "1: Wenig " über "11: Mittel " bis "21: Viel ", wobei die Skalenbeschriftung je nach abgefragtem Item anders beschriftet ist. Ein Auszug des abgeänderten NASA-TLX befindet sich in **Anhang I**

**Igroup Presence Questionnaire(IPQ)** Der IPQ dient zu *Messung des Presence-Gefühls* in einer virtuellen Umgebung. Dabei misst der IPQ, inwieweit sich der Nutzer in der virtuellen Umgebung anwesend fühlt, inwieweit der Nutzer seine Aufmerksamkeit der virtuellen Umgebung schenkt und wie Real die virtuelle Umgebung dem Nutzer erschien. Der IPQ umfasst 14 Fragen welche mithilfe einer 7-Point-Likert-Scale gemessen werden.

Ein Auszug des Igroup Presence Questionnaire(IPQ) befindet sich in **Anhang J**

**Co-Presence-Questionnaire** Der Co-Presence-Fragebogen dient dazu die *Selbst gemeldete Co-Presence, die wahrgenommene Presence des "anderen ", die Telepresence sowie die Social-Presence* zu messen. Die Selbst gemeldete Co-Presence sowie die wahrgenommene Presence des "anderen " wurde mittels einer 5-Point-Likert-Skala gemessen. Die Telepresence wurde mittels einer 7-Point-Likert-Scale gemessen. Die Social-Presence wird im originalen Fragebogen von Nowak und Biocca mittels einer kontinuierlichen Skala gemessen. Da dies jedoch mit dem Online-Fragebogen nicht realisierbar war, wurde stattdessen eine Likert-Skala von 1 bis 10 verwendet (Nowak and Biocca; 2004, p.487). Ein Auszug des Co-Presence-Questionnaire befindet sich in **Anhang K**

Tabelle 1 Verwendete Metriken des Fragbogens

<u>Was wurde gemessen?</u>	<u>Definition</u>	<u>Metrik</u>	<u>Authoren</u>
Generelles Vertrauen	Genereller Vertrauensvorschuss eines Individuums	Teilauszug des Trust-Inventorys - <i>Generalized-Trust-Scale</i> <i>Siehe Tabelle E</i>	Couch, Adams, Jones (1996) (Couch et al.; 1996)
		7-Point-Likert-Scale	
Kognitives-Vertrauen	Überzeugung in die Fähigkeiten und in die Zuverlässigkeit des Teams	<i>Cognitive-Trust-Scale</i> <i>Siehe Tabelle F</i>	McAllister, Daniel J. (1995) (McAllister; 1995)
		5-Point-Likert-Scale	
Team-Kommunikation	Wahrgenommene Kommunikationsqualität des Teams	<i>Communication-Quality-Scale</i> <i>Siehe Tabelle G</i>	Gonzalez-Roma, Hernández (2014) (González-Romá and Hernández; 2014, p.1049)
		5-Point-Likert-Scale	
Wahrgenommene Team-Effektivität	Wahrgenommenes ausmaß der Qualität der Aufgabenerledigung des Teams	Teilauszug des <i>Team-Effectiveness-Scale</i> <i>Siehe Tabelle H</i>	Gibson et. al (2003) (Gibson et al.; 2003, p.469)
		7-Point-Likert-Scale	
Abgeschlossene Runden des Teams	Messung der Abgeschlossenen Runden des Teams während des Versuchs	Erhoben durch die Anwendung	
Subjektiv-Wahrgenommene Arbeitsbelastung	Der NASA-TLX misst die subjektiv wahrgenommene Arbeitsbelastung sowie Effektivität	<i>NASA-TLX</i> <i>Siehe Tabelle I</i>	Hart (1980)
Räumliche Presence Umschlossenheitsgefühl Erfahrener Realismus	Der IPQ dient zu Messung des Presence Gefüls in einer virtuellen Umgebung	<i>Igroup Presence Questionnaire(IPQ)</i> <i>Siehe Tabelle J</i>	www.igroup.org (n.d.)
Selbst wahrgenommene Co-Presence	Fragebogen von Nowak und Biocca zum messen von Co-Presence	<i>Presence-Questionnaire</i> <i>Siehe Tabelle K</i>	Nowak und Biocca (2004) (Nowak and Biocca; 2004, p.487)
Wahrgenommene Presence des "anderen"			
Telepresence			
Social-Presence			

## 4 Statistische Auswertung

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der statistischen Analyse. Jede Hypothese besitzt ein eigenes Unterkapitel in dem eine auf die Hypothese zugeschnittene Auswertung stattfindet. Alle Ergebnisse wurden mit *IBM SPSS Statistics* und *Microsoft Excel* statistisch ausgewertet. Es wurde für alle hier aufgeführten Tests eine Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha = 0.05$  festgelegt.

Die *Tabelle 4* und die *Tabelle 5* zeigen die verwendeten Methoden und Ergebnisse zur Auswertung der einzelnen Hypothesen im Überblick.

Die *Tabelle 6* zeigt eine diskursive Statistik der Hauptvariablen des Experiments.

### 4.1 Teilnehmer und Demografie

Insgesamt haben 30 Teilnehmer an dem Versuch teilgenommen. Der Mittelwert des Alters der Teilnehmer betrug ( $\bar{x} = 30,13$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = 7,44$ ) Jahren.

**Abbildung 17** zeigt die Alterstruktur der Personen, die an dem Experiment teilgenommen haben.

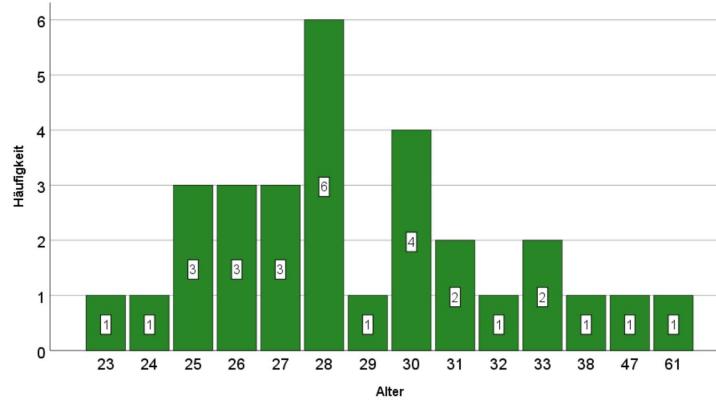


Abbildung 17 Diese Abbildung zeigt die Altersstruktur der Personen, die an dem Experiment teilgenommen haben.

Von diesen 30 Teilnehmern waren 19(63,3%) Männlich und 11(36,7%) Weiblich.

**Abbildung 18** zeigt die Verteilung des Biologischen Geschlechts der Personen, die an dem Experiment teilgenommen haben.

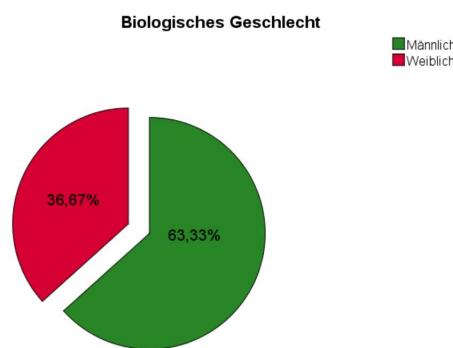


Abbildung 18 Diese Abbildung zeigt die Verteilung des Biologischen Geschlechts der Personen, die an dem Experiment teilgenommen haben

Von den 30 Teilnehmern, besaß/en 1(3,3%) das Fachabitur/Fachgebundene Hochschulrei-

fe, 4(13,3%) das Abitur/Allgemeine Hochschulreife, 24(80%) ein Abgeschlossenes Studium und 1(3,3%) eine abgeschlossene Ausbildung.

**Abbildung 19** zeigt die Verteilung des Biologischen Geschlechts der Personen, die an dem Experiment teilgenommen haben.

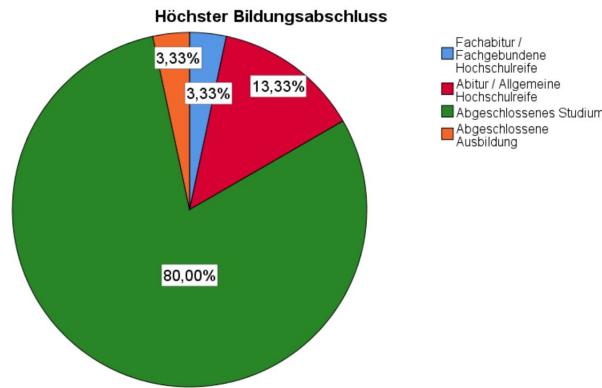


Abbildung 19 Diese Abbildung zeigt den Bildungsstand der Teilnehmer, die an dem Experiment teilgenommen haben

Bei 10(33,3%) war noch keine VR-Erfahrung vorhanden, während bei 20(66,6%) schon VR-Erfahrung vorhanden war. Von den 20 Personen, die schon VR-Erfahrung hatte, haben 7(23,3%) schon Erfahrungen mit VR-Experimenten oder Studien.

**Abbildung 20** zeigt die VR Erfahrung sowie die VR-Studien Erfahrung der Teilnehmer.

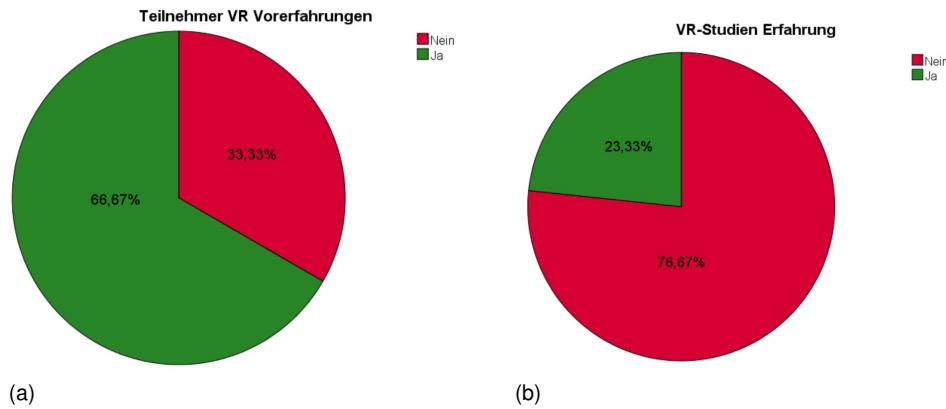


Abbildung 20 Diese Abbildung zeigt die VR Erfahrung (a) und die VR-Studien Erfahrung (b) der Teilnehmer.

Mittels einer Likert-Skala von 1-7 (1 = wenig, 7= sehr viel) wurde nach dem Außmaß der Internetnutzung im täglichem Leben gefragt. Dabei lagen 25(75%) Personen oberhalb des 25% Perzentil, wobei der Mittelwert ( $\bar{x} = 6,27$ ) und die Standartabweichung ( $\sigma = 1,172$ ) betrug. Mittels einer weiteren Likert-Skala von 1-7 (1 = wenig, 7= sehr viel) wurde danach gefragt, wie Häufig die Teilnehmer Videospiele spielen. Der Mittelwert der Likert-Skala beträgt 3,5, wobei im 50% Perzentil das Videospiel Außmaß mit "3" beziffert wurde. Der Mittelwert betrug ( $\bar{x} = 3,1$ ) und liegt damit ebenfalls unter dem Durchschnitt. Die Standartabweichung betrug ( $\sigma = 1,826$ ). **Abbildung 21** zeigt das Ausmaß der Internetnutzung und das Ausmaß des Videospielkonsums der Teilnehmer.

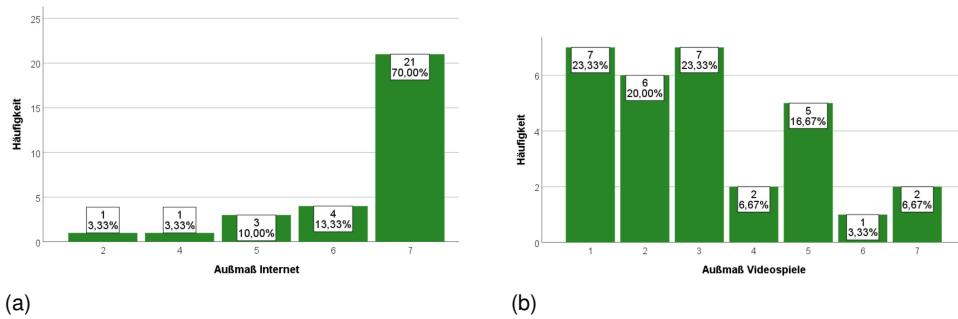


Abbildung 21 Diese Abbildung zeigt das Ausmaß der Internetnutzung (a) und das Ausmaß des Videospielkonsums (b) der Teilnehmer.

## 4.2 Auswertung Hypothese 1

$H1_0$  : Die Mittelwerte der erzielten kognitive Vertrauenswerte (Cog. Trust) unterscheiden sich bei den Konditionen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich nicht voneinander.

**Allgemeines** Es wird auf *Konditionsebene* analysiert, ob die teilnehmenden Personen aufgrund der unterschiedlichen Avatarkonditionen einen unterschiedlichen kognitiven Vertrauenswert bilden. Dazu wird der Mann-Whitney-U-Test durchgeführt.

Der Cog. Trust ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .023 < \alpha = 0.05$ ) *nicht normalverteilt*. Der Cognitive-Trust-Score (Kognitives Vertrauen - IK (Cog. Trust - IK)) beträgt im Mittel ( $\tilde{x} = 4,1238$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .67194$ ).

Der Cognitive-Trust-Score (Kognitives Vertrauen - NIK (Cog. Trust - NIK)) beträgt im Mittel ( $\tilde{x} = 4,5905$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .49152$ ).

**Mann-Whitney-U Test** Die Verteilungsform der beiden Konditionen unterscheiden sich laut Kolmogorov-Smirnov ( $p = .181 > \alpha = 0.05$ ) **nicht signifikant** voneinander. Es gab **einen signifikanten Unterschied** der Mittelwerte des Cog. Trust zwischen (IK - Menschenähnlich :  $\tilde{x} = 4,1238$ ) und (NIK - Nicht Menschenähnlich :  $\tilde{x} = 4,5905$ ), ( $U = 62,500, Z = -2.083, p = .037 < \alpha = 0.05, r = -.3803$ ).

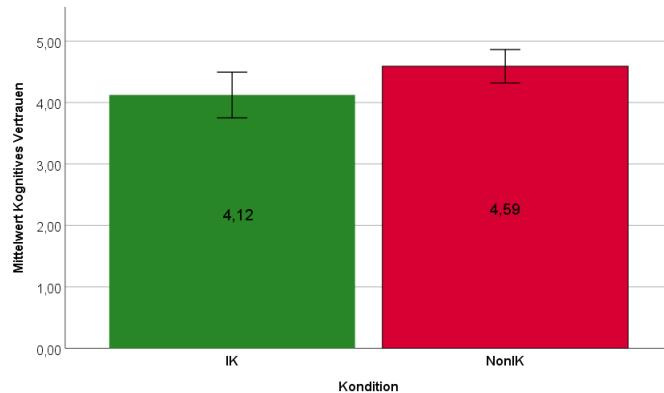


Abbildung 22 Mittelwerte und Standardabweichung der kognitiven Vertrauenswerte. Links die Kondition IK - Menschenähnlich und Rechts die Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich

### 4.3 Auswertung Hypothese 2

$H2_0$  : Es besteht ein kein Zusammenhang zwischen dem erzielten generellen Vertrauenswert Gen. Trust einer Person und dem erzielten kognitiven Vertrauenswert Cog. Trust einer Person.

**Allgemeines** Der kognitive Vertrauenswert muss für die *Hypothese 1* auf *Konditionsebene* analysiert werden, da der Cog. Trust aufgrund der unterschiedlichen Avatarkonditionen gebildet wurde. Somit ist es nicht möglich, den Zusammenhang des Gen. Trust und Cog. Trust unabhängig der Konditionsebene zu betrachten. Der Shapiro-Wilk-Test zeigt, dass Generelles Vertrauen - IK (Gen. Trust - IK) mit  $p = .078 > \alpha = 0.05$  *normalverteilt* und Generelles Vertrauen - NIK (Gen. Trust - NIK) mit  $p = .020 < \alpha = 0.05$  *nicht normalverteilt* ist.

Aus einem weiteren Shapiro-Wilk-Test geht hervor, dass Cog. Trust - IK mit  $p = .356 > \alpha = 0.05$  *normalverteilt* und Cog. Trust - NIK mit  $p = .054 > \alpha = 0.05$  *normalverteilt* ist. Das Lowess-Verfahren deutet Augenscheinlich auf keinen linearen Zusammenhang zwischen Gen. Trust - IK und Cog. Trust - IK sowie Gen. Trust - NIK und Cog. Trust - NIK hin. Daher wird die *Linearitätsannahme nicht angenommen*.

**Spearman-Korrelationsanalyse** Es ist eine positive Korrelation starken Effektes (vgl. Cohen (2013)) mit dem Spearman-Korrelationskoeffizient ( $r = .441$ ) zwischen **Gen. Trust - IK und Cog. Trust - IK** vorhanden. Die Spearman-Korrelation ist **nicht signifikant** ( $p = .100 > \alpha = 0.05$ ).

Es ist eine positive Korrelation moderaten Effektes (vgl. Cohen (2013)) mit dem Spearman-Korrelationskoeffizient ( $r = .378$ ) zwischen **Gen. Trust - NIK und Cog. Trust - NIK** vorhanden. Die Spearman-Korrelation ist **nicht signifikant** ( $p = .165 > \alpha = 0.05$ ).

**Fisher-Z-Transformation für unabhängige Stichproben** Es wird eine Fisher-Z-Transformation für unabhängige Stichproben durchgeführt. Die beiden Korrelationen unterscheiden sich laut Fisher-Z-Wert für unabhängige Stichproben ( $Z = .186$ ) **nicht signifikant** voneinander ( $p = .426 > \alpha = 0.05$ ).

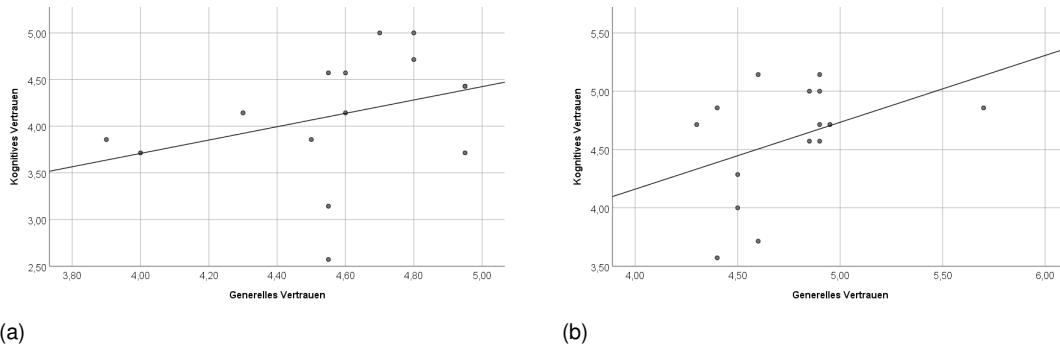


Abbildung 23 Korrelationen der generellen Vertrauenswerte mit den kognitiven Vertrauenswerten. Links (a) für die Kondition IK - Menschenähnlich und Rechts (b) für die Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich

#### 4.4 Auswertung Hypothese 3

**H3<sub>0</sub>** : Der Zusammenhang des Cog. Vert. Team und der realen Teameffektivität von Teams Reale T.Effek Team mit der Kondition IK - Menschenähnlich unterscheiden sich nicht signifikant von den Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.

**Vertrauenstabelle pro Team** Während jedem Versuchsdurchlauf sieht jedes der 3 Teammitglieder die gleiche Avatarkondition. Da die 3 Teammitglieder des Teams die gleiche Anzahl an Runden abgeschlossen haben, besitzen diese die gleiche Teameffektivität. Die Anzahl der abgeschlossenen Runden pro Team und pro Kondition wurde zu jeweils einer Variable für jedes Team zusammengefasst : Erfolgreiche abgeschlossene Runden auf Team-Level - IK (Reale T.Effek Team) sowie Erfolgreiche abgeschlossene Runden auf Team-Level - NIK (Reale T.Effek Team). Für jedes Team wird eine gemeinsamer kognitiver Vertrauenswert berechnet. Dieser sagt aus, wie viel kognitives Vertrauen das gesamte Team untereinander besitzt. Dieser kognitive Vertrauenswert ergibt sich aus der Summe der kognitiven Vertrauenswerte der einzelnen Personen eines Teams. Die kognitiven Vertrauenswerte der Teams der unterschiedlichen Konditionen werden zu den Variablen Kognitives Vertrauen auf Team-Level - IK (Cog. Vert. Team - IK) sowie Kognitives Vertrauen auf Team-Level - NIK (Cog. Vert. Team - NIK) für jedes Team zusammengefasst. Eine Übersicht dieser definierten Werte befindet sich auf **Tabelle 2**)

Es wird eine Spearman-Korrelation zwischen Reale T.Effek Team und Gen. Vert. Team auf textitTeamebene durchgeführt, wobei die Teams in verschiedenen Konditionen aufgeteilt werden. Damit anschließend überprüft werden kann, ob sich die beiden Korrelationen signifikant voneinander unterscheiden, wird eine Fisher-Z-Transformation für unabhängige Stichproben durchgeführt.

Der Cog. Vert. Team - IK ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .017 < \alpha = 0.05$ ) nicht normalverteilt.

Der Cog. Vert. Team - NIK ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .713 > \alpha = 0.05$ ) normalverteilt.

Der Reale T.Effek Team ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .844 > \alpha = 0.05$ ) normalverteilt.

Der Reale T.Effek Team ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .453 > \alpha = 0.05$ ) normalverteilt.

Das Lowess-Verfahren deutet Augenscheinlich auf keinen linearen Zusammenhang zwischen Cog. Vert. Team - IK und Reale T.Effek Team sowie Cog. Vert. Team - NIK und Reale T.Effek Team hin. Daher wird die *Linearitätsannahme nicht angenommen*.

Aufgrund der geringen Stichprobenumfangs (Cog. Vert. Team - IK, Cog. Vert. Team - NIK :  $N = 5$ ) und der nicht eindeutigen Linearität durch das Lowess-Verfahren, wurde sich für eine Spearman-Korrelation entschieden.

**Spearman-Korrelation** Es ist eine positive Korrelation moderaten Effektes (vgl. Cohen (2013)) mit dem Spearman-Korrelationskoeffizient ( $r = -.205$ ) zwischen **Cog. Vert. Team - IK und Reale T.Effek Team** vorhanden. Die Spearman-Korrelation ist **nicht signifikant** ( $p = .741 > \alpha = 0.05$ ).

Weiterhin ist eine positive Korrelation moderaten Effektes (vgl. Cohen (2013)) mit dem Spearman-Korrelationskoeffizient ( $r = .462$ ) zwischen **Cog. Vert. Team - NIK und Reale T.Effek Team** vorhanden. Die Spearman-Korrelation ist **nicht signifikant** ( $p = .434 > \alpha = 0.05$ ).

**Fisher-Z-Transformation für unabhängige Stichproben** Es wird eine Fisher-Z-Transformation für unabhängige Stichproben durchgeführt, obwohl die Stichprobe mit ( $N = 5$ ) sehr klein ist. Die

beiden Korrelationen unterscheiden sich laut Fisher-Z-Wert für unabhängige Stichproben ( $Z = -0.708$ ) **nicht signifikant** voneinander ( $p = .24 > \alpha = 0.05$ ).

Tabelle 2 Tabelle des kognitiven Vertrauen und der erfolgreich abgeschlossenen Runden - Individuell und pro Team zusammengefasst. Kondition 1 definiert die Kondition IK - Menschenähnlich und Kondition 2 definiert die Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.

ID	Individueller- Kognitiver Vertrauenswert	Kondition	Erfolgreich abgeschlos- sene Runden (Cog. Vert. Team - IK,Cog. Vert. Team - NIK)	Team ID	Summe Cog. Trust (Reale T.Effek Team, Reale T.Effek Team)
1	2,57	1	4	Team 1	11,85
2	4,71	1	4		
3	4,57	1	4		
4	4,14	1	10	Team 2	11,71
5	3,86	1	10		
6	3,71	1	10		
7	5,00	1	7	Team 3	13,28
8	3,71	1	7		
9	4,57	1	7		
10	4,43	1	11	Team 4	13,29
11	3,86	1	11		
12	5,00	1	11		
13	4,14	1	13	Team 5	11,71
14	4,43	1	13		
15	3,14	1	13		
16	5,14	2	9	Team 6	15,00
17	5,00	2	9		
18	4,86	2	9		
19	5,14	2	12	Team 7	14,71
20	4,71	2	12		
21	4,86	2	12		
22	4,57	2	8	Team 8	12,28
23	4,00	2	8		
24	3,71	2	8		
25	4,29	2	7	Team 9	13,57
26	4,71	2	7		
27	4,57	2	7		
28	4,71	2	9	Team 10	13,28
29	5,00	2	9		
30	3,57	2	9		

## 4.5 Auswertung Hypothese 4

$H4_0$  : Die Mittelwerte der realen Teameffektivität Reale T.Effek Team unterscheidet sich bei den Konditionen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich nicht signifikant voneinander.

**Allgemeines** Es wird auf *Konditionsebene* analysiert, ob die teilnehmenden Personen aufgrund der unterschiedlichen Avatarkonditionen eine unterschiedliche Teameffektivität besitzen.

Die reale Teameffektivität Reale T.Effek Team ist laut Shapiro-Wilk-Test ( $p = .113 > \alpha = 0.05$ ) normalverteilt.

Es wurde auf Varianzgleichheit überprüft. Der Levene-Test zeigt eine keine Varianzgleichheit zwischen Reale T.Effek Team und Reale T.Effek Team ( $L = 10,182; p = .003 < \alpha = 0.05$ ). Damit kann davon ausgegangen werden, dass die Varianzen sich **signifikant** voneinander unterscheiden. Es wird ein Mann-Whitney-U Test durchgeführt.

Die reale Teameffektivität (Reale T.Effek Team) beträgt bei Kondition IK - Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 9,0000$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = 3,2732$ ).

Die reale Teameffektivität(Reale T.Effek Team) beträgt der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 9,000$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = 1,7320$ ).

**Mann-Whitney-U-Test** Die Verteilungen der beiden Gruppen Erfolgreiche abgeschlossene Runden - IK (Ind. reale T.Effek - IK) und Erfolgreiche abgeschlossene Runden - NIK (Ind. reale T.Effek - NIK) unterschieden sich laut Kolmogorov-Smirnov ( $p = .181 > \alpha = 0.05$ ) **nicht signifikant** von einander. Es gab keinen signifikanten Unterschied der Mittelwerte des Erfolgreich abgeschlossene Runden (Ind. reale T.Effek) zwischen (Ind. reale T.Effek - IK :  $\bar{x} = 9$ ) und (Ind. reale T.Effek - NIK :  $\bar{x} = 9$ ), ( $U = 103,500, Z = -.377, p = .706 > \alpha = 0.05, r = -,0602$ ).

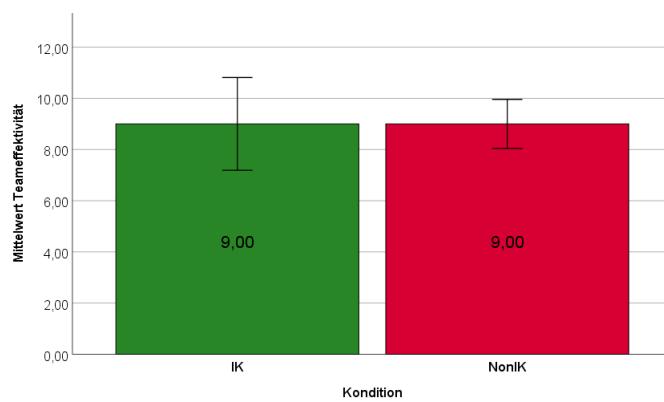


Abbildung 24 Mittelwerte und Standardabweichung der Teameffektivität. Links die Kondition IK - Menschenähnlich und Rechts die Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich

## 4.6 Auswertung Hypothese 5

**H5<sub>0</sub>** : Der Zusammenhang der generelle Vertrauenswert eines Teams Gen. Vert. Team und der realen Teameffektivität eines Teams Reale T.Effek Team mit der Kondition IK - Menschenähnlich unterscheidet sich nicht von den Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.

Um die Hypothese 5 wird auf *Teamebene* analysiert. Dazu wird eine Tabelle (siehe **Tabelle 3**) aufgestellt, die den generellen Vertrauenswerte Gen. Trust der 3 Personen eines Versuchsdurchlauf zu einem generellen Vertrauenswert des Teams zusammenfasst. Diese Summe des generellen Vertrauenswert eines Teams wird im weiterem Verlauf Gen. Vert. Team genannt. Jedes der 3 Teammitglieder des Teams hat die gleiche Anzahl an Runden abgeschlossen. Daher besitzt diese 3 Teammitglieder als Team die gleiche Teameffektivität. Die Anzahl der abgeschlossenen Runden pro Team und pro Kondition wurde zu jeweils einer Variable für jedes Team zusammengefasst : Reale T.Effek Team sowie Reale T.Effek Team. Es wird eine Spearman-Korrelation zwischen Reale T.Effek Team und Gen. Vert. Team durchgeführt. Damit überprüft werden kann, ob sich die beiden Korrelationen signifikant voneinander unterscheiden, wird eine Fisher-Z-Transformation für unabhängige Stichproben durchgeführt.

Der Generelles Vertrauen auf Team-Level - IK (Gen. Vert. Team - IK) ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .677 > \alpha = 0.05$ ) normalverteilt.

Der Generelles Vertrauen auf Team-Level - NIK (Gen. Vert. Team - NIK) ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .943 > \alpha = 0.05$ ) normalverteilt.

Der Reale T.Effek Team ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .844 > \alpha = 0.05$ ) normalverteilt.

Der Reale T.Effek Team ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .453 > \alpha = 0.05$ ) normalverteilt.

Das Lowess-Verfahren deutet Augenscheinlich auf keinen linearen Zusammenhang zwischen Gen. Vert. Team - IK und Reale T.Effek Team sowie Gen. Vert. Team - NIK und Reale T.Effek Team hin. Daher wird die *Linearitätsannahme nicht angenommen*.

Aufgrund der geringen Stichprobenumfangs ( $tGenIK, tGenNIK : N = 5$ ) und der nicht eindeutigen Linearität durch das Lowess-Verfahren, wurde sich für eine Spearman-Korrelation entschieden.

**Spearman-Korrelation** Es ist eine positive Korrelation schwachen Effektes (vgl. Cohen (2013)) mit dem Spearman-Korrelationskoeffizient ( $r = .200$ ) zwischen **Gen. Vert. Team - IK und Reale T.Effek Team** vorhanden. Die Spearman-Korrelation ist **nicht signifikant** ( $p = .747 > \alpha = 0.05$ ).

Weiterhin ist eine positive Korrelation moderaten Effektes (vgl. Cohen (2013)) mit dem Spearman-Korrelationskoeffizient ( $r = .359$ ) zwischen **Gen. Vert. Team - NIK und Reale T.Effek Team** vorhanden. Die Spearman-Korrelation ist **nicht signifikant** ( $p = .553 > \alpha = 0.05$ ).

**Fisher-Z-Transformation für unabhängige Stichproben** Es wird eine Fisher-Z-Transformation für unabhängige Stichproben durchgeführt, obwohl die Stichprobe mit ( $N = 5$ ) sehr klein ist. Die beiden Korrelationen unterscheiden sich laut Fisher-Z-Wert für unabhängige Stichproben ( $Z = -.173$ ) **nicht signifikant** voneinander ( $p = .431 > \alpha = 0.05$ ).

Tabelle 3 Tabelle des individuellen generellen Vertrauen und der erfolgreich abgeschlossenen Runden  
- Individuell und pro Team zusammengefasst. Kondition 1 definiert die Kondition IK - Menschenähnlich und Kondition 2 definiert die Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.

ID	Individueller genereller Vertrauenswert	Kondition	Erfolgreich abgeschlossene Runden (Reale T.Effek Team, Reale T.Effek Team)	Team ID	Summe Gen. Trust (Cog. Vert. Team - IK, Cog. Vert. Team - NIK)
1	4,55	1	4	Team 1	13,95
2	4,8	1	4		
3	4,6	1	4		
4	4,6	1	10	Team 2	13,45
5	3,9	1	10		
6	4,95	1	10		
7	4,8	1	7	Team 3	13,35
8	4	1	7		
9	4,55	1	7		
10	4,95	1	11	Team 4	14,15
11	4,5	1	11		
12	4,7	1	11		
13	4,3	1	13	Team 5	13,80
14	4,95	1	13		
15	4,55	1	13		
16	4,9	2	9	Team 6	14,15
17	4,85	2	9		
18	4,4	2	9		
19	4,6	2	12	Team 7	14,60
20	4,3	2	12		
21	5,7	2	12		
22	4,85	2	8	Team 8	13,95
23	4,5	2	8		
24	4,6	2	8		
25	4,5	2	7	Team 9	14,35
26	4,95	2	7		
27	4,9	2	7		
28	4,9	2	9	Team 10	14,2
29	4,9	2	9		
30	4,4	2	9		

Tabelle 4 Übersicht zur Auswertung der Hypothesen 1 - 3

Was wurde gemessen?	Hypothese 1	Hypothese 2	Hypothese 3
Shapiro-Wilk-Test	<u>Cog. Trust :</u> $p = .23 < \alpha = 0.05^*$	<u>Gen. Trust - IK :</u> $p = .078 > \alpha = 0.05$ <u>Gen. Trust - NIK :</u> $p = .020 < \alpha = 0.05^*$ <u>Cog. Trust - IK :</u> $p = .356 > \alpha = 0.05$ <u>Cog. Trust - IK :</u> $p = .054 < \alpha = 0.05$	<u>Cog. Vert. Team - IK :</u> $p = .017 < \alpha = 0.05^*$ <u>Cog. Vert. Team - NIK :</u> $p = .713 > \alpha = 0.05$ <u>Reale T.Effek Team :</u> $p = .844 > \alpha = 0.05$ <u>Reale T.Effek Team :</u> $p = .453 > \alpha = 0.05$
Mann-Whitney-U	Kolm. Smirnov: $p = .181 > \alpha = .05$ Mann-Whitney-U : $U = 62,500$ $Z = -2,083$ $p = .037 < \alpha = .05$ $r = -.3803$		
Spearman-Roh Korrelation		<u>Gen. Trust - IK und Cog. Trust - IK :</u> $r = .441$ $p = .100 > \alpha = 0.05$ <u>Gen. Trust - NIK und Cog. Trust - NIK :</u> $r = .378$ $p = .165 > \alpha = 0.05$	<u>Cog. Vert. Team - IK und Reale T.Effek Team :</u> $r = .-.205$ $p = .741 > \alpha = 0.05$ <u>Cog. Vert. Team - NIK und Reale T.Effek Team :</u> $r = .462$ $p = .434 > \alpha = 0.05$
Fishers-Z-Transformation für unabhd. Stichp.			$r = .-.205; N = 5$ und $r = .741; N = 5 :$ $Z = -.708$ $p = .240 > \alpha = 0.05$

Tabelle 5 Übersicht zur Auswertung der Hypothesen 3 - 5

Was wurde gemessen?	Hypothese 4	Hypothese 5
Shapiro-Wilk-Test	<u>Reale T.Effek Team :</u> $p = .113 > \alpha = 0.05$	<u>Gen. Vert. Team - IK :</u> $p = .677 > \alpha = 0.05$ <u>Gen. Vert. Team - NIK :</u> $p = .943 > \alpha = 0.05$ <u>Reale T.Effek Team :</u> $p = .844 > \alpha = 0.05$ <u>Reale T.Effek Team :</u> $p = .453 > \alpha = 0.05$
Mann-Whitney-U	Kolm. Smirnov: $p = .181 > \alpha = .05$ Mann-Whitney-U : $U = 103,500$ $Z = -.377$ $p = -.706 > \alpha = .05$ $r = -.0602$	
Varianzgleichheit	$L = 10,182$ $p = .003 < \alpha = 0.05$	
Spearman-Roh Korrelation		<u>Gen. Vert. Team - IK und Reale T.Effek Team :</u> $r = .200$ $p = .747 > \alpha = 0.05$ <u>Gen. Vert. Team - NIK und Reale T.Effek Team :</u> $r = .359$ $p = .553 > \alpha = 0.05$
Fishers-Z-Transformation unabh. Stichp.	für	$r = .200; N = 5$ und <u><math>r = .359; N = 5 :</math></u> $Z = -.173$ $p = .431 > \alpha = 0.05$

## 4.7 Auswertung subjektiver Daten

Im folgenden Werden die subjektiven Fragebögen im Bezug auf die beiden Avatarkonditionen ausgewertet.

Die subjektiven Daten wurden auf Extremwerte überprüft. Jedoch lassen sich diese Extremwerte nicht pauschal als Ausreißer klassifizieren. Dies geht aus den jeweiligen Feedback der Nutzer hervor, sowie dem Vergleich anderer angegebener Werte der unterschiedlichen Fragebögen. Der milde Extremwert der *Presence*, der *Selbst wahrgenommenen Co-Presence*, der *Wahrgenommenen Co-Presence des "anderen"*, sowie der *Telepresence* werden als plausibel eingestuft. Der starke Extremwert (ID9) der *Selbst wahrgenommenen Co-Presence* schrieb als Feedback "*Es war eine spannende Erfahrung am VR-Experiment teilzunehmen und hat Spaß gemacht. Die Personen waren mir nah, obwohl sie eindeutig unreal wirkten*", weshalb dieser starke Extremwert als plausibel eingestuft wird und nicht verworfen werden kann. Der starke Extremwert (ID25) der *Wahrgenommenen Co-Presence des anderen* wird ebenfalls als plausibel eingestuft. Dieser erzielt in der "Social-Presence" sowie der "Telepresence" ebenfalls überdurchschnittlich hohe Werte. Daher wird auch dieser als Plausibel eingestuft und kann nicht verworfen werden.

**Presence** Die Wahrgenommene Presence (Presence) ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .150 > \alpha = 0.05$ ) normalverteilt. Die Wahrgenommene Presence - IK (Presence - IK) beträgt bei Kondition IK - Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 4.1571$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .70152$ ). Die Wahrgenommene Presence - NIK (Presence - NIK) beträgt bei Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 4.2762$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .53443$ ). Der T-Test für unabhängige Stichproben zeigt **keine signifikanten Unterschiede** der Mittelwerte ( $t(28) = -.523; p = .606 > \alpha = 0.05$ ).

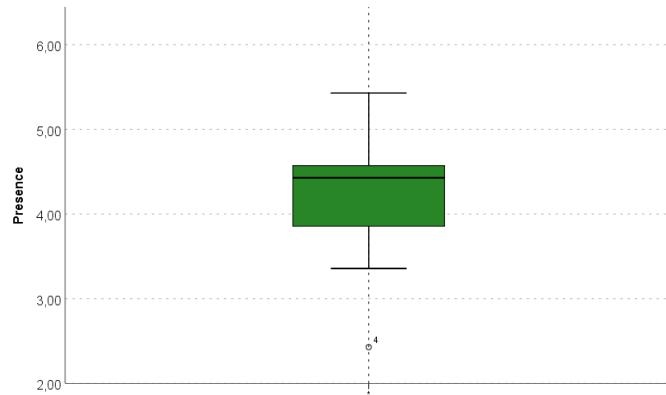


Abbildung 25 Boxplot der Wahrgenommenen Presence

**Selbst wahrgenommene Co-Präsenz** Die Self-Co-Präsenz (Grad Selbstbeteiligung) (SCP) ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .001 < \alpha = 0.05$ ) nicht normalverteilt. Die Self-Co-Präsenz - IK (Grad Selbstbeteiligung) (SCP - IK) beträgt bei Kondition IK - Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 3.044$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .4733$ ).

Der Self-Co-Präsenz - NIK (Grad Selbstbeteiligung) (SCP - NIK) beträgt bei der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 2.9000$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .21639$ ). Laut Mann-Whitney-U-Test gab es **keinen signifikanten Unterschied** der Mittelwerte ( $Z = -.595; p = .552 > \alpha = 0.05$ ).

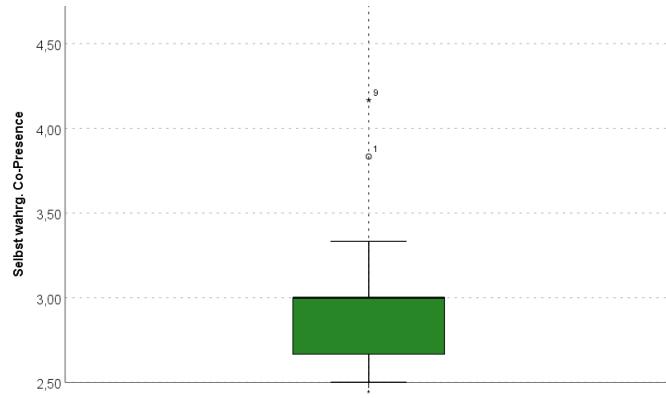


Abbildung 26 Boxplot der selbst wahrgenommenen Co-Presenz

**Wahrgenommene Co-Präsenz des anderen** Die Other-Co-Präsenz (Grad Beteiligung d. anderen) (OCP) ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .001 < \alpha = 0.05$ ) nicht normalverteilt. Die Other-Co-Präsenz - IK (Grad Beteiligung d. anderen) (OCP - IK) beträgt bei Kondition IK - Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 2.977$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .2928$ ). Der Other-Co-Präsenz - NIK (Grad Beteiligung d. anderen) (OCP - NIK) beträgt beider Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 3.1333$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .37108$ ). Laut Mann-Whitney-U-Test gab es **keinen signifikanten Unterschied** der Mittelwerte ( $Z = -1.092; p = .275 > \alpha = 0.05$ ).

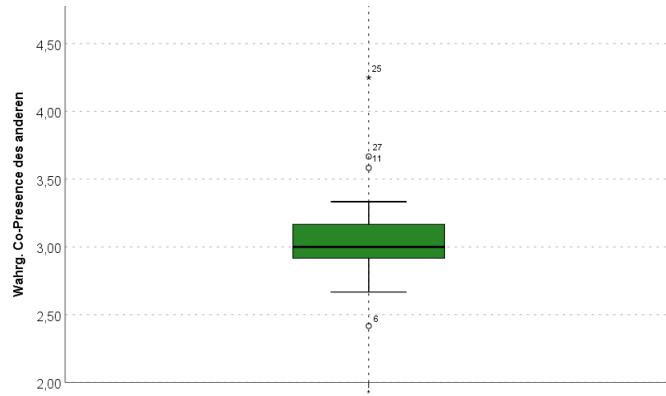


Abbildung 27 Boxplot der wahrgenommenen Co-Presenz der "anderen"

**Telepresence** Die Telepresence (TP) ist laut Shapiro-Wilk-Test mit ( $p = .024 < \alpha = 0.05$ ) nicht normalverteilt. Die Telepresence - IK (TP - IK) beträgt bei Kondition IK - Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 5.2133$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = 1.2659$ ). Der Telepresence - NIK (TP - NIK) beträgt bei der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 5.3600$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .7971$ ). Laut Mann-Whitney-U-Test gab es **keinen signifikanten Unterschied** der Mittelwerte ( $Z = -.021; p = .983 > \alpha = 0.05$ ).

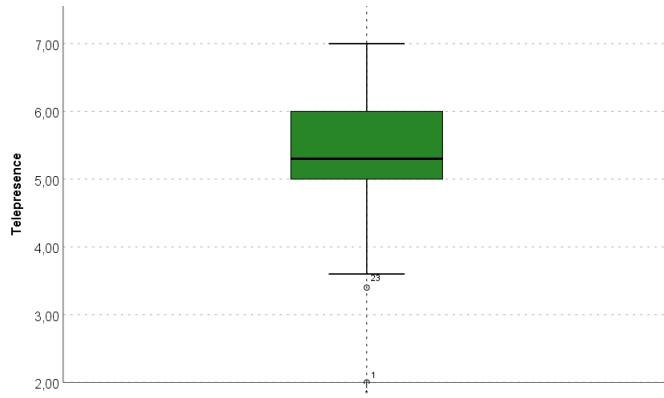


Abbildung 28 Boxplot der wahrgenommenen Telepresence

**Social-Presence** Die Social-Presence (SP) ist laut Kolmogoroff-Smirnov-Test mit ( $p = .031 < \alpha = 0.05$ ) nicht normalverteilt. Die Social-Presence - IK (SP - IK) beträgt bei Kondition IK - Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 4.685$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = 1.883$ ). Der Social-Presence - NIK (SPN - NIK) beträgt bei der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 4.4952$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = 1.54039$ ). Laut Mann-Whitney-U-Test gab es **keinen signifikanten Unterschied** der Mittelwerte ( $Z = -.062; p = .950 > \alpha = 0.05$ ).

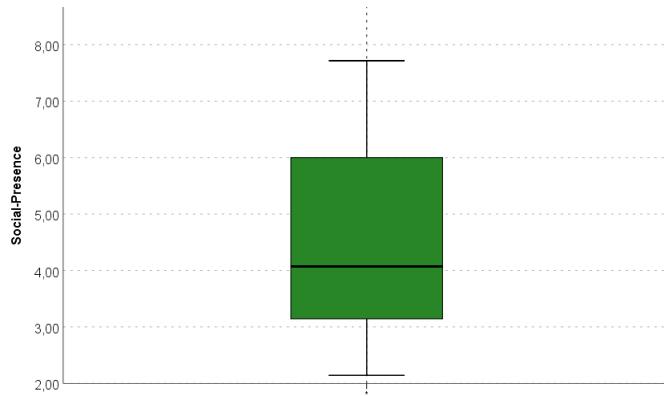


Abbildung 29 Boxplot der wahrgenommenen Social-Presence

**NASA-TLX "Anstrengungsmaß"** Der Wahrgenommene Anstrengungsmaß (NTLX) ist laut Kolmogoroff-Smirnov-Test mit ( $p = .337 > \alpha = 0.05$ ) normalverteilt. Der Wahrgenommene Anstrengungsmaß - IK (NTLX - IK) beträgt bei Kondition IK - Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 8.1667$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = 1.5443$ ). Der Wahrgenommene Anstrengungsmaß - NIK (NTLX - NIK) beträgt bei der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 9.033$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = 2.5813$ ). Der T-Test für unabhängige Stichproben zeigt **keine Signifikanten Unterschied** der Mittelwerte ( $t(28) = -1.116; p = .276 > \alpha = 0.05$ ).

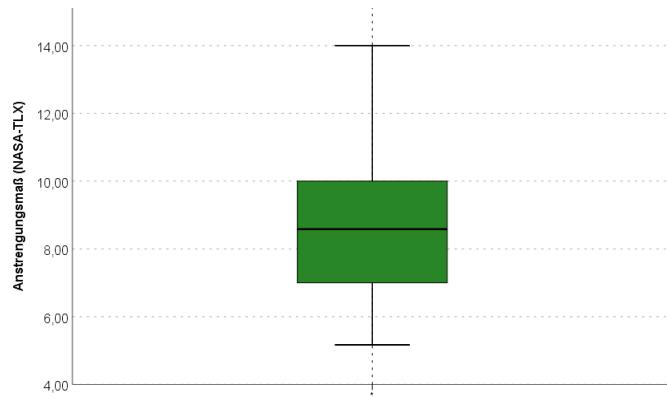


Abbildung 30 Boxplot des Anstrengungsmaßes

**Team-Kommunikation** Die Team-Kommunikation (Team. Komm.) ist laut Kolmogoroff-Smirnov-Test mit ( $p = .018 < \alpha = 0.05$ ) nicht normalverteilt. Die Team-Kommunikation - IK (Team. Komm. - IK) beträgt bei Kondition IK - Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 4.0133$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .6653$ ). Der Team-Kommunikation - NIK (Team. Komm. - NIK) beträgt bei der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 4.48$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .47689$ ). Laut Mann-Whitney-U-Test gab es einen **signifikanten Unterschied** der Mittelwerte ( $Z = -2.062; p = .039 < \alpha = 0.05$ ).

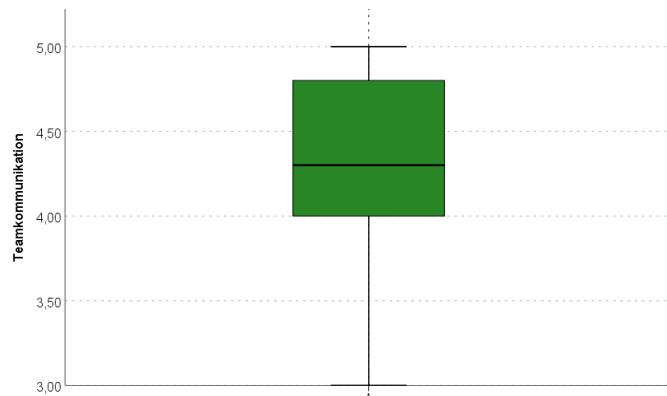


Abbildung 31 Boxplot der wahrgenommenen Teamkommunikation

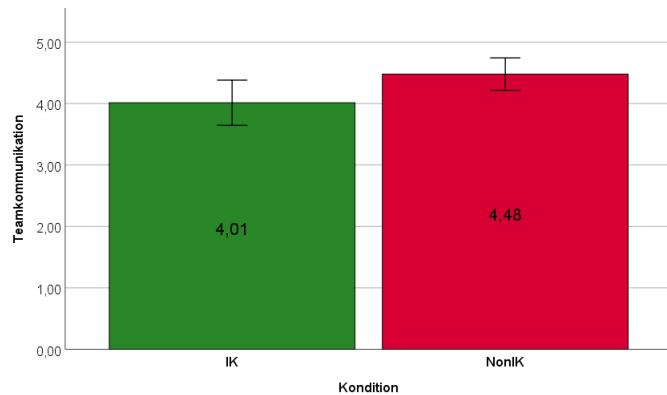


Abbildung 32 Mittelwerte und Standardabweichung der kognitiven Vertrauenswerte. Links die Kondition IK - Menschenähnlich und Rechts die Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich

**Wahrgenommene Team-Effektivität** Die Teameffektivität (Wahrg. Team. Eff.) ist laut Kolmogoroff-Smirnov-Test mit ( $p = .065 < \alpha = 0.05$ ) normalverteilt. Die Teameffektivität - IK (Wahrg. Team. Eff. - IK) beträgt bei Kondition IK - Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 4.440$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = 1.0933$ ). Die Teameffektivität - NIK (Wahrg. Team. Eff. - NIK) beträgt bei der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich im Mittel ( $\bar{x} = 4.8533$ ) mit einer Standardabweichung von ( $\sigma = .81929$ ). Laut Mann-Whitney-U-Test gab es einen **keinen signifikanten Unterschied** der Mittelwerte ( $Z = -1.172; p = .251 > \alpha = 0.05$ ).

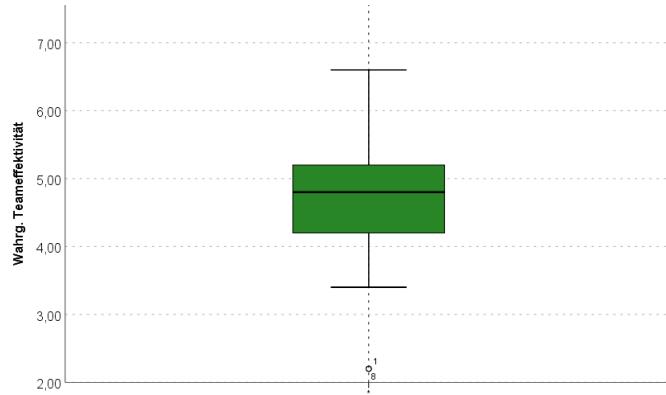


Abbildung 33 Boxplot der wahrgenommenen Teameffektivität

**Weitere Analysen** Es ist eine positive Korrelation starken Effektes (vgl. Cohen (2013)) mit dem Spearman-Korrelationskoeffizient ( $r = .729$ ) zwischen **Cog. Trust - NIK und Wahrg. Team. Eff. - NIK** auf Konditionsebene zu erkennen. Die Spearman-Korrelation ist **signifikant** ( $p = .002 < \alpha = 0.05$ ). Siehe **Abbildung 34**

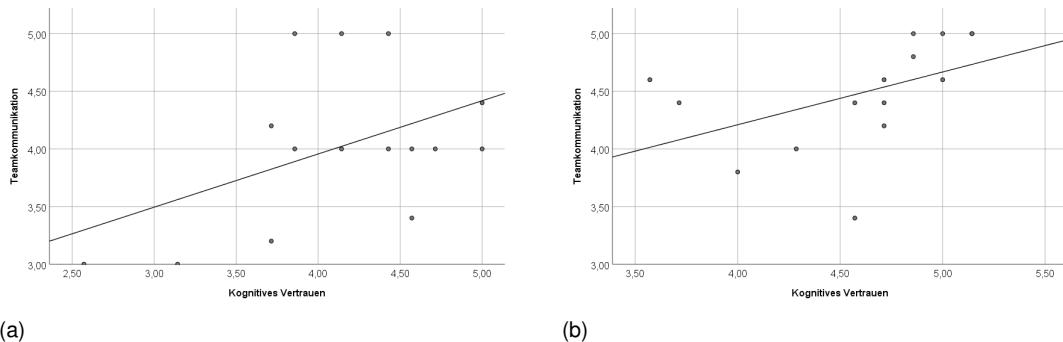


Abbildung 34 Spearman-Korrelationen der kognitiven Vertrauenswerte auf Konditionslevel mit der subjektiven Teameffektivität. Links (a) für die Kondition IK - Menschenähnlich und Rechts (b) für die Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich

Weiterhin ist eine positive Korrelation starken Effektes (vgl. Cohen (2013)) mit dem Spearman-Korrelationskoeffizient ( $r = .532$ ) zwischen **Cog. Trust - NIK und Team. Komm. - NIK** auf Konditionsebene zu erkennen. Die Spearman-Korrelation ist **signifikant** ( $p = .041 < \alpha = 0.05$ ). Siehe **Abbildung 35**

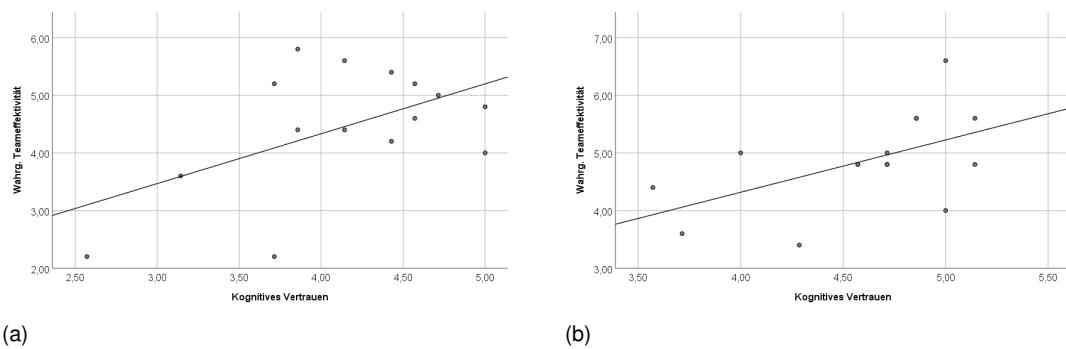


Abbildung 35 Spearman-Korrelationen der kognitiven Vertrauenswerte mit der wahrgenommenen Teamkommunikation. Links (a) für die Kondition IK - Menschenähnlich und Rechts (b) für die Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich

Tabelle 6 Variablen, Mittelwerte, Standardabweichungen und Anzahl der Teilnehmer

Was wurde gemessen?	Abkürzung	Min/Max	Erreicht Min/Max	Mittelwert	Std. Abwei- chung	N
Genereller Hang zum Vertrauen	Gen. Trust	1/7	3.9/5.7	4.665	.3371	30
Kognitives Vertrauen	Cog. Trust	1/7	2.57/5.14	4.357	.6.252	30
Kognitives Vertrauen-IK	Cog. Trust - IK	1/7	2.57/5.00	4.1238	.6719	15
Kognitives Vertrauen-NIK	Cog. Trust - NIK	1/7	3.57/5.14	4.590	.4915	15
Team-Kommunikation	Team. Komm. - NIK	1/5	3/5	4.2467	.61629	30
Team-Kommunikation-IK	Team. Komm. - IK	1/5	3/5	4.0133	.66533	15
Team-Kommunikation-NIK	Team. Komm. - NIK	1/5	3.4/5	4.48	.47689	15
Wahrg. Team-Effektivität	Wahrg. Team. Eff.	1/7	2.2/6.6	4.646	.9722	30
Wahrg. Team-Effektivität-IK	Wahrg. Team. Eff. - IK	1/7	2.2/5.8	4.4	1.093	15
Wahrg. Team-Effektivität-NIK	Wahrg. Team. Eff. - NIK	1/7	3.4/6.6	4.853	.8192	15
NASA-TLX	NTLX	1/21	5.17/14	8.6	2.135	30
NASA-TLX-IK	NTLX - IK	1/21	5.67/10.67	8.166	1.544	15
NASA-TLX-NIK	NTLX - NIK	1/21	5.17/14.00	9.033	2.581	15
IPQ	Presence	1/7	2.43/5.43	4.216	.6157	30
IPQ-IK	Presence - IK	1/7	2.43/4.93	4.1571	.7015	30
IPQ-NIK	Presence - NIK	1/7	3.36/5.43	4.276	.5344	30
Self - Co-Presence	Co.Pr.	1/5	2.5/4.17	2.9722	.3690	30
Self - Co-Presence-IK	Co.Pr. - IK	1/5	2.5/4.17	3.044	.4733	15
Self - Co-Presence-NIK	Co.Pr. - NIK	1/5	2.5/3.33	2.900	.2163	15
Others - Co-Presence	Co.Pr.	1/5	2.42/4.25	3.055	.3378	30
Others - Co-Presence-IK	Co.Pr. - IK	1/5	2.42/3.58	2.977	.2928	15
Others - Co-Presence-NIK	Co.Pr. - NIK	1/5	2.83/4.25	3.133	.3710	15
Telepresence	Co.Pr.	1/7	2.0/7.0	5.286	1.042	30
Telepresence-IK	Co.Pr. - IK	1/7	2.0/7.0	5.213	1.265	15
Telepresence-NIK	Co.Pr. - NIK	1/7	3.4/6.8	5.360	.7971	15
Social Presence	Co.Pr.	1/10	2.86/7.71	4.590	1.693	30
Social Presence - IK	Co.Pr. - IK	1/10	2.14/7.43	4.685	1.883	15
Social Presence - NIK	Co.Pr. - NIK	1/10	2.86/7.71	4.495	1.540	15

Tabelle 7 Variablen, Mittelwerte, Standardabweichungen und Anzahl der Teilnehmer

Was wurde gemessen?	Abkürzung	Min/Max	Angegeben Min/Max	Mittelwert	Std. Abwei- chung	N
Anz. abg. Runden	Reale T.Effek Team	4/13	9	2.5730	10	
Anz. abg. Runden-IK Team	Reale T.Effek Team	4/13	9	3.273	5	
Anz. abg. Runden-NIK Team	Reale T.Effek Team	7/12	9	1.732	5	
Anz. abg. Runden Team	Reale T.Effek Team	4/13	9	2.6667	10	
Anz. abg. Runden Team-IK	Reale T.Effek Team	4/13	9	3.535	5	
Anz. abg. Runden Team-NIK	Reale T.Effek Team	7/12	9	1.870	5	
Kognitives Vertrauen im Team	Cog. Vert. Team	3/21	11.71/15.00	13.068	1.1838	10
Kognitives Vertrauen im Team-IK	Cog. Vert. Team - IK	3/21	11.71/13.29	12.36	.839	5
Kognitives Vertrauen im Team-NIK	Cog. Vert. Team - NIK	3/21	12.28/15.00	13.76	1.106	5
Generelles Vertrauen im Team	Gen. Vert. Team	3/21	13.35/14.60	13.99.53	.3854	10
Generelles Vertrauen im Team-IK	Gen. Vert. Team - IK	3/21	13.35/14.15	13.74	.3361	5
Generelles Vertrauen im Team-NIK	Gen. Vert. Team - NIK	3/21	13.35/14.60	14.25	.2423	5

## 5 Analyse

### 5.1 Analyse der Hypothesen

Insgesamt zeigen die Ergebnisse Anzeichen dafür, dass unterschiedliche Avatar Konditionen sich auf das gebildete kognitive Vertrauen der einzelnen Personen auswirkt. Weiterhin zeigen die Ergebnisse kein Anzeichen dafür, dass unterschiedliche Avatar Konditionen sich auf die Teameffektivität auswirken. Es gibt keine Anzeichen dafür, dass es einen Zusammenhang zwischen dem generellen Vertrauen einer Person und dem gebildeten kognitiven Vertrauen einer Person gibt. Es gibt ebenfalls keine Anzeichen dafür, dass der generelle Hang des Vertrauens im Team sich auf die Teameffektivität auswirkt. Weiterhin gibt es keine Anzeichen dafür, dass sich das gemeinsame Vertrauen im Team sich auf die Teameffektivität eines Teams auswirkt.

Eine Übersicht der Hypothesen und ob diese als signifikant bewertet werden, befindet sich in **Tabelle 8**

**Auswirkungen auf das kognitive Vertrauen** Es konnte ein *signifikanter Unterschied* in den Mittelwerten anhand eines durchgeführten Mann-Whitney-U Test zwischen dem gebildeten kognitiven Vertrauen in das Team der unterschiedlichen Avatarkonditionen festgestellt werden. Die **Hypothese 1 (H<sub>1</sub>)**, dass der erzielte kognitive Vertrauenswert sich bei den Konditionen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich *signifikant* voneinander unterscheidet, wird angenommen. Es ist ein höheres durchschnittliches kognitives Vertrauen bei der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich ( $\bar{x} = 4.590$ ) als bei der Kondition IK - Menschenähnlich ( $\bar{x} = 4.123$ ) gebildet worden.

Durch die statistische Auswertung der **Hypothese 2<sub>0</sub>** konnten *keine signifikanten Zusammenhänge* anhand einer Spearman-Korrelation zwischen den erzielten generellen Vertrauenswerten einer Person und den erzielten kognitiven Vertrauenswerten einer Person, bei unterschiedlichen Avatarkonditionen, festgestellt werden. Weiterhin unterscheidet sich der Zusammenhang zwischen dem Gen. Trust und dem Cog. Trust bei unterschiedlichen Avatarkonditionen *nicht signifikant voneinander*.

Die beiden durchgeführten Spearman-Korrelationen weisen positive Korrelationskoeffizienten moderaten bis starken Effektes auf. Weiterhin zeigt eine durchgeführte Fisher-Z-Transformation *keinen signifikanten Unterschied* der Verteilungsformen zwischen den Spearman-Korrelationen auf. Es muss jedoch die Alternativhypothese (H<sub>2</sub><sub>0</sub>), dass kein Zusammenhang zwischen dem erzieltem generellen Vertrauenswert einer Person und dem erzielten kognitiven Vertrauenswert bei unterschiedlichen Avatarkonditionen besteht, angenommen werden.

**Auswirkungen auf die Teameffektivität** Die Ergebnisse der statistischen Auswertung der **Hypothese 3<sub>0</sub>** zeigen anhand einer durchgeführten Spearman-Korrelation *keine signifikanten Zusammenhänge* der kognitiven Vertrauenswerte von Teams und der realen Teameffektivität bei unterschiedlichen Avatarkonditionen. Es konnte nicht gezeigt werden, dass der Zusammenhang der kognitiven Vertrauenswert eines Teams mit der realen Teameffektivität eines Teams Reale T.Effek Team und der Kondition IK - Menschenähnlich stärker, als der von Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich, ist. Die beiden Verteilungsformen der Spearman-Korrelationen zwischen den kognitiven Vertrauenswerten im Team Cog. Vert. Team und der Teameffektivität des Teams Reale T.Effek Team bei unterschiedlichen Avatarkonditionen unterscheiden sich anhand einer Fishers-Z-Transformation *nicht*

*signifikant* voneinander. Die Alternativhypothese ( $H_{30}$ ), dass keine signifikanten Zusammenhänge der kognitiven Vertrauenswerte von Teams und der realen Teameffektivität bei unterschiedlichen Avatarkonditionen bestehen, wird angenommen.

Es wurde auf jedoch Konditionsebene ist zwischen dem kognitiven Vertrauenswert (Cog. Trust - NIK) und der wahrgenommenen Teameffektivität (Wahrg. Team. Eff. - NIK) der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich eine *signifikante positive* Korrelation festgestellt.

Die Mittelwerte der realen Teameffektivität bei unterschiedlichen Avatarkonditionen sind gleich und unterscheiden sich *nicht signifikant* voneinander. Die **Hypothese 4<sub>0</sub>**, dass die reale Teameffektivität sich bei unterschiedlichen Avatarkonditionen signifikant voneinander unterscheidet, wird abgelehnt. Es muss die Alternativhypothese ( $H_{40}$ ) angenommen werden, die besagt, dass die reale Teameffektivität sich bei unterschiedlichen Avatarkonditionen nicht unterscheidet, angenommen.

Durch die Analyse der **Hypothese 5<sub>0</sub>** konnten *keine signifikanten* Zusammenhänge der generellen Vertrauenswerte eines Teams und der realen Teameffektivität bei unterschiedlichen Avatarkonditionen festgestellt werden. Durch diese nicht signifikanten Zusammenhänge und dadurch, dass eine durchgeführte Fishers-Z-Transformation keine Unterschiede der Zusammenhänge zeigt, muss die Hypothese 5 ( $H_{51}$ ) verworfen und die Alternativhypothese ( $H_{50}$ ) angenommen werden. Diese besagt, dass der generelle Vertrauenswert eines Teams nicht stärker mit der realen Teameffektivität eines Teams und der Kondition IK - Menschenähnlich korreliert als von Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.

**Subjektive Daten** Eine Tabelle der einzelnen Werte der Variablen befindet sich in **Tabelle 6**. Die Nutzer des Systems zeigen anhand der Minimal und Maximal anzugebenden Werte im jeweiligen Fragebogen, unabhängig der Avatarkonditionen, ein überdurchschnittliches Gefühl der Presence ( $\bar{x} = 4.21; \sigma = .615$ ). Auch die, *der selbst wahrgenommenen Co-Presencen* ( $\bar{x} = 2.972; \sigma = .3690$ ), der *wahrgenommenen Co-Presence des anderen* ( $\bar{x} = 3.055; \sigma = .3378$ ), der *Telepresence* ( $\bar{x} = 5.286; \sigma = 1.042$ ) und der *Social-Presence* ( $\bar{x} = 4.590; \sigma = 1.693$ ) sind überdurchschnittliche Werte erzielt worden. Es konnten jedoch *keine signifikanten Unterschiede* bei den einzelnen Avatarkonditionen dieser subjektiven Daten festgestellt werden.

Das *wahrgenommene Anstrengungsmaß* ( $\bar{x} = 8.6; \sigma = 2.135$ ) liegt, anhand der Minimal und Maximal anzugebenden Werte im jeweiligen Fragebogen, unter dem Durchschnitt, während die wahrgenommene Teameffektivität ( $\bar{x} = 4.646; \sigma = ..972$ ) über dem Durschnitt liegt. Auch hier konnten jedoch *keine signifikanten Unterschiede* bei den einzelnen Avatarkonditionen festgestellt werden.

Anhand eines Mann-Whitney-U Test konnte bei der Teamkommunikation ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte bei unterschiedlichen Avatarkonditionen festgestellt werden. Der Mittelwert der Teamkommunikation der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich beträgt ( $\bar{x} = 4.013$ ), während der Mittelwert der Teamkommunikation der Kondition IK - Menschenähnlich ( $\bar{x} = 4.48$ ) beträgt. Somit ist die subjektiv empfundene Teamkommunikation bei der Kondition IK - Menschenähnlich höher als bei der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.

**Fazit der Analyse** Anhand der statistischen Analyse, lässt sich feststellen, dass unterschiedliche Avatarkonditionen einen *signifikanten Einfluss* auf das gebildete kognitive Vertrauen eines Teams

besitzen, dieses gebildete kognitive Vertrauen jedoch textitkeinen Einfluss auf die Teameffektivität besitzt. Es wurde ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte der Teamkommunikation auf Konditionsebene festgestellt. Es hat sich ein erhöhtes Presencegefühl (Presence, TP, SCP, OCP, SP) auf Konditionsebene während der Versuchsdurchführung gebildet. Das Anstrengungsmaß (NTLX) lag unter dem Durchschnitt der möglichen Anzugebenden Werte und die wahrgenommene Teameffektivität war überdurchschnittlich hoch.

Tabelle 8 Signifikanz der Hypothesen

Hypothese	Signifikanz
<b>H1<sub>1</sub></b> : Die Mittelwerte der erzielten kognitiven Vertrauenswerte (Cog. Trust) unterscheiden sich bei den Konditionen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich signifikant voneinander.	nicht signifikant
<b>H2<sub>1</sub></b> : Je höher die erzielten generelle Vertrauenswert Gen. Trust einer Person desto höher ist der erzielte kognitive Vertrauenswert Cog. Trust einer Person.	<b>signifikant</b>
<b>H3<sub>1</sub></b> : Der Zusammenhang des kognitiven Vertrauenswert von Teams Cog. Vert. Team und der realen Teameffektivität von Teams Reale T.Effek Team mit der Kondition IK - Menschenähnlich ist stärker als der von Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.	nicht signifikant
<b>H4<sub>1</sub></b> : Die Mittelwerte der realen Teameffektivität Reale T.Effek Team unterscheidet sich bei den Konditionen IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich signifikant voneinander.	nicht signifikant
<b>H5<sub>1</sub></b> : Der Zusammenhang der generelle Vertrauenswert eines Teams Gen. Vert. Team und der realen Teameffektivität eines Teams Reale T.Effek Team mit der Kondition IK - Menschenähnlich ist stärker als von Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich.	nicht signifikant

## 5.2 Analyse der technischen Anforderungen

Schweizer (Schweizer and Duxbury; 2010, p.270) erläutert die 4 größten Kennzeichen eines VT's in der Literatur. VT's sind :

- Zustandegekommen aufgrund von Kommunikationstechnologie. Durch technische Hilfsmittel wird Kommuniziert, es werden Entscheidungen getroffen oder Informationen ausgetauscht.
- Räumlich getrennt. VT's arbeiten *nicht* am selben Arbeitsplatz
- Grenzübergreifend. Es gibt Zusammenarbeit der Teammitglieder aus verschiedenen Organisationen oder Organisationseinheiten.
- Asynchron. VT's arbeiten zu unterschiedlichen Zeiten/Zeitzonen oder in der selben Zeitzone in unterschiedlichen

Die technischen Anforderungen, die im Kapitel 3.2 aufgestellt werden, konnten hinreichend umgesetzt werden.

- **Online-Fähigkeit und Unterstützung mehrerer HMD's:** Durch das verwendete Framework *Normcore* ist es mehreren Nutzern gleichzeitig möglich gewesen, von jedem beliebigen Ort

an dem Experiment teilzunehmen. Die einzige Voraussetzung war, dass die teilnehmenden Personen ein HMD, einen Internetanschluss sowie einen Computer besitzen. Es ist möglich gewesen, die Anforderungen eines virtuellen Teams laut Schweitzer (Schweitzer and Duxbury; 2010, p.270) (vgl. Kapitel *AnforderungenLautSchweitzer*) zu erfüllen.

- **Geringe Latenz:** Es wurden zwei End-to-End Latenzmessungen durchgeführt. Die End-to-End Latenzmessung bezeichnet die Zeit, die benötigt wird, bis eine reale Aktion eines Nutzers von einem anderen Nutzer wahrgenommen wird. Die erste Latenzmessung betraf die Geschwindigkeit der Audioübertragung des Netzwerks. Es wurde eine Durchschnittliche Latenz von **356ms** festgestellt. Die zweite Messung betraf die Geschwindigkeit, in der die Avatare ihre Körperpositionen verändern. Es wurde eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 294ms festgestellt. Es wurden subjektiv keine störende Bewegungsverzögerung und Audioübertragung wahrgenommen, weshalb die Anforderung als erfüllt angesehen wird.
- **Steuerung und Verwaltung der Anwendung durch einen Spectator:** Durch einen eigenen Spectator-Client ist es möglich gewesen, die Anwendung von Außen zu steuern und zu überwachen.
- **Interaktionsmöglichkeiten:** Durch das Verwendete Framework *Normcore* und dessen globalen Datenspeicher für unterschiedliche Variablen, ist es möglich gewesen, alle Zustände und Informationen während der laufenden Versuchsdurchführung zwischen dem Client und Spectator zu synchronisieren. Durch Nutzerfeedback wurde ebenfalls die intuitive Steuerung bestätigt.
- **Sprachübertragung:** Die Implementierung eines RCP-Basiertem Netzwerkhandlings ermöglichte, eine Sprachübertragung von Client zu Spectator und von Spectator zu Client.
- **Avatararten:** Der Spectator hatte bei dem verwendetem System die Möglichkeit zur Laufzeit zwei verschiedene Avatararten für die Clients auszuwählen. Es wurden zwei Avatararten (IK - Menschenähnlich und NIK - Nicht Menschenähnlich) implementiert, anhand diesem Zusammenhänge und Unterschiede gemessen wurden.

## 6 TODO

H5 die Konditionen entfernen! Da das nicht Sinnvoll ist!

## 7 Diskussion

**Allgemeines** Diese Studie trägt zum einen dazu bei, besser zu verstehen, welche Avatarkonditionen in einem SVE zum Vertrauensaufbau eingesetzt werden sollten, und zum anderen, wie sich das gebildete Vertrauen auf die Effektivität eines Teams auswirkt. Durch die Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes, wurde das kognitive Vertrauen der einzelnen Personen und des gesamten Teams, sowie deren Teameffektivität, gemessen. Insgesamt werden 1 der 5 aufgestellten Hypothesen als signifikant angesehen.

Die Stichprobengröße betrug in dem Experiment  $N = 30$ , wobei, um Unterschiede und Zusammenhänge aufgeteilt nach Avatarkonditionen festzustellen, diese Stichprobengröße auf  $N = 15$  halbiert werden musste. Um Teameffekte zu messen, wurde das Team als Einheit gemessen. Dies führt dazu, dass bei  $N = 5$  Teams mit der Kondition IK - Menschenähnlich und  $N = 5$  Teams mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich Zusammenhänge und Unterschiede gemessen werden konnten.

### 7.1 Diskussion des Experiments

**Avatarkonditionen** Es gibt laut der statistischen Auswertung keine Unterschiede in der erzeugten selbst wahrgenommen Co-Presencen, Wahrgenommenen Co-Presence des anderen, Telepresence oder Social-Presence zwischen den eingesetzten Avatarkonditionen. Ein Grund diesbezüglich könnte das fehlende Selbst-Avatar der einzelnen Nutzer sein. Dies erhöht Laut Biocca ebenfalls die Selbstpräsenz der Avatare (Biocca; 2014, 421-427). Eine teilnehmende Person (ID2) mit der Kondition IK - Menschenähnlich schrieb dazu :

*"Ich wusste nicht genau wie meine Arme zu sehen sind, ob ich ein Buchstabe auch mit den Armen formen, statt mit den Händen schreiben konnte."*

Diese Verwirrung der fehlenden Selbstpräsenz, hatte eventuell einen Präsenzdefizit zur Folge. Weiterhin hat sich die fehlende Geschlechtsunterscheidung der Avatare bei einigen teilnehmenden Personen merklich gemacht. So schrieb die teilnehmende Person (ID4) mit der Kondition IK - Menschenähnlich dazu :

*"Warum gab es keine Frauenfiguren? Das würde mehr Realität erzeugen".*

Die Ähnlichkeit der erzeugten Präsenzen zwischen den beiden Avatarkondition könnte zustande gekommen sein, da durch die Art des Aufbaus des Experiments in dieser Studie, bei einem neu zusammenarbeitendem Team im SVE, der einzige Interaktionskanal die Nonverbale Kommunikation war. Die einzige Möglichkeit mit den Interaktionspartnern zu kommunizieren, war der Fokus auf die Gestikulation. Da die teilnehmenden Personen während und vor dem Experiment zudem wussten, dass diese mit weiteren "realen" Personen zusammenarbeiten, konnte sich eventuell leichter eine reale Person hinter dem Avatar vorgestellt werden, was die Ähnlichkeit der Präsenzmessungen erklären könnte. Dies könnte ebenfalls das kognitive Vertrauen beeinflusst haben. Eine Teilnehmende Person (ID8) mit der Kondition IK - Menschenähnlich schrieb dazu :

Dazu schreibt ID8 (IK - Menschenähnlich) : *"Es war ein sehr interessantes Erlebnis. Ich bin gespannt zu erfahren, wer die Teilnehmer waren"*

**Schwierigkeit des Experiments** Es ist möglich, dass das Experiment nicht komplex genug aufgebaut war, um einen Zusammenhang zwischen der Vertrauensbildung und der Teameffektivität zu messen. Dies ging besonders durch die statistisch unsignifikanten Ergebnisse der Analyse der Hypothese 3, 4 und 5 hervor. So schrieb eine teilnehmende Person (ID17) mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich dazu :

*"Zu kurz - zu einfach - zu grau"*

Ähnliches schrieb die teilnehmende Person (ID21) mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich :

*"Schwierigkeitsgrad hätte noch stärker sein dürfen"*

Die Runden des Experiments hätten eventuell schneller abgearbeitet werden können, um eine größere Varianz der einzelnen Effektivitätswerte der Teams zu generieren. Diese Varianz der erzielten Teameffektivität könnte sich noch weiter erhöhen, wenn ein Team aus zwei statt aus drei Personen besteht. Einzelne Runden des Experiments würden schneller abgearbeitet werden und das gebildete kognitive Vertrauen könnte in einem direkten Vergleich gemessen werden. Durch diese Art der Kollaboration wäre allerdings der komplexe Charakter eines drei Personen Teams verloren gegangen.

Durch diese empfundene Einfachheit einzelner Teilnehmer könnten innerhalb eines Teams auch schneller Lerneffekte durch Repetitivität entstanden sein, die die Teameffektivität beeinflusst haben. Eine teilnehmende Person (ID7) mit der Kondition IK - Menschenähnlich schreibt zu den Natürlichen Lerneffekten :

*"Am Anfang habe ich ein wenig Druck verspürt, die richtigen Zeichen zu geben. Als ich gesehen habe, dass es gut funktioniert, hat es sehr viel Spaß gemacht."*

## 7.2 Effektivität des Vertrauensaufbau zwischen den Avatarkonditionen

Die während der Analyse der Hypothese 1 wurde einen höheren Mittelwert der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich als bei der Kondition IK - Menschenähnlich festgestellt. Diese Feststellung über den Vertrauensaufbau unter Avataren widerspricht der Untersuchung von Bente und Rüggen (vgl. **Kapitel 1.2.3**). Die Kondition IK - Menschenähnlich sieht menschenähnlich aus, weshalb sich hätte vermuten lassen, dass bei dieser Kondition bei teilnehmenden Personen ein größerer kognitiver Vertrauensaufbau stattfindet, als bei der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich (vgl. **Vertrauen und virtuelle Teams**). Jedoch ist laut der statistischen Analyse genau das Gegenteil der Fall. Gründe für dieses Ergebnis könnte sein, dass der Avatar von dem *Uncanny Valley* Effekt betroffen sind (vgl. **Uncanny-Valley**). Schon in der Studie von Waldow (Waldow et al. (2019)) tendiert der in dieser Studie eingesetzte Avatar(IK - Menschenähnlich) zum Unbehagen, was durch den Uncanny-Valley Effekt zu Stande kommen kann. Weiterhin kann es sein, dass die Gestukulation, während des Versuchs nicht eindeutig von den teilnehmenden Personen mit der Kondition IK - Menschenähnlich ausgewertet werden konnten. Die Inverse-Kinematik kann falsch interpretiert worden sein, oder es sind durch diese unnatürliche Bewegungsmuster der Avatare aufgetreten. Dadurch, dass die Avatare eventuell "anders als normale Menschen" wahrgenommen wurden, konnte diesen eventuell nicht all zu viel Vertrauen zugesprochen werden. Eine teilnehmende Person (ID9) mit der Kondition IK - Menschenähnlich schrieb im Feedback Teil des Fragebogens dazu :

*"Es war eine spannende Erfahrung am VR-Experiment teilzunehmen und hat Spaß gemacht. Die*

*Personen waren mir nah, obwohl sie eindeutig unreal wirkten; Vertrauen war nichtsdestotrotz vorhanden.*" Es wird vermutet, dass die Simplizität der nicht-menschenähnlichen Avatardarstellung einfacher angenommen werden kann.

Dass kein signifikanter Zusammenhang des kognitiven Vertrauens mit dem generellem Vertrauen bei unterschiedlichen Avatkonditionen besteht, kann auch als positiver Effekt gesehen werden. So lässt sich vermuten, dass es nicht von Relevanz ist, wie hoch oder niedrig das generelle Vertrauen einer Person im SVE ist. Dies ist auch im Zusammenhang mit der signifikant unterschiedlichen Bildung von kognitiven Vertrauen von Avatkonditionen zu betrachten. Dadurch, dass nur die unterschiedlichen Avatkonditionen einen signifikanten Einfluss auf die Bildung des kognitiven Vertrauens besitzen, kann davon ausgegangen werden, dass das generelle Vertrauen isoliert betrachtet werden kann und bei einer Kennenlernphase eines VT keine größere Rolle spielt.

### 7.3 Einfluss des Vertrauens im Team auf die Teameffektivität

**Hypothese 3, Hypothese 4 und Hypothese 5** Während der Analyse der Hypothese 4 wurde festgestellt, dass es keinen Unterschied auf die Teameffektivität bei unterschiedlichen Avatkonditionen besteht. Dies spiegelt sich auch in der Teameffektivität der Teams wieder. Bei beiden Teams ist die durchschnittliche Teameffektivität  $x = 9$ . Ein Team bestand aus 3 Personen, was die Stichprobengröße verkleinerte. Somit nahmen 10 Teams mit insgesamt 30 Personen an dem Versuch teilnahmen. Diese Stichprobe ist sehr klein und könnte eine mögliche Ursache dafür sein, dass in Hypothese 3 und 5 keine signifikanten Ergebnisse erzielt wurden.

Diese ähnlichen Teameffektivitäten wirken sich ebenfalls auf Hypothese 3 aus. Durch ähnliche Teameffektivitätswerte konnte kein Zusammenhang zwischen diesen und dem kognitiven Vertrauen festgestellt werden. Auch wenn kein Zusammenhang des kognitiven Vertrauens und der Teameffektivität vorliegt, lässt sich vermuten, dass nichts desto trotz zu einem bestimmten Grad kognitives Vertrauen durch eine erhöhte Teameffektivität gebildet wird. Eine teilnehmende Person (ID20) mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich schrieb dazu :

*[...]Ohne Sprache ist die Kommunikation mit den anderen schon sehr schwierig. Trotzdem fand ich interessant, dass die Aufgabe überhaupt zu bewältigen war, und tatsächlich nach den ersten Erfolgen auch das Vertrauen zu den anderen entstand, dass sie in der Lage sind, die Aufgabe zu bewältigen, zu kommunizieren und das kommunizierte zu verstehen."* Ebenso kann es sein, dass das Messverfahren (vgl. 7.1 mehr Varianzen der Teameffektivitätswerte hätte erzeugen müssen, um eine genauere Aussagen treffen zu können. Um die jedoch zu validieren, hätten mehr Teams an diesem Experiment teilnehmen müssen.

### 7.4 Limitierungen

Eine technische Limitation dieser Arbeit ist die eingesetzte Technik der Gestikulationen. Die unterstützten HMD's, boten keine Möglichkeit, die Finger oder die gesamten Hände in der VR abzubilden. Die Verständigung innerhalb des SVE kann durch diesen Einsatz intensiviert werden, da verschiedene Gestikulationen genauer wiedergegeben werden können. Dieses Finger- und Handtracking ist beispielsweise durch eine Oculus Quest, oder der neusten Version der Oculus Rift 2 möglich. Ein weiterer Ansatz um die Menschenähnlichkeit und den Realismus bei der Avatkondition IK - Menschenähnlich zu erhöhen, wäre es, Mimik zum Gesicht des Avatars hinzuzufügen. Darüber hinaus, ist der Avatar mit der Kondition NIK - Nicht Menschenähnlich nicht auf Menschenähnlichkeit,

Realismus oder Ähnliches überprüft worden. Da sich diese Forschung hauptsächlich mit dem gebildeten kognitiven Vertrauen und der daraus resultierenden Teameffektivität beschäftigt, können keine Aussagen über den Einfluss verschiedener Avatarkonditionen auf das generelle Vertrauen einer Person getroffen werden. Um diesen Einfluss zu messen, müssten längerfristige Forschungen durchgeführt werden. Eine weitere Limitierung dieser Forschung war es, dass die teilnehmenden Personen bevor das Experiment startete wussten, dass diese in einem SVE mit 3 weiteren realen Personen arbeiten würden. Eine interessante Fragestellung wäre es nun, den teilnehmenden Personen im vorherein nicht zu erzählen, dass die Personen real sind und anschließend das gebildete kognitive Vertrauen und die Effektivität im Team zu messen.

## 7.5 Ausblick und Implikationen für zukünftige Forschung

SVE's entwickeln sich aktuell sehr rasant. Die weltweite Coronapandemie im Jahr 2020 und aktuell im Jahr 2021 hat gezeigt, dass virtuelle Kollaborationsmaßnahmen einen großen Einfluss auf Unternehmen besitzt. Es ist mehr Forschung darüber nötig, wie Teams Effektiv in einem SVE zusammen arbeiten können. Nicht nur, welche Art eines Avatars in einem SVE mehr Vertrauen schafft, oder welche Art eines Avatars mehr Teameffektivität besitzt, sondern auch, wie die eingesetzte Sprache, die Mimik, die Gestik, die Größe, das Geschlecht, der vorherige Bekanntheitsgrad der Personen oder die Art und Dauer der Nutzung des HMD's, während ein Team zusammenarbeitet, sich auf das Vertrauen und die Teameffektivität auswirkt. Eine interessante weiterführende Forschung zu dieser Studie wäre es, zu untersuchen, zu welchem Grad sich der kognitive Vertrauensaufbau im Team ändert, je nachdem, ob die teilnehmenden Personen wissen, dass diese mit Menschen zusammenarbeiten oder nicht. Darüber hinaus, wäre es sehr interessant zu untersuchen, wie sehr sich der Unterschied der nonverbalen Kommunikation und aktiver Sprachkommunikation auf das gebildete Vertrauen im Team in einem SVE auswirkt.

## 8 Zusammenfassung

Das Ziel dieser Studie war es, den Einfluss von verschiedenen Avatarkonditionen auf die Vertrauensbildung in ein Team und die daraus resultierende Teameffektivität zu untersuchen. Anhand eines aufgestellten Versuchsdesign, wurden detaillierte Untersuchungen durchgeführt, die diese Zusammenhänge statistisch überprüft haben und eine anschließende Diskussion ermöglichten.

Durch ein für diese Studie entwickeltes System, konnte eine empirische Studie durchgeführt werden, in der Räumlich getrennte Nutzer mithilfe einer von zwei möglichen Avatarkondition eine gemeinsame Aufgabe erledigen mussten. Die Nutzer des Systems sahen die Mitglieder des Teams als menschenähnliche oder nicht-menschenähnliche Avatare. Während der Durchführung dieser gemeinsamen Aufgabe, wurde die gemeinsame Teameffektivität ermittelt. Die anschließende Umfrage diente dazu, einen Einblick in das generelle Vertrauen und das gebildete kognitive Vertrauen, sowie subjektiver Empfindungen über die Arbeitsbelastung und das gebildete Gefühl von Presence einer Person und des Teams, zu bekommen.

Dahingehend konnte ein signifikanter Unterschied auf das gebildete kognitive Vertrauen zwischen den beiden Avatarkonditionen festgestellt werden, wobei der nicht-menschenähnliche Avatar mehr kognitives Vertrauen bilden lies. Es konnte jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Avatarkonditionen und der Teameffektivität festgestellt werden. Weiterhin zeigen die Ergebnisse keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem generellen Vertrauen und dem gebildeten kognitiven Vertrauen einer Person. Diesbezüglich konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang des kognitiven Vertrauen und der Effektivität eines Teams festgestellt werden.

In einem virtuellen Team scheint die Avatarkondition somit kein Einfluss auf die Teameffektivität zu besitzen. Es kann jedoch Sinnvoll sein, den Avatar nicht all zu menschenähnlich zu gestalten, um mehr kognitives Vertrauen zu bilden. Es empfiehlt sich, diese Studie mit mehr Teilnehmern durchzuführen, um die in dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse zu validieren.

## Literatur

- Baldwin, M. W. (1992). Relational schemas and the processing of social information., *Psychological bulletin* **112**(3): 461.
- Beggs, J. S. (1983). *Kinematics*, CRC Press.
- Belbin, R. M. (2011). Management teams: Why they succeed or fail, *Human Resource Management International Digest* .
- Benford, S., Bowers, J., Fahlén, L. E., Greenhalgh, C. and Snowdon, D. (1995). User embodiment in collaborative virtual environments, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 242–249.
- Bente, G., Rüggenberg, S. and Krämer, N. C. (2004). Social presence and interpersonal trust in avatar-based, collaborative net-communications, *Proceedings of the Seventh Annual International Workshop on Presence*, pp. 54–61.
- Biech, E. (2007). *The Pfeiffer book of successful team-building tools: Best of the annuals*, John Wiley & Sons.
- Bigley, G. A. and Pearce, J. L. (1998). Straining for shared meaning in organization science: Problems of trust and distrust, *Academy of management review* **23**(3): 405–421.
- Biocca, F. (1999). The cyborg's dilemma: Progressive embodiment in virtual environments, *Human Factors in Information Technology* **13**: 113–144.
- Biocca, F. (2014). Connected to my avatar: Effects of avatar embodiments on user cognitions, behaviors, *Social Computing and Social Media: 6th International Conference, SCSM 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings*, Vol. 8531, Springer, p. 421.
- Biocca, F., Burgoon, J., Harms, C. and Stoner, M. (2001). Criteria and scope conditions for a theory and measure of social presence, *Presence: Teleoperators and virtual environments* .
- Biocca, F. and Harms, C. (2002). Defining and measuring social presence: Contribution to the networked minds theory and measure, *Proceedings of PRESENCE* **2002**: 1–36.
- Biocca, F. and 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.
- Botvinick, M. and Cohen, J. (1998). Rubber hands 'feel'touch that eyes see, *Nature* **391**(6669): 756–756.
- Bowers, J., Pycock, J. and O'brien, J. (1996). Talk and embodiment in collaborative virtual environments, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 58–65.

- Breuer, C., Hüffmeier, J. and Hertel, G. (2016). Does trust matter more in virtual teams? a meta-analysis of trust and team effectiveness considering virtuality and documentation as moderators., *Journal of Applied Psychology* **101**(8): 1151.
- Brewer, M. (1981). *Ethnocentrism and Its Role in Interpersonal Trust*.
- Cascio, W. F. and Shurygailo, S. (2003). E-leadership and virtual teams., *Organizational dynamics* .
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, Academic press.
- Cohen, S. G. and Bailey, D. E. (1997). What makes teams work: Group effectiveness research from the shop floor to the executive suite, *Journal of management* **23**(3): 239–290.
- Cook, J. and Wall, T. (1980). New work attitude measures of trust, organizational commitment and personal need non-fulfilment, *Journal of occupational psychology* **53**(1): 39–52.
- Couch, L. L., Adams, J. M. and Jones, W. H. (1996). The assessment of trust orientation, *Journal of personality assessment* **67**(2): 305–323.
- Davis, J. H., Schoorman, F. D., Mayer, R. C. and Tan, H. H. (2000). The trusted general manager and business unit performance: Empirical evidence of a competitive advantage, *Strategic management journal* **21**(5): 563–576.
- De Leo, G., Goodman, K. S., Radici, E., Secrhist, S. R. and Mastaglio, T. W. (2011). Level of presence in team-building activities: Gaming component in virtual environments, *arXiv preprint arXiv:1105.6020* .
- Dirks, K. T. (1999). The effects of interpersonal trust on work group performance., *Journal of applied psychology* **84**(3): 445.
- Dirks, K. T. and Ferrin, D. L. (2002). Trust in leadership: Meta-analytic findings and implications for research and practice., *Journal of applied psychology* **87**(4): 611.
- Dodds, T. J., Mohler, B. J. and Bülthoff, H. H. (2011). Talk to the virtual hands: Self-animated avatars improve communication in head-mounted display virtual environments, *PloS one* **6**(10): e25759.
- D'Souza, A., Vijayakumar, S. and Schaal, S. (2001). Learning inverse kinematics, *Proceedings 2001 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. Expanding the Societal Role of Robotics in the Next Millennium (Cat. No. 01CH37180)*, Vol. 1, IEEE, pp. 298–303.
- Duarte, D. L. and Snyder, N. T. (2006). *Mastering virtual teams: Strategies, tools, and techniques that succeed*, John Wiley & Sons.
- Dyer, W. G. (1995). *Team building: Current issues and new alternatives*, Vol. 62882, Prentice Hall.
- Gast, L. (2011). Das unheimliche der ambivalenz, *Forum der Psychoanalyse*, Vol. 27, Springer, pp. 349–358.

- George, C., Eiband, M., Hufnagel, M. and Hussmann, H. (2018). Trusting strangers in immersive virtual reality, *Proceedings of the 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces Companion*, pp. 1–2.
- Gibson, C. B., Zellmer-Bruhn, M. E. and Schwab, D. P. (2003). Team effectiveness in multinational organizations: Evaluation across contexts, *Group & Organization Management* **28**(4): 444–474.
- Gilson, L. L., Maynard, M. T., Jones Young, N. C., Vartiainen, M. and Hakonen, M. (2015). Virtual teams research: 10 years, 10 themes, and 10 opportunities, *Journal of management* **41**(5): 1313–1337.
- Glacel, B. P. (1997). Teamwork's top ten lead to quality, *The Journal for Quality and Participation* **20**(1): 12.
- González-Romá, V. and Hernández, A. (2014). Climate uniformity: Its influence on team communication quality, task conflict, and team performance., *Journal of Applied Psychology* **99**(6): 1042.
- Grammer, K. and Thornhill, R. (1994). Human (homo sapiens) facial attractiveness and sexual selection: the role of symmetry and averageness., *Journal of comparative psychology* **108**(3): 233.
- Guadagno, R. E., Blascovich, J., Bailenson, J. N. and McCall, C. (2007). Virtual humans and persuasion: The effects of agency and behavioral realism, *Media Psychology* **10**(1): 1–22.
- Gunawardena, C. N. (1995). Social presence theory and implications for interaction and collaborative learning in computer conferences, *International journal of educational telecommunications* **1**(2): 147–166.
- Guzzo, R. A. and Dickson, M. W. (1996). Teams in organizations: Recent research on performance and effectiveness, *Annual review of psychology* **47**(1): 307–338.
- Handy, C. (1995). Trust and the virtual organization.  
**URL:** <https://hbr.org/1995/05/trust-and-the-virtual-organization>
- Hart, S. (1980). Nasa-tlx: Task load index.  
**URL:** <https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/tlx/index.php>
- Haslam, S. A., Haslam, S. A., Ellemers, N., Van Knippenberg, D. and Platow, M. J. (2003). *Social Identity at Work: Developing Theory for Organizational Practice*, Psychology Press.
- Herbsleb, J. D., Mockus, A., Finholt, T. A. and Grinter, R. E. (2000). Distance, dependencies, and delay in a global collaboration.
- Hertel, G., Konradt, U. and Orlikowski, B. (2004). Managing distance by interdependence: Goal setting, task interdependence, and team-based rewards in virtual teams, *European Journal of work and organizational psychology* **13**(1): 1–28.
- Holton, J. A. (2001). Building trust and collaboration in a virtual team, *Team performance management: an international journal* .
- Huang, W., Wei, K. K., Bostrom, B., Lim, L.-H. and Watson, R. T. (1998). Supporting distributed team-building using gss: A dialogue theory-based framework, *Proceedings of the Thirty-First Hawaii International Conference on System Sciences*, Vol. 1, IEEE.

- Ijsselsteijn, W. A., Freeman, J. and De Ridder, H. (2001). Presence: Where are we?
- Jarvenpaa, S. L. and Leidner, D. E. (1999). Communication and trust in global virtual teams, *Organization science* **10**(6): 791–815.
- Jerald, J. (2015). *The VR book: Human-centered design for virtual reality*, Morgan & Claypool.
- Johansson, G. (1975). Visual motion perception, *Scientific American* **232**(6): 76–89.
- Johnson, D. and Grayson, K. (2005). Cognitive and affective trust in service relationships, *Journal of Business research* **58**(4): 500–507.
- Jones, G. R. and George, J. M. (1998). The experience and evolution of trust: Implications for cooperation and teamwork, *Academy of management review* **23**(3): 531–546.
- Kaiser, P. R., Tullar, W. L. and McKown, D. (2000). Student team projects by internet, *Business Communication Quarterly* **63**(4): 75.
- Katzenbach, J. R. and Smith, D. K. (2015). *The wisdom of teams: Creating the high-performance organization*, Harvard Business Review Press.
- Kerr, N. L. (1983). Motivation losses in small groups: A social dilemma analysis., *Journal of Personality and Social Psychology* **45**(4): 819.
- Kim, S., Kim, J., Bae, J.-H. and Park, J. (2018). Real-time inverse kinematics technique for controlling redundant avatar arm.
- Kling, R. and Jewett, T. (1994). The social design of worklife with computers and networks: an open natural systems perspective.
- Kucuk, S. and Bingul, Z. (2006). *Robot kinematics: Forward and inverse kinematics*, INTECH Open Access Publisher.
- Lewis, J. D. and Weigert, A. (1985). Trust as a social reality, *Social forces* **63**(4): 967–985.
- Lok, B., Naik, S., Whitton, M. and Brooks, F. P. (2003). Effects of handling real objects and self-avatar fidelity on cognitive task performance and sense of presence in virtual environments, *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* **12**(6): 615–628.
- Marks, M. A., Mathieu, J. E. and Zaccaro, S. J. (2001). A temporally based framework and taxonomy of team processes, *Academy of management review* **26**(3).
- Martins, L. L., Gilson, L. L. and Maynard, M. T. (2004). Virtual teams: What do we know and where do we go from here?, *Journal of management* **30**(6): 805–835.
- Maxwell, M. (1960). Psycho-cybernetics: A new way to get more living out of life.
- Mayer, R. C., Davis, J. H. and Schoorman, F. D. (1995). An integrative model of organizational trust, *Academy of management review* **20**(3): 709–734.
- McAllister, D. J. (1995). Affect-and cognition-based trust as foundations for interpersonal cooperation in organizations, *Academy of management journal* **38**(1): 24–59.

- McEwan, D., Ruissen, G. R., Eys, M. A., Zumbo, B. D. and Beauchamp, M. R. (2017). The effectiveness of teamwork training on teamwork behaviors and team performance: a systematic review and meta-analysis of controlled interventions, *PloS one* **12**(1).
- Mcknight, D. H., Carter, M., Thatcher, J. B. and Clay, P. F. (2011). Trust in a specific technology: An investigation of its components and measures, *ACM Transactions on management information systems (TOMS)* **2**(2): 1–25.
- McKnight, D. H., Cummings, L. L. and Chervany, N. L. (1998). Initial trust formation in new organizational relationships, *Academy of Management review* **23**(3): 473–490.
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: What gestures reveal about thought*, University of Chicago press.
- Mehrabian, A. et al. (1971). *Silent messages*, Vol. 8, Wadsworth Belmont, CA.
- Milliken, F. J. and Martins, L. L. (1996). Searching for common threads: Understanding the multiple effects of diversity in organizational groups, *Academy of management review* **21**(2): 402–433.
- Mooradian, T., Renzl, B. and Matzler, K. (2006). Who trusts? personality, trust and knowledge sharing, *Management learning* **37**(4): 523–540.
- Neustaedter, C. and Fedorovskaya, E. (2009). Presenting identity in a virtual world through avatar appearances, *Proceedings of graphics interface 2009*, Canadian Information Processing Society, pp. 183–190.
- Nowak, K. L. and Biocca, F. (2004). The effect of the agency and anthropomorphism on users' sense of telepresence, copresence, and social presence in...
- Olson, G. M. and Olson, J. S. (2003). Psychological aspects of the human use of computing, *Annu. Rev. Psychol* **54**: 491–516.
- Pan, Y. and Steed, A. (2017). The impact of self-avatars on trust and collaboration in shared virtual environments, *PloS one* **12**(12): e0189078.
- Pasmore, W. A. and Purser, R. E. (1993). Designing work systems for knowledge workers, *The Journal for Quality and Participation* **16**(4): 78.
- Peck, T. C., Seinfeld, S., Aglioti, S. M. and Slater, M. (2013). Putting yourself in the skin of a black avatar reduces implicit racial bias, *Consciousness and cognition* **22**(3): 779–787.
- Peters, L. M. and Manz, C. C. (2007). Identifying antecedents of virtual team collaboration, *Team Performance Management: An International Journal*.
- Pettifer, S., West, A., Crabtree, A. and Murray, C. (1999). Designing shared virtual environments for social interaction, *Proceedings of 3rd Workshop on Human Computer Interaction*.
- Polzer, J. T., Crisp, C. B., Jarvenpaa, S. L. and Kim, J. W. (2006). Extending the faultline model to geographically dispersed teams: How colocated subgroups can impair group functioning, *Academy of management Journal* **49**(4): 679–692.

- Prichard, J. S. and Ashleigh, M. J. (2007). The effects of team-skills training on transactive memory and performance, *Small group research* **38**(6): 696–726.
- Ratan, R. and Sah, Y. J. (2015). Leveling up on stereotype threat: The role of avatar customization and avatar embodiment, *Computers in Human Behavior* **50**: 367–374.
- Ren, Y., Kraut, R. and Kiesler, S. (2007). Applying common identity and bond theory to design of online communities, *Organization studies* **28**(3): 377–408.
- Rhodes, G., Proffitt, F., Grady, J. M. and Sumich, A. (1998). Facial symmetry and the perception of beauty, *Psychonomic Bulletin & Review* **5**(4): 659–669.
- Riedl, R., Mohr, P. N., Kenning, P. H., Davis, F. D. and Heekeran, H. R. (2014). Trusting humans and avatars: A brain imaging study based on evolution theory, *Journal of Management Information Systems* **30**(4): 83–114.
- Roth, D., Lugrin, J.-L., Galakhov, D., Hofmann, A., Bente, G., Latoschik, M. E. and Fuhrmann, A. (2016). Avatar realism and social interaction quality in virtual reality, *2016 IEEE Virtual Reality (VR)*, IEEE, pp. 277–278.
- Rotter, J. B. (1967). A new scale for the measurement of interpersonal trust., *Journal of personality* .
- Rousseau, D. M., Sitkin, S. B., Burt, R. S. and Camerer, C. (1998). Not so different after all: A cross-discipline view of trust, *Academy of management review* **23**(3): 393–404.
- Rousseau, V., Aubé, C. and Savoie, A. (2006). Teamwork behaviors: A review and an integration of frameworks, *Small group research* **37**(5).
- Salas, E., Cooke, N. J. and Rosen, M. A. (2008). On teams, teamwork, and team performance: Discoveries and developments, *Human factors* **50**(3): 540–547.
- Salas, E., Sims, D. E. and Burke, C. S. (2005). Is there a “big five” in teamwork?, *Small group research* **36**(5): 555–599.
- Schuemie, M. J., Van Der Straaten, P., Krijn, M. and Van Der Mast, C. A. (2001). Research on presence in virtual reality: A survey, *CyberPsychology & Behavior* **4**(2): 183–201.
- Schultze, U. (2010). Embodiment and presence in virtual worlds: a review, *Journal of Information Technology* **25**(4): 434–449.
- Schweitzer, L. and Duxbury, L. (2010). Conceptualizing and measuring the virtuality of teams, *Information systems journal* **20**(3): 267–295.
- Sherman, W. R. and Craig, A. B. (2018). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*, Morgan Kaufmann.
- Shuffler, M. L., DiazGranados, D. and Salas, E. (2011). There'sa science for that: Team development interventions in organizations, *Current Directions in Psychological Science* **20**(6).
- Slater, M. (2003). A note on presence terminology, *Presence connect* **3**(3): 1–5.

- Slater, M., Lotto, B., Arnold, M. M. and Sánchez-Vives, M. V. (2009). How we experience immersive virtual environments: the concept of presence and its measurement, *Anuario de Psicología, 2009, vol. 40, p. 193-210.*
- Slater, M., Spanlang, B., Sanchez-Vives, M. V. and Blanke, O. (2010). First person experience of body transfer in virtual reality, *PloS one 5(5): e10564.*
- statista (2020). Corona-krise: Anteil der belegschaft, der im homeoffice arbeitete, aktuell arbeitet oder theoretisch arbeiten könnte in deutschland im 2. quartal 2020.  
**URL:** <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1140049/umfrage/corona-krise-homeoffice-nutzung-und-potenzial/>
- Steed, A., Slater, M., Sadagic, A., Bullock, A. and Tromp, J. (1999). Leadership and collaboration in shared virtual environments, *Proceedings IEEE Virtual Reality (Cat. No. 99CB36316)*, IEEE.
- Stolle, D. (2002). Trusting strangers—the concept of generalized trust in perspective, *Österreichische Zeitschrift für Politikwissenschaft 31(4): 397–412.*
- SUTANTO, J., PHANG, C. W., KUAN, H. H., KANKANHALLI, A. and Bernard, C. Y. T. (n.d.). Vicious and virtuous cycles in global virtual team role coordination.
- Thornhill, R. and Möller, A. (1998). The relative importance of size and asymmetry in sexual selection, *Behavioral Ecology 9(6): 546–551.*
- Thurlow, C., Lengel, L. and Tomic, A. (2004). *Computer mediated communication*, Sage.
- Turoff, M., Hiltz, S. R., Bahgat, A. N. and Rana, A. R. (1993). Distributed group support systems, *MIS quarterly*.
- Waldow, K., Fuhrmann, A. and Grünvogel, S. M. (2019). Investigating the effect of embodied visualization in remote collaborative augmented reality, *International Conference on Virtual Reality and Augmented Reality*, Springer, pp. 246–262.
- Waters, R. C. and Barrus, J. W. (1997). The rise of shared virtual environments, *Ieee Spectrum 34(3).*
- Witmer, B. G. and Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire, *Presence 7(3): 225–240.*
- www.igroup.org (n.d.). igroup presence questionnaire (ipq) overview.  
**URL:** <http://www.igroup.org/pq/ipq/index.php>
- Zenun, M. M. N., Loureiro, G. and Araujo, C. S. (2007). The effects of teams' co-location on project performance, *Complex systems concurrent engineering*, Springer.

## Anhang

### A Auswertungsergebnisse

### B Demografieauswertung

### C Pre-Questionnaire

Bitte geben Sie Ihr biologisches Geschlecht an: \*

Männlich  
 Weiblich

Bitte geben Sie Ihr Alter an: \*

Kurzantwort-Text

Welchen höchsten Bildungsabschluss haben Sie bisher erreicht? \*

Kein Schulabschluss / Abgangszeugnis  
 Hauptschulabschluss / Volksschulabschluss  
 Realschulabschluss / Mittlere Reife  
 Fachabitur / Fachgebundene Hochschulreife  
 Abitur / Allgemeine Hochschulreife  
 Abgeschlossenes Studium  
 Abgeschlossene Ausbildung  
 Weitere...

Welcher beruflichen oder (berufs-) qualifizierenden Tätigkeit (inklusive Studium, Ausbildung) gehen Sie derzeit nach? \*

- Ich gehe derzeit keiner Tätigkeit nach
- Ich bin Schüler/in
- Ich bin Auszubildende/r
- Ich bin Student/in
- Ich bin Angestellte/r
- Ich bin Selbstständige/r
- Weitere...

Wie viel Sport treiben Sie pro Woche? \*

- Weniger als eine halbe Stunde
- Eine halbe Stunde
- Eine Stunde
- Eineinhalb Stunden
- Zwei Stunden
- Zweieinhalb Stunden
- Drei oder mehr Stunden

Welche Händigkeit besitzen Sie? \*

- Linkshänder
- Rechtshänder
- Beidhändig

Seit wie vielen Jahren sprechen Sie Deutsch ? \*

- 1 Jahr
- 2 Jahre
- 5 Jahre
- 10 Jahre und mehr
- Muttersprache

**Körperlich / Motorisch**Kurzantwort-Text  
.....**Visuell**Kurzantwort-Text  
.....**Psychisch**Kurzantwort-Text  
.....**Wenn Sie eine Sehschwäche oder sonstige optische Einschränkungen haben :**

Bitte geben Sie die Dioptrierzahlen für das jeweilige Auge an. Geben Sie zudem an, ob Sie zum Zeitpunkt des Experiments eine  
Sehhilfe (Brille/Kontaktlinsen) tragen und wenn ja welche.

Kurzantwort-Text  
.....

Haben Sie Erfahrung mit der virtuellen Realität? \*

Nein

Ja

Hatten Sie bereits an Studien/Experimenten/Demos teilgenommen, die in einer Form virtueller Realität (Head-Mounted-Display, CAVE, Körpertracking) oder immersiver (eintauchender) Darstellung stattgefunden haben ? \*

Nein

Ja

Sollten Sie auf die vorherige Frage mit "Ja" geantwortet haben, geben Sie bitte zudem die Anzahl der bereits absolvierten Erfahrungen an.

1. 1

2. 2

3. 3

4. 4

5. 5

6. 6

7. 7

8. 8

9. 9

10. 10 und mehr

Welches Endgerät nutzen Sie in dieser Studie? \*

1. Oculus Rift
2. HTC Vive
3. Sonstiges

In welchem Ausmaß benutzen Sie das Internet in Ihrem täglichen Leben? (Sehr häufig entspricht \* mehrere Stunden täglich).

1	2	3	4	5	6	7	
Gar nicht	<input type="radio"/>	Sehr häufig					

In welchem Ausmaß benutzen Sie einen PC oder Laptop in Ihrem täglichen Leben? (Sehr häufig entspricht mehrere Stunden täglich). \*

1	2	3	4	5	6	7	
Gar nicht	<input type="radio"/>	Sehr häufig					

In welchem Ausmaß spielen Sie Videospiele auf dem Handy, einer Konsole oder am PC? (Sehr häufig entspricht mehrere Stunden täglich). \*

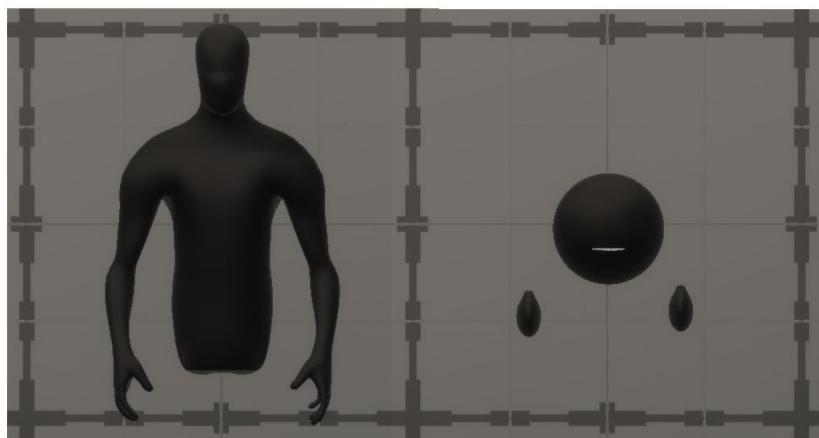
1	2	3	4	5	6	7	
Gar nicht	<input type="radio"/>	Sehr häufig					

In welchem Außmaß nutzen Sie ein VR-Headset? (Sehr häufig entspricht mehrere Stunden täglich) \*

1	2	3	4	5	6	7	
Gar nicht	<input type="radio"/>	Sehr häufig					

## D Post-Questionnaire - Konditionsabfrage

Wie sahen ihre Mitspieler aus? \*



- Menschenähnlich, mit Körper, ohne Beine
- Runder Kopf und runde Hände, kein Körper, keine Beine

## E Post-Questionnaire - Generelles Vertrauen

Ich neige dazu, andere zu akzeptieren \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

Ich akzeptiere andere so wie sie sind. \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme garnicht zu

Ich stimme voll zu

Meine Beziehungen zu anderen werden durch Vertrauen und Akzeptanz charakterisiert \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

Ich bin eine vertrauende Person \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

Es ist besser anderen Leute erst einmal zu Vertrauen \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu



Ich habe etwas Schwierigkeiten, Leuten zu vertrauen \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

Ich habe kein Vertrauen in andere Personen. \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

Ich finde es besser, andere für das zu akzeptieren, was sie sagen und was sie zu sein scheinen. \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme garnicht zu

Ich stimme voll zu

Meine Erfahrungen haben mir zeigen mir, dass es besser ist, anderen zu misstrauen, bis man diese besser kennt. \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

Ich habe viel Vertrauen in die Menschen, die ich kenne \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

Selbst in schlechten Zeiten denke ich, dass am Ende alles gut wird \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

Ich neige dazu, andere beim Wort zu nehmen \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

Wenn es um Personen geht, die ich kenne, glaube ich diesen \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

Ich glaube, dass ich mich auf die meisten Menschen verlassen kann, die ich kenne \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

Fast immer glaube ich Leuten, was sie mir erzählen \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu

Ich stimme voll zu

## F Post-Questionnaire - Kognitives Vertrauen

Diese Person geht an ihre Arbeit mit Professionalität und Hingabe heran \*

1      2      3      4      5

Ich stimme gar nicht zu



Ich stimme voll zu

Andere Personen, die mit diesen Personen interagieren müssen, halten ihn/sie für vertrauenswürdig \*

1      2      3      4      5

Ich stimme gar nicht zu



Ich stimme voll zu

Angesichts der Erfolgsbilanz dieser Personen sehe ich keinen Grund, an deren Kompetenzen zu zweifeln. \*

1      2      3      4      5

Ich stimme gar nicht zu



Ich stimme voll zu

Die meisten Menschen, auch diejenigen, die keine engen Freunde dieser Menschen sind, vertrauen und respektieren ihn/sie als Mitarbeiter/in \*

1      2      3      4      5

Ich stimme gar nicht zu



Ich stimme voll zu

Ich kann mich darauf verlassen, dass diese Personen meine Arbeit nicht durch nachlässige Arbeit erschweren \*

1      2      3      4      5

Ich stimme gar nicht zu



Ich stimme voll zu

Wenn die Menschen mehr über diese Personen und ihren Hintergrund wüssten, würden sie sich mehr Sorgen machen und ihre Leistung genauer beobachten. \*

1      2      3      4      5

Ich stimme gar nicht zu



Ich stimme voll zu

## G Post-Questionnaire - Teamkommunikation

In welchem Umfang war die Kommunikation zwischen Ihnen und Ihrem Team KLAR? \*

1	2	3	4	5	
Gar nicht	<input type="radio"/> Sehr				

In welchem Umfang war die Kommunikation zwischen Ihnen und Ihrem Team EFFEKTIV? \*

1	2	3	4	5	
Gar nicht	<input type="radio"/> Sehr				

In welchem Umfang war die Kommunikation zwischen Ihnen und Ihrem Team ABGESCHLOSSEN? \*

1	2	3	4	5	
Gar nicht	<input type="radio"/> Sehr				

In welchem Umfang war die Kommunikation zwischen Ihnen und Ihrem Team FLÜSSIG? \*

1	2	3	4	5	
Gar nicht	<input type="radio"/> Sehr				

In welchem Umfang war die Kommunikation zwischen Ihnen und Ihrem Team ZUM RICHTIGEN ZEITPUNKT? \*

Beschreibung

1	2	3	4	5	
Gar nicht	<input type="radio"/> Sehr				

## H Post-Questionnaire - Team-Effektivität

Mein Team hat eine geringe Fehlerquote \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu



Ich stimme voll zu

Mein Team produziert durchgehend hochwertige Ergebnisse \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu



Ich stimme voll zu

Mein Team hat eine hohe Qualität \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu



Ich stimme voll zu

Mein Team ist durchgehend fehlerfrei \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu



Ich stimme voll zu

Mein Team muss ihre Arbeitsqualität verbessern \*

1    2    3    4    5    6    7

Ich stimme gar nicht zu



Ich stimme voll zu

## I Post-Questionnaire - NASA-TLX

Wie viel geistige Anstrengung war bei der Informationsaufnahme und -Verarbeitung erforderlich \*  
(z.B. Denken, Entscheiden, Rechnen, Erinnern, Hinsehen, Suchen...)? War die Aufgabe leicht oder anspruchsvoll, einfach oder komplex, erforderte sie hohe Genauigkeit oder war sie fehlertolerant?

1. 1 - keine Anstrengung
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
11. 11 - mittlere Anstrengung
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.
- 19.
- 20.
21. 21 - hohe Anstrengung

Wie viel körperliche Aktivität war erforderlich (z.B. Ziehen, Drücken, Drehen, Steuern, Aktivieren,...)? War die Aufgabe leicht oder schwer, einfach oder anstrengend, erholsam oder mühselig? \*

1. 1 - keine körperliche Aktivität
2. 2
3. 3
4. 4
5. 5
6. 6
7. 7
8. 8
9. 9
10. 10
11. 11 - mittlere körperliche Aktivität
12. 12
13. 13
14. 14
15. 15
16. 16
17. 17
18. 18
19. 19
20. 20
21. 21 - hohe körperliche Aktivität

Wie viel Zeitdruck empfanden Sie hinsichtlich der Häufigkeit oder dem Takt, mit dem Aufgaben oder Aufgabenelemente auftraten? War die Abfolge langsam und geruhsam oder schnell und hektisch? \*

1. 1 - geringer Zeitdruck
2. 2
3. 3
4. 4
5. 5
6. 6
7. 7
8. 8
9. 9
10. 10
11. 11 - mittlerer Zeitdruck
12. 12
13. 13
14. 14
15. 15
16. 16
17. 17
18. 18
19. 19
20. 20
21. 21 - hoher Zeitdruck

Wie erfolgreich haben Sie Ihrer Meinung nach die vom Versuchsleiter (oder Ihnen selbst) gesetzten Ziele erreicht? Wie zufrieden waren Sie mit Ihrer Leistung bei der Verfolgung dieser Ziele? \*

1. 1 - kein Erfolg
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
11. 11 - mittlerer Erfolg
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.
- 19.
- 20.
21. 21 - hoher Erfolg

Wie hart mussten sie arbeiten, um Ihren Grad an Aufgabenerfüllung zu erreichen? \*

1. 1 - keine harte Arbeit

2. 2

3. 3

4. 4

5. 5

6. 6

7. 7

8. 8

9. 9

10. 10

11. 11 - mittlere Arbeit

12. 12

13. 13

14. 14

15. 15

16. 16

17. 17

18. 18

19. 19

20. 20

21. 21 - harte Arbeit

Wie unsicher, entmutigt, irritiert, gestresst und verärgert (versus sicher, bestätigt, zufrieden, entspannt und zufrieden mit sich selbst) fühlten Sie sich während der Aufgabe? \*

1. 1 - Gering

2. 2

3. 3

4. 4

5. 5

6. 6

7. 7

8. 8

9. 9

10. 10

11. 11 - Mittel

12. 12

13. 13

14. 14

15. 15

16. 16

17. 17

18. 18

19. 19

20. 20

21. 21 - Hoch

## J Post-Questionnaire - IPQ

Ich hatte das Gefühl, nur Bilder zu sehen. \*

1      2      3      4      5      6      7

trifft gar nicht zu

trifft völlig zu

Wie bewusst war Ihnen die reale Welt, während Sie sich durch die virtuelle Welt bewegten (z.B. Geräusche, Raumtemperatur, andere Personen etc.)?

1      2      3      4      5      6      7

extrem bewusst

unbewusst

Meine Aufmerksamkeit war von der virtuellen Welt völlig in Bann gezogen. \*

1      2      3      4      5      6      7

trifft gar nicht zu

trifft völlig zu

Die virtuelle Welt erschien mir wirklicher als die reale Welt. \*

1      2      3      4      5      6      7

trifft gar nicht zu

trifft völlig zu

Wie real erschien Ihnen die virtuelle Welt? \*

1      2      3      4      5      6      7

wie eine vorgestellte Welt

nicht zu unterscheiden von der realen Welt



## K Post-Questionnaire - Co-Presence

Ich wollte keine engere Beziehung mit meinen Interaktionspartnern haben. \*

1	2	3	4	5	
starke Zustimmung	<input type="radio"/> starke Ablehnung				

Ich wollte eine gewisse Distanz zwischen mir und den Interaktionspartnern wahren. \*

1	2	3	4	5	
starke Zustimmung	<input type="radio"/> starke Ablehnung				

Ich wollte ungern persönliche Informationen mit meinen Interaktionspartnern teilen. \*

1	2	3	4	5	
starke Zustimmung	<input type="radio"/> starke Ablehnung				

Ich wollte die Konversation vertrauter machen. \*

1	2	3	4	5	
starke Zustimmung	<input type="radio"/> starke Ablehnung				

Ich versuchte, eine gewisse Nähe zwischen uns zu erzeugen. \*

1	2	3	4	5	
starke Zustimmung	<input type="radio"/> starke Ablehnung				

Ich war daran interessiert, mit meinen Interaktionspartnern zu reden. \*

1	2	3	4	5		
starke Zustimmung	<input type="radio"/>	starke Ablehnung				

Meine Interaktionspartner waren stark in unserer Interaktion involviert. \*

1	2	3	4	5		
starke Zustimmung	<input type="radio"/>	starke Ablehnung				

Meine Interaktionspartner fanden die Interaktionen anregend. \*

1	2	3	4	5		
starke Zustimmung	<input type="radio"/>	starke Ablehnung				

Meine Interaktionspartner kommunizierten eher "kalt" als "warm". \*

1	2	3	4	5		
starke Zustimmung	<input type="radio"/>	starke Ablehnung				

Meine Interaktionspartner schufen eine gewisse Distanz zwischen uns. \*

1	2	3	4	5		
starke Zustimmung	<input type="radio"/>	starke Ablehnung				

Meine Interaktionspartner schienen losgelöst während der Interaktion. \*

1	2	3	4	5		
starke Zustimmung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	starke Ablehnung

Meine Interaktionspartner waren unwillig persönliche Informationen zu teilen. \*

1	2	3	4	5		
starke Zustimmung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	starke Ablehnung

Meine Interaktionspartner machten den Anschein, dass unserer Konversation vertraut ist. \*

1	2	3	4	5		
starke Zustimmung	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	starke Ablehnung

Mein Interaktionspartner schuf eine gewisse Distanz zwischen uns.

1	2	3	4	5		
starke Zustimmung	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	starke Ablehnung

Meine Interaktionspartner erstellten eine gewisse Nähe zwischen uns. \*

1	2	3	4	5		
starke Zustimmung	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	starke Ablehnung



Inwiefern fühlten Sie sich, als wären Sie in der dargestellten

\*

1 2 3 4 5 6 7

Überhaupt nicht



Sehr stark

Inwiefern fühlten Sie sich in die dargestellte Umgebung hineinversetzt? \*

1 2 3 4 5 6 7

Überhaupt nicht



Sehr stark

Inwiefern fühlten Sie sich von der dargestellten Umgebung umschlossen? \*

1 2 3 4 5 6 7

Überhaupt nicht



Sehr stark

Inwiefern konnten Sie abschätzen, wie Ihr Partner auf das reagierte, was Sie kommunizierten? \*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Reaktion konnte abgeschätzt werden



Reaktion konnte nicht abgeschätzt werden

werden

Wie sehr konnten Sie die Reaktion des Gegenüber abschätzen? \*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Reaktion konnte abgeschätzt werden



Reaktion konnte nicht abgeschätzt werden

werden

Wie sehr war das eine Begegnung von Angesicht zu Angesicht? \*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Sehr ähnlich zu einer Begegnung zu  
Angesicht



Überhaupt keine Begegnung von  
Angesicht zu Angesicht

Wie sehr haben Sie sich mit ihrem Partner im selben Raum gefühlt? \*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Sehr stark in einem Raum



Nicht sehr stark in einem Raum

In welchem Ausmaß schien ihr Partner "real"? \*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Sehr real



Überhaupt nicht real

Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie dieses Interaktionssystem nutzen würden, um andere Nutzer \*  
bei einem Treffen mit etwas zu überzeugen?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Sehr wahrscheinlich



Sehr unwahrscheinlich

Wie gut könnten Sie jemanden kennen lernen, den Sie nur über das System  
trafen? \*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Sehr gut



Überhaupt nicht gut

## L Other

Authors	Space/geographic dispersion	Organization/boundary-less	Time/asynchronicity	Term/lifespan	Cultural/national diversity	Enabled by/rely on communication technology
Bai & Teo (2000)	x	x	x			x
Powell et al. (2006)	x	x	x	x	x	x
Martins et al. (2004)	x	x	x	x	x	x
Hertel et al. (2005)	x	x	x	x	x	x
Gibson & Gibbs (2006)	x	x	x	x	x	x
Powell et al. (2004)	x	x	x	x	x	x
Watson-Manheim et al. (2002) (discontinuities)	x	x	x	x	x	x
Staples & Webster (2007)	x	x	x	x	x	x
Espinosa et al. (2003) (boundaries),	x	x	x	x	x	x
Saunders & Ahuja (2006)	x	x	x	x	x	x
Kirkman et al. (2004)	x	x	x	x	x	x
Griffith et al. (2003)	x	x	x	x	x	x
Cohen & Gibson (2003)	x	x	x	x	x	x
Bell & Kozlowski (2002)	x	x	x	x	x	x
O'Leary & Cummings (2007)	x					
Lurey & Raisighani (2001)	x	x	x	x	x	x
Maznevski & Chudoba (2000)	x	x	x	x	x	x
Jarvenpaa & Leidner (1999)	x					
Kristof et al. (1995)	x					

x, criteria were included in the study.

Abbildung 36 Kriterien für VT's von (Schweitzer and Duxbury; 2010, p. 27)