

Evaluation eines Virtual Reality-Systems mit integriertem Extremitätentracking unter dem Aspekt der Akrophobie

Philip SCHÄFER¹, Marius KOLLER¹, Julia DIEMER², Gerrit MEIXNER¹

¹ UniTyLab, Hochschule Heilbronn
Max-Planck-Str. 39, 74081 Heilbronn

² Lehrstuhl für Klinische Psychologie und Psychotherapie, Universität Regensburg
Universitätsstr. 31, 93053 Regensburg

Kurzfassung: Eine Konfrontationstherapie kann mithilfe eines Virtual Reality-Systems komfortabel und im gewohnten Behandlungsraum des Psychologen durchgeführt werden. Das vorliegende System ist ein solches Behandlungsinstrument und hebt sich durch das Zusammenspiel von Oculus Rift und der Integration eines Avatars technisch von anderen Systemen ab. In einer Evaluation mit 42 Probanden, bei der 21 Versuchspersonen mit dem integrierten Avatar und 21 Versuchspersonen ohne diese Erweiterung durch ein Höhenszenario geleitet werden, wurde untersucht, welche Auswirkungen die erhöhte Immersion durch den Avatar auf das Präsenzerleben der Probanden hat und ob das System für eine Therapie geeignet ist. Mit dem t-Test wurde gezeigt, dass der Avatar einen signifikanten Einfluss auf das Verhalten der Versuchspersonen in der Gruppe mit diesem Feature hat, welche unbewusst durch körperliche Interaktion versuchten das System zu steuern, obwohl sie dafür ein Eingabegerät erhielten.

1. Einleitung

Eine Angststörung ist eine extreme, konstante und vor allem unverhältnismäßige Furcht gegenüber einer Situation oder einem Objekt, welche von der betroffenen Person nicht maßgeblich beeinflusst werden kann.

Mit einer 12-Monats Prävalenz von 14% sind Angststörungen die am häufigsten vorkommenden psychischen Erkrankungen in Europa, der Schweiz, Island und Norwegen (Wittchen et. al. 2011).

Der gängigste und vor allem erfolgreichste Therapieansatz ist die Konfrontationstherapie (Foa et al. 1989). Die Erfolgsquote liegt bei diesem Verfahren zwischen 77% und 95% (Hahlweg et al. 2004; Margraf & Schneider 2009). Hierbei wird der Patient dem phobischen Reiz bewusst über längere Zeit ausgesetzt. Bei einer unter Akrophobie (Höhenangst) leidenden Person könnte dies das Betreten eines Dachgartens sein. Bei zunehmender Dauer der Aussetzung klingt die Angst vor dem Objekt oder der Situation kontinuierlich ab und es wird eine Neubewertung der Situation eingeleitet (Neudeck & Wittchen 2004). Eine solche Therapiesitzung kann mit gleichen Erfolgsaussichten auch mit einem Virtual Reality-System durchgeführt werden (Emmelkamp et al. 2001). Hierdurch ergeben sich u.a. die Vorteile, dass die Szenen (z.B. in Hinblick auf die Stärke der Reizexposition) für die Patienten zugeschnitten und Umwelteinflüsse und Gefahren praktisch ausgeschlossen werden können. Um das Präsenzerleben, also das Gefühl des Patienten sich in der vorgespielten simulierten Situation zu befinden, möglicherweise weiter zu maximieren, integriert das Acrophobia Therapy with Virtual Reality

(AcTiVity) System mit Hilfe der Microsoft Kinect einen virtuellen Avatar des Patienten, sodass dessen Körperbewegungen in dem System abgebildet werden können. Den Einfluss dieser Erweiterung und die Tauglichkeit des AcTiVity-Systems als Therapiesystem wurde in der folgenden Evaluation untersucht. Weiter ist die Motion Sickness, im deutschsprachigen Raum auch als Reisekrankheit bekannt, ein negativer Effekt, der beim Benutzen eines Virtual Reality-Systems auftreten kann. Als Ursache sieht man die nicht übereinstimmenden Informationen der Sinnesorgane zur räumlichen Lage und Bewegung des Körpers. Wie stark das AcTiVity-System davon betroffen ist, wurde ebenfalls untersucht.

In Kapitel 2 wird die angewandte Methode beschrieben, Kapitel 3 gibt einen Überblick über die Ergebnisse und in Kapitel 4 werden die Ergebnisse abschließend diskutiert.

2. Methode

2.1 Aufbau des AcTiVity-Systems

Das Kernstück des AcTiVity-Systems stellt die Oculus Rift Development Kit (DK) 1, ein Head Mounted Display der neusten Generation, dar. Durch ihr erweitertes Field of View von 110° auf der Vertikalen deckt sie den gesamten Sichtbereich des Benutzers auf die reale Umgebung ab und ersetzt ihn durch einen computergenerierten Bildfluss. Zusätzlich verfügt die Oculus Rift über verschiedene Sensoren um Kopfbewegungen des Nutzers zu erkennen und das gesehene Bild demensprechend anpassen zu können. Die genutzte Oculus Rift DK1 hat eine Bildschirmauflösung von 1280x800 Bildpunkte, was 640x800 Bildpunkte pro Auge entspricht.

Das Körpertracking wird über die Stereo/Tiefenkamera Kinect von Microsoft realisiert. Sie erfasst die Bewegungen des Benutzers, aus welchen das System einen Avatar ableitet. Die Microsoft Kinect legt sich zum Nachverfolgen der Bewegungsabläufe mehrere Punkte (max. 20) an relevanten Stellen, wie dem Kopf, der Gelenke oder der Wirbelsäule, des Skelettmodells des Benutzers an. Somit kann eine Abduktion des Armes erkannt und auf den Avatar übertragen werden. Die Eingabesteuerung zum Fortbewegen geschieht über den auf Bluetooth basierenden Sixaxis Controller der Sony Playstation 3.

Softwareseitig kommt die Half-Life 2 Erweiterung Garry's Mod zum Einsatz. Sie dient als Schnittstelle zur Microsoft Kinect und wird zur Berechnung des Avatars genutzt. Da die Erweiterung auf Half-Life 2 aufbaut, wird auch dessen aktuelle Grafikengine genutzt, wodurch technisch sehr realistische Welten nachgebaut werden können. Als Grundsystem für die Evaluation wurde ein MacBook Pro mit einem 2.6GHz Intel Core i7 Prozessor, 16 GB Arbeitsspeicher und einer NVIDIA GeForce GT750M Grafikkarte sowie Windows 7 Professional als Betriebssystem genutzt.

2.2 Auswahl und Gruppierung der Probanden

Für diesen Vorabtest wurden 42 Probanden aller soziodemographischen Schichten gewählt, welche jedoch nicht unter einer diagnostizierten Akrophobie litten. Die Rekrutierung erfolgte vornehmlich über direktes Kontaktieren der möglichen Versuchspersonen. Die Zuteilung der Probanden in die Versuchs- und

Kontrollgruppe konnte aus organisatorischen Gründen nicht randomisiert stattfinden. Es war der Zeitpunkt der Zusage an der Teilnahme ausschlaggebend. Dabei wurde lediglich darauf geachtet, dass die Geschlechts- und Altersverteilung möglichst gleich bleibt. Die erste Gruppe mit Kinect durfte den vollen Funktionsumfang des AcTiViTy-Systems ohne Einschränkung erleben. Bei der zweiten Gruppe ohne Kinect wurde das Feature des aktiven Körpertrackings deaktiviert, was den Wegfall des Avatars bedeutete.

2.3 Genutzte Erhebungsmethoden

Um das Präsenzepfinden der Probanden möglichst genau bestimmen zu können, wurde eine Kombination aus direkter Befragung des Probanden während der Exposition und einer postexpositionaler Erhebung über den standardisierten IGroup Presence Questionnaire (IPQ) (Schubert et al. 1999) genutzt. Des Weiteren wurde zwischen der subjektiven Ebene, der Physiologischen Ebene sowie der Verhaltensebene unterschieden. Auf subjektiver Ebene bewertete der Proband selbst sein gefühltes Präsenzepfinden. Dies geschah beim IPQ auf einer Skala von 1 bis 7, wobei 7 das höchste Präsenzepfinden bedeutete. Die insgesamt 14 Fragen des Fragebogens verteilen sich auf die Skalen Räumliches Präsenzepfinden, Erlebter Realismus und Interaktion. In einer separaten Befragung während der Exposition gab der Proband an zwei hochphobischen Abschnitten ein subjektives Rating auf die Frage "Bitte geben Sie Ihr Präsenzepfinden auf einer Skala von 1 bis 100 an" ab, wobei 1 das niedrigste und 100 das maximale Präsenzepfinden darstellte.

Die Verhaltensebene wurde durch den Versuchsleiter bewertet. Hier wurde beobachtet, wie weit die Probanden durch körperliche Interaktion das System zu steuern versuchten, wie sicher ihr Auftreten während des Versuches waren, ob sie bei manchen Aufforderungen zögerten oder sogar nicht in der Lage waren diesen nachzugehen, sowie das Blickverhalten und ob die Person stürzte. Um die physiologische Ebene erfassen zu können, wurde der Herzfrequenz-Sensor H7 von Polar eingesetzt. Mit diesem kabellosen Brustgurt wurden im Verlauf des Experimentes die Herzfrequenz und die Herzfrequenzvariabilität jedes einzelnen Probanden erfasst. Zusätzlich wurden per Fragebogen die soziodemographischen Daten der Teilnehmer erhoben, sowie Fragen zu ihrer Erfahrung mit neuen Medien und dem Computer im Allgemeinen erfragt.

2.4 Durchführung

Nachdem der Proband über den Versuchsablauf und dem möglichen Effekt der Motion Sickness aufgeklärt worden war, wurde mit dem Herzfrequenz-Sensor eine erste Baseline-Pulsmessung über eine Dauer von 60 Sekunden durchgeführt. Diese diente als Referenzwert für alle späteren Messungen. Danach wurde dem Proband die Oculus Rift aufgesetzt und abhängig von der Gruppenzugehörigkeit die Microsoft Kinect auf seine Körpergröße ausgerichtet. Der Proband befand sich nun in der virtuellen Welt. Er startete die Exposition inmitten einer Straße mit beidseitig überwiegend geschlossenen Häuserreihen. In dieser Umgebung wurden keinerlei phobische Objekte oder Situationen gezeigt, sie diente lediglich zur Eingewöhnung in die virtuelle Welt. Nach einer weiteren einminütigen Pulsmessung wurde der Proband auf ein naheliegendes Hausdach teleportiert.

Das Blickfeld der Versuchsperson war dabei horizontal auf die Ebene des Daches beschränkt. Wenige Meter vor ihr konnte sie einen kleinen Balkon erkennen. Nach

der Teleportation wurde der Versuchsperson zur Fortbewegung der Sixaxis Controller überreicht und darauf hingewiesen, dass die Eingabesteuerung ausschließlich über diesen Controller funktioniert. Nun wurde der Proband aufgefordert, sich zu dem vor ihm liegenden Balkon zu begeben. Dieser war zwar durch ein Geländer gesichert, ließ aber durch die Bauweise des Bodens aus Metallgittern einen Blick auf die mehrere Meter tiefer liegende Straße zu (vgl. Abbildung 1).



Abbildung 1: Screenshot des Balkons aus dem ActiVity-System

Am Balkon angekommen wurde vom Versuchsleiter beobachtet, wie sich der Proband beim Anheben eines Beines und einfachen Armbewegungen verhielt. Hier sollte die Versuchsperson auch ihre subjektive Präsenz angeben.

Links neben dem Balkon zog sich entlang der Hausfront ein schmaler Vorsprung über die mehrere Meter tiefer liegende Straße. Die Testperson wurde nun aufgefordert, diesen Abschnitt zu betreten. Dieser ungesicherte Vorsprung stellte eine Gefahrenzone dar, denn ein tödlicher Sturz in die Tiefe wäre möglich gewesen. Um einen Schreck der Versuchsperson auszuschließen, wurde der Avatar jedoch bei einem solch gravierenden Fehltritt abgefangen. Sobald die Testperson in der Mitte des Vorsprungs angekommen war, wurde sie aufgefordert, ein Bein über diesen Sims zu schieben. Diese Aktion stellte die schwierigste und interessanteste Aufgabe des Versuches dar. Die Gruppe mit Unterstützung der Kinect konnte dabei beobachten, wie ihr virtuelles Bein über der klaffenden Tiefe baumelte. Hier wurde auch die zweite direkte Befragung des Probanden nach seiner subjektiven Präsenz durchgeführt. Nach einer weiteren einminütigen Pulsmessung begab sich der Proband zurück auf den Balkon, womit der Versuch innerhalb der virtuellen Welt beendet war.

Nun wurde der Fragebogen zur Präsenzmessung ausgehändigt und vom Versuchsteilnehmer im Versuchslabor ausgefüllt, um eine mögliche Beeinflussung durch andere Teilnehmer ausschließen zu können.

3. Ergebnisse

Die 42 Probanden wurden auf zwei Gruppen mit jeweils 21 Personen aufgeteilt. Unter allen Teilnehmern waren 27 männliche und 15 weibliche Versuchspersonen im

Alter zwischen 19 und 79 Jahren, wobei davon 29 Probanden zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung zwischen 24 und 33 Jahre alt waren. 63,8% schätzten ihre Computerkenntnisse als befriedigend oder gut ein und mit 75% spielten die meisten keine 3D-Spiele.

Während der Exposition oder im Anschluss trat Motion Sickness bei 6 Teilnehmern auf, jedoch nur so schwach, dass sie den Versuch ohne Einschränkungen zu Ende führen konnten. Lediglich ein Proband klagte auch mehrere Minuten nach Ende der Exposition über ein Schwindelgefühl.

Auf subjektiver Ebene wurde auf die beiden Fragen nach der gefühlten Präsenz, welche während der Exposition gestellt wurden, in der Gruppe mit Kinect im Mittel mit 68.95 bei einer Standardabweichung von 21.20 und in der Gruppe ohne Kinect im Mittel mit 55.76 bei einer Standardabweichung von 27.98 geantwortet. Durch den statistischen t-Test konnte hier ein Trend ($t_{40} = 1.722$, $p = 0.093$) festgestellt werden. Die mit dem IPQ erfasste Präsenz wurde insgesamt mit einem Mittelwert von 4.66 in der Gruppe mit Kinect bei einer Standardabweichung von 0.730 und mit 4.57 bei einer Standardabweichung von 1.045 bei der Gruppe ohne Kinect gemessen. Der t-Test konnte keinen signifikanten Gruppenunterschied nachweisen. Doch es konnte in der räumlichen Präsenz bei einem durchschnittlichen Präsenzepfinden von 5.13 ($SD = 0.614$) in der Gruppe mit Kinect und einem durchschnittlichen Wert des Präsenzepfindens von 4.60 ($SD = 1.175$) wieder ein Trend ($p = 0.073$) beobachtet werden. Auf anderen Skalen des IPQ gab es keine signifikanten Unterschiede.

Bei 12 der 42 Probanden, also 28.57%, wurde eine körperliche Interaktion zum steuern des Systems beobachtet. 83.3% ($n=10$) davon befanden sich in der Gruppe mit Kinect und nur 16.7% ($n=2$) in der Gruppe ohne Kinect. Der exakte Test nach Fisher lieferte hier ein signifikantes Ergebnis ($p = 0.015$) hinsichtlich des Gruppenvergleiches.

Zur Berechnung des Anstieges der Pulsfrequenz in der physiologischen Ebene wurde als Referenzwert die ermittelte Baseline vor der Immersion verwendet und dementsprechend subtrahiert. Während des Versuches wurde der Proband phobischen Reizen ausgesetzt, indem er sein Bein auf dem Balkon anhub und danach über den Vorsprung schob. Hier nahm die Herzfrequenz relativ zur Baseline außerhalb der virtuellen Realität stark zu ($M = 2.05$). Während des Verweilens von 60 Sekunden auf dem Vorsprung nahm der Puls trotz phobischer Situation wieder ab und war im Mittel nur noch 0.18 Schläge höher als in der Baseline. Im Gruppenvergleich ist der Anstieg des Pulses in der hoch phobischen Situation in der Gruppe mit Kinect ($M = 0.85$) im Mittel um 2.4 Schläge geringer als in der Gruppe ohne Kinect ($M = 3.25$) und während des Verweilens auf dem Vorsprung ebenfalls um 0.35 Schläge niedriger. Der durchgeführte t-Test konnte bei dieser Gruppengröße jedoch keine Signifikanz feststellen ($t_{38} = 1.172$, $p = 0.249$ und $t_{38} = 1.447$, $p = 0.156$).

Durch einen Vergleich mit über 600 ausgewerteten Fällen des Fragebogens aus der IGroup Datenbasis ging hervor, dass das AcTiVity-System im Schnitt um 0.65 Punkte höher bewertet wurde als andere Virtual Reality-Systeme, was laut t-Test höchst signifikant ($t_{593} = 4.676$, $p = 0$) war.

4. Diskussion

Die Evaluation zeigt, dass mit der Erweiterung der Immersion durch den Avatar grundsätzlich eine Präsenzsteigerung zu erwarten ist. Eine negative Feststellung ist

der niedrigere erlebte Realismus in der Gruppe mit Kinect. Eine mögliche Erklärung wäre, dass die Bewegungsabläufe des Avatars nicht immer optimal waren und dies zu einer Abwertung des Realitätsempfindens führte.

Auf subjektiver Ebene ist während der Exposition vom Benutzer zwar ein Trend zu erkennen, doch wirklich signifikante Auswirkungen zeigt der Avatar erst in der Verhaltensebene, durch die wahrscheinlich unbewusste und möglicherweise ungewollte Integration des eigenen Körpers in die virtuelle Welt ($p = 0.006$). Dies macht das Ergebnis aber noch interessanter, da anscheinend eine wichtige Verbindung zwischen Avatar und dem eigenen Körper hergestellt wird, ohne dass der Proband dies bewusst steuert. Die Auswertung der räumlichen Präsenz durch den IPQ, zu dessen Ausprägung u.a. die Frage zählt „Ich hatte das Gefühl, in dem virtuellen Raum zu handeln, statt etwas von außen zu bedienen“, unterstreicht diese Vermutung mit einem Trend ($p = 0.073$).

Diese Verbindung beeinflusst wahrscheinlich auch die physiologische Ebene des Benutzers stärker als die Pulsmessung alleine zeigen konnte. So stellt es einen sehr interessanten Ansatz dar, dass die Steigerung des Pulses in einer hoch phobischen Situation, wie dem Balancieren auf einem virtuell nachgestellten Absatz in tödlicher Höhe, nicht so stark ausfällt, wenn die Versuchsperson zusätzlich ihre Füße sehen kann und dadurch vielleicht einen sicheren Stand assoziiert. Diesen Ansatz kann man auch auf andere Szenarien übertragen. So könnte durch einen ausgestreckten Arm ein besseres Gefühl über den Abstand zwischen dem Benutzer und einem phobischen Objekt hergestellt werden. Diese Beobachtung könnte neben der Pulsmessung durch die zusätzliche Erfassung der elektrodermalen Aktivität näher untersucht werden.

Das sehr hohe Präsenzepfinden in beiden Gruppen und der unwesentliche Einfluss der Motion Sickness lassen schließen, dass sich das System sowohl mit als auch ohne Integration des Avatars als Therapiesystem eignet. Der Rückgang der Herzfrequenz bei längerem Verweilen auf dem phobischen Vorsprung sollte mit Akrophobiepatienten weiter untersucht werden und könnte bei gleichbleibendem Effekt ein Indiz für einen erfolgreichen Effekt des Systems sein.

5. Literatur

- Emmelkamp PMG, Bruynzeel M, Drost L, van der Mast C (2001) Virtual Reality Treatment in Acrophobia: A Comparison with Exposure in Vivo. *CyberPsychology & Behavior* 4 (3): 335–39.
- Foa EB, Steketee G, Rothbaum B (1989) Behavioral/cognitive Conceptualizations of Post-Traumatic Stress Disorder. *Behavior Therapy* 20 (2): 155–76.
- Hahlweg K, Fiegenbaum W, Schröder B, Frank M, von Witzleben I (2004) Klinische Brauchbarkeit Der Konfrontationstherapie Für Agoraphobische Patienten. *Zeitschrift Für Klinische Psychologie Und Psychotherapie* 33 (2): 130–38.
- Margraf J, Schneider S, eds. (2009) *Lehrbuch Der Verhaltenstherapie*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Neudeck P, Wittchen HU (2004) *Konfrontationstherapie Bei Psychischen Störungen: Theorie Und Praxis*. Vol. 30. Hogrefe Verlag.
- Schubert T, Friedmann F, Regenbrecht H (1999) Embodied Presence in Virtual Environments. In: Paton, R. & Neilson, I. (Eds.), *Visual Representations and Interpretations* 269–78. London: Springer.
- Wittchen HU, Jacobi F, Rehm J, a Gustavsson, Svensson M, Jönsson B, Olesen E, Allgulander C, Alonso J, Faravelli C, Fragitloni L, Jennum P, Lieb R, Maercke A, van Os J, Presig M, Salvador-Carulla L, Simon R, Steinhausen HC (2011) The Size and Burden of Mental Disorders and Other Disorders of the Brain in Europe 2010. *European Neuropsychopharmacology: The Journal of the European College of Neuropsychopharmacology* 21 (9): 655–79.