

Physiologische Werte zur Messung der Präsenz in virtuellen Welten

Paula Frieden¹, Ralph Koelle¹, Stefanie Elbeshausen¹

Institut für Informationswissenschaft und Sprachtechnologie, Universität Hildesheim¹

{frieden, koelle, elbesh}@uni-hildesheim.de

Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt ein Experiment zur Untersuchung physiologischer Reaktionen in virtuellen Welten. Dazu durchlaufen zehn Testpersonen eine Coverstory in einer virtuellen Umgebung, in deren Verlauf eine virtuelle Holzplanke in 160 Meter Höhe betreten werden soll. Neben der Messung physiologischer Werte, wie Hautleitfähigkeit und Herzfrequenz, werden auffällige Reaktionen der Probanden aufgezeichnet und ausgewertet. Zusätzlich wird der Einfluss passiver Haptik auf die Präsenz untersucht. Die Untersuchung basiert auf der Arbeit von Meehan (2001). Das Experiment weist auf die Hautleitfähigkeit als geeignete Methode zur Messung der Präsenz hin.

1 Einleitung

Leichtere und bezahlbare *Virtual Reality* (Virtuelle Realität, kurz: VR) Brillen mit hoher grafischer Auflösung führen zu weniger Störfaktoren bei den Anwendenden und damit zu höherer *Immersion* bzw. *Präsenz*. Diese lässt sich bspw. per Fragebogen ermitteln (Witmer & Singer, 1998). Ein objektiverer Ansatz ist die Messung körperlicher Reaktionen auf Extremsituationen in der virtuellen Welt (Meehan, 2001, S.3). Ausgehend von der Annahme, dass eine stressige Situation in der Virtualität physiologische Reaktionen hervorruft, werden zehn Testpersonen einer solchen virtuellen Extremsituation ausgesetzt, indem sie in ca. 160 Meter Höhe eine virtuelle Holzplanke begehen sollen, wobei die physiologischen Messwerte *Hautleitfähigkeit* (in Siemens) und *Pulsschlag* erfasst werden. In einer zweiten Messreihe kommt passive Haptik in Form einer realen und fühlbaren Holzplanke und eines Ventilators als Windsimulation hinzu, was ein stärkeres Präsenzgefühl erwarten lässt (Insko, 2001).

2 Virtual Reality, Immersion und Präsenz

VR versetzt Nutzende in die Lage innerhalb einer simulierten Umgebung zu agieren. Im Idealfall geschieht dies - wie in der realen Welt - mit einer voraussetzungslosen Nutzung und hohen Interaktionsmöglichkeiten (Brill, 2009). Steuer (1992) definiert VR ohne einen Bezug zu einer bestimmten Hardware und legt den Schwerpunkt auf das vom Menschen Erlebte. Hierfür führt er das Konzept der *Präsenz* ein, welches sich auf die Erfahrungen des Menschen und das Erleben einer Welt bezieht. Dabei ist nicht unbedingt die Umgebung einer physikalischen Welt gemeint, sondern die Wahrnehmung dieser und wie sie durch mentale Prozesse vermittelt wird. Er definiert Präsenz als „*the sense of being in an environment*“ (Steuer, 1992, S. 75). *Immersion* lässt sich hiervon als das Ausmaß, zu dem ein System eine Umgebung schaffen und die Sinneseindrücke aus der realen Welt ausschließen kann (Slater, 1995), abgrenzen. Präsenz wird als das Ergebnis oder die direkte Funktion der Immersion beschrieben. Je realer die VR, desto höher fällt die Präsenz aus (Schubert et al., 2001).

3 Methodik

Das Experiment basiert auf der VR-Anwendung „Richie’s Plank Experience“¹. Während der Durchführung werden die Reaktionen der Probanden protokolliert, Herzfrequenz und Hautleitfähigkeit aufgezeichnet und die Experimente mit einer Videokamera für eine spätere Auswertung dokumentiert. Mit „Richie’s Plank Experience“ wurde bewusst eine Umgebung ausgewählt, die eine extreme Höhensituation beinhaltet: der User fährt mit einem Fahrstuhl zur „Plank“, welche sich in 160 Meter Höhe befindet, um dort auf einem Holzbalken zu balancieren. Für die Durchführung wird eine HTC VIVE genutzt, da diese aufgrund des VALVE Lighthouse Systems (Version 1) das derzeit beste Tracking innerhalb eines ca. 20 qm großen Raumes bietet (Niehorster et al., 2017). Die Messung der physiologischen Werte erfolgt mittels ProComp Infinity Sensoren, für die Aufzeichnung wird die BioGraph Infinity Software herangezogen.²

3.1 Durchführung

Zu Beginn befindet sich die Testperson auf einem Gehweg vor dem Fahrstuhl. Dort sieht sie sich zunächst eine Minute um. Der Coverstory folgend, fährt sie anschließend zur Etage „Plank“ und läuft bis an das Ende der Planke, um einen Kuchen einzusammeln. Danach fährt sie zurück ins Erdgeschoss. Das gesamte Experiment nimmt etwa 20 Minuten in Anspruch. In einem weiteren Durchlauf werden die Holzplanke und der Ventilator als zusätzliche Haptik eingesetzt. Die Reihenfolge der Testbedingungen erfolgt für die zehn Probanden zufällig. Während der Aufzeichnung der physiologischen Werte werden für die spätere Auswertung Marker gesetzt:

1 Richie’s Plank Experience in VIVEPORT: <https://www.viveport.com/apps/9347a360-c6ea-4e35-aaf1-9fab4f41cb79>

2 <http://thoughttechnology.com/index.php/procomp-infinity-320.html>

1. *Testperson betritt den Fahrstuhl*
2. *Fahrstuhl öffnet sich oben*
3. *Testperson macht den ersten Schritt auf die Planke*
4. *Testperson hat das Ende der Planke erreicht*
5. *Testperson ist zurück im Fahrstuhl*
6. *Testperson befindet sich zurück auf dem Gehweg*

Orientiert an Meehan (2001) wird der Bereich vor Betreten des Fahrstuhls als „TrainingRoom“, ab Betreten des Fahrstuhls als „PitRoom“ bezeichnet. Während der Experimente und anhand der Videoaufzeichnungen werden auffällige Verhaltensweisen, welchen den Reaktionen in einer realen extremen Höhensituation ähneln, protokolliert. Zu diesen Verhaltensweisen zählen: Besonders langsame Bewegungen; vorsichtiges Abtasten des Bodens mit den Füßen; Knien, um Boden abzutasten; Arm ausstrecken um Balance zu halten; Fortbewegung mit auffällig kleinen Schritten; Hinausschauen über das Ende der Planke; vokale Ausrufe; Gleichgewichtsverlust; Rückwärtsschritte; Greifen nach virtuellen Objekten.

4 Ergebnisse

Bzgl. des Wechsels vom „TrainingRoom“ in den „PitRoom“ konnte über alle 20 Durchläufe hinweg ein durchschnittlicher Anstieg der Hautleitfähigkeit um 55,9% festgestellt werden, mit zusätzlicher Haptik (Planke und Ventilator) sogar um 94,7%, die absoluten Werte bewegen sich zwischen 0,0 und 24,1 Siemens. In allen 20 Fällen ist ein Anstieg zu verzeichnen.

Die Messung der Herzfrequenz basiert technisch auf einem optischen Verfahren und stellte sich als nicht valide heraus. Bewegungen der Hand, an der gemessen wurde, führten zu einer Reihe von Messfehlern.

Beobachtungen zeigen einen Zusammenhang zwischen dem Übergang von Marke 2 (*Fahrstuhl öffnet sich*) zu Marke 3 (*Erster Schritt auf die Planke*) und dem Anstieg der Hautleitfähigkeit, exemplarisch in Abb.1 dargestellt. Die Kombination dieser Beobachtung mit dem durchschnittlich gemessenen Anstieg der Hautleitfähigkeit deutet darauf hin, dass die Hautleitfähigkeit zur Ermittlung der Präsenz in virtuellen Welten geeignet ist. Aufgrund der geringen Anzahl der Versuche lässt sich dieser Zusammenhang bisher nicht statistisch signifikant belegen.

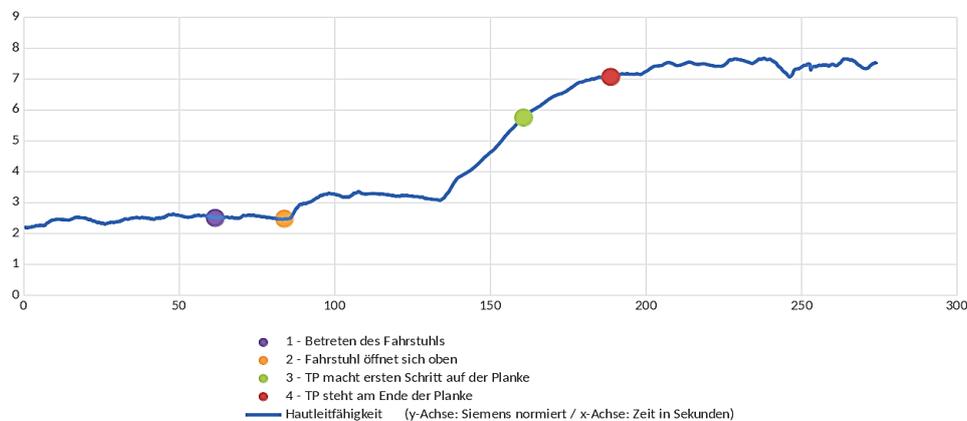


Abb. 1: Beispielhafte Visualisierung (Testperson 2) des Anstiegs der Hautleitfähigkeit in Siemens im Zusammenhang mit den Beobachtungsmarken 1-4 (s. Abschnitt 3.1).

5 Reflektion

Es lässt sich festhalten, dass sich die ausgewählte VR gut für einen Test hinsichtlich der Eignung physiologischer Reaktionen als Methode zur Messung der Präsenz eignet.

Die Aufzeichnung physiologischer Werte mittels der BioGraph Sensoren war nicht optimal. Die Sensoren werden i.d.R. an einer Hand fixiert, insbesondere bei der Aufzeichnung der Herzfrequenz kam es zu einer Reihe von Messfehlern. Kabel zur Aufzeichnung und an der VR-Brille waren mitunter störend und beeinflussen somit die Immersion.

Die qualitative Beobachtung zeigt eine deutliche physiologische Reaktion beim Betreten der virtuellen Holzplanke (Marke 3) auf. Das Hinzuziehen physischer Reize (zusätzliche Haptik: realen Holzplanke und Ventilator) führt zu einem durchschnittlich noch stärkeren Anstieg der Hautleitfähigkeit (94,7%). Einschränkungen ergeben sich jedoch durch den Stichprobenumfang (N=20). In nachfolgenden Untersuchungen sollen die vorliegenden Ergebnisse mit einer größeren Stichprobe überprüft werden, um valide statistische Aussagen zu ermöglichen.

Zu bedenken gilt, dass die vorliegende Methode zur Messung der Präsenz in einer stresserzeugenden Situation eingesetzt wurde. Für VR-Umgebungen, in welchen mit weniger starken emotionalen Reaktionen seitens der Probanden zu rechnen ist, sind andere Methoden notwendig.

Literaturverzeichnis

- Brill, M. (2009). Virtuelle Realität. In: Günther, O.; Karl, W.; Lienhart, R.; Zeppenfeld, K.(Hrsg.): Informatik im Fokus. Berlin: Springer.
- Insko, B. E. (2001). Passive Haptics Significantly Enhances Virtual Environments. Dept. of Computer Science. University of North Carolina, Chapel Hill.
- Meehan, M. (2001). Physiological Reaction as an Objective Measure of Presence in Virtual Environments. A dissertation submitted to the faculty of the University of North Carolina at Chapel Hill in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in the Department of Computer Science. Chapel Hill.
- Niehorster, D. C., Li, L., Lappe, M. (2017). The accuracy and precision of position and orientation tracking in the htc vive virtual reality system for scientific research. *I-Perception*, 8(3):2041669517708205.
- Schubert, T., Friedmann, F. & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 10, S.266-281.
- Slater, M., Usoh, M. & Chrysanthou, Y. (1995). The influence of dynamic shadows on presence in immersive virtual environments. In Göbel, M. (Hrsg.): Selected papers of the Eurographics workshops on Virtual environments '95 (VE '95). London: Springer-Verlag, S. 8-21.
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. In: *Journal of Communication*, 42, S. 73-91.
- Witmer, Bob G. & Singer, Michael J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 7, 3 (1998), 225–240.