



# **Effects of Physical Interaction While Sport Climbing in Virtual Reality**

## Comparing Different Levels of Presence

---

Peter Schulz

Fakultät für Mathematik  
und Informatik

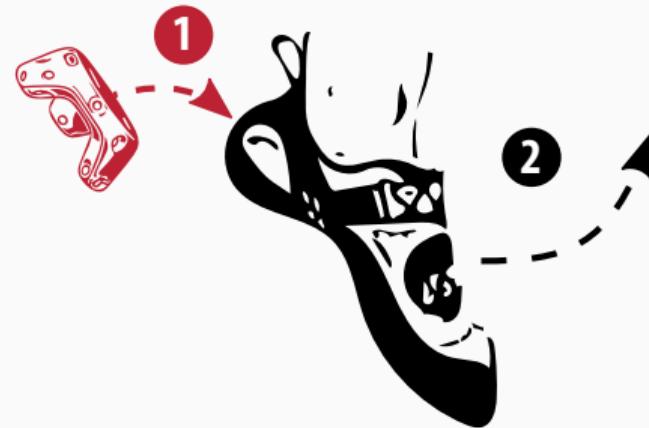
Prof. Dr. Rainer Malaka

Prof. Dr. Johannes Schöning  
Dmitry Alexandrovsky

## Einleitung

---

- ▶ Kletterer seit 20 Jahren
- ▶ Jugendleiter für Sportklettern
- ▶ mehrere eigene  
Forschungsprojekte



# Eigene Forschungsprojekte – Imagery in Sport Climbing



Quelle: Wikipedia



**Abbildung 1:** Livebildübertragung vom Smartphone (Kamera) an Google Glass Brille (Display).  
Die Kletterin kann sich selbst beim Klettern sehen, während sie klettert.

## Eigene Forschungsprojekte – CrimpBit



Quelle: Thalmic Labs Inc.



Abbildung 2: MYO Armband zur Gestenerkennung als Sensor für potentiell schädliche Greifbewegungen.

# Motivation – Grundlegende Fragestellung

- ▶ Forschungstrend virtual reality (VR)
- ▶ erfolgreicher Einsatz von *VR therapy* (*VRET*) insbesondere *bei Höhenangst* (Emmelkamp u. a., 2001)



# Motivation – Grundlegende Fragestellung

- ▶ Forschungstrend VR
- ▶ erfolgreicher Einsatz von *VRET*  
insbesondere *bei Höhenangst*  
(Emmelkamp u. a., 2001)



## Fragestellung

Lässt sich **Sturzangst**, wie auch Höhenangst, **in VR auslösen**?

Wenn ja, welche Faktoren sind maßgebend?

→ Ist VR als Trainingsmethoden denkbar?

## Studien zum Thema

**Studien zur Auswirkung von (Sturz-)Höhe beim Sportklettern (Hardy und Hutchinson, 2007; Pijpers u. a., 2006, 2005, 2003)**



Quelle: ResearchGate

**Studien Auswirkung unterschiedlicher Faktoren auf das Präsenzerleben (Meehan u. a., 2002, 2001)**



Quelle: ResearchGate

## Studie

---

# Versuchsbedingungen

## A Reales Klettern an Griffen und Tritten

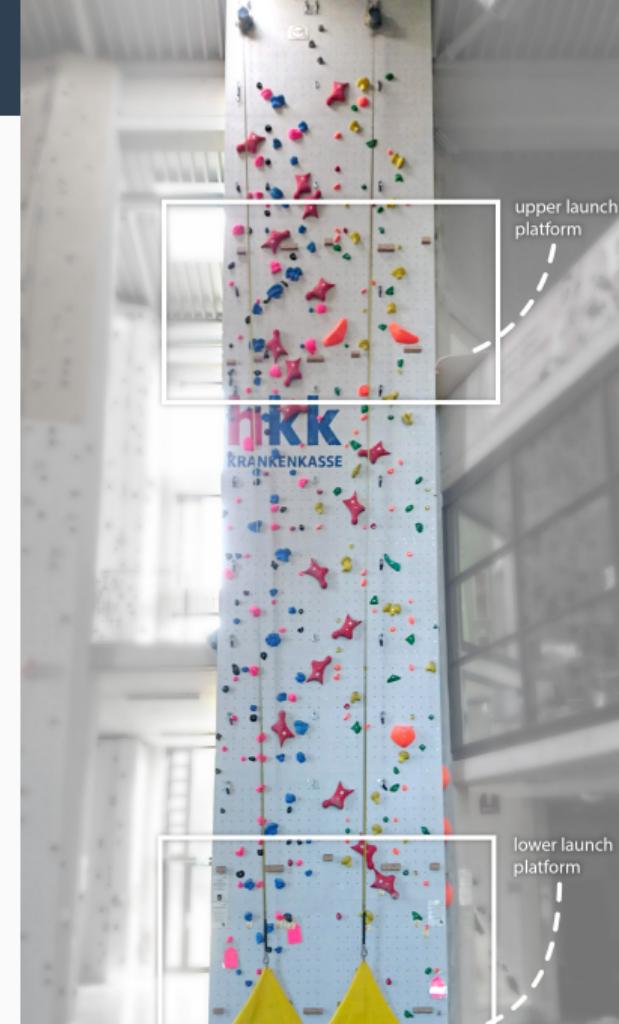
10 m über Grund

## B Klettern in VR an Griffen und Tritten

visuell 10 m über Grund

## C Klettern in VR mit Game Controllern

visuell 10 m über Grund





# Technische Umsetzung – Benötigte Komponenten

## Virtual Reality System

*Kopf + Füße* HTC VIVE

*Hände* LEAP Motion + Unity Anbindung

## Kletterrouten

*Real* DAV Kletterzentrum Bremen + Eigene Griffe

*Virtuell* 3D Modell in Maya + Unity

## Messverfahren

*Selbstauskunft* Lime Survey Software + Anpassung

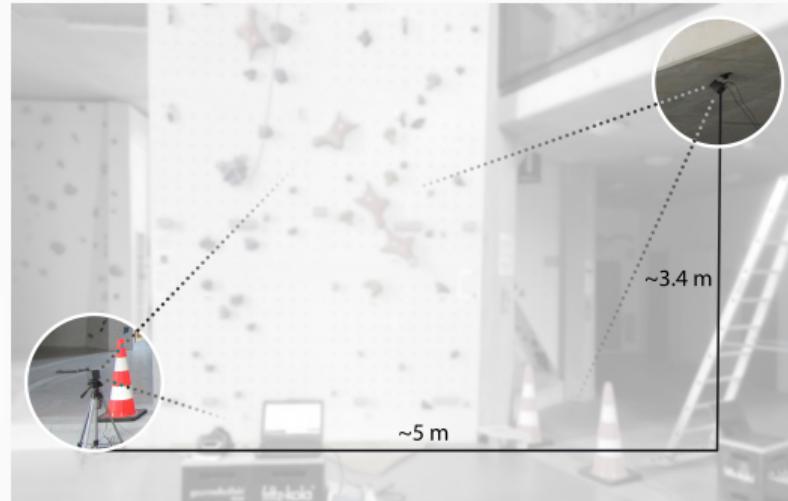
*Biosignale* BITalino + wahoo TICKR X + Android App

## Technische Umsetzung – Virtual Reality System



Quelle: HTC Corporation

(a) HTC VIVE + Basestation + Controller



(b) HTC VIVE Position der Basistationen

## Technische Umsetzung – Fuß Tracking



(a) VIVE Tracker befestigt an der Ferse



(b) Übertragenes Tracking auf 3D Modell in Unity

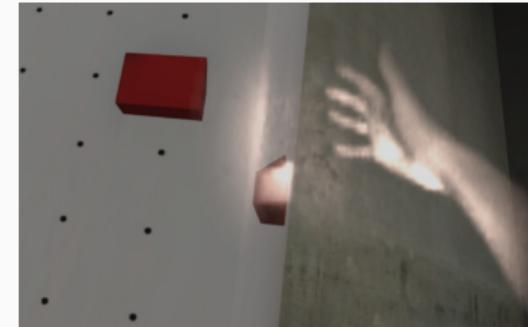
## Technische Umsetzung – Hand Tracking



(a) LEAP Motion auf VIVE Headset



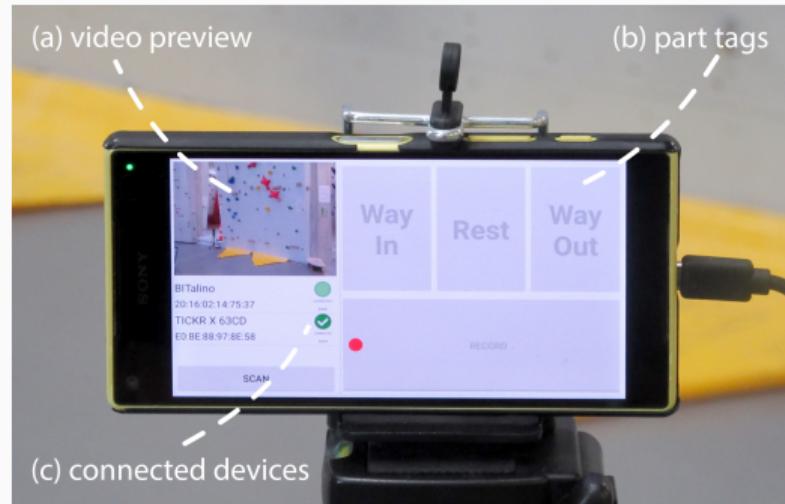
(b) Reale Perspektive (Foto)



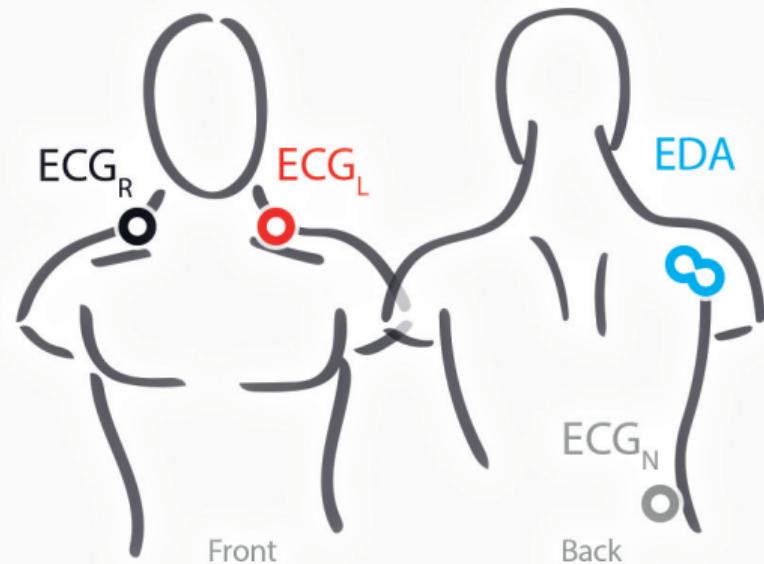
(c) Resultierende des Overlays (Unity)

**Abbildung 5:** Hand Overlay erzeugt aus einem Infrarotbild des LEAP Motion Sensors (a) welches weich anhand des 3D Modells maskiert wird → nahegelegene Griffe bleiben sichtbar (c)

## Technische Umsetzung – Biosignalerfassung



(d) Android App zur Erfassung der Biosignale, mit Videovorschau (a), einer Liste verbundener Sensoren (c) und Knöpfen zum Markieren der Versuchsabschnitte (b)



(e) Schematische Übersicht zur Platzierung Elektroden für ECG (Herzschlag) und EDA (Hautleitfähigkeit) in Anlehnung an Physio Control, Inc. (2015)

- Technische Umsetzung
- Studiendurchführung

## Methode – Ablauf

- 1 Belehrung, Gurt anlegen, Elektroden anlegen
- 2 Vorabfragebogen zum allgemeinen Befinden (STAI-T)
- 3 Durchlaufen der Bedingungen A, B und C (randomisiert nach Latin Square)  
Fragebögen im Anschluss an
  - A rating of perceived exertion (RPE) und anxiety thermometer (AT)
  - B, C Igroup Presence Questionnaire (IPQ), RPE und AT
- 4 kurzes, mündliches Interview

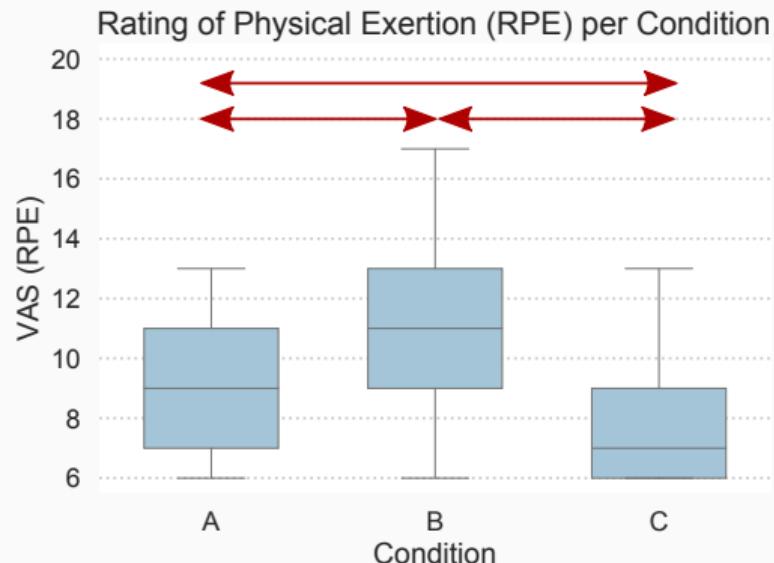
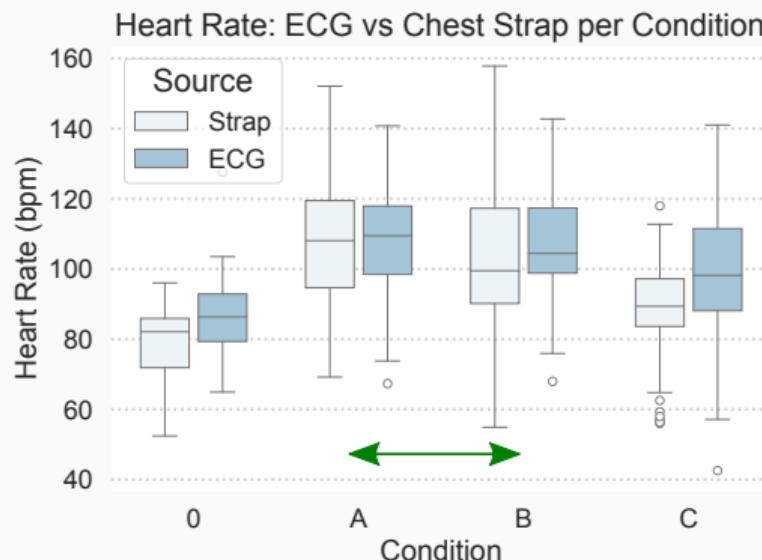
## Ergebnisse – Teilnehmer\*innen

- ▶ 28 (13 w, 15 m) Teilnehmer\*innen,
- ▶ Alter: 30,7 Jahre (SD = 10,6)
- ▶ Können: Vorstieg (23), 6+ ( $\pm 1$  Grad); Top-Rope (5), 5+/6- ( $\pm 1$  Grad) Skala: UIAA
- ▶ VR Vorerfahrung: keine (13), minimal (13), selten (2)
- ▶ keine überdurchschnittliche Ängstlichkeit (nach STAI-T)
- ▶ keine klinische Höhenangst (nach vHI)

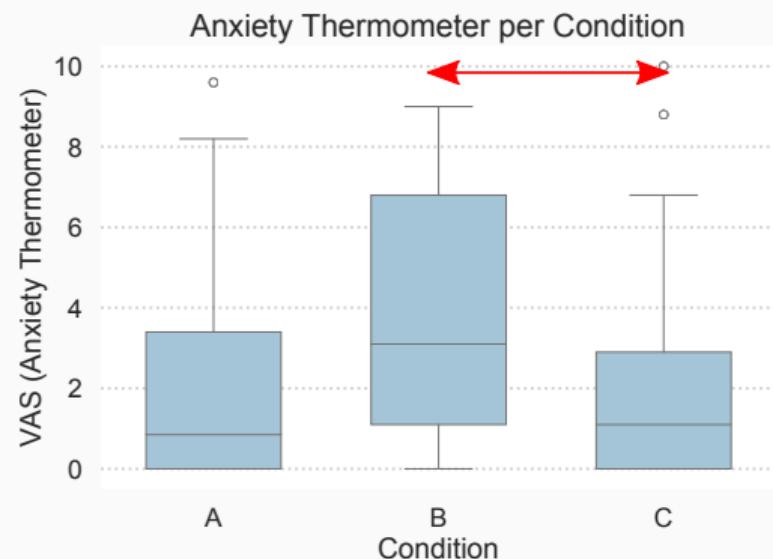
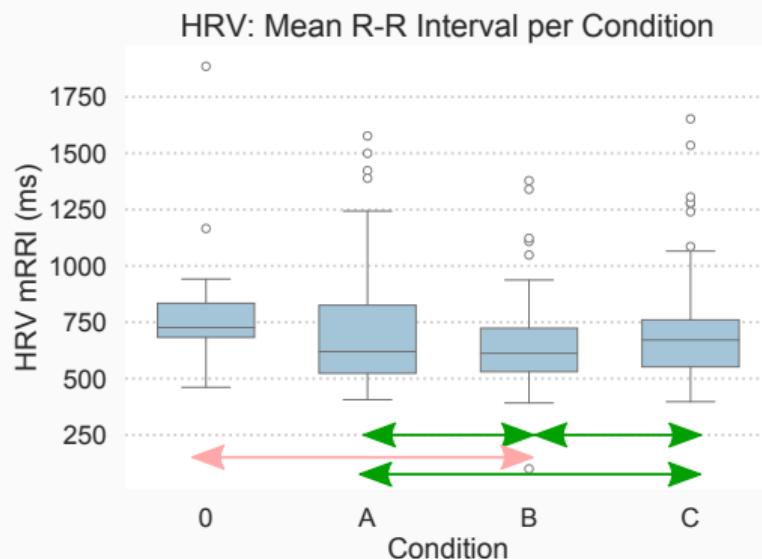
- ? Welchen Effekt hat die Bedingung (Griffe/Tritte|Controller) auf Präsenz/Angst?

## Ergebnisse – Vergleichbarkeit

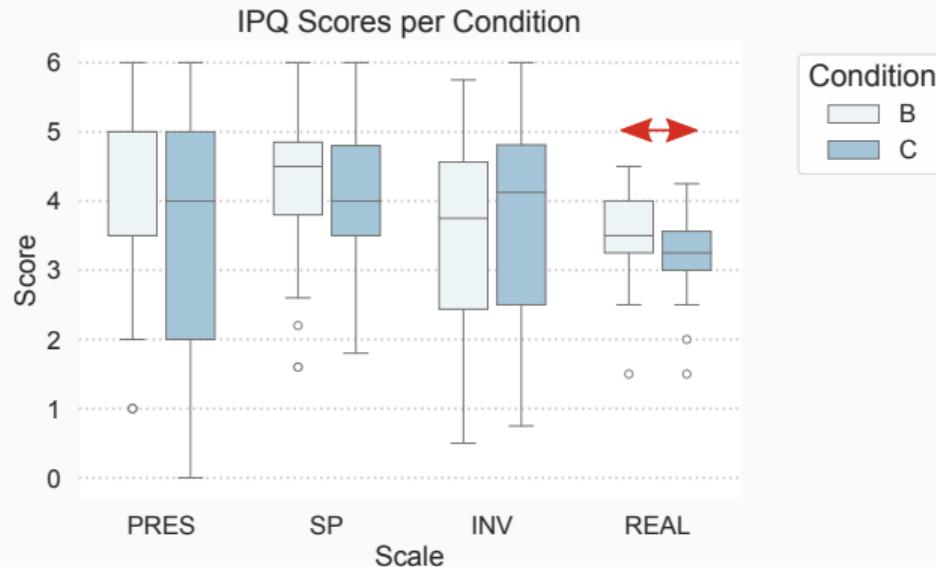
Welchen Effekt hat die Bedingung (Griffe/Tritte|Controller) auf Präsenz/Angst?



## Ergebnisse – Angst



## Ergebnisse – Präsenz



**Abbildung 9:** IPQ scores for the conditions B and C on the scales general presence (PRES), spatial awareness (SP), involvement (INV), and **realness (REAL)**

- Welchen Effekt hat die Bedingung (Griffe/Tritte|Controller) auf Präsenz/Angst?

### Präsenz/Angst

*Psych.* Griffe/Tritte → erhöhte Präsenz u. Angst

*Phys.* kein Unterschied messbar zw. Griffe/Tritte|Controller

## Selbstwahrnehmung

- ▶ Auslöser unklar, nicht zwingend Sturzangst
- ▶ Alternativer Ursprung: Unsicherheit mit VR System

## Biosignale

- ▶ Hautleitfähigkeit zeigt keine konsistente Veränderung
- ▶ Vermutung: Durchschnittswerte unpassend; Bewegungsartefakte

## Fazit und Ausblick

---

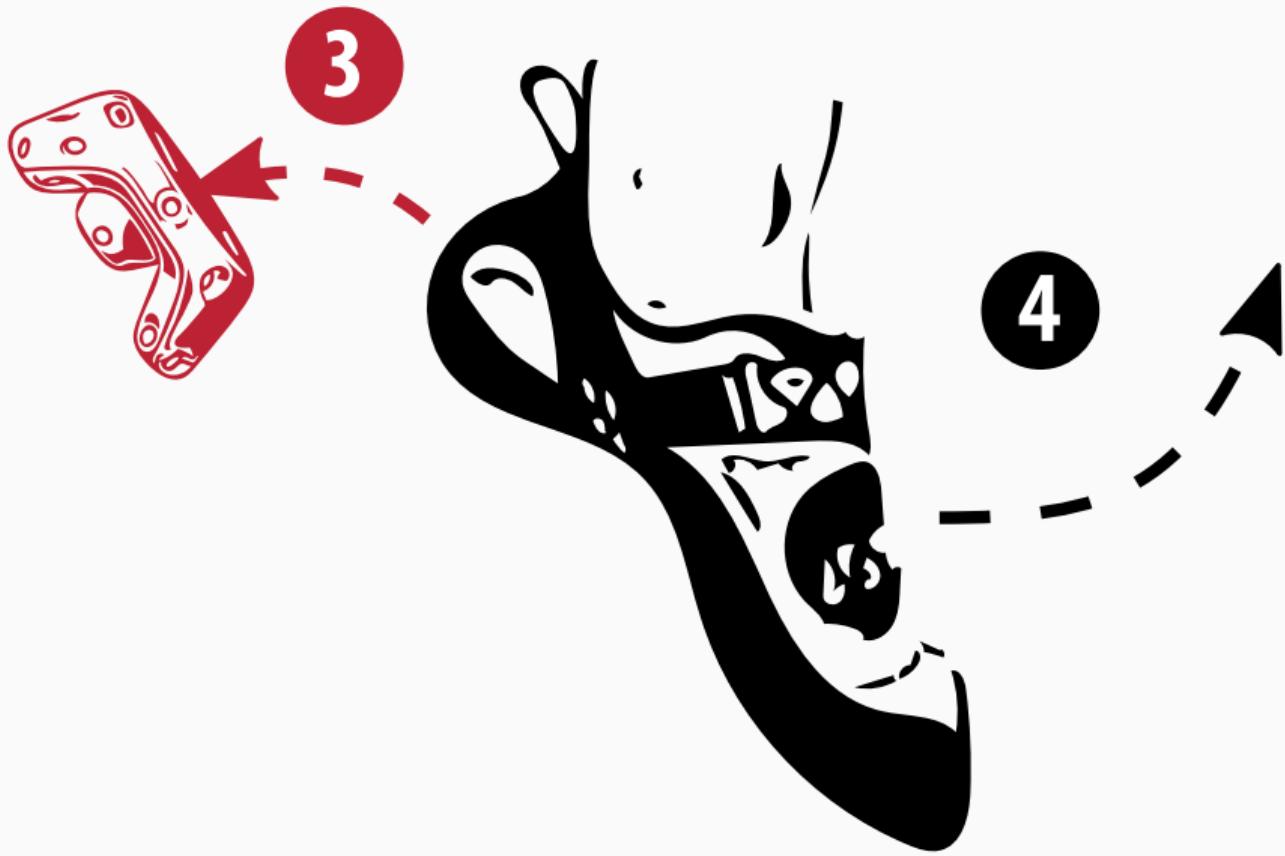
### Höhen-, Flug-, und Sturzangst?

- ▶ Ja und nein → mehr Forschung nötig zu Angst + physische Aktivität

### Technologischer Mehrwert

- ▶ neuartige, präzise Darstellung von Händen in VR zur physischen Interaktion

VR ~~Therapie~~ Training für Sturzangst bleibt Zukunftsmusik ➡



## Literaturverzeichnis i

-  Emmelkamp, P., M. Bruynzeel, L. Drost und C. van der Mast (Juni 2001). „Virtual Reality Treatment in Acrophobia: A Comparison with Exposure in Vivo“. In: *CyberPsychology & Behavior* 4.3, S. 335–339. DOI: [10.1089/109493101300210222](https://doi.org/10.1089/109493101300210222).
-  Hardy, L. und A. Hutchinson (1. Juni 2007). „Effects of Performance Anxiety on Effort and Performance in Rock Climbing: A Test of Processing Efficiency Theory“. In: *Anxiety, Stress, & Coping* 20.2, S. 147–161. DOI: [10.1080/10615800701217035](https://doi.org/10.1080/10615800701217035). pmid: 17999221.
-  Krohne, H. W. (9. Okt. 1996). *Angst und Angstbewältigung*. Stuttgart: Kohlhammer W., GmbH. 427 S.
-  Lewis, M. (3. Nov. 2010). „The Emergence of Human Emotions“. In: *Handbook of Emotions*. Hrsg. von M. Lewis, J. M. Haviland-Jones und L. F. Barrett. Guilford Press, S. 304–319.

## Literaturverzeichnis ii

-  McMahan, A. (18. Sep. 2003). „Immersion, Engagement and Presence: A Method for Analyzing 3-D Video Games“. In: *The Video Game Theory Reader*. Hrsg. von M. J. P. Wolf. New York ; London: Routledge, S. 67–86.
-  Meehan, M., B. Insko, M. Whitton und F. P. Brooks Jr. (2002). „Physiological Measures of Presence in Stressful Virtual Environments“. In: *Proceedings of the 29th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*. New York, NY, USA: ACM, S. 645–652. DOI: 10.1145/566570.566630.
-  Meehan, M. u. a. (2001). „Physiological Reaction as an Objective Measure of Presence in Virtual Environments“.
-  Physio Control, Inc. (2015). *ECG Lead Placement and Identifying Lead Reversal*. URL: <https://www.physio-control.com/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=2147497090>.

## Literaturverzeichnis iii

-  Pijpers, J. R., R. R. D. Oudejans und F. C. Bakker (1. Apr. 2005). „Anxiety-Induced Changes in Movement Behaviour during the Execution of a Complex Whole-Body Task“. In: *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A* 58.3, S. 421–445. DOI: [10.1080/02724980343000945](https://doi.org/10.1080/02724980343000945). pmid: 16025756.
-  Pijpers, J. R., R. R. D. Oudejans, F. C. Bakker und P. J. Beek (1. Juli 2006). „The Role of Anxiety in Perceiving and Realizing Affordances“. In: *Ecological Psychology* 18.3, S. 131–161. DOI: [10.1207/s15326969eco1803\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326969eco1803_1).
-  Pijpers, J. R., R. R. D. Oudejans, F. Holsheimer und F. C. Bakker (1. Juli 2003). „Anxiety–Performance Relationships in Climbing: A Process-Oriented Approach“. In: *Psychology of Sport and Exercise* 4.3, S. 283–304. DOI: [10.1016/S1469-0292\(02\)00010-9](https://doi.org/10.1016/S1469-0292(02)00010-9).

## Vokabular: Immersion, Präsenz und Angst

**Angst** Mehrdimensionales Phänomen: Psych. u. Phys. Symptome (Krohne, 1996)

**Sturzangst** Angst vor dem Unkontrollierten, einer Verletzung (Lewis, 2010)

## Vokabular: Immersion, Präsenz und Angst

**Immersion** Die technischen Möglichkeiten in ein virtuelle Welt einzutauchen,  
z.B. Bildschirm, grafische Darstellung, Ton (McMahan, 2003)

**Präsenz** Das aus Immersion resultierende Gefühl, vor Ort zu sein (McMahan, 2003)

**Angst** Mehrdimensionales Phänomen: Psych. u. Phys. Symptome (Krohne, 1996)

**Sturzangst** Angst vor dem Unkontrollierten, einer Verletzung (Lewis, 2010)

## Vokabular: Immersion, Präsenz und Angst

**Immersion** Die technischen Möglichkeiten in ein virtuelle Welt einzutauchen, z.B. Bildschirm, grafische Darstellung, Ton (McMahan, 2003)

**Präsenz** Das aus Immersion resultierende Gefühl, vor Ort zu sein (McMahan, 2003)

**Angst** Mehrdimensionales Phänomen: Psych. u. Phys. Symptome (Krohne, 1996)

**Sturzangst** Angst vor dem Unkontrollierten, einer Verletzung (Lewis, 2010)

### Angeonommener Zusammenhang

Immersion ~ Präsenz ~ Angst

## Forschungsfrage

Immersion ~ Präsenz ~ Angst  
(variieren) ~ (messen) ~ (messen)

# Forschungsfrage

Immersion      Präsenz      Angst  
(variieren) ~ (messen) ~ (messen)

## Alternativ-Hypothese ( $H_a$ )

Das **Präsenzerleben** von KletterInnen in VR **steigt** wenn sie sich tatsächlich festhalten müssen, da dies die **Immersion erhöht** und damit die **Angst vergrößert**.

## Null-Hypothese ( $H_0$ )

Es gibt keinen messbaren Unterschied zwischen Klettern in VR mit **Griffen und Tritten** gegenüber Klettern in VR mit **Game Controllern**.