



**Hochschule Reutlingen**  
Reutlingen University



**INF**

Studiengang  
Medien- und  
Kommunikationsinformatik

Uwe Kloos, Natividad Martínez, Gabriela Tullius (Hrsg.)

# Informatics Inside **Interaction Design**

Informatik-Konferenz an der Hochschule Reutlingen  
06. Mai 2015

ISBN 9783000493959



9 783000 493959

# Impressum

## **Anschrift:**

Hochschule Reutlingen  
Reutlingen University  
Fakultät Informatik  
Medien- und Kommunikationsinformatik  
Alteburgstraße 150  
D-72762 Reutlingen

Telefon: +49 7121 / 271-4002

Telefax: +49 7121 / 271-4042

E-Mail: [infoinside@reutlingen-university.de](mailto:infoinside@reutlingen-university.de)

Internet: <http://www.infoinside.reutlingen-university.de>

## **Organisationskomitee:**

Prof. Dr. Gabriela Tullius, Hochschule Reutlingen

Prof. Dr. Natividad Martínez, Hochschule Reutlingen

Prof. Dr. Uwe Kloos, Hochschule Reutlingen

Christian Henssler

Jens Mahler

Matthias Merk

Greg Rauhöft

Yannik Wahn

Alexander Zimmermann



**Hochschule Reutlingen**  
Reutlingen University

Copyright: © Hochschule Reutlingen, Reutlingen 2014

Herstellung und Verlag: Hochschule Reutlingen

ISBN 978-3-00-049395-9

# Inhaltsverzeichnis

## Paper

---

### **Christian Henssler**

*Techniken zur Deformation von virtuellen Menschmodellen.....* 08

### **Jens Mahler**

*Der Einfluss von Scroll-Activated Animations auf Usability und User Experience..* 16

### **Matthias Merk**

*Entwicklung eines ablenkungsfreien Anzeigeconzeptes für informierende Fahrerassistenzsysteme .....* 28

### **Greg Rauhöft**

*Unermessliche Weiten in virtuellen Umgebungen .....* 42

### **Yannik Wahn**

*Two Stream Hypothesis: Adaptionseffekte bei sozialen Interaktionen mit Avataren in Virtual Reality .....* 50

### **Alexander Zimmermann**

*Mit Virtual Reality zum E-Learning - eine prototypische Anwendung .....* 58

## Shortpaper

---

### **David Randler, Ralf Dauenhauer, Nils Tofahrn**

*Erweiterung der Interaktionsmöglichkeiten von Multi-Touch-Geräten.....* 68

### **Philipp Kopp, Michael Grupp, Peter Poschmann, Hans-Joachim Böhme, Matthias Rätsch**

*Tracking System with Pose-Invariant Face Analysis for Human-Robot Interaction.* 70

### **Steffen Witting, Uwe Kloos, Matthias Rätsch**

*Animation of Parameterized Facial Expressions for Collaborative Robots.....* 72

### **Tobias Fluck, Simone Liegl, Veronika Rein, Steffen Schellig, Palina Vorobeva**

*Interaktionsgestaltung in der CryEngine 3.....* 74

### **Alexander Kunz, Julian Freund, Dominic Lyons, Maksym Gaiduk**

*Technologien und Projekte des Internet of Things.....* 76

### **Johannes Schirm**

*Tutorix - Ein System zur Tutorienverwaltung .....* 78

# Unermessliche Weiten in virtuellen Umgebungen\*

Greg Rauhöft  
Reutlingen University  
greg.rauhoeft@student.  
Reutlingen-University.DE

## Abstract

Die Wahrnehmung unermesslicher Weite kann Ehrfurcht beim Menschen auslösen. Dies kann positive Reaktionen im Menschen zur Folge haben. [6, 1] Während Ehrfurcht theoretisch und praktisch bereits gut erforscht ist [6, 1, 7] gibt es nur sehr wenig Forschung zum Thema der unermesslichen Weite. Dieses Wissen wäre nützlich, um gezielt Ehrfurcht beim Menschen auszulösen. Aus diesem Grunde wurde eine Studie durchgeführt, mit der festgestellt werden soll, in wie weit sich ein Gefühl unermesslicher Weite in virtueller Realität unter Verwendung eines Head-Mounted Displays erzeugen lässt und ob dadurch Ehrfurcht entsteht.

## Schlüsselwörter

Ehrfurcht, Weite, Virtuelle Realität, Oculus Rift, Unreal Engine 4, Restorative VR

## CR-Kategorien

A.0 [ACM]: J.3 [LIFE AND MEDICAL SCIENCES]: Health; J.4 [SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES]: Psychology; H.5.1. [Multimedia Information Systems]:

\*

Betreuer Hochschule: Prof. Dr. rer. nat. Uwe Kloos  
Hochschule Reutlingen  
Uwe.Kloos@Reutlingen-  
University.de  
Betreuer Firma: Dr. Markus Leyrer und  
Dr. Betty Mohler  
Max Planck Institut  
für biologische Kybernetik

Informatics Inside 2015  
Wissenschaftliche Vertiefungskonferenz  
6. Mai 2015, Hochschule Reutlingen  
Copyright 2015 Greg Rauhöft

Artificial, augmented, and virtual realities

## 1 Einleitung

Ein Blick von einem Aussichtsturm, über ein offenes Feld oder den Ozean: Endlose Weiten faszinieren den Menschen. Die englische Sprache hat ein Wort für dieses Phänomen: Vastness. Obwohl dieses Phänomen bekannt ist und die meisten Menschen es bereits erlebt haben, gibt es nur sehr wenig relevante Literatur zu diesem Thema. Aus diesem Grund stellen wir hier unser exploratives Experiment vor, welches den Zweck hat, festzustellen, ob virtuelle Realität ein geeignetes Werkzeug ist um dieses Phänomen genauer zu untersuchen.

Bereits im Jahre 1796 erkannte Edmund Burke [2] eine besondere Wirkung der Wahrnehmung unermesslicher Weite. Für ihn ist die Wahrnehmung unermesslicher Weite ein Auslöser für das Erhabene ("The sublime" [2]). Diese Quelle ist besonders wertvoll, da Burke erste Beispiele dafür nennt, was als unermesslich weit empfunden werden könnte. So nennt er beispielsweise den Einfluss der relativen Größe eines Objektes, wobei er Distanzen auf horizontalen Ebenen als weniger stark einschätzt als Höhen oder Tiefen. Zudem spekuliert Burke, dass ein Gefühl unermesslicher Weite auch durch die Wahrnehmung von großen Mengen von Objekten oder durch unendliche Dividierbarkeit, wie zum Beispiel in Fraktalen, erreicht werden kann. Ein weiterer interessanter Aspekt von Burkes Arbeit ist, dass seine Forschung des Erhabenen ("Sublime") der heutigen Forschung in dem Gebiet der Ehrfurcht ("Awe") stark ähnelt. So erkennt er im Erhabenen

Aspekte von Furcht, Erstaunen und Respekt. Genau diese Aspekt erkennen auch Keltner und Haidt [4] in ihrer Analyse alter Schriften im Bezug auf die Natur der Ehrfurcht.

Keltner und Haidt [4] führten eine weitläufige analyse historischer Texte durch, um auf die Natur der Ehrfurcht zu stoßen. Hierzu analysierten sie religiöse, soziologische, philosophische und psychologische Schriften. Laut Keltner und Haidt kann ein Gefühl von Ehrfurcht unter anderem durch natürliche Objekte und durch Muster in Licht und Schatten hervorgerufen werden und das Leben von Menschen positiv beeinflussen. Für sie gibt es zwei Eigenschaften von Erfahrungen, die Ehrfurcht auslösen: Der Stimulus muss unermesslich weit sein und muss bei dem Beobachter eine neue Kalibrierung mentaler Strukturen auslösen.

Die Arbeit von Keltner und Haidt wurde auch von Shiota et al. [7] aufgegriffen und praktisch evaluiert. Sie versuchten unter anderem festzustellen, ob die Wahrnehmung unermesslicher Weite konsistent zu einem Gefühl von Ehrfurcht führt. Sie baten Versuchspersonen, sich entweder an ein Ereignis zu erinnern, in dem sie die Schönheit der Natur wahrnahmen, oder stolz empfinden und dann Wörter nach ihrer Relevanz im Bezug auf das Erinnernte auf einer Skala von 1 (überhaupt nicht relevant) bis 7 (sehr relevant) zu bewerten. Die Wörter, die für die Naturbedingung höher bewertet wurden als in der Stolzbedingung waren "Awe", "Love", "Rapture" und "Contentment". Zudem sollten die Versuchspersonen Aussagen im Bezug auf ihre Erinnerung auf ihre Wahrheit bewerten. Die Skala ging von 1 (überhaupt nicht wahr) bis 7 (sehr wahr). Aussagen, die für die Naturbedingung höher bewertet wurden als in der Stolzbedingung waren "I felt small or insignificant.", "I felt the presence of something greater than myself", "I was unaware of my day-to-day concerns", "I felt closely connected to the world around me" und "I did not want the experience to end". Dieser Fragebogen wurde auch für die von uns durchgeführten Experimente verwendet. Zudem gibt es mehrere Studien, in denen der

positive Effekt von Ehrfurcht erforscht wird. So fanden Rudd et al. [6] heraus, dass Ehrfurcht dazu führt, dass man sich fühlt, als ob man mehr Zeit hat und die Zeit langsamer vorbei geht. Zudem führt laut ihnen die Empfindung von Ehrfurcht zu einer größeren Wahrscheinlichkeit prosozialer Entscheidungen und steigert generell das momentane Wohlbefinden und die Zufriedenheit.

Agate und Ward [1] fanden zudem heraus, dass das Empfinden von Ehrfurcht das Lernen im Menschen anregt und Personen zum handeln inspiriert. Außerdem korrelierten sie das empfinden von Ehrfurcht in der Natur mit einer Verbundenheit zur Natur und einem Drang, in die Natur zu gehen.

Bisher befasste sich lediglich Kathering Davey [3] spezifisch mit der unermesslichen Weite. Davey bezieht sich nicht ausschließlich auf die Ehrfurcht und erkennt, dass die Erzeugung unermesslicher Weiten im Bereich der Landschaftsarchitektur bei Besuchern der Landschaft zu einem Gefühl der Verbindung und Zugehörigkeit zu der Landschaft führen kann.

## 2 Methodik

Ein interindividuelles Experiment mit 26 Teilnehmern wurde durchgeführt, um herauszufinden, ob ein Gefühl von endloser Weite in virtueller Realität erzeugt werden kann.

Zu diesem Zwecke wurden zwei unterschiedliche virtuelle Szenarien entwickelt. Das erste Szenario versetzt den Beobachter in eine offene Gebirgsumgebung. Im zweiten Szenario ist man umgeben von einem dichten Wald. In diesen Szenarien sollten subjektive Einschätzungen der Weite, sowie Schätzungen von Entfernungen durchgeführt werden. Jeder Versuchsteilnehmer sah nur eine der beiden Szenarien.

Da das Wort "Vastness" im Englischen eine vielschichtigere Bedeutung hat als die deutsche Entsprechung der "unermesslichen Weite", wurde das Experiment auf Englisch durchgeführt. Lediglich die Fragebögen am Ende des Experiments lagen auch auf Deutsch vor. Um ein einheitliches Verständ-

nis von “Vastness” zu vermitteln, wurde den Versuchsteilnehmern folgende Definition gegeben: “A space is vast if it seems to extend without limits away from you, making you feel like a small element within the space”.

## 2.1 *Entwicklung der Umgebungen*

Zwei virtuelle Umgebungen wurden mit der Annahme entwickelt, dass sie verschiedene Einschätzungen von unermesslicher Weite hervorrufen sollten: Eine Gebirgsumgebung sowie eine Waldumgebung, von denen wir annehmen, dass die Gebirgsumgebung als weiter empfunden wird.

Um den Versuchsteilnehmern in der Umgebung ein konstantes visuelles Strömungsfeld zu geben, wurde die Bodentextur in beiden Umgebungen einheitlich gehalten. Zudem enthielt jede Umgebung einen abgeschlossenen Bereich, in dem das Experiment statt fand. Dieser Bereich hatte in beiden Umgebungen eine Länge von 100 Metern und mindestens eine Breite von 10 Metern. Alle Bewegungen in der Umgebung fanden der Länge nach und in der Breite zentriert statt.

Die Bergumgebung bietet eine Aussicht aus einem Tal auf hohe Berge, die aus einem leicht hügeligen Tal hervorgehen. Im Hintergrund befindet sich ein hoher Gipfel, der über die Berge im Vordergrund hinaus ragt und bei den Versuchsteilnehmern ein Gefühl unermesslicher Weite erzeugen soll. Der abgeschlossene Bereich führt zu den Bergen.

In der Waldumgebung ist der Versuchsteilnehmer umgeben von hohen Bäumen, welche auf einem leicht hügeligen Terrain platziert sind. Die Bäume umranden den abgeschlossenen Bereich und erlauben durch die Belaubung keinen Blick auf die weitere Umgebung.

Beide Umgebungen erlauben einen Blick auf den Himmel, der leicht von Wolken bedeckt ist. Die Umgebungen sind in Abbildung 1 zu sehen.

## 2.2 *Materialien*

Das Experiment wurde in der Unreal Engine 4.5.1 entwickelt und auf einem Rechner mit Windows 7 Enterprise 64 Bit ausgeführt. Das System enthielt einen Intel Xeon E5-1620 Prozessor mit 3.6GHz. Zusätzlich enthielt das System 16GB an Arbeitsspeicher und eine NVIDIA GeForce GTX 980. Die Bildausgabe erfolgte über eine Oculus Rift DK2. Zur Bewegungserkennung der Versuchsteilnehmer wurde die mitgelieferte Kamera der Oculus Rift DK2 verwendet, da sich die Versuchspersonen nur in einem stark begrenzten Umkreis bewegen sollten und diese Art der Bewegungserfassung für die verwendete Hardware optimiert wurde.

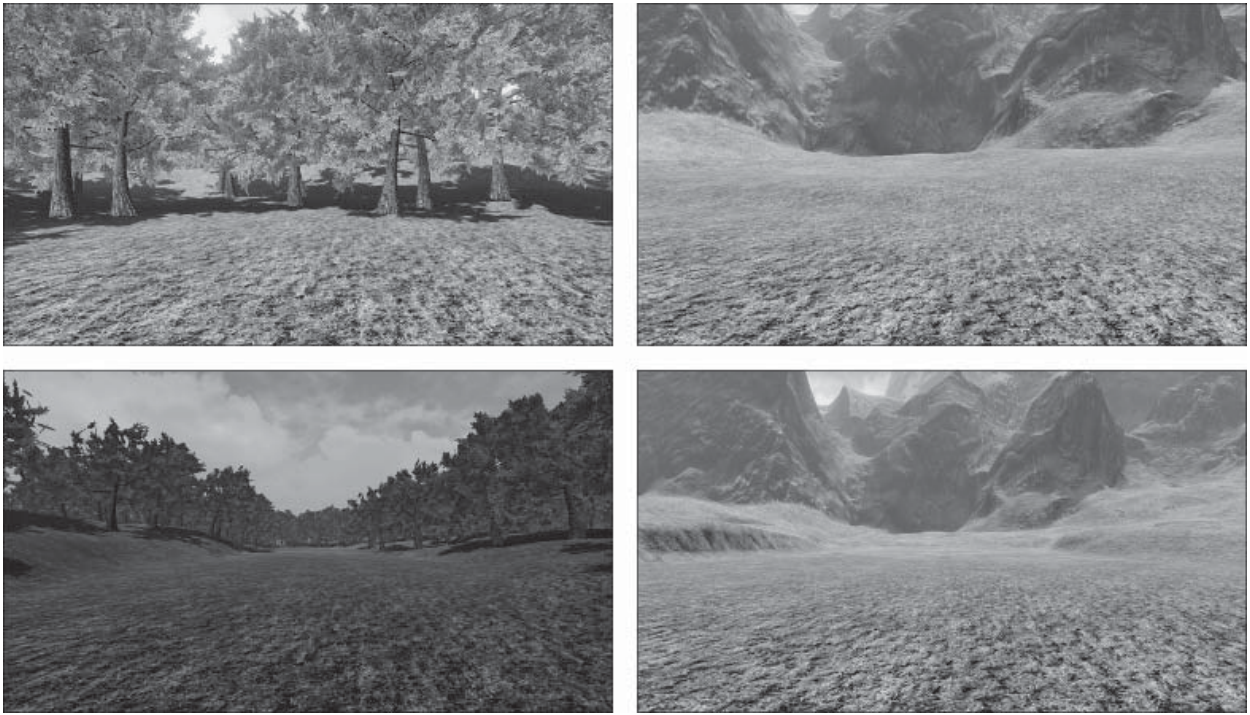
## 2.3 *Durchführung*

Zu Beginn wurde die Augenhöhe der Versuchsteilnehmer gemessen und in die virtuelle Umgebung eingegeben, damit Versuchsteilnehmer in der virtuellen Welt die gleiche Augenhöhe wie in der realen Welt empfinden. Zudem wurde ihnen ein Stab von genau einem Meter Länge gezeigt, auf dem alle 10 Zentimeter ein schwarzer Ring angebracht war, um die Vorstellung von Distanzen bei den Versuchspersonen zu vereinheitlichen.

Die Versuchspersonen wurden angewiesen für die Dauer des Experiments auf einer bestimmten Position vor der Kamera der Oculus Rift DK2 zu stehen und sich nicht von der Position zu entfernen. Die Kamera wurde in ca. 1.5 Metern Abstand zu der Versuchsperson in einer Höhe von ca. 1.5 Metern aufgestellt.

Das Experiment war in drei Aufgaben unterteilt.

In der ersten Aufgabe wurden die Versuchspersonen in der virtuellen Umgebung zufällig an bestimmte, vordefinierte Positionen im abgeschlossenen Bereich teleportiert. Diese Positionen waren alle in der Breite des abgeschlossenen Bereiches zentriert und befanden sich an bestimmten Distanzen zum Ende des Bereichs. Die verwendeten Distanzen reichten von 5 Metern bis 85 Metern Abstand zum Ende des abgeschlossenen Bereichs in Schritten von 10 Metern. Jede Versuchsperson



**Abbildung 1:** Links sieht man die Waldumgebung, rechts die Gebirgsumgebung. Oben sind die beiden kürzesten Distanzen, die ein Versuchsteilnehmer sieht, unten die beiden größten Distanzen.

son absolvierte 18 Durchläufe für die erste Aufgabe, jede der Distanzen konnte für 15 Sekunden gesehen werden und wurde zwei Mal gezeigt. Für jede der Distanzen sollte die Versuchsperson eine subjektive Einschätzung der Weite Abgeben, die von 0 (nicht unermesslich weit) bis 100 (unermesslich weit) reichen sollte. Die Versuchspersonen wurden zudem darauf hingewiesen nicht die volle Skala an Werten auszunutzen, wenn sie das nicht für sinnvoll erachteten. Diesen Aufbau beschreibt Abbildung 2.

In der zweiten Aufgabe wurden die Versuchspersonen passiv durch die virtuelle Welt bewegt. Die Versuchsperson stand in der realen Welt still, während sie in der virtuellen Welt einen Eindruck von Bewegung bekam. Wie in der ersten Aufgabe wurden die Versuchspersonen zu Beginn zu zufälligen Abständen vom Rand des abgeschlossenen Bereichs teleportiert. Von dieser Position aus bewegten sie sich dann passiv mit einer Geschwindigkeit von 1.3m/s auf den Rand des abgeschlossenen Bereichs zu. Die Versuchspersonen wurden dazu aufgefordert, wäh-

rend sie sich bewegten nach vorne zu schauen und sich nicht umzusehen. Bei einer Distanz von 10 Metern zum Rand wurde die Bewegung angehalten und der Bildschirm wurde schwarz. Nun sollten die Versuchspersonen abschätzen, wie weit sie sich in Metern und Zentimetern bewegt hatten und, wie in Aufgabe 1, eine subjektive Einschätzung der Weite abgeben. Die Versuchspersonen bewegten sich in Distanzen von 10 Metern bis 80 Metern in Schritten von 10 Metern und sahen jede Distanz in zufälliger Reihenfolge zwei Mal (16 Durchläufe). Dieser Ablauf ist in Abbildung 3 zu sehen.

In der dritten Aufgabe wurden die Versuchspersonen wie in Aufgabe 2 passiv durch die virtuelle Welt bewegt, jedoch auf wesentlich kürzeren Distanzen. Versuchspersonen wurden in zufälliger Reihenfolge auf verschiedene Distanzen vom Rand des abgeschlossenen Bereichs teleportiert. Die Distanzen waren im Bereich von 5 Metern bis 25 Metern in 5 Meter Schritten. Jede Distanz wurde zwei Mal abgelaufen, was zu 10 Durchläufen führte. Nachdem die Distanz abgelaufen

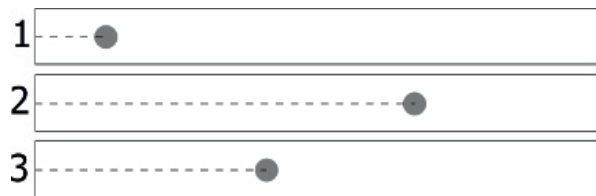
wurde und der Bildschirm schwarz geworden ist, wurden die Versuchspersonen wieder auf die Startposition der aktuellen Distanz teleportiert und das Bild der Landschaft wurde wieder eingeblendet. An dem Punkt, zu dem sie sich eben passiv bewegt hatten, befand sich nun ein männlicher Avatar mit einer Körperhöhe von 1.7 Metern. Die Aufgabe bestand nun darin, die Körperhöhe des Avatars so einzustellen, dass er der Höhe der Versuchsperson auf dieser Distanz entspräche. Diese Einstellungen wurden verbal vorgenommen, indem die Versuchsperson den Versuchsleiter dazu anordnete, die Körperhöhe des Avatars so lange zu erhöhen oder zu verringern, bis sich die Person sicher war, dass der Avatar der eigenen Höhe auf der Entfernung entspricht. Die Skalierung des Avatars erfolgte uniform in drei Dimensionen.

Nach der Erfahrung in virtueller Realität war ein Fragebogen von den Versuchspersonen auszufüllen. Dieser Fragebogen enthielt relevante Fragen aus dem Experiment von Shioita et al. [7].

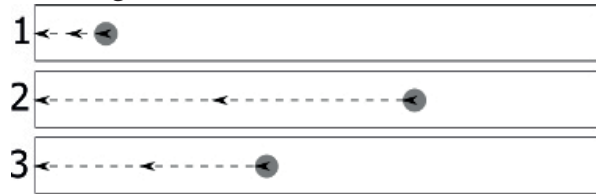
### 3 Ergebnisse

Eine Analyse des arithmetischen Mittels der Einschätzungen der Weite über alle Distanzen zeigte nur geringe Unterschiede (Abbildung 5). Aus diesem Grund wurden die Daten im Bezug auf die Distanzen aufgegliedert. Ergebnisse der ersten Aufgabe (Abbildung 6) zeigten für die Gebirgsumgebung eine fast konstante Einschätzung der Weite. In der Waldumgebung wuchs die Einschätzung der Weite linear mit größerer Entfernung an. Die Auswertung zeigt eine Interaktion zwischen den beiden Umgebungen und erklärt die geringen Unterschiede aus Abbildung 5. In den Einschätzungen der Weite in der zweiten Aufgabe (Abbildung 7) zeigten sich ähnliche Effekte wie in der ersten Aufgabe: In der Gebirgsumgebung ist die Einschätzung der Weite relativ konstant, während sie in der Waldumgebung mit größerer Entfernung linear ansteigt, jedoch entstand in diesem Fall keine Interaktion der Konditionen.

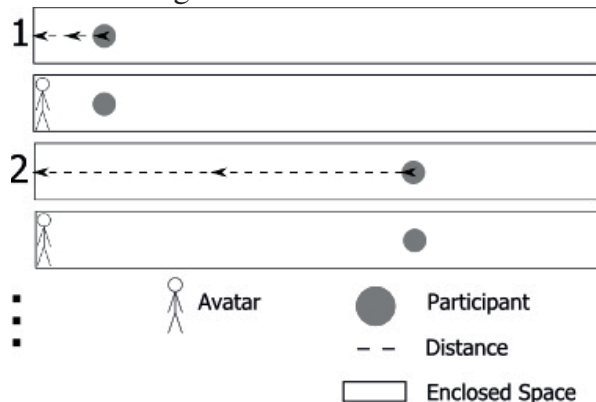
Schätzungen von Entfernungen (Abbildung



**Abbildung 2:** Schematischer Ablauf der ersten Aufgabe.



**Abbildung 3:** Schematischer Ablauf der zweiten Aufgabe.

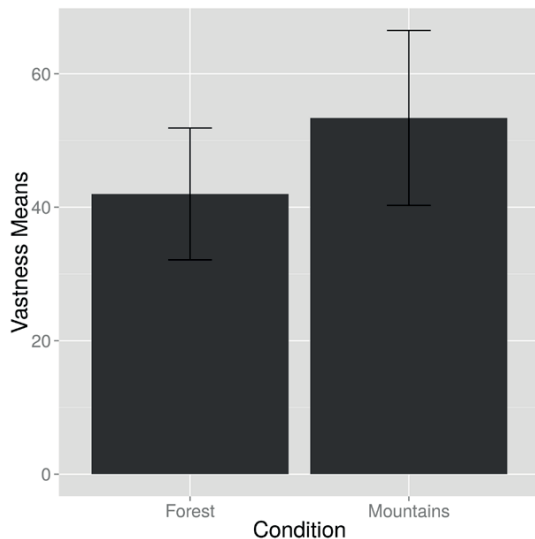


**Abbildung 4:** Schematischer Ablauf der dritten Aufgabe.

8) waren in beiden Konditionen konsistent und stiegen linear mit der zurückgelegten Entfernung. Jedoch war ein interessanter Effekt in der Bergumgebung beobachtbar. Die Schätzungen in der Bergumgebung war stark komprimiert. Zwar findet eine geringe Komprimierung auch in der Waldumgebung statt, jedoch lässt sich diese durch die bekannte Unterschätzung von Entfernungen in virtueller Realität erklären [5].

Dieser Effekt zeigt sich auch in der Auswertung der dritten Aufgabe (Abbildung 9). Während Versuchspersonen in der Waldumgebung die Größe der Personen leicht überschätzten und sie dadurch kleiner skalierten, erschien bei Versuchspersonen der Gebirgsumgebung wieder der Komprimierungseffekt. Die Skalierung des Avatars stieg





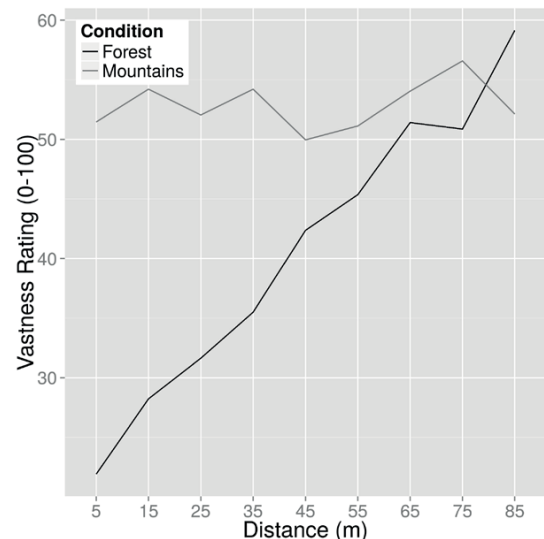
**Abbildung 5:** Vergleich der arithmetischen Mittel in der ersten Aufgabe, gruppiert nach Kondition.

mit der Distanz, was darauf hindeutet, dass dessen Entfernung unterschätzt wird.

Die Auswertung des Fragebogens aus Shiota et al. [7] zeigte im Bezug auf Ehrfurcht für die Aussagen “I felt small or insignificant” und “I felt the presence of something greater than myself.” in der Gebirgsumgebung einen höheren Durchschnittswert als in der Waldumgebung. Die Aussagen “I was unaware of my day to day concern”, “I felt closely connected to the world around me” und “I did not want the experience to end” zeigten keine signifikanten Unterschiede.

Für die Relevanz von Wörtern wurde eine höhere Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Shiota et al. [7] gefunden. So bewerteten die Versuchsteilnehmer die Wörter “Awe”, “Contentment”, und “Rapture” in der Gebirgsumgebung höher als in der Waldumgebung. Diese Wörter wurden von Shiota et al. mit Ehrfurcht assoziiert. Lediglich das Wort “Love”, ebenfalls mit Ehrfurcht assoziiert, wurde in der Waldumgebung höher bewertet.

Diese Unterschiede der Ergebnisse zu denen von Shiota et al. könnten daher stammen, dass der Fragebogen entwickelt wurde, um heraus zu finden, ob Ehrfurcht konsistent von der Schönheit der Natur ausge-



**Abbildung 6:** Einschätzung der Weite über die Distanz in der ersten Aufgabe.

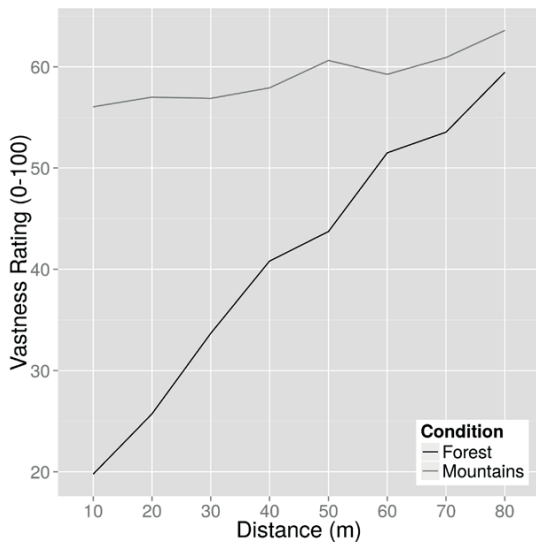
löst werden kann, nicht um zwei natürliche Umgebungen zu vergleichen. Es wäre möglich, dass bestimmte Faktoren der Umgebungen verschiedene von Shiota et al. genannte Aspekte von Ehrfurcht ausgelöst haben.

## 4 Diskussion

Teile unserer Ergebnisse könnten auch von Seiteneffekten beeinflusst sein. Aus diesem Grund sind weitere Experimente zur Verifikation unserer Ergebnisse notwendig.

Zum einen gibt es einen großen Unterschied der verwendeten virtuellen Welten, die eine ausschließende Erklärung unserer Ergebnisse nicht zulassen. So existiert in der Waldumgebung ein klarer Vordergrund, jedoch kein klarer Hintergrund. Dies ist in der Bergumgebung genau umgekehrt: Es existiert ein klarer Hintergrund, doch fehlt ein Vordergrund. Der explizite Vordergrund in der Waldumgebung könnte es den Versuchsteilnehmern erleichtert haben, ihre Größe relativ zu der Umgebung sowie Distanzen genauer zu schätzen. Es wäre sinnvoll in die Gebirgsumgebung ebenfalls Bäume einzubauen, um festzustellen, ob die Bäume eine Unterstützung bei den Schätzungen waren.

Zudem stimmten die Lichtverhältnisse in der Waldumgebung nicht mit den Lichtverhältnissen in der Bergumgebungen überein. Hier

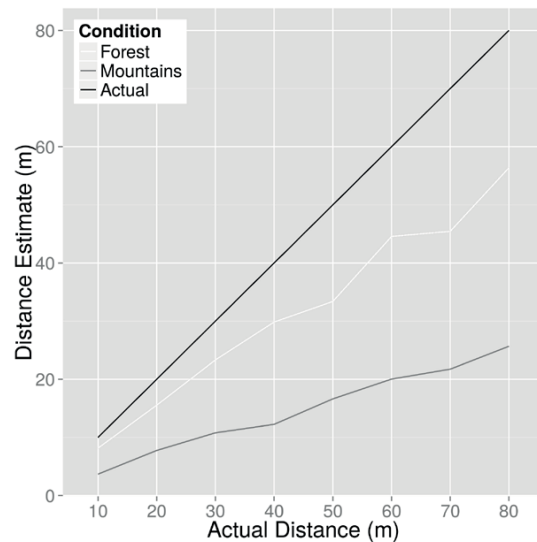


**Abbildung 7:** Einschätzung der Weite über die Distanz in der zweiten Aufgabe.

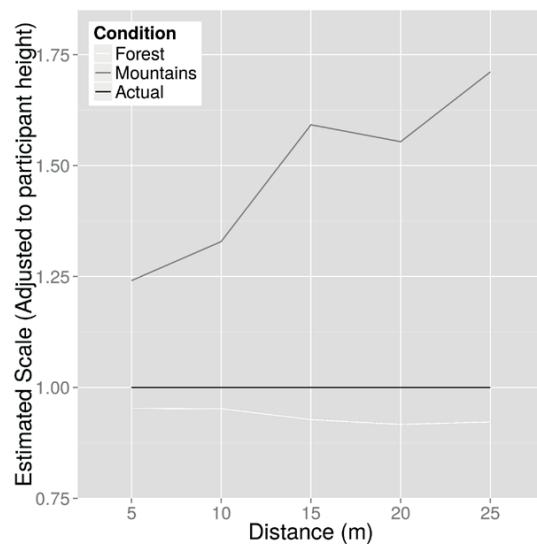
war die Waldumgebung wesentlich dunkler beleuchtet als die Bergumgebung. Da Licht und Schatten auch einen Einfluss auf die Schätzung von Distanzen haben können und der Effekt, den Licht und Schatten auf die Wahrnehmung von unermesslicher Weite haben unbekannt ist, könnte dieser Faktor auch ungewollt beeinflusst worden sein. Aus diesem Grund könnte das Experiment künftig in der Bergumgebung mit dem selben Vordergrund wie in der Waldumgebung wiederholt werden, um die Effekte differenzieren zu können.

Ein zusätzliches Problem könnte auch durch die Verwendung zwei verschiedener Themen für die Umgebungen entstehen. So wäre es möglich, dass die Versuchspersonen erwarteten, dass eine Bergumgebung eine hohe Bewertung der Weite verdient, während ein Wald eine eher niedrige haben sollte. Es wäre sinnvoll, das Experiment in thematisch ähnlicheren Umgebungen zu wiederholen. Eine geeignete Umgebung könnte beispielsweise eine Wüste sein, in der eine Kondition auf dem Kamm einer Düne stattfindet und die andere im Tal zwischen zwei Dünen.

Um die für die Oculus Rift DK2 benötigten 75 Bilder pro Sekunde zu erreichen, musste die Auflösung der gezeigten Bilder auf 60% reduziert werden. Dies führte zu einem ver-



**Abbildung 8:** Einschätzung der Distanz über die eigentliche Distanz in der zweiten Aufgabe.



**Abbildung 9:** Skalierungen des Avatars über die Distanz in der dritten Aufgabe.

waschenen Bild, in dem nicht mehr alle Details eindeutig zu erkennen waren. Wie erwähnt kann die empfundene Komplexität einer Szene Einfluss auf die Ehrfurcht haben. Zudem wird vermutet, dass die Komplexität der Szene Einfluss auf die wahrgenommene unermessliche Weite haben kann. Diese Hypothese muss aber noch geprüft werden und wird für zukünftige Experimente offen gelassen.

## 5 Anerkennungen

Herzlichen Dank an Markus Leyrer und Betty Mohler vom Max Planck Institut für biologische Kybernetik, sowie William Thompson und Jeannine Stefanucci von der University of Utah und Roberta Klatzky der Carnegie Mellon University für die Beratung, Ideen, Diskussionen und Feedback, die diese Arbeit inspiriert, geformt und überhaupt möglich gemacht haben.

### Literatur

- [1] J. R. Agate and W. Ward. Awe as a Catalyst for Enhanced Outdoor Learning. In *Coalition for Education in the Outdoors Eleventh Biennial Research Symposium*, page 59, 2012.
- [2] E. Burke. *On the sublime and beautiful*. 1796.
- [3] K. Davey. Vastness and belonging: an examination of the influence of a spatial perception and state of being in landscape archetypes. 2004.
- [4] D. Keltner and J. Haidt. Approaching awe, a moral, spiritual, and aesthetic emotion. *Cognition & Emotion*, 17(2):297–314, 2003.
- [5] M. Leyrer, S. A. Linkenauger, H. H. Bühlhoff, U. Kloos, and B. Mohler. The influence of eye height and avatars on egocentric distance estimates in immersive virtual environments. In *Proceedings of the ACM SIGGRAPH Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization*, pages 67–74. ACM, 2011.
- [6] M. Rudd, K. D. Vohs, and J. Aaker. Awe expands people’s perception of time, alters decision making, and enhances well-being. *Psychological science*, 23(10):1130–1136, 2012.
- [7] M. N. Shiota, D. Keltner, and A. Mossman. The nature of awe: Elicitors, appraisals, and effects on self-concept. *Cognition and emotion*, 21(5):944–963, 2007.