



**Universität
Zürich**^{UZH}

Geographisches Institut

Emotionale Reaktionen auf Präsentationsformen von 3D Landschaftsvisualisierungen: statisch vs. animiert & simultan vs. sequentiell

GEO 511 Masterarbeit

Eingereicht durch

Corinne Schweri

12-717-450

Betreuung

Prof. Dr. Sara Irina Fabrikant (Fakultätsvertretung)

Co-Betreuung

Dr. Ulrike Wissen Hayek (ETH Zürich)

PLUS, Planung von Landschaft und Urbanen Systemen

Stefano-Francini-Platz 5

8093 Zürich ETH-Hönggerberg

wissen@nsl.ethz.ch

Dr. Tyler Thrash

Dr. Victor Schinazi (ETH Zürich)

Lehrstuhl für Kognitionswissenschaft

Clausiusstrasse 59

8092 Zürich

victor.schinazi@gess.ethz.ch

27. April 2018

Geographisches Institut, Universität Zürich

ZUSAMMENFASSUNG

Präsentationsformen sind in unserem Alltag omnipräsent. Vor allem dann, wenn wir uns zwischen mehreren Auswahlmöglichkeiten für etwas entscheiden, das uns besser gefällt. Im Hinblick auf unsere Landschaft können mit Präsentationsformen zukünftige Landschaftsveränderungen aufgezeigt und bewertet werden lassen. Dies kann im Zusammenhang mit Infrastrukturprojekten geschehen, die unsere Landschaft über mehrere Jahrzehnte hinweg prägen.

In dieser Masterarbeit wurden im Hinblick auf die Energiestrategie 2050 zunächst mögliche Landschaftsveränderungen der Landschaftstypen Mittelland, Jura und Alpen durch Windturbinen visualisiert. Visualisierungen sind ein weit verbreitetes Instrument, um Ideen einem breiten Publikum verständlich zu präsentieren. Die Auswahl an Präsentationsformen ist aufgrund der technischen Fortschritte vielfältig und reicht von statischen Bildern bis zu grossen Landschaftsszenen, in die man sich hineinversetzen und navigieren kann. Die Problematik ist, dass damit bei BetrachterInnen emotionale Reaktionen hervorgerufen und Präferenzen zwischen Landschaften beeinflusst werden können.

Mit den erstellten Landschaftsvisualisierungen wurden in einem Experiment mit vier Gruppen unterschiedliche Präsentationsformen auf ihre emotionalen Reaktionen und Präferenzen untersucht. Zu den Präsentationsformen gehören statische und animierte 3D Landschaftsvisualisierungen, die paarweise simultan (nebeneinander) und sequentiell (nacheinander) präsentiert wurden. Die emotionalen Reaktionen auf die visualisierten Landschaftstypen wurden mit einer physiologischen Hautleitfähigkeitsmessung erfasst und die Präferenz wurde nach jedem Landschaftstyp Kombinationspaar abgefragt. Fragebögen über die Emotion und die Wahrnehmung der Landschaftsvisualisierungen dienten als Grundlage und Unterstützung für die Auswertung der erhobenen Daten.

Die Resultate zeigen, dass die physiologisch gemessene Emotion während des Experiments weder durch statisch oder animierte, noch durch simultan oder sequentielle Präsentationsformen unterschiedlich beeinflusst wurde. Allerdings traten bei der Bewertung von Wahrnehmungsfragen Unterschiede auf, die durch die sequentielle Präsentation erklärt werden können. Bei simultanen und sequentiellen Präsentationsformen zeigen die Resultate eine höhere Präferenz für den als Erstes gezeigten Landschaftstyp mit Ausnahme einer Gruppe. Zudem hat der Landschaftstyp keinen Einfluss auf physiologisch gemessene Emotion, auf die Präferenz hingegen teilweise.

Schlagwörter

3D Landschaftsvisualisierungen, Präsentationsformen, simultan, sequentiell, statisch, animiert, Emotion, elektrodermale Aktivität, Präferenzen, Landschaftstypen, Windturbinen

DANKSAGUNG

Zum Erfolg dieser Masterarbeit hat eine Vielzahl an Personen beigetragen, denen ich an dieser Stelle danken möchte.

Ein grosses Dankeschön geht an meine Betreuerin Prof. Dr. Sara Irina Fabrikant für die Unterstützung und die hilfreichen Diskussionen. Ein weiteres grosses Dankeschön gilt meiner Co-Betreuerin Dr. Ulrike Wissen Hayek, die mir eine grosse Stütze war und sich in organisatorischen Angelegenheiten eingesetzt hat. Bei meinen Co-Betreuern Dr. Tyler Thrash und Dr. Victor Schinazi möchte ich mich herzlich für ihre Unterstützung und ihr grosses Engagement vom Aufbau des Experiments bis zur Datenauswertung bedanken. Speziell Dr. Tyler Thrash bin ich für seine fortwährende Unterstützung bei der statistischen Auswertung sehr dankbar. Weiter bedanke ich mich bei Jascha Grübel und Raphael Weibel.

Reto Spielhofer gilt ein besonderer Dank für die kompetente und grosszügige Hilfsbereitschaft bei der Erstellung der Landschaftsvisualisierungen sowie für das zur Verfügung stellen der Szenen Siselen und Champoz. Weiter bedanke ich mich bei Ralph Sonderegger für die Hilfe mit der Bildbearbeitung und der Animation.

Vielen Dank an die Pilotprobanden und Pilotprobandinnen, die sich Zeit genommen haben und mit ihren Kommentaren sowie kritischen Anregungen einen wichtigen Beitrag zur Ausarbeitung des Experiments geleistet haben. Besten Dank an alle ProbandInnen für die Teilnahme am Experiment.

Flavia Schneider und Reto Spielhofer danke ich herzlich für das Korrekturlesen und die wertvollen Ratschläge.

Der grösste Dank geht an meine Eltern, die mir das Studium ermöglicht haben, sowie an meine ganze Familie für den Rückhalt und die Unterstützung über all die Jahre hinweg.

INHALT

Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	XI
Abkürzungsverzeichnis	XIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation und Problemstellung	1
1.2 Einbettung der Masterarbeit	2
1.3 Ziel der Masterarbeit und übergeordnete Forschungsfrage	3
1.4 Struktur der Arbeit.....	3
2 Forschungskontext.....	5
2.1 3D Landschaftsvisualisierungen.....	5
2.2 Präsentationsformen	6
2.2.1 Statisch vs. animiert	7
2.2.2 Simultan vs. sequentiell	8
2.3 Emotionale Reaktionen	9
2.3.1 Einführung	9
2.3.2 Physiologische Annäherung.....	10
2.3.3 Elektrodermale Aktivität.....	11
2.3.4 Dimensionen der Emotion	14
2.4 Fallbeispiel Präferenz	16
2.5 Präzisierung der Forschungsfrage	17
3 Methodik.....	19
3.1 Studiendesign	19
3.1.1 Variablen.....	19
3.1.2 Untersuchungsdesign	21

3.2	Hypothesen.....	22
3.2.1	Visualisierungstyp.....	22
3.2.2	Präsentationstyp	22
3.2.3	Landschaftstyp	23
3.3	Erstellen der 3D Landschaftsvisualisierungen.....	23
3.3.1	LiDAR.....	23
3.3.2	Adobe Photoshop CC 2017.....	25
3.3.3	RiSCAN PRO	28
3.3.4	Cinema 4D Studio R17	30
3.3.5	Windows Movie Maker 2012	35
3.4	Fragebögen	35
3.4.1	Formaler Aufbau	36
3.4.2	Ablauf und Themen der Fragebögen.....	36
3.5	Physiologische EDA Messung	38
3.6	Umsetzung in Unity 3D mit EVE.....	40
3.7	Durchführung des Experiments	42
3.7.1	Rekrutierung der ProbandInnen	42
3.7.2	Einrichtung des Mobile Visual-Acoustic Labs	43
3.7.3	Ablauf des Experiments	45
3.8	Datenauswertung	49
3.8.1	Experimentkonditionen und Fragebögen: R Skript.....	49
3.8.2	Physiologische EDA Messung: MatLab Skript	50
4	Resultate.....	52
4.1	Fragebögen	53
4.1.1	Demographie.....	53
4.1.2	Wahrnehmung und Emotion	53
4.1.3	Präferenz	63

4.2	Erhebung der Emotion durch SAM.....	71
4.3	Einfluss des Präsentations- und Visualisierungstyps.....	72
4.4	Korrelationen zwischen SAM, nSCR und Wahrnehmungsfragen.....	79
4.5	Ähnlichkeiten der nSCR Werte und Präferenzen der Landschaftstypen.....	84
4.5.1	nSCR als emotionale Reaktion auf die Landschaftstypen	85
4.5.2	Präferenzen der Landschaftstypen	88
4.5.3	Zweidimensionale Regression	92
4.5.4	Statistische Signifikanz	93
5	Diskussion	94
5.1	Emotionale Reaktionen	94
5.1.1	Einfluss des Visualisierungstyps.....	94
5.1.2	Einfluss des Präsentationstyps	95
5.1.3	Einfluss des Landschaftstyps	97
5.2	Präferenzabfragen.....	97
5.2.1	Einfluss des Präsentationstyps	97
5.2.2	Einfluss des Landschaftstyps	99
5.3	Weitere Erkenntnisse.....	101
5.4	Kritische Betrachtung des Experiments	101
5.4.1	Statistische Auswertung.....	102
5.4.2	Untersuchungsdesign	102
5.4.3	Aufbau des Fragebogens über die Wahrnehmung	103
5.4.4	Realitätsgrad der Landschaftsvisualisierungen	104
5.4.5	Zu beachtende Punkte bei der Verwendung von EVE für das Experiment	106
6	Schlussfolgerungen	110
6.1	Ausblick.....	111
Literatur		114

Anhang	121
A. 3D Landschaftsvisualisierungen.....	121
B. Fragebögen	123
C. Rekrutierung der ProbandInnen.....	128
D. Experiment	130
E. Datenauswertung	141
F. Resultate	142
Persönliche Erklärung	160

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1 Schematische EDA Übersicht der tonischen und phasischen Komponenten (Braithwaite et al. 2013, S. 4).....	13
Abbildung 2-2 Rohsignal der Hautleitfähigkeit (Y-Achse) nach dem Einsetzen des Stimulus ab Sekunde 0 über die Zeit (X-Achse) mit den quantitativen Eigenschaften Latenzzeit, Anstiegszeit zum Höchstwert, Amplitude und Erholungszeit (Figner & Murphy 2011, S. 166).....	14
Abbildung 2-3 Self-Assessment-Manikin für die Erhebung der emotionalen Dimensionen Freude (oben), Erregung (Mitte) und Dominanz (unten) (Bradley & Lang 1994, S. 51).	16
Abbildung 3-1 TLS Riegel VZ-1000 mit der NIKON D700 Kamera (eigene Aufnahme).	24
Abbildung 3-2 Aufgenommenes Bild von Siselen mit Linsenreflexion vor der Farbkorrektur (eigene Aufnahme).	26
Abbildung 3-3 Zu dunkles Bild von Champoz vor der Farbkorrektur (eigene Aufnahme).....	26
Abbildung 3-4 Bild ohne Linsenreflexion von Siselen nach der Farbkorrektur (eigene Aufnahme).	27
Abbildung 3-5 Aufgehelltes und kontrastreiches Bild von Champoz nach der Farbkorrektur (eigene Aufnahme).	27
Abbildung 3-6 Darstellung der erreichten Genauigkeit durch die Registrierung zweier Scanpositionen (STA07 Magenta und STA08 Türkis) von Flims. Die beiden unterschiedlich eingefärbten Scanpositionen passen sehr genau aufeinander, erkennbar an der Überlappung der Punktwolken und der damit scharfkantigen Repräsentation der Infrastrukturen (eigene Darstellung).	29
Abbildung 3-7 Punktwolke vor der Säuberung, erkennbar an den weissen Punkten rund um eine Scanposition von Champoz (CHAMP STAO 006) (eigene Darstellung).....	30
Abbildung 3-8 Punktwolke von Champoz nach der Säuberung (eigene Darstellung).	30
Abbildung 3-9 Landschaft aus Vorder- und Hintergrund sowie den ALS Kacheln von Flims (eigene Darstellung).	31
Abbildung 3-10 Überlagerung mit den 3D LAS Dateien der Scanpositionen von Flims für die Vervollständigung der 3D Landschaftsvisualisierung, verdeutlicht durch den Kreis (eigene Darstellung).	31
Abbildung 3-11 Eingefügte Windturbinen in die 3D Landschaftsvisualisierung von Flims mit Textur und unterschiedlichen Ausgangspositionen der Rotorblätter (eigene Darstellung).	33
Abbildung 3-12 Erstelltes Flussdiagramm im <i>Xpresso Editor</i> für die Animation der drei Windturbinen (eigene Darstellung).....	33
Abbildung 3-13 3D Landschaftsvisualisierung von Flims für den statischen Visualisierungstyp (eigene Darstellung).	35

Abbildung 3-14 Geräte von ADInstruments: Das Powerlab (unten) und der Verstärker (oben) mit den verbundenen Elektroden für die Finger (eigene Aufnahme).	39
Abbildung 3-15 Handposition und Elektrodenfixierung an den Fingern während des Experiments (eigene Aufnahme).	39
Abbildung 3-16 EVE als Rahmen für die verschiedenen Stufen eines Experiments (Grübel et al. 2016, S. 164).	41
Abbildung 3-17 Schematische Darstellung des Seminarraums mit dem MVAL sowie der Ausstattung (eigene Darstellung).	44
Abbildung 3-18 Das MVAL aus der Perspektive der ProbandInnen Richtung Leinwand (eigene Aufnahme).	45
Abbildung 3-19 Die rote Linie repräsentiert die aufgenommene Hautleitfähigkeit über 14 Minuten (X-Achse) in μS (Y-Achse) mit ergänzten LabChart Kommentaren für die inhaltliche Unterteilung (eigene Darstellung).	48
Abbildung 3-20 Darstellung der Hautleitfähigkeit über die Zeit (X-Achse), gemessen in μS (Y-Achse). Die Hautleitfähigkeit (SC) resultiert aus einer Überlagerung (durchgezogene Linie) phasischer und tonischer Signale (gestrichelte Linie) (Benedeck & Kaernbach 2010, S. 82).	51
Abbildung 4-1 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach dem Realitätsgrad (X-Achse) der Landschaftsvisualisierungen.	54
Abbildung 4-2 Mittlerer Realitätsgrad der Landschaftsvisualisierungen (Y-Achse) pro Gruppe ± 1 Standardfehler (X-Achse). Skala von 1: nicht realistisch bis 7: sehr realistisch.	55
Abbildung 4-3 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach fehlenden Landschaftselementen (X-Achse).	56
Abbildung 4-4 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach störenden Landschaftselementen (X-Achse).	57
Abbildung 4-5 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach dem Wahrnehmungsgrad der Windturbinen (X-Achse).	58
Abbildung 4-6 Mittlerer Wahrnehmungsgrad der Windturbinen (Y-Achse) pro Gruppe ± 1 Standardfehler (X-Achse). Skala von 1: gar nicht bis 7: sehr stark wahrgenommen.	59
Abbildung 4-7 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach dem Auswirkungsgrad der Windturbinen auf die Landschaft (X-Achse).	60
Abbildung 4-8 Mittlerer Auswirkungsgrad der Windturbinen (Y-Achse) pro Gruppe ± 1 Standardfehler (Y-Achse). Skala von 1: gar nicht bis 7: sehr starke Auswirkung.	61
Abbildung 4-9 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach dem emotionalen Beeinflussungsgrad durch die Windturbinen (X-Achse).	62

Abbildung 4-10 Mittlerer Beeinflussungsgrad durch die Windturbinen (Y-Achse) pro Gruppe ± 1 Standardfehler (X-Achse). Skala von 1: gar nicht bis 7: sehr stark emotional beeinflusst.....	63
Abbildung 4-11 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach Gründen für die Präferenz zwischen den Landschaftsvisualisierungen (X-Achse).	64
Abbildung 4-12 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach dem Schwierigkeitsgrad für die Präferenz zwischen Landschaftsvisualisierungen (X-Achse).	65
Abbildung 4-13 Mittlerer Schwierigkeitsgrad für die Präferenz (Y-Achse) pro Gruppe ± 1 Standardfehler (X-Achse). Skala von 1: sehr leicht bis 7: sehr schwierig.	66
Abbildung 4-14 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach der Erinnerung an Landschaftselemente und Objekte (X-Achse).	67
Abbildung 4-15 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage, ob Landschaft 1 oder 2 besser gefällt (X-Achse).	68
Abbildung 4-16 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage, in welchem Landschaftstyp Windturbinen präferiert werden (X-Achse).....	69
Abbildung 4-17 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage, in welchem Landschaftstyp am häufigsten die Freizeit verbracht wird (X-Achse).....	70
Abbildung 4-18 Mittlerer Wahrnehmungsgrad der Windturbinen (Y-Achse) für den Präsentationstyp ± 1 Mittel der Quadrate (X-Achse) und Visualisierungstyp. Skala von 1: gar nicht bis 7:sehr stark wahrgenommen.....	74
Abbildung 4-19 Mittlerer Auswirkungsgrad der Windturbinen auf die Landschaft (Y-Achse) für den Präsentationstyp ± 1 Mittel der Quadrate (X-Achse) und Visualisierungstyp. Skala von 1: gar nicht bis 7:sehr starke Auswirkung.	75
Abbildung 4-20 Mittlerer emotionaler Beeinflussungsgrad durch die Windturbinen (Y-Achse) für den Präsentationstyp ± 1 Mittel der Quadrate (X-Achse) und Visualisierungstyp. Skala von 1: gar nicht bis 7:sehr stark emotional beeinflusst.....	76
Abbildung 4-21 nSCR Mittelwerte als emotionale Reaktion (Y-Achse) für den Präsentationstyp ± 1 Mittel der Quadrate (X-Achse) und Visualisierungstyp.	77
Abbildung 4-22 Negativer Zusammenhang mit einem mittleren bis grossen Effekt ($r = -.370^{**}$, $p = .001$) zwischen SAM Erregung (X-Achse) und Realitätsgrad der Landschaftsvisualisierungen (Y-Achse)..	81
Abbildung 4-23 Negativer Zusammenhang mittleren Effekts ($r = -.296^*$, $p = .011$) zwischen SAM Dominanz (X-Achse) und dem emotionalen Beeinflussungsgrad (Y-Achse).	82
Abbildung 4-24 Positiver Zusammenhang mit fast mittlerem Effekt ($r = .265^*$, $p = .023$) zwischen SAM Dominanz (X-Achse) und den nSCR Mittelwerten der Landschaftsvisualisierungen (Y-Achse).....	83

Abbildung 4-25 Negativer Zusammenhang fast mittleren Effekts ($r = -.270^*$, $p = .020$) zwischen nSCR Mittelwerten der Landschaftsvisualisierungen (X-Achse) und dem emotionalen Beeinflussungsgrad (Y-Achse). 84

Abbildung 4-26 Anordnung der Landschaftstypen entsprechend der nSCR Werte in einem 2D Raum, repräsentiert durch die X-Achse und die Y-Achse. Die Landschaftstypen sind wie folgt abgekürzt: [F] steht für Flims (Alpen), [S] für Siselen (Mittelland) und [C] für Champoz (Jura). 86

Abbildung 4-27 Anordnung der Landschaftstypen entsprechend der nSCR Werte in einem 1D Raum, repräsentiert durch die X-Achse. Die Landschaftstypen sind wie folgt abgekürzt: [F] steht für Flims (Alpen), [S] für Siselen (Mittelland) und [C] für Champoz (Jura). 87

Abbildung 4-28 Anordnung der Landschaftstypen entsprechend der Präferenzen in einem 2D Raum, repräsentiert durch die X-Achse und die Y-Achse. Die Landschaftstypen sind wie folgt abgekürzt: [F] steht für Flims (Alpen), [S] für Siselen (Mittelland) und [C] für Champoz (Jura). 89

Abbildung 4-29 Anordnung der Landschaftstypen entsprechend der Präferenzen in einem 1D Raum, repräsentiert durch die X-Achse. Die Landschaftstypen sind wie folgt abgekürzt: [F] steht für Flims (Alpen), [S] für Siselen (Mittelland) und [C] für Champoz (Jura). 91

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1 Übersicht der Variablen im Experiment.	20
Tabelle 3-2 Übersicht des experimentellen Untersuchungsdesigns.	22
Tabelle 3-3 Stufenübersicht der verwendeten Programme und Arbeitsschritte nach der Datenaufnahme.	25
Tabelle 3-4 Zusammengestellte Vorlage für die Farbkorrektur.	26
Tabelle 3-5 Grössendimensionen des Windturbinenmodells.	32
Tabelle 3-6 Übersicht der im Flussdiagramm verwendeten Operatoren und Parameter.	33
Tabelle 3-7 Ablauf der Vorbereitungsschritte mit den ProbandInnen bis zum Start des Experiments.	46
Tabelle 3-8 Gliederung des Experiments in drei Teile.	47
Tabelle 3-9 Gliederung des R Skripts mit den ausgegebenen Daten.	49
Tabelle 4-1 Angaben zu den Demographie Fragen über Geschlecht und Alter pro Gruppe.	53
Tabelle 4-2 Zusammenfassende deskriptive Statistik sowie Test auf Varianzhomogenität der SAM Dimensionen für n=74 ProbandInnen. M (total) bezieht sich auf den Mittelwert aller ProbandInnen.	71
Tabelle 4-3 Resultate der Tests für Zwischensubjekteffekte von n=74 ProbandInnen der Faktoren Präsentationstyp (simultan, sequentiell), Visualisierungstyp (statisch, animiert) und Interaktion (Präsentations- und Visualisierungstyp) auf die SAM Dimensionen als abhängige Variablen.	72
Tabelle 4-4 Zusammenfassende deskriptive Statistik sowie Test auf Varianzhomogenität ausgewählter Fragen aus dem Wahrnehmungsfragebogen und nSCR (emotionale Reaktion) für n=74 ProbandInnen. M (total) bezieht sich auf den Mittelwert aller ProbandInnen.	73
Tabelle 4-5 Resultate der Tests für Zwischensubjekteffekte von n=74 ProbandInnen der Faktoren Präsentationstyp (simultan, sequentiell), Visualisierungstyp (statisch, animiert) und Interaktion (Präsentations- und Visualisierungstyp) auf ausgewählte Fragen aus dem Wahrnehmungsfragebogen und nSCR als abhängige Variablen.	77
Tabelle 4-6 Übersicht der Zusammenhänge zwischen den Variablen aus der Korrelationsanalyse für n=74 ProbandInnen. Die obere Zeile entspricht der Korrelation nach Pearson (r) und beschreibt die Stärke des Zusammenhangs sowie die Richtung des Zusammenhangs durch das Vorzeichen. Die untere Zeile entspricht der statistischen Signifikanz des Zusammenhangs (p).	79
Tabelle 4-7 Zwei Stress Gütemasse für die 2D MDS Lösung der emotionalen Reaktion auf die Landschaftstypen.	86
Tabelle 4-8 Zwei Stress Gütemasse für die 1D MDS Lösung der emotionalen Reaktion auf die Landschaftstypen.	88
Tabelle 4-9 Zwei Stress Gütemasse für die 2D MDS Lösung der Präferenzen für die Landschaftstypen.	90

Tabelle 4-10 Zwei Stress Gütemasse für die 1D MDS Lösung der Präferenzen für die Landschaftstypen.
..... 91

Tabelle 4-11 Resultate für das Bestimmtheitsmass (R^2) und Verzerrungsindex der 2D Regression für die
Variablen nSCR und Präferenz der Landschaftstypen..... 93

Tabelle 4-12 Statistische Signifikanz der 2D Anordnung für die nSCR Werte und Präferenzen im
Vergleich zu den zufällig generierten Daten. 93

Tabelle 5-1 Übersicht der Verbesserungspotentiale für jeden Standort bezüglich Farbgebung, Vegetation,
Infrastruktur und Sonstiges..... 105

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

3D	Dreidimensional
μS	Mikrosiemens
(k)Hz	(Kilo)hertz
ALS	<i>Airborne Laser Scanning</i>
ANS	Autonomes Nervensystem
AR	Erweiterte Realitäten (engl. <i>Augmented Realities</i>)
CDA	Kontinuierliche Zerlegungsanalyse (engl. <i>Continuous Decomposition Analysis</i>)
EDA	Elektrodermale Aktivität
EVE	<i>Experiments in Virtual Environments</i>
GIS	Geographische Informationssysteme
HMD	Am Kopf angebrachtes Display (engl. <i>Head-Mounted Display</i>)
LiDAR	<i>Light Detection and Ranging</i>
MVAL	<i>Mobile Visual-Acoustic Lab</i>
NFP	Nationales Forschungsprogramm
nimby	<i>not in my backyard</i>
nSCR	Anzahl SCR Höchstwerte (n steht für engl. <i>number</i>)
SAM	<i>Self-Assessment Manikin</i>
SCL	Hautleitfähigkeitsniveau (engl. <i>Skin Conductance Level</i>)
SCR	Hautleitfähigkeitsreaktion (engl. <i>Skin Conductance Response</i>)
TLS	<i>Terrestrial Laser Scanning</i>
VR	Virtuelle Realitäten (engl. <i>Virtual Realities</i>)

1 EINLEITUNG

In den kommenden Abschnitten werden zuerst die Motivation und die Problemstellung beschrieben. Danach folgen die Einbettung dieser Masterarbeit in die Fokusstudie *Energyscape*, die Zielsetzung sowie die Formulierung der übergeordneten Forschungsfrage. Abschliessend wird die Struktur der Arbeit erläutert.

1.1 Motivation und Problemstellung

Im Alltag sind wir ständig mit Präsentationsformen konfrontiert. Sei es, wenn wir die Aussicht auf eine Landschaft geniessen, durch Werbetafeln, beim Einkaufen, wo wir uns zwischen verschiedenen Produkten entscheiden oder im Beruf, wo wir selbst Präsentationen für die Darstellung von Daten ausarbeiten. Für die Visualisierung sowie die Präsentation gibt es viele Möglichkeiten, wobei die Auswahl davon abhängt, was kommuniziert werden soll.

In der Landschaftsplanung haben Landschaftsvisualisierungen eine grosse Bedeutung für die Kommunikation und ihre Verwendung hat in den letzten Jahren aufgrund des stärkeren Einbezugs der breiten Bevölkerung zugenommen (Lovett et al. 2015). Zum Beispiel werden dreidimensionale (3D) Landschaftsvisualisierungen für Partizipationsverfahren mit der Bevölkerung und Interessengruppen eingesetzt, wobei auch die Bewertung ihrer Präferenzen ein wichtiger Aspekt ist (Schroth 2007, Stauskis 2014, Ode Sang et al. 2014, Pihel et al. 2014, Wissen Hayek et al. 2016). Durch diese Visualisierungen können Beteiligten zukünftige Landschaftsveränderungen und Szenarien, zum Beispiel als Resultat von Umweltstrategien, präsentiert und das Verständnis für Landschaftsveränderungen erhöht werden (Pihel et al. 2014, Miller et al. 2005). Die angemessene Repräsentation von Landschaftselementen ist in Visualisierungen zentral, weil dadurch ein realitätsnahes Erleben der Landschaft ermöglicht wird (Wissen Hayek et al. 2016).

Bei Präsentationen von Landschaftsvisualisierungen in Partizipationsverfahren müssen nach Lovett et al. (2015) zentrale Fragestellungen beachtet werden. Neben der Berücksichtigung des Zeitpunkts und dem Visualisierungsinhalt stellt sich immer die Frage, „wie“ präsentiert wird. Während der Zeitpunkt für den Einsatz der Visualisierungen mit den Phasen eines Planungsprozesses einhergeht, beschäftigt sich der Visualisierungsinhalt mit dem Realitätsgrad von Landschaftselementen. Der Realitätsgrad, auch als Informationsintensität bezeichnet, ist ein Kernelement von Landschaftsvisualisierungen und steht im Zusammenhang mit der Frage, „wie“ sie präsentiert werden. Die Präsentationsform hängt davon ab, wie interaktiv eine Landschaftsvisualisierung sein oder wie man sie erleben soll. Mit der Verwendung von geographischen Informationssystemen (GIS) wurde eine

Vielfalt an Präsentationsformen ermöglicht, die über die Verwendung von traditionellen Darstellungen wie Photographien hinausgehen (Lovett et al. 2015). Sheppard (1989) hat drei Grundsätze für gute Visualisierungen beschrieben. Erstens sind sie verständlich, zweitens überzeugen sie die Menschen und drittens sind gute Visualisierungen objektiv (engl. *unbiased*). Die Objektivität ist dann erreicht, wenn die hervorgerufenen Reaktionen auf die Landschaftsvisualisierungen sowie deren Bewertung ähnlich sind wie in realen Verhältnissen (Sheppard 1989). Lovett et al. (2015) kritisieren, dass durch die Verwendung unterschiedlicher Präsentationsformen aufgrund der verwendeten Techniken, zum Beispiel für das Erleben von Landschaften, eben nicht objektiv sind. Ein dadurch entstehendes Bias kann beispielsweise durch die unterschiedlichen emotionalen Reaktionen auf Landschaftsvisualisierungen beschrieben (Schroth 2007), und sogar durch physiologische Veränderungen unseres Körpers gemessen werden (Maehr et al. 2015). Emotionen beeinflussen zudem Entscheidungsprozesse (Schroth 2007; Pfister et al. 2017), sodass die Gewährleistung objektiv basierter Entscheidung in Frage gestellt werden muss. Untersuchungen haben weiter gezeigt, dass auch Ergebnisse von Präferenzabfragen von der Präsentationsform abhängig sein können (Dhar 1996; Piazza et al. 2002).

Wie zu Beginn bereits erläutert wurde, haben Landschaftsvisualisierungen eine grosse Bedeutung in der Planung, weil sie die Kommunikation, den Transfer von Ideen sowie das Verständnis für Umweltveränderungen vereinfachen (Edsall & Larson 2009). Der Frage „wie“ sie Beteiligten präsentiert werden, obliegt eine gewisse Macht. Denn durch die Wahl der Präsentationsform können Emotionen und Präferenzen beeinflusst werden (Schroth 2007; Pfister et al. 2017; Dhar 1996; Piazza et al. 2002). Diese Beeinflussung widerspricht dem Grundsatz der Objektivität (Sheppard 1989) und verdeutlicht damit die Problemstellung der vorliegenden Masterarbeit. Die Wahl der Präsentationsform soll nicht dazu dienen, Menschen gezielt in ihrer Emotion oder Entscheidungsfindung zu beeinflussen, sondern dem Grundsatz der Objektivität entsprechen.

1.2 Einbettung der Masterarbeit

Das Nationale Forschungsprogramm „Energiewende“ (NFP 70) befasst sich mit der Umstellung des Energiesystems im Rahmen der Energiestrategie 2050. Die darin eingebettete Fokusstudie „*Energyscape* – Landschaftsstrategie für erneuerbare Energiesysteme“ untersucht die gesellschaftliche Beurteilung der Landschaftseffekte, die durch den Mix an erneuerbaren Energiesystemen in schweizerischen Landschaften hervorgerufen wird. Das Hauptziel ist, basierend auf den Studienergebnissen Empfehlungen für die Priorisierung dieser Energiesysteme in verschiedenen Landschaften der Schweiz zu formulieren (SNF 2017). Um die Präferenzen der Bevölkerung hinsichtlich des Mix an erneuerbaren Energiesystemen in unterschiedlichen Landschaftstypen zu erfassen, werden physiologische Experimente (emotionale Reaktionsmessungen) zusammen mit kognitiven Befragungen

durchgeführt. Dafür werden als Stimuli 3D Visualisierungen verschiedener Landschaftstypen und deren möglichen Veränderungen mit erneuerbaren Energiesystemen eingesetzt.

Die Frage, wie die Präsentation der 3D Landschaftsvisualisierungen präsentiert werden sollen, ist zum heutigen Zeitpunkt noch offen.

1.3 Ziel der Masterarbeit und übergeordnete Forschungsfrage

Wie in der Motivation und Problemstellung angedeutet wurde, gibt es eine Vielzahl an Visualisierungs- und Präsentationsmöglichkeiten für Landschaftsvisualisierungen. In dieser Arbeit werden die Unterschiede zwischen animierten und statischen Visualisierungstypen sowie sequentiellen und simultanen Präsentationstypen für Präferenzabfragen vertieft. Diese Unterschiede können emotionale Reaktionen hervorrufen und damit die Präferenzen von Landschaftsveränderungen subjektiv beeinflussen. Lange et al. (2003) erwähnen hierzu die Manipulation der Beteiligten durch die Verwendung von Landschaftsvisualisierungen in Entscheidungsprozessen.

Um die eben beschriebenen Problemfelder zu untersuchen, wird ein Experiment durchgeführt. Dabei werden die Auswirkungen der Präsentationsformen von Landschaftsvisualisierungen auf die Emotionen und Präferenzen analysiert. Zu den Präsentationsformen zählen statische und animierte Bilder, die simultan und sequentiell präsentiert werden. Die emotionale Reaktion auf die Visualisierungen wird mit der physiologischen Hautleitfähigkeitsmessung erfasst. Nach jedem präsentierten Kombinationspaar der Landschaftsvisualisierungen wird die Präferenz abgefragt und Fragebögen sollen weiter die Auswertung der quantitativen Daten unterstützen.

Das Ziel der Masterarbeit ist es, die Zusammenhänge und Unterschiede zwischen den verschiedenen Variablen aufzudecken. Dabei wird gezeigt, mit welcher Präsentationsform die Einflüsse auf die Emotionen und Präferenzen vermindert werden können, um die Objektivität von Entscheidungsprozessen zu gewährleisten. Die Erkenntnisse aus dieser Masterarbeit können Hinweise bezüglich der Eignung von Präsentationsformen für die Experimente im *Energyscape* Projekt liefern.

Die zielführende Forschungsfrage dieser Masterarbeit lautet: Wie beeinflussen der Visualisierungs- und Präsentationstyp von Landschaftsvisualisierungen die emotionalen Reaktionen und Präferenzen?

1.4 Struktur der Arbeit

Nach dieser Einleitung folgen fünf weitere Kapitel. Im folgenden Kapitel 2 wird der Forschungskontext erläutert. Dazu gehören als erstes die Definition der 3D Landschaftsvisualisierungen

sowie deren Funktionen. Danach folgt ein Überblick über mögliche Präsentationsformen von 3D Landschaftsvisualisierungen, wobei speziell auf statische, animierte, simultane und sequentielle Präsentationsformen eingegangen wird. Weiter wird das Thema der Emotion beziehungsweise der emotionalen Reaktion vertieft sowie das Fallbeispiel der Präferenz im Zusammenhang mit Landschaftstypen und Entscheidungsprozessen erläutert. Der Forschungskontext wird mit der Präzisierung der Forschungsfrage in fünf Unterfragen abgeschlossen. Um die Unterfragen zu beantworten, werden im Kapitel 3 zuerst das Studiendesign, die Hypothesen und die methodische Vorgehensweise für die Durchführung des Experiments vorgestellt. Die daraus entstandenen Resultate werden im Kapitel 4 präsentiert. Im Kapitel 5 folgt die Diskussion der Resultate im Zusammenhang mit den untergeordneten Forschungsfragen, Hypothesen und dem Forschungskontext. Ebenfalls wird das Experiment kritisch betrachtet. Kapitel 6 schliesst die Arbeit mit der Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage und einem Ausblick für weiterführende Untersuchungen und Experimente ab.

2 FORSCHUNGSKONTEXT

In diesem Kapitel werden die relevanten Grundlagen aus der Forschung erarbeitet. Zunächst werden 3D Landschaftsvisualisierungen sowie deren Präsentationsformen behandelt. Anschliessend wird die Emotion aus einer physiologischen und psychologischen Perspektive mit Messungsmöglichkeiten erläutert. Weiter wird die Präferenz als Fallbeispiel eingeführt und schliesslich die Forschungsfrage durch Unterfragen präzisiert.

2.1 3D Landschaftsvisualisierungen

Visualisierungen von Veränderungen sind zentral für die Landschaftsplanung (Piekarski & Thomas 2005). Damit können weitreichende Konsequenzen geplanter Infrastrukturprojekte, wie die Erstellung von Windturbinen, auf die Landschaft dargestellt werden (Bishop 2005; Benson 2005).

Der Begriff Landschaftsvisualisierung bezeichnet nach Schroth (2007) einen Ausschnitt der Erdoberfläche, und damit die Landschaft, als 3D Modell mit unterschiedlichem Realitätsgrad. Heute wird der Begriff vor allem für computergestützte Repräsentationen von räumlich georeferenzierten Landschaften gebraucht. Weil sich Landschaftsvisualisierungen in der Planung auf reale Standorte beziehen, sind raumbezogene Daten als Grundlage von Landschaftsvisualisierungen unerlässlich. Landschaftsvisualisierungen gehören damit zur Geovisualisierung (Schroth 2007). Aufgrund der technischen Fortschritte in der Darstellung von Visualisierungen werden sie gegenüber anderen Darstellungsformen von Landschaften wie Photographien bevorzugt. Vor allem auch aufgrund des Mehrwerts, dass sich zukünftige Landschaftsveränderungen darstellen und bewerten lassen (Pihel et al. 2014). Ausserdem kann der Inhalt der Visualisierungen im 3D Modell kontrolliert werden. Dadurch können gewisse Elemente aus Landschaften ausgeschlossen werden und Wetter- oder Lichtverhältnisse über verschiedene Szenen konstant gehalten werden. Ebenfalls können in Visualisierungen Veränderungen in Landschaften systematisch entwickelt werden. In diesem Kontext erhöhen Visualisierungen das Bewusstsein und die Bereitschaft von Menschen, sich mit Szenarien von Landschaftsveränderungen auseinanderzusetzen (Ode Sang et al. 2014). Weil Landschaftsvisualisierungen als Hilfsmittel für die Einbindung der Öffentlichkeit und von Fachleuten in den Planungsprozess eingesetzt werden (Miller et al. 2005), ist ihre Bedeutung als Kommunikationsmittel und als Unterstützung fundierter Entscheidungen gross (Sheppard 2005).

Schroth (2007) beschreibt fünf Eigenschaften von Landschaftsvisualisierungen. Erstens der Realitätsgrad, der dem Detaillierungsgrad von Objekten in einer Visualisierung entspricht, wie sie in einer Landschaft tatsächlich vorkommen. Gleichzeitig ist eine Visualisierung immer auch eine Abstraktion, das heisst eine Vereinfachung der Realität. Zweitens die Immersion, die das Gefühl beschreibt, sich in der

Landschaftsvisualisierung zu befinden. Drittens die Intelligenz der Landschaftsobjekte, die sich in einer Visualisierung an veränderte Parameter anpassen können. Viertens die Benutzeroberfläche als Nahtstelle für die Interaktivität zwischen AnwenderInnen und einem Computer. Die fünfte Eigenschaft beschreibt die Interaktivität und damit die Fähigkeit von AnwenderInnen, zielgerichtete Handlungen wie die Veränderung der eigenen Position in einem 3D Raum vorzunehmen. Zusammengefasst kann eine Landschaftsvisualisierung neben variierendem Realitätsgrad statisch oder animiert sein und unterschiedliche Interaktivitäts- und Immersionsgrade aufweisen (Schroth 2007).

Für Bishop und Lange (2005a) ist neben der Immersion und der Interaktivität auch der Realitätsgrad ein Kernelement. Auch Lovett et al. (2015) beschreiben einen positiven Einfluss dieser drei Eigenschaften auf die Wahrnehmung von 3D Landschaftsvisualisierungen.

Schroth (2007) und Wissen et al. (2008) haben in partizipativen Prozessen beobachtet, dass Landschaftsvisualisierungen verbale Reaktionen der Emotion hervorrufen können, zum Beispiel durch unterschiedliche Level der Interaktivität, der Immersion und des Realitätsgrades. Schroth (2007) weist darauf hin, dass, je höher die Grade dieser Eigenschaften in einer Visualisierung sind, desto deutlicher die emotionale Rückmeldung ist. Im Gegensatz dazu fällt diese emotionale Reaktion bei abstrakten Landschaftsvisualisierungen mit wenig Immersion geringer aus (Schroth 2007).

2.2 Präsentationsformen

Neben den Eigenschaften von 3D Landschaftsvisualisierungen stellt die Präsentationsform einen weiteren wichtigen Aspekt dar und die Auswahl an Möglichkeiten ist vielfältig (Sheppard 2001). Grundsätzlich können einzelne oder mehrere Bildschirme unterschiedlicher Grössen präsentiert werden (Bishop & Lange 2005b). Für den Einsatz im Plenum wird aber eine grosse Panorama Leinwand empfohlen, damit viele TeilnehmerInnen gleichzeitig über die projizierte Landschaft diskutieren können. Zudem können Stereobildschirme mit speziellen Brillen verwendet werden, wodurch die Tiefe einer Landschaft besser wahrnehmbar ist. Jüngste Entwicklungen setzen erweiterte Realitäten (engl. *Augmented Realities*, AR) für ein immersives Erlebnis von 3D Landschaftsvisualisierungen ein. AR benutzen mobile Geräte, wodurch eine Landschaft betrachtet wird. Mit diesen Geräten können während der Betrachtung Objekte in die Landschaften überlagert werden, die Veränderungen repräsentieren (Lovett et al. 2015). Im Hinblick auf die Immersion wird auch oft von virtuellen Realitäten (engl. *Virtual Reality*, VR) gesprochen. Damit ist das Eintauchen in eine Landschaft gemeint, wobei eine Person in einem Raum komplett mit 3D Projektionen umgeben ist. Zudem kann sich die Person in dieser VR bewegen und mit der Landschaft interagieren (Cruz-Neira et al. 1993). Die Immersion und Interaktivität können ebenfalls durch am Kopf angebrachte Displays (engl. *Head-Mounted Displays*, HMD) präsentiert werden, wobei man die jeweilige Landschaft durch eine Brille erlebt (Lovett et al. 2015).

Diese eingegrenzte Auswahl an Präsentationsformen war bisher durch Immersion und Interaktivität charakterisiert. Weil für die Erstellung realitätsnaher Landschaftsvisualisierungen bereits detaillierte Daten erforderlich sind, ist es schwierig, auch noch die Interaktivität beizubehalten (Bishop, Lange 2005a). Die Immersion kann hingegen einfach durch die Grösse des Bildschirms erhöht werden (Bishop & Lange 2005b). Aus diesen Gründen werden für die Präsentation von 3D Landschaftsvisualisierungen eher keine VR, sondern statische oder animierte Bilder verwendet (Bishop & Lange 2005a), die nachfolgend diskutiert werden.

2.2.1 Statisch vs. animiert

Traditionell wurden statische Visualisierungstechniken wie Fotomontagen, Skizzen oder physikalische Modelle für Veränderungen von Landschaftsvisualisierungen verwendet (Lange 2002). Erst durch den technischen Fortschritt, sowie durch die Verlinkung mit GIS Datenbanken wurden Animationen ermöglicht (Lange 2002; Lovett et al. 2015). Bei den Animationen können sich einerseits einzelne Objekte sowie die Kamerasicht gleichzeitig bewegen. Andererseits können sich auch nur individuell die Objekte oder die Kamerasicht bewegen (Bishop & Lange 2005b), abhängig davon, welche Informationen mit der Animation vermittelt werden sollen (Tversky et al. 2002).

Maehr et al. (2015) haben sich mit der visuellen Einwirkung von Windturbinen auf die Landschaft beschäftigt, wofür sie statische Bilder verwendet haben. Sie erwähnen, dass Standbilder zwar nicht die ganzheitlichen Auswirkungen von Windturbinen auf die Landschaft fassen können, weil sich die Rotorblätter nicht bewegen. Dafür sind Standbilder aber einfacher zu handhaben. Maehr et al. (2015) schlagen für zukünftige Arbeiten vor, den Unterschied zwischen Standbildern und Animationen genauer zu untersuchen. Lovett et al. (2015) argumentieren, dass bei statischen Bildern die Interaktivität gering ist. Bei Animationen hingegen kann durch den Einbezug von Bewegung das Realitätsgefühl und die Immersion einer Landschaftsvisualisierung erhöht werden kann. Allerdings müssen die Bewegungen der Windturbinen ruckelfrei und gleichmässig sein, denn sonst können bei AnwenderInnen Probleme mit der Orientierung entstehen. Werden weiter vordefinierte Kamerapfade eingesetzt, ist es für AnwenderInnen schwierig, Unterschiede zwischen einzelnen Standpunkten zu beurteilen. Ebenfalls könnten wie bei statischen Bildern keine Perspektivenwechsel durch die AnwenderInnen selbst vorgenommen werden (Lovett et al. 2015).

In der Geovisualisierung ist die Verwendung von Animationen im Vergleich zu statischen Graphiken fraglich. Tversky et al. (2002) haben sich mit statischen und animierten Graphiken beschäftigt, indem sie Studien aus der Literatur verglichen haben. Die Rückschlüsse für den Gebrauch von Animationen sind dabei ernüchternd. Gründe dafür liegen vor allem in der Wahrnehmung von Animationen. Zum einen werden durch Animationen im Vergleich zu statischen Graphiken mehr

Informationen übermittelt. Zum anderen können gezielte Informationen unterschiedlich dargestellt und Feinheiten von Prozessen hervorgehoben werden. Beim Einsatz von Animationen wird empfohlen, dass sie langsam und klar sein müssen. Nur so wird sichergestellt, dass die AnwenderInnen Veränderungen über die Zeit sowie Zusammenhänge in der Szene richtig wahrnehmen und verstehen können. Obwohl gerade zeitliche Veränderungen mit Animationen einfacher präsentiert werden können, bezweifeln die Autoren die verbesserte Wirkung von Animationen gegenüber von statischen Graphiken. Denn letztere können mit einer durchdachten Darstellung genau so wirkungsvoll präsentiert werden wie Animationen (Tversky et al. 2002). Auch Johnson und Nelson (1998) stellen die Verwendung von Animationen in Frage, merken aber auch den Vorteil der Veranschaulichung von Veränderungen über die Zeit an.

2.2.2 Simultan vs. sequentiell

Wenn es um Beurteilungen von Landschaftsveränderungen geht, stellt sich die Frage, ob verschiedene Szenen simultan (nebeneinander) oder sequentiell (nacheinander) präsentiert werden sollen. Bishop (2013) argumentiert im Hinblick auf das natürliche Erlebnis von Landschaften für einen sequentiellen Präsentationstyp. Wenn man in einer Landschaft still steht und sie betrachtet, kann man grosse Landschaften nie von einem einzigen Punkt aus betrachten, sondern es braucht mehrere. Oder wenn wir mit dem Zug durch eine Landschaft fahren, erweitert sich die Landschaft graduell über die Zeit. Ebenso sollten Landschaftsveränderungen sequentiell präsentiert werden (Bishop 2013).

Simultane oder sequentielle Präsentationsmodi werden vor allem im Zusammenhang mit der Verhaltensforschung diskutiert. Piazza et al. (2002) haben sich mit dem Einfluss der Präsentationsmodi auf Nahrungsmittelselektivität bei Kindern auseinandergesetzt. Sie konnten dabei zeigen, dass die Akzeptanz nicht bevorzugter Nahrungsmittel durch eine simultane Präsentation mit bevorzugtem Essen gesteigert werden konnte. Diese Beobachtung lässt darauf schliessen, dass bei einer simultanen Präsentation das bevorzugte Essen eine reduzierende Wirkung auf die Ablehnung des nicht bevorzugten Essens hat. Damit liess sich der Konsum trotz Nahrungsselektivität erhöhen. Die sequentielle Nahrungspräsentation ergab sich in diesem Zusammenhang als unwirksam (Piazza et al. 2002). Aus diesen Beobachtungen lässt sich folgern, dass sich die Akzeptanz durch die Wahl der Präsentationsmodi steuern lässt. Die Akzeptanz für unerwünschte Landschaftsveränderungen liesse sich durch eine simultane Präsentation mit präferierten Landschaftsveränderungen erhöhen, während bei einer sequentiellen Präsentation die Ablehnung gleichbliebe oder sogar verstärkt würde.

Dhar (1996) hat sich ebenfalls der Analyse des Konsumverhaltens gewidmet. Er hat die Auswirkungen von Entscheidungsstrategien untersucht und verdeutlicht die Unterschiede bei sequentiellen und simultanen Präsentationsmodi. Er beschreibt, dass der Entscheidungsprozess zwischen simultan präsentierten Alternativen von Vergleichen zwischen spezifischen Merkmalen geprägt ist. Der

Entscheidungsprozess erweist sich deshalb vor allem bei ähnlichen Alternativen als schwieriger als bei einer sequentiellen Präsentation. Beim sequentiellen Präsentationsmodus müssen die Merkmale der ersten Alternative im Gedächtnis gespeichert werden, um diese mit denjenigen der folgenden Alternative vergleichen zu können. Deshalb findet beim Entscheidungsprozess für eine Präferenz sequentiell präsentierter Alternativen ein holistischer Vergleich statt, unabhängig von Details. In anderen Worten führen unterschiedliche Präsentationsformate zu einer Verschiebung des Fokus für Vergleiche zwischen Alternativen und beeinflusst damit Entscheidungsstrategien (Dhar 1996). In Bezug auf das Gedächtnis könnte man hervorbringen, dass Präferenzen bei sequentiellen Alternativen aufgrund der frischeren Erinnerung tendenziell für den zweiten Stimulus gewählt würden. Pfister et al. (2017) erläutern, dass durch die Auswahl des Präsentationsmodus Präferenzumkehrungen stattfinden können.

2.3 Emotionale Reaktionen

In den kommenden Abschnitten wird zuerst eine kurze Einführung zum Thema Emotion gegeben, um dann genauer auf die Physiologie und der damit verbundenen elektrodermalen Aktivität einzugehen. Zuletzt folgt eine psychologische Einteilung und Erfassung der Emotion in drei Dimensionen.

2.3.1 Einführung

Bereits James (1884) definierte die Emotion als die fühlbaren Veränderungen des Körpers, die der Wahrnehmung eines erregenden Umstandes folgen. Die Emotion bezieht sich hier also explizit auf das Fühlen der körperlichen Veränderungen, worüber sich die Forschung nicht einig ist. Scherer (2002) vergleicht weitere Emotionsdefinitionen vor James miteinander und fasst vier Komponenten der Emotionen zusammen. Dazu gehören ein Ereignis, dessen Wahrnehmung oder Bewertung, körperliche Reaktionen und ein dafür charakteristischer Gefühlszustand. Emotion kann daher als Abfolge von Ursache und Wirkung beschrieben werden. Allerdings herrscht bislang noch kein Konsens darüber, ob Emotion, die hier durch das Gefühl definiert wird, eher die Ursache oder die Folge körperlicher Reaktionen ist. In der Sozialpsychologie hingegen wird das Gefühl der Emotion nicht gleichgestellt, sondern neben dem Ausdruck und der Physiologie als Teil einer sogenannten Reaktionstriade der Emotion verstanden. Emotion gilt in der Psychologie also als hypothetisches Konstrukt, worauf durch unterschiedliche Indikatoren rückgeschlossen werden kann (Scherer 2002). Auch in der kognitiven Neurowissenschaft besteht keine Gleichstellung von Gefühl und Emotion (Damasio 2000). Weiter konnte die These von James (1884), dass die emotionale Erfahrung die Wahrnehmung ihrer Physiologie ist, wissenschaftlich nicht belegt werden. Gründe dafür liegen im Unvermögen, welches der vielen Subsysteme des Körpers dabei das Bewusstsein anspricht (Bradley & Lang 2000).

Weil sich die Literatur über den Begriff der Emotion nicht einig ist, wird deren Definition oftmals mit einer Auflistung über Emotionen wie Angst, Wut, Ekel, Freude, Trauer und Überraschung begleitet (Cabanac 2002). Ekman (1992a) bezeichnet diese sechs Emotionen als Grundemotionen, wofür er zwei Gründe nennt. Zum einen stehen diese Grundemotionen nicht für sich alleine, sondern im Zusammenhang mit anderen Emotionen. Ekman (1992a) verwendet dafür den Begriff Emotionsfamilien. Diese Familien weisen gemeinsame Charakteristiken auf, wie deren Gesichtsausdruck oder ähnliche physiologische Aktivität, und können dadurch voneinander differenziert werden. Der zweite Grund von Ekman (1992a) verdeutlicht die zentrale Rolle der Evolution, wodurch sich diese Emotionen in Bezug auf unser Verhalten entwickelt und durchgesetzt haben. Emotionen mobilisieren den Organismus, um schnell auf die Umwelt reagieren zu können. Um dies zu gewährleisten, haben sich im Verlauf der Evolution spezifische Muster des autonomen Nervensystems (ANS) entwickelt (Ekman 1992b). Wird also eine Reizung des ANS als Kennzeichen für Emotion verstanden, kann Emotion als Zustand einer physiologischen Erregung sowie deren Wahrnehmung definiert werden (Schachter & Singer 1962). Emotionen sind durch eine sehr variable psychophysiologische Zusammensetzung charakterisiert und können vereinfacht durch drei Zugänge gemessen werden. Erstens durch Verhaltensweisen, zweitens durch Kommunikation, wozu auch Selbstbewertungen zählen, und drittens durch physiologische Reaktionen (Bradley & Lang 2000).

2.3.2 Physiologische Annäherung

Damasio (2000) definiert Emotion als eine Sammlung physiologischer Reaktionen, die durch Abläufe des Gehirns ausgelöst werden. Auslöser dafür können zum Beispiel Personen, präsentierte Objekte oder Situationen sowie Veränderungen im Organismus durch innere oder äussere Umstände sein. Damasio (2000) weist dazu auf zwei Arten von Stimuli hin, die Emotion auslösen können. Erstens vorprogrammierte Stimuli, die sich im Verlauf der Evolution entwickelt haben. Zweitens durch den sozialen und kulturellen Kontext erlernte Stimuli, deren Bedeutungszuweisung von der ersten Art abhängt. Grundsätzlich können Emotionen durch alles ausgelöst, aber nicht bewusst kontrolliert werden. Sie sind Teil der Bioregulation des Körpers und damit auch der Lebenserhaltung, sie sind komplex und haben unterschiedliche zeitliche Profile. Gewisse Emotionen steigen und flachen schnell ab, andere steigen und fallen sukzessiv über längere Zeit (Damasio 2000).

Kreibig (2010) erklärt, dass das ANS als grundlegende Komponente von emotionalen Reaktionen verstanden wird. Obwohl in der Forschung keine Einigkeit über die genauen Zusammenhänge von Emotion und den Abläufen des ANS besteht, können dennoch unterschiedliche Aktivitäten des ANS beobachtet und gemessen werden. Veränderungen des Herzkreislaufsystems können beispielsweise durch Variabilität der Herz- und der Atmungsfrequenz, des Blutdrucks, der Fingertemperaturen sowie der

Hautleitfähigkeit gemessen werden (Kreibig 2010). Messbare Veränderungen der Hautleitfähigkeit werden primär durch autoregulatorische Funktionen des Gehirns und sekundär durch die autonome Versorgung der Schweißdrüsen verursacht (Critchley 2002). Critchley (2002) sowie Figner und Murphy (2011) beschreiben dabei Hautreaktionen wie Schwitzen als emotionalen Ausdruck, der mit der elektrodermalen Aktivität (EDA) als Index für emotionales Verhalten, Aufmerksamkeit, Wahrnehmung sowie Erregung nachgewiesen werden kann.

Erregung

Duffy (1951) beschreibt Erregung (engl. *arousal*) generell als eine Mobilisierung von Energie. Auf diese Weise wird bei der Durchführung von Aktivitäten Energie vom Organismus freigegeben, die durch physiologische Prozesse bestimmt wird. Der Grad der Energiemobilisierung hängt von der Situation sowie dem einzelnen Individuum ab (Duffy 1951).

Heilman (2000) verdeutlicht, dass die Erregung durch zwei Komponenten charakterisiert ist. Einerseits durch eine Verhaltenskomponente. Ein aktiver, erregter und wacher Organismus ist bereit, Stimuli zu verarbeiten, ein träger bis komatöser Organismus hingegen nicht. Die physiologische Komponente bezieht sich auf Vorgänge, die inner- und ausserhalb des zentralen Nervensystems (ZNS) stattfinden. Innerhalb des ZNS bedeutet Erregung vereinfacht ein Zustand erregter Neuronen, zum Beispiel messbar durch erhöhte Durchblutung. Ausserhalb des ZNS bezeichnet Erregung die Aktivität des sympathischen Nervensystems (Heilman 2000).

2.3.3 Elektrodermale Aktivität

EDA ist eine praktische und viel angewendete Messung für die Erregung, welche ausschliesslich durch das sympathische Nervensystem gesteuert wird (Bradley & Lang 2000; van Dooren et al. 2012). Der Begriff EDA bezieht sich auf die elektrischen Hauteigenschaften sowie deren Veränderungen, während die Hautleitfähigkeit eine Form davon repräsentiert. Die Hautleitfähigkeit beschreibt die elektrische Leitfähigkeit der Haut für Spannung. Wie bereits erwähnt, kontrolliert das ANS die Versorgung der Schweißdrüsen (Figner & Murphy 2011), wovon es drei Arten gibt. Dazu gehören apokrine, apoekkrine und ekkrine Schweißdrüsen. In emotionalen Reaktionen sind hauptsächlich die ekkrinen Schweißdrüsen beteiligt, die auf der Handinnenseite (engl. *palmar*) und an der Fusssohle (engl. *plantar*) vorkommen. Diese beiden Stellen des Körpers weisen mit 600-700 Drüsen pro cm² die höchste Dichte am ganzen Körper auf (van Dooren et al. 2012). Wird die Erregung des ANS beeinflusst, widerspiegelt sich dies in einer veränderten Aktivität der Schweißabsonderung der ekkrinen Drüsen. Bei einer verstärkten Schweißabsonderung erhöht sich auch die Hautleitfähigkeit (Figner & Murphy 2011).

Dabei besteht ein linearer Zusammenhang zur Erregung. Je höher die Erregung, desto aktiver die Hautleitfähigkeit und damit auch die EDA. Der Valenzaspekt hat darauf keinen Einfluss. Eine weitere positive Korrelation zeigt sich zwischen der Hautleitfähigkeit und der Selbstbewertung zur Dimension der Erregung, wobei allerdings Unterschiede zwischen Frauen und Männern beobachtet wurden. Männer weisen eine höhere EDA als Frauen auf, die sich vergleichsweise mehr über das Gesicht ausdrücken (Bradley & Lang 2000). Auf die Valenz und die Dimension der Erregung wird später genauer eingegangen.

Messung und Eigenschaften der Hautleitfähigkeit

Nach Figner und Murphy (2011) wird die Aufzeichnung der EDA typischerweise an den Fingern auf der Handinnenseite durchgeführt. Dafür gibt es zwei Methoden, die endosomatischen Messungen, die keine externe Stromquelle verwenden und die exosomatischen Messungen, welche eine externe Stromquelle benötigen. Bei der Verwendung von konstantem Strom werden der elektrische Widerstand der Haut und damit die Hautleitfähigkeit für die Spannung in Mikrosiemens (μS) gemessen. Die Hautleitfähigkeit besteht aus tonischen und phasischen Signalen. Tonische Signale sind charakterisiert durch sich über einen längeren Zeitraum langsam verändernde Level und werden daher als Hautleitfähigkeitsniveau (engl. *Skin Conductance Level*, SCL) definiert. SCL steht in keinem direkten Zusammenhang mit den Stimuli und ist deshalb ein Indikator für die allgemeine Erregung. Die phasischen Signale sind durch kurzfristige Veränderungen erkennbar, die sich in Form von Höchstwerten (engl. *peaks*) vom SCL abheben. Jeder Höchstwert wird als Hautleitfähigkeitsreaktion (engl. *Skin Conductance Response*, SCR) repräsentiert, wobei es Stimuli-spezifische und Stimuli-unspezifische SCRs gibt (Figner & Murphy 2011). Abbildung 2-1 zeigt einen zusammenfassenden Überblick.

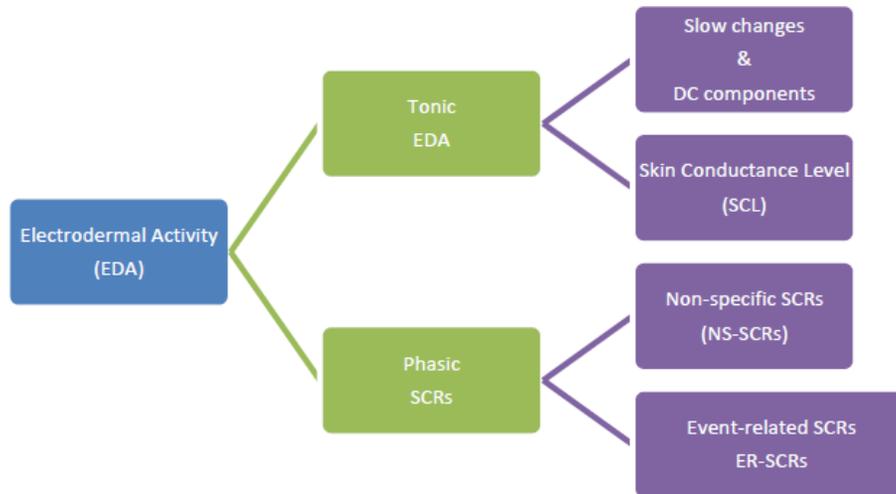


Abbildung 2-1 Schematische EDA Übersicht der tonischen und phasischen Komponenten (Braithwaite et al. 2013, S. 4).

SCR Werte können weiter durch quantitative Eigenschaften (Abbildung 2-2) beschrieben werden. Dazu gehören die Latenzzeit, die Anstiegszeit zum Höchstwert, die Amplitude sowie die Erholungshalbzeit nach einem Höchstwert. Die Latenzzeit ist die vergehende Zeit vom Beginn des Stimulus bis zum SCR Anstieg und beträgt 1-3 Sekunden. Weitere 1-3 Sekunden vergehen vom SCR Anstieg bis zum Höchstwert. Die Amplitude ist definiert durch die Differenz zwischen Hautleitfähigkeit zu Beginn und dem Höchstwert. Die Erholungshalbzeit beschreibt die Zeitspanne, nach der sich die Hautleitfähigkeit halbiert (Figner & Murphy 2011). Diese quantitativen Eigenschaften wurden in der zeitlichen Planung des Experiments berücksichtigt.

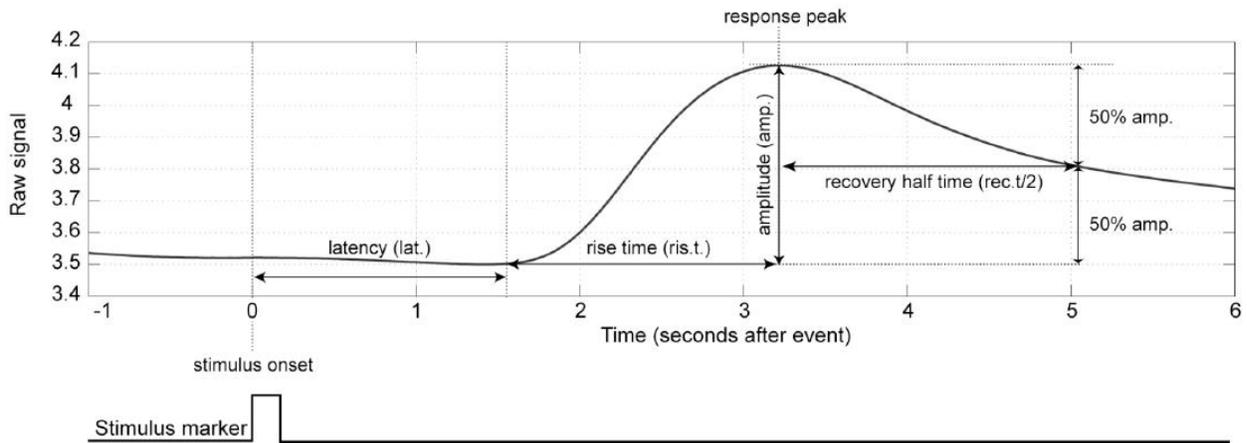


Abbildung 2-2 Rohsignal der Hautleitfähigkeit (Y-Achse) nach dem Einsetzen des Stimulus ab Sekunde 0 über die Zeit (X-Achse) mit den quantitativen Eigenschaften Latenzzeit, Anstiegszeit zum Höchstwert, Amplitude und Erholungszeit (Figner & Murphy 2011, S. 166).

2.3.4 Dimensionen der Emotion

Neben einem physiologischen Zugang zur Emotion ist auch die psychologische Beschreibung zu berücksichtigen. Nach Scherer (2002) gehören subjektiv erfahrene Gefühle zur wichtigsten Emotionskomponente. Der Zugang zu Gefühlzuständen geschieht durch verbale Emotionsbezeichnungen, die die Erfahrungen der Veränderungen im Körper definieren und damit in einen Kontext setzen. Obwohl die Anzahl der Emotionsbezeichnungen sehr hoch ist, besteht unter Psychologen die Annahme, Gefühlzustände auf die sogenannte Valenz reduzieren zu können. Mit Valenz ist die Aufteilung der Gefühle auf einer horizontalen Dimension in positiv und negativ gemeint. Untersuchungen haben dargelegt, dass Emotionsbezeichnungen eine weitere vertikale Dimension der Erregung miteinbeziehen, die durch aktiv und passiv beschrieben wird. Nach dieser Ansicht können Emotionsbegriffe durch einen 2D Raum definiert werden (Scherer 2002).

In der Literatur gibt es seit dem Ende des 19. Jahrhunderts verschiedene Analysen (Scherer 2002), die die Emotion mit einer unterschiedlichen Anzahl an Kategorien oder Dimensionen beschreiben, um deren Vielfalt zu strukturieren (Russel & Barrett 1999; Lang 1994). Scherer (2002) mahnt dabei zu berücksichtigen, dass solche Schemata jedoch nur eine Vereinfachung darstellen.

Als Beispiel haben Russel und Mehrabian (1977) zwei Studien durchgeführt. In der ersten Studie wurden den ProbandInnen situative Beschreibungen vorgelegt, in die sie sich hineinversetzen mussten, um dann auf verschiedenen Skalen sowie einer Adjektivliste ihre Gefühle anzugeben. In der zweiten Studie mussten sich die ProbandInnen ein spezifisches Gefühl vorstellen, welches dann mithilfe von Adjektivpaarskalen über drei Dimensionen bewertet wurde. Russel und Mehrabian (1977) konnten damit

zeigen, dass Emotionsbegriffe durch drei unabhängige, bipolare und kontinuierliche Dimensionen abgedeckt werden können, die miteinander korrelieren. Zu diesen Dimensionen gehören Freude, Erregung und Dominanz. Die Freude reicht auf einer Skala vom unglücklichen zum glücklichen Extrem, die Erregung in derselben Weise von Schläfrigkeit bis zu Nervosität. Die Dominanz schliesslich reicht von Kontrollverlust bis beherrscht und einflussreich. Russel und Mehrabian (1977) argumentieren, dass sich Personen permanent in diesem 3D Raum der Emotion befinden. Folglich können durch die Dimensionen die Vielzahl an Gefühlszuständen hinreichend gefasst und damit emotionale Reaktionen auf alle Arten von Stimuli beschrieben werden (Russel & Mehrabian 1977).

Self-Assessment Manikin

Bradley und Lang (1994) stimmen der Einteilung der Emotionen in die drei Dimensionen Freude, Erregung und Dominanz zu und beschreiben die Methode der Selbstbeurteilung, genannt *Self-Assessment Manikin* (SAM). Damit können emotionale Reaktionen auf ein Ereignis, wie beispielsweise auf Bilder, in allen drei Dimensionen erfasst werden. SAM wurde ursprünglich von Lang (1980) entworfen und beschreibt die Dimensionen durch wortlose Figuren, die in Abbildung 2-3 illustriert sind. ProbandInnen können damit ihre Emotionslage auf einer jeweils neunstufigen Skala angeben. SAM findet eine breite Anwendung und hat sich nebst physiologischen und verhaltensbasierten Messungen bewährt. Die Erfassung der Emotion ist einfach durchzuführen und drückt in kurzer Zeit die Beschreibung der Emotion in allen drei Dimensionen aus. Insbesondere stimmen die SAM Resultate mit anderen Messmethoden überein, weshalb SAM mit anderen Indikatoren für emotionale Reaktionen in Verbindung gebracht werden kann (Bradley & Lang 1994).

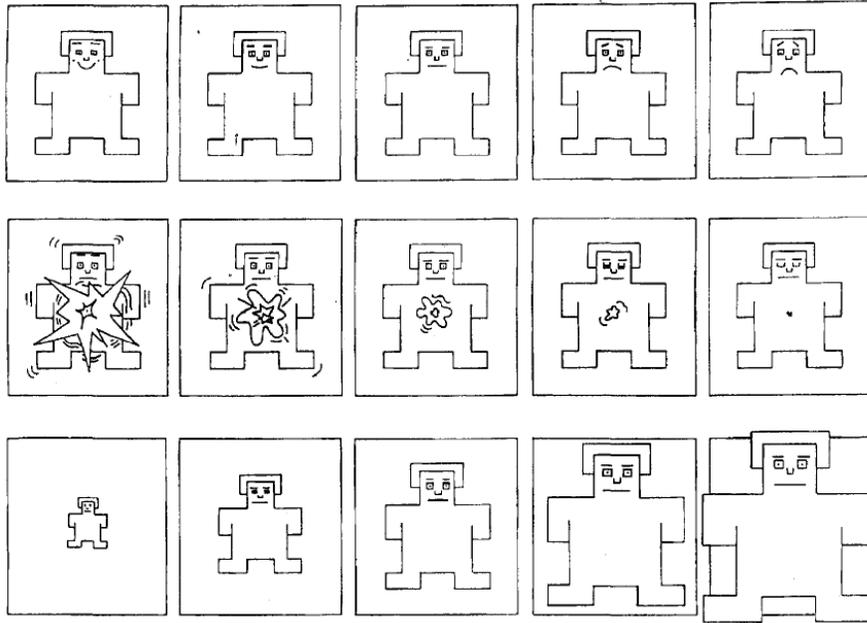


Abbildung 2-3 Self-Assessment-Manikin für die Erhebung der emotionalen Dimensionen Freude (oben), Erregung (Mitte) und Dominanz (unten) (Bradley & Lang 1994, S. 51).

2.4 Fallbeispiel Präferenz

Neben Emotionen können auch Präferenzen von Landschaftsveränderungen und damit die Beziehung zwischen Mensch und Landschaft untersucht werden (Tveit 2009). Weil Präferenzen meist nicht rationalen, sondern emotionalen Mustern unterliegen, sind emotionale Reaktionen bei Landschaftsvisualisierungen zu berücksichtigen (Schroth 2007). Nach Pfister et al. (2017) sollen Emotionen für eine Entscheidung aber nicht als störend, sondern als dafür grundlegend verstanden werden. Denn bei jeder (auch rationalen) Entscheidung spielen emotionale Abläufe eine wichtige Rolle. Die Emotion verdeutlicht die Beteiligung an einem Sachverhalt sowie die Relevanz deren Bewertung für einen selbst. Ein zentraler Begriff aus der Emotionspsychologie ist der Affekt, womit eine unwillkürliche physiologische Reaktion auf Stimuli bezeichnet wird, die in Verbindung mit Gefühlen abläuft und das Verhalten beeinflusst. Eine Entscheidung liegt dann vor, wenn man sich zwischen mindestens zwei Alternativen aufgrund einer Präferenz entscheidet. Die Entscheidung für eine präferierte Alternative kann vereinfacht das Resultat einer bewussten Abwägung sein oder aber auch intuitiven Charakter aufweisen. Entscheidungsfindungen sind geprägt durch unterschiedliche Komponenten wie Beurteilungen, Bewertungen, Wahlen sowie mentale Prozesse (Pfister et al. 2017).

Um bei ProbandInnen eine Präferenz abzufragen, wird meistens die Aufgabe gestellt, zwischen gegebenen Alternativen eine Wahl zu treffen. Weil im Verlauf solcher Abfragen die Präferenzen in der

Situation konstruiert werden, sind Präferenzen nicht stabil, sondern können sogar umkehren. Weiter hängt die Bewertung von der Darbietung der Alternativen ab, wobei zwischen gemeinsamer und isolierter Bewertung unterschieden wird. Bei einer gemeinsamen Bewertung werden die Alternativen simultan präsentiert und können direkt miteinander verglichen und bewertet werden. Bei einer isolierten Bewertung hingegen werden die Alternativen einzeln, also sequentiell, demonstriert. Dies hat zur Folge, dass die Bewertungen nicht relativ aus einem Vergleich resultieren, sondern absolut sind. Aus solchen externen Bedingungen können Präferenzumkehrungen entstehen, wobei Entscheidungsregeln oder Strategien eine wichtige Rolle spielen (Pfister et al. 2017).

Weiter kann die Präferenz im Experiment nicht nur vom Präsentationstyp abhängen, sondern auch vom Landschaftstyp. Unsere Landschaftstypen Mittelland, Jura und Alpen unterscheiden sich bezüglich der Beanspruchung durch Siedlungsgebiete und Infrastruktur, Identität sowie Geographie (Präsenz Schweiz PRS 2017). Wolsink (2007) beschreibt im Zusammenhang mit Windturbinen, dass die Beurteilung von Menschen für oder gegen die Windenergie vom Landschaftstyp abhängen. Die Landschaften sowie die ihnen zugehörigen Werte und Identitäten spielen eine zentrale Rolle, weshalb Wolsink (2007) die Landschaft als dominanten Faktor beschreibt. Bei Beurteilungen spielt die Auswirkung von Windturbinen auf die Landschaft daher eine wichtigere Rolle als beispielsweise der Lärm. Die Idee, dass die Ablehnung der Windturbinen und anderer Infrastrukturanlagen durch die eigene Nähe zu zukünftigen Windturbinen erklärt werden kann, wird als egoistisches *not in my backyard* (nimby) Phänomen interpretiert. Diese Zuschreibung ist allerdings eine Vereinfachung, die umgekehrt eine Zustimmung für Windenergie durch die Wahl eines anderen Standorts bedeutet. Diese Annahme ist allerdings unrealistisch und vernachlässigt die sich dahinter befindenden Gründe (Wolsink 2007).

2.5 Präzisierung der Forschungsfrage

Die übergeordnete Forschungsfrage „Wie beeinflussen der Visualisierungs- und Präsentationstyp von Landschaftsvisualisierungen die emotionalen Reaktionen und Präferenzen?“ lässt sich im Forschungskontext in fünf Unterfragen aufgliedern.

1.: Inwiefern unterscheidet sich die emotionale physiologische Reaktion zwischen statischen und animierten 3D Landschaftsvisualisierungen?

2.: Inwiefern unterscheidet sich die emotionale physiologische Reaktion zwischen simultan und sequentiell präsentierten 3D Landschaftsvisualisierungen?

3.: Welchen Einfluss haben die Landschaftstypen auf die emotionale physiologische Reaktion?

4.: Wie unterscheiden sich Präferenzabfragen zwischen simultan und sequentiell präsentierten 3D Landschaftsvisualisierungen?

5.: Welchen Einfluss haben die Landschaftstypen auf die Präferenzen?

3 METHODIK

Für die Beantwortung der Forschungsfragen werden mit einem Experiment die Auswirkungen der Präsentationsformen von Landschaftsvisualisierungen auf die Emotionen und Präferenzen analysiert. Zu den Präsentationsformen zählen statische und animierte Bilder, die simultan und sequentiell präsentiert werden. Die emotionalen Reaktionen auf die Visualisierungen werden mit physiologischen Messungen erfasst und nach jeweils zwei präsentierten Landschaftsvisualisierungen wird die Präferenz abgefragt. Fragebögen unterstützen weiter die Auswertung der Daten.

Nach der Beschreibung des Studiendesigns sowie der Hypothesen werden in diesem Kapitel die Arbeitsschritte von der Datenaufnahme über die Durchführung des Experiments bis zur Datenauswertung erläutert.

3.1 Studiendesign

Um die Forschungsfragen zu beantworten, wurde ein experimentelles Design ausgewählt. Dabei wurden physiologische Messungen der elektrodermalen Aktivität sowie Fragebögen eingesetzt (Raab-Steiner & Benesch 2015). Die Durchführung eines Experiments involviert verschiedene Variablen. Dazu gehören unabhängige und abhängige Variablen, Kontroll-, Zufalls- sowie Störvariablen. Für die Zuordnung der ProbandInnen zu den unabhängigen Variablen gibt es grundsätzlich die zwei Methoden *Between-Subjects Design* und *Within-Subject Design*, die kombiniert als *Mixed Factorial Design* bezeichnet werden (Martin 2008). Nachfolgend werden diese Begriffe erklärt und deren Anwendung im Experiment definiert.

3.1.1 Variablen

Die unabhängige Variable, die unabhängig vom Verhalten der ProbandInnen ist, wird in mehreren Stufen manipuliert. Durch diese Veränderung wird ein gewisses Verhalten der ProbandInnen initiiert, das gemessen wird und damit die abhängige Variable darstellt. Kontrollvariablen stellen sicher, dass Veränderungen der abhängigen Variable tatsächlich auch durch die Manipulation der unabhängigen Variable zustande gekommen sind. Variablen wie Temperatur, Licht oder Geräusche sollen während des Experiments konstant gehalten werden. Dabei ist aber zu beachten, dass je mehr Variablen in der Umgebung kontrolliert werden, desto weniger sind die Resultate des Experiments generalisierbar. Um die Generalisierbarkeit weiter zu erhöhen, werden Zufallsvariablen verwendet. Die Zuweisung an die unterschiedlichen Stufen der unabhängigen Variablen muss zufällig und mit derselben Wahrscheinlichkeit verlaufen. Weiter gehören zu Zufallsvariablen Umstände, die man selbst nicht beeinflussen kann. Als

Störvariablen werden Variablen bezeichnet, die sich systematisch mit der unabhängigen Variable verändern und damit die Messungen beeinträchtigen (Martin 2008).

Um durch das Experiment aufzuklären, wie sich die Präferenzen und Hautleitfähigkeitsdaten abhängig von Visualisierungs-, Präsentations- und Landschaftstyp verändern, entsprechen letztere drei den unabhängigen Variablen. Der Visualisierungstyp hat zwei Stufen, statisch und animiert, der Präsentationstyp ist in die zwei Stufen simultan und sequentiell gegliedert. Zum Landschaftstyp wiederum gehören die drei geographischen Zonen Mittelland, Jura und Alpen, die durch die Standorte Siselen, Champoz und Flims repräsentiert werden. Die Präferenzen sowie die Hautleitfähigkeit sind die beiden abhängigen Variablen. Das Experiment wurde im *Mobile Visual-Acoustic Lab (MVAL)* des PLUS an der ETH Höggerberg durchgeführt, welches die Kontrollvariable repräsentiert. Dadurch konnte sichergestellt werden, dass die Umgebung bezüglich Raumtemperatur, Dunkelheit sowie der Abstand der Sitzposition zur Leinwand für alle ProbandInnen dieselbe war. Als Zufallsvariablen gelten die randomisierte Zuordnung der ProbandInnen in die Experimentgruppen sowie die randomisierte Abfolge der Landschaftstypen. Durch die Randomisierung konnten Rückschlüsse der physiologischen Reaktion und Präferenzen auf eine selbst gewählte Reihenfolge ausgeschlossen werden. Auch das Wetter an den Tagen des Experiments sowie die Uhrzeit gehören zu den Zufallsvariablen (Martin 2008). Nach Raab-Steiner und Benesch (2015) wird durch eine Randomisierung ein Ausgleich zwischen den Variablen hergestellt, wodurch die Wirkung von Störvariablen aufgehoben wird. Eine Zusammenfassung der verschiedenen Variablen im Experiment ist in Tabelle 3-1 ersichtlich.

Tabelle 3-1 Übersicht der Variablen im Experiment.

Unabhängige Variablen	Visualisierungstyp	statisch
		animiert
	Präsentationstyp	simultan
		sequentiell
	Landschaftstyp	Mittelland (Siselen)
		Jura (Champoz)
Alpen (Flims)		
Abhängige Variablen	Hautleitfähigkeit	
	Präferenzen	

Kontrollvariablen	MVAL
Zufallsvariablen	Einteilung der ProbandInnen in die Experimentalgruppen
	Abfolge der Landschaftstypen
	Wetter
	Uhrzeit

3.1.2 Untersuchungsdesign

Das Experiment kombiniert das *Between-Subjects Design* mit dem *Within-Subject Design* als *Mixed Factorial Design*. Beim *Between-Subjects Design* werden ProbandInnen zu unterschiedlichen Stufen der unabhängigen Variable zugeteilt. Die Vorteile dieser Methode sind einerseits eine kürzere Experimentdauer pro ProbandIn, weil nur eine Stufe der unabhängigen Variablen präsentiert wird. Dies schliesst andererseits eine Beeinflussung durch die anderen Stufen auf das Verhalten der ProbandInnen aus. Beim *Within-Subject Design* werden keine Unterschiede gemacht, allen ProbandInnen werden alle Stufen der unabhängigen Variable präsentiert, wodurch individuelle Variabilitäten gering gehalten werden können. In einem *Mixed Factorial Design* werden die Faktoren der unabhängigen Variablen des *Between-Subjects Design* mit denjenigen des *Within-Subject Design* verbunden. Dadurch können Interaktionen zwischen den Faktoren untersucht werden (Martin 2008), was ausschlaggebend für die Auswahl dieser Untersuchungsmethode für das Experiment war. Denn durch die Verknüpfung der unabhängigen Faktoren im Experiment konnte explizit evaluiert werden, wie sich die Kombinationen statisch-simultan, statisch-sequentiell, animiert-simultan und animiert-sequentiell beeinflussen und wie sie sich unabhängig voneinander auf die Präferenzen und Hautleitfähigkeitsmessung auswirken. Im Gegenzug zu diesem Vorteil des *Mixed Factorial Designs* wurden mehr ProbandInnen und Zeit für die Durchführung des Experiments benötigt, was auch Martin (2008) als einen Nachteil dieser Methode nennt.

In Bezug auf die Stufen der unabhängigen Variablen wurden für das Experiment vier Gruppen gebildet. Dabei wurde das *Between-Subjects Design* auf den Präsentations- und Visualisierungstyp angewandt. Der ersten Gruppe wurden während des Experiments statische Landschaftsvisualisierungen simultan präsentiert. Der zweiten Gruppe wurden ebenfalls statische Landschaftsvisualisierungen aber in sequentieller Reihenfolge präsentiert. Der dritten Gruppe wurden sie animiert und simultan präsentiert, und der vierten Gruppe wurden animierte Landschaftsvisualisierungen sequentiell präsentiert. Das *Within-Subject Design* bezog sich auf die unabhängige Variable Landschaftstyp, wobei allen vier

Gruppen alle Landschaftstypen präsentiert wurden. Tabelle 3-2 zeigt eine Übersicht der Untersuchungsmethode.

Tabelle 3-2 Übersicht des experimentellen Untersuchungsdesigns.

<i>Mixed Factorial Design</i>	Unabhängige Variablen	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Between-Subjects	Visualisierungstyp	Statisch	Statisch	Animiert	Animiert
	Präsentationstyp	Simultan	Sequentiell	Simultan	Sequentiell
Within-Subject	Landschaftstyp (randomisiert)	Mittelland Jura Alpen	Mittelland Jura Alpen	Mittelland Jura Alpen	Mittelland Jura Alpen

3.2 Hypothesen

Für die drei unabhängigen Variablen wurden die nachfolgenden Hypothesen herausgearbeitet.

3.2.1 Visualisierungstyp

Lovett et al. (2015) erwähnen, dass die Bewegung zu einem erhöhten Realitätsgefühl führt. Weiter lösen nach Schroth (2007) unterschiedliche Visualisierungstypen andere verbale Reaktionen der Emotion aus: Je realistischer eine Visualisierung, desto höher die emotionale Reaktion und je abstrakter eine Visualisierung, desto weniger emotionale Reaktion wird beobachtet.

Hypothese 1: Die physiologische Reaktion ist bei animierten Visualisierungen aufgrund der Bewegung höher als bei statischen Landschaftsvisualisierungen.

3.2.2 Präsentationstyp

Nach Dhar (1996) finden beim simultanen Präsentationstyp Vergleiche zwischen Attributen beider Alternativen statt, um sich für eine Präferenz zu entscheiden. Beim sequentiellen Präsentationstyp wird hingegen eine Erinnerungsleistung an die zuerst gezeigte Alternative verlangt, weshalb holistische Vergleiche zwischen den Alternativen stattfinden (Dhar 1996).

Hypothese 2: Die Erinnerungsleistung hat in Form einer Entscheidungsstrategie einen Einfluss auf die Präferenzen, die sich beim simultanen und sequentiellen Präsentationstyp unterscheiden.

Weiter unterscheiden sich die Präsentationstypen simultan und sequentiell darin, dass die Landschaftsvisualisierungen beim sequentiellen Präsentationstyp im Vollbildmodus gezeigt werden und damit immersiver wirken.

Hypothese 3: Die physiologische Reaktion ist beim sequentiellen Präsentationstyp aufgrund des erhöhten Immersionsgrads höher als beim simultanen Präsentationstyp.

3.2.3 Landschaftstyp

Aufgrund des *nimby* Phänomens der erneuerbaren Energieinfrastrukturen und des Dominanzfaktors Landschaftstyp (Wolsink 2007) wird erwartet, dass die ProbandInnen die Standorte im Jura und in den Alpen für die Windenergieinfrastrukturen gegenüber dem Mittelland präferieren.

Hypothese 4: Die Landschaftstypen spielen für die Präferenz eine Rolle.

Weil die Landschaft ein dominanter Faktor ist und Landschaftstypen mit Identität verbunden sind (Wolsink 2007), besteht weiter die Annahme, dass die ProbandInnen unterschiedlich auf die visualisierten Landschaftstypen reagieren.

Hypothese 5: Die physiologischen Reaktionen zwischen den Landschaftstypen unterscheiden sich.

3.3 Erstellen der 3D Landschaftsvisualisierungen

Um zu untersuchen, welche Präsentationsform zu welchen Emotionen und Präferenzen führt, wurden 3D Landschaftsvisualisierungen von Standorten im Mittelland (Siselen), Jura (Champoz) und in den Alpen (Flims) erstellt. Die gewählten Standorte weisen Potential für die Nutzung von Windkraft auf (Kienast et al. 2017). Für jeden Standort wurde ein statischer und animierter Visualisierungstyp als Stimuli in verschiedenen Schritten entwickelt, die nachfolgend beschrieben werden. Als Grundlage wurden *Light Detection and Ranging* (LiDAR) Daten aufgenommen.

3.3.1 LiDAR

Um realitätsnahe Visualisierungen von Landschaftsveränderungen zu erstellen, haben Spielhofer et al. (2017) LiDAR basierte 3D Punktwolken verwendet. Dabei wurden Daten von einem *Terrestrial Laser Scanner* (TLS) mit kantonalen Daten des *Aerial Laser Scanning* (ALS) kombiniert. Wie die Bezeichnung bereits sagt, wird die Landschaft bei der ALS Methode von einem Flugzeug und damit

orthogonal aufgenommen. Hingegen werden die Daten bei der TLS Methode horizontal aufgenommen. Eine TLS Punktwolke enthält etwa 30 Millionen Punkte, eine ALS Kachel von beispielsweise 500 x 500 Meter enthält nur 2 Millionen Punkte.

Dieser Vergleich legt bereits nahe, dass sich die TLS und ALS Daten aufgrund ihrer unterschiedlichen Auflösung im Hinblick auf die Erstellung der Landschaftsvisualisierung optimal ergänzen lassen. ALS Daten werden aufgrund ihrer eher geringen Auflösung, dafür aber grossen Flächenabdeckung, für Übersichten im Hintergrund verwendet. TLS Daten sind durch eine hohe Auflösung von Landschaftselementen charakterisiert und

werden deshalb im Vorder- und Mittelgrund für die Fussgängerperspektive eingesetzt (Spielhofer et al. 2017). Nach Lovett et al. (2015) ist der Detailgrad im Vordergrund ein wichtiger Faktor für die Wahrnehmung einer realistischen Landschaft. Zu Details in einer Landschaft gehören Vegetationsstrukturen, Gebäude oder Hochspannungsleitungen. Sie induzieren das Gefühl einer gewohnten Umgebung, schaffen Orientierung und erleichtern das Verständnis (Lovett et al. 2015). Diese Details bilden eine wichtige Grundlage für die Visualisierungen und werden deshalb mit dem TLS in einer Landschaft aufgenommen.

Um also kantonale ALS Daten im Vordergrund mit detaillierten TLS Daten zu kombinieren, wurden im Sommer 2017 die Standorte Siselen, Champoz und Flims aufgenommen. Dazu wurde ein TLS RIEGL VZ-1000 mit einer NIKON D700 Kamera verwendet (Abbildung 3-1). An jedem Standort wurden jeweils mehrere Scanpositionen mit Scandistanzen zwischen 450 Metern bis 1400 Metern aufgenommen. Bei der Wahl der Scandistanz mussten zwei wichtige Punkte berücksichtigt werden. Erstens hingen die Scandistanzen von der Topographie der Standorte ab.

Flims ist steil, sodass eine lückenlose Abdeckung des Gebietes mehrere Scandistanzen von 450 Metern erforderte. Siselen hingegen ist topographisch eher flach, was längere Scandistanzen ermöglichte. Zweitens sollten die Scans gemeinsame scharfkantige Elemente enthalten. Diese Elemente waren in einem späteren Arbeitsschritt für die Verknüpfung der 3D Punktwolken notwendig. Nachdem eine Position gescannt wurde, hat der TLS zudem pro Scanposition fünf Fotos von der Landschaft aufgenommen, die in einem späteren Arbeitsschritt für die Einfärbung der 3D Punktwolken erforderlich waren.



Abbildung 3-1 TLS Riegl VZ-1000 mit der NIKON D700 Kamera (eigene Aufnahme).

Um mit den TLS Daten Landschaftsvisualisierungen zu erstellen, folgten Verarbeitungsschritte in verschiedenen Programmen (Tabelle 3-3), die in den folgenden Abschnitten erläutert werden.

Tabelle 3-3 Stufenübersicht der verwendeten Programme und Arbeitsschritte nach der Datenaufnahme.

1) Photoshop Bildbearbeitung	2) RiSCAN PRO Verarbeitung der 3D Punktwolken	3) Cinema 4D Landschaftsbildung, Einfügen und Animieren der Windturbinen, statische Landschafts- visualisierungen	4) Windows Movie Maker Animierte Landschafts- visualisierungen
--	--	---	---

3.3.2 Adobe Photoshop CC 2017

Die vom TLS aufgenommenen Bilder können aufgrund des Sonnenstandes Linsenreflexion (engl. *Lens Flares*) sowie unterschiedliche Helligkeiten aufweisen (Abbildungen 3-2 und 3-3).



Abbildung 3-2 Aufgenommenes Bild von Siselen mit Linsenreflexion vor der Farbkorrektur (eigene Aufnahme).



Abbildung 3-3 Zu dunkles Bild von Champoz vor der Farbkorrektur (eigene Aufnahme).

Um eine korrekte Einfärbung in den 3D Punktwolken zu gewährleisten, mussten in Photoshop¹ zuerst die Linsenreflexionen mit dem *Patch Tool* entfernt, sowie eine Farbkorrektur durchgeführt werden. Mit der Farbkorrektur wurden in zu dunklen Bildern der Vorder- und Mittelgrund aufgehellt, wodurch Vegetationsunterschiede zwischen Wiese und Wald wieder deutlich erkennbar wurden. Um für alle Bilder eine einheitliche Bildverarbeitung vorzunehmen, wurde eine Vorlage für die Farbkorrektur zusammengestellt (Tabelle 3-4).

Tabelle 3-4 Zusammengestellte Vorlage für die Farbkorrektur.

	Selektive Farbe	Sättigung	Gradationskurvenkorrektur
Parameter	Gelbanteil +17	+28	Flache und steile Kurvenbereiche
Zweck	Aufhellen der Wiesen und Wälder	Intensivierung der Farbwerte in den Bildern	Anpassung der Kontraste im Bild

¹ https://www.adobe.com/ch_de/, letzter Zugriff 01.03.2018.

Falls trotz dieser Farbkorrekturvorlage im Bild noch Verbesserungen erforderlich waren, konnte dafür im Einzelfall die Gradationskurve angepasst werden. Nach der Farbkorrektur (Abbildungen 3-4 und 3-5) wurden die Bilder im Datenformat JPG abgespeichert.



Abbildung 3-4 Bild ohne Linsenreflexion von Siselen nach der Farbkorrektur (eigene Aufnahme).



Abbildung 3-5 Aufgehelltes und kontrastreiches Bild von Champoz nach der Farbkorrektur (eigene Aufnahme).

Um diese Bildverarbeitungsschritte auf die Beseitigung der Linsenreflexionen zu beschränken, kann die Kamera des TLS so eingestellt werden, dass jeweils Originale sowie *High Dynamic Range* Bilder abgespeichert werden. Diese Methode verbessert zu dunkle Bilder mit einem geringen Dynamikbereich automatisch mithilfe eines Algorithmus. Der Algorithmus erhöht den Dynamikbereich des Bildes, indem pixelweise die Helligkeitsstufen und damit die Lichtverhältnisse rekonstruiert werden (Nayar & Mitsunaga 2000).

Wenn die Bilder der aufgenommenen Standorte genügend hell und kontrastreich waren, konnten sie später für die Einfärbung der 3D Punktwolken in RiSCAN PRO verwendet werden.

3.3.3 RiSCAN PRO

Die mit dem TLS aufgenommenen 3D Punktwolken wurden mit der Software RiSCAN PRO² weiterverarbeitet.

Als erster Schritt wurden die verschiedenen Scanpositionen importiert. Diese 3D Rohdaten bestanden aus nicht eingefärbten Punkten (vgl. Abbildung 3-6). Um jeden Punkt realistisch einzufärben, wurden zunächst die korrigierten Bilder importiert, sodass dann die RGB Farbwerte jedes Bildpixels auf die dazugehörigen 3D Punkte der Scans zugeordnet werden konnten (vgl. Abbildung 3-8).

Im zweiten Schritt folgte die Registrierung. Bei einer Registrierung werden die verschiedenen Scans der Scanpositionen aufeinander eingepasst, und damit zu einer gesamten Punktwolke verknüpft. Die Registrierung beinhaltete einerseits eine manuelle Registrierung (engl. *Coarse Registration*) und andererseits eine automatische Registrierung (engl. *Multi Station Adjustment*), die auf einem Algorithmus basiert. Mit der manuellen Registrierung wird eine Genauigkeit im Dezimeterbereich erreicht, mit dem Algorithmus liegt die Genauigkeit im Millimeter- bis Zentimeterbereich. Als Ausgangslage für die grobe Registrierung wurde eine ALS Kachel von swisstopo³ eingefügt. Danach wurden zuerst TLS Daten von einer Scanposition auf die ALS Kachel referenziert. Dann konnten auf diese TLS Daten schrittweise alle weiteren TLS Scanpositionen zueinander registriert werden. Dabei waren die scharfkantigen Elemente hilfreich. Nachdem die Grobregistrierung als Vorstufe durchgeführt worden ist, konnten die bestehenden Lageversätze noch verbessert werden. Um einen möglichst kleinen Lageversatz zwischen den Scanpositionen zu erreichen, wurde zusätzlich ein Algorithmus für die automatische Registrierung ausgeführt. Dieser Algorithmus wendet einen Filter an, der Flächen gleicher Ausrichtung und Neigung berechnet und durch jeweils einen Punkt repräsentiert. Danach sucht der Algorithmus iterativ in beiden 3D Wolken überlappende Flächen mit derselben Ausrichtung und Neigung und dem geringsten Fehler. Nachdem die automatische Registrierung zwischen allen Scanpositionen abgeschlossen war, wurde der Algorithmus nochmals über alle Scanpositionen ausgeführt. Durch die Registrierung wird eine hohe Passgenauigkeit zwischen Punktwolken erreicht, wie in Abbildung 3-6 anhand der scharfkantigen Repräsentation der Infrastrukturen klar ersichtlich ist. Bei einer ungenauen Registrierung wären Lageversätze ersichtlich.

² <http://www.riegl.com/nc/products/terrestrial-scanning/>, letzter Zugriff 05.02.2018.

³ <https://www.swisstopo.admin.ch>, letzter Zugriff 07.02.2018.

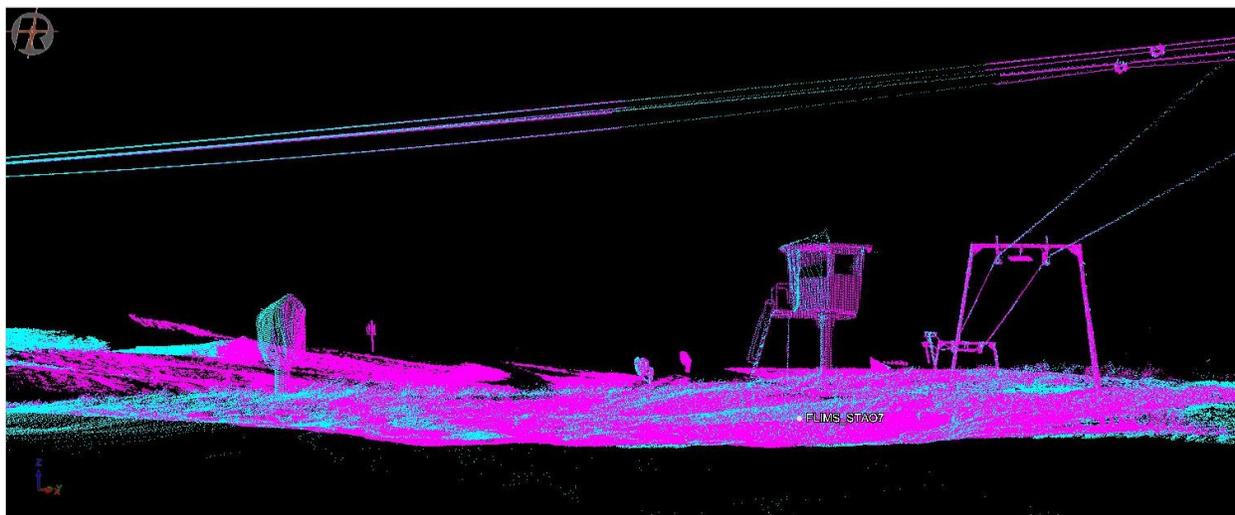


Abbildung 3-6 Darstellung der erreichten Genauigkeit durch die Registrierung zweier Scanpositionen (STA07 Magenta und STA08 Türkis) von Flims. Die beiden unterschiedlich eingefärbten Scanpositionen passen sehr genau aufeinander, erkennbar an der Überlappung der Punktwolken und der damit scharfkantigen Repräsentation der Infrastrukturen (eigene Darstellung).

Im dritten Schritt wurden die Punktwolken gesäubert (Abbildungen 3-7 und 3-8). Dabei wurden einerseits Punkte gelöscht, die durch Reflexionen entstanden. Diese Punkte kamen vor allem rund um die Scanpositionen und über Feldern vor. Andererseits wurden auch die aus dem vorangehenden Schritt verbliebenen Lageversatzpunkte aus der Punktwolke entfernt. Werden diese Punkte nicht gelöscht, kann dadurch die Visualisierungsqualität der Landschaft beeinträchtigt werden. Denn Lageversatzpunkte werden blau eingefärbt und Punkte aus Reflexionen stören das Bild.



Abbildung 3-7 Punktwolke vor der Säuberung, erkennbar an den weissen Punkten rund um eine Scanposition von Champoz (CHAMP STAO 006) (eigene Darstellung).



Abbildung 3-8 Punktwolke von Champoz nach der Säuberung (eigene Darstellung).

Als letzter Schritt wurden die Punktwolken jeder Scanposition in den Landeskoordinaten im Datenformat LAS für die weitere Verarbeitung exportiert.

3.3.4 Cinema 4D Studio R17

Cinema 4D⁴ ist eine Graphiksoftware für 3D Umgebungen und Animationen. Diese Software erlaubt durch das *LAZPoint* Plugin unsere LiDAR basierten 3D Punktwolken zu bearbeiten.

Bevor die LAS Dateien in Cinema 4D importiert wurden, mussten zuerst der Vorder- und Hintergrund als Grundlage bereitgestellt werden. Dazu wurden georeferenzierte Höhenmodelle von swisstopo als Kacheln eingefügt. Um diese Höhenmodelle realistisch einzufärben, wurden Orthophotos

⁴ <https://www.maxon.net/de/produkte/cinema-4d/cinema-4d/>, letzter Zugriff 05.02.2018.

vom Geodatenportal der ETH Zürich⁵ als Textur über die Höhenmodelle gelegt. Der Vordergrund wies dabei eine Auflösung von 0.25 Meter auf, für den Hintergrund reichte die Auflösung von 1 Meter. Durch den Vorder- und Hintergrund konnte gewährleistet werden, dass die 3D Punkte in die Weite optisch nicht zerfallen und dass die Landschaft keine Lücken aufweist.

Weil Cinema 4D ein eigenes Koordinatensystem hat, wurden ALS Kacheln eingefügt und über Vorder- sowie Hintergrund gelegt. Die Kacheln wurden mithilfe des Geoportals des Bundes⁶ oder anhand linearer Objekte wie Strassen zusammengeschoben, sodass eine ganzheitliche und kontinuierliche Landschaft entstand (Abbildung 3-9). Danach wurden die LAS Dateien der Scanpositionen importiert und automatisch georeferenziert in die Landschaft eingegliedert (Abbildung 3-10).

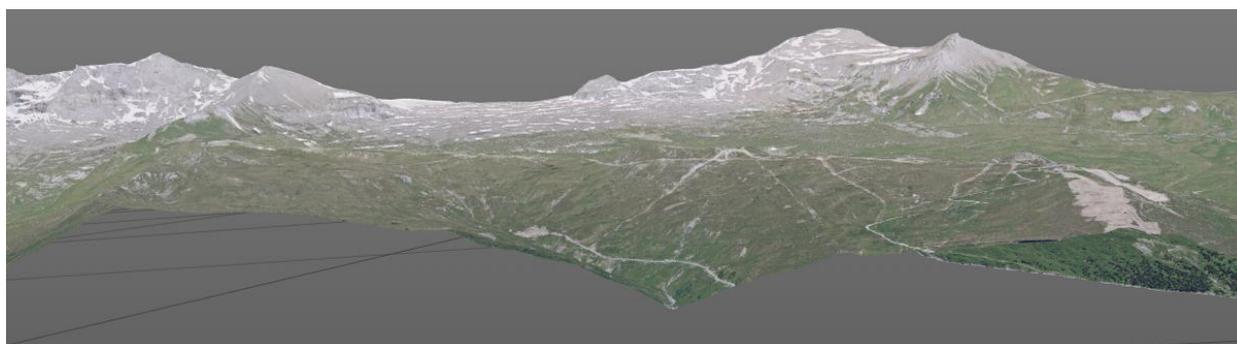


Abbildung 3-9 Landschaft aus Vorder- und Hintergrund sowie den ALS Kacheln von Flims (eigene Darstellung).

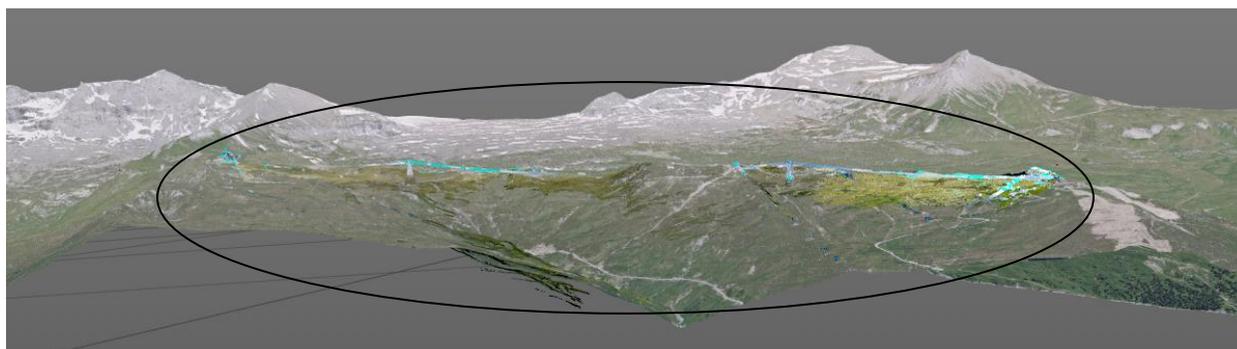


Abbildung 3-10 Überlagerung mit den 3D LAS Dateien der Scanpositionen von Flims für die Vervollständigung der 3D Landschaftsvisualisierung, verdeutlicht durch den Kreis (eigene Darstellung).

Nachdem die Landschaft komplett war, wurde der Realitätsgrad in mehreren Schritten erhöht. Dazu gehörte einerseits die Bearbeitung von Helligkeit, Kontrast sowie Punktgrösse der verschiedenen

⁵ <https://geodata4edu.ethz.ch>, letzter Zugriff 07.02.2018.

⁶ <https://map.geo.admin.ch>, letzter Zugriff 07.02.2018.

Kacheln und Scanpositionen. Mit der Abstimmung der Helligkeit und des Kontrastes konnten die Übergänge der einzelnen Kacheln und Scanpositionen homogenisiert sowie eine möglichst natürliche Belichtung erzielt werden. Um im Vordergrund die feine Struktur der Punktwolken zu erhalten aber im Hintergrund eine flächendeckendere Struktur wie im Bereich von Wäldern zu erreichen, konnten die Punktgrößen entsprechend verkleinert oder vergrößert werden. Andererseits wurden im Programm Cinema 4D die Position der Kamera, deren Brennweite und Winkel eingestellt. Weiter wurde mit verschiedenen Parametern die Beleuchtung der Szene festgelegt sowie Wolken eingefügt.

Im zweiten Teil wurden drei Windturbinen in die 3D Landschaft eingefügt und animiert. Dazu wurde ein Windturbinenmodell einer Vestas V90⁷ im 3DS Datenformat verwendet. Die räumliche Positionierung der Windturbinen erfolgte dort, wo nach Kienast et al. (2017) Potential für die Nutzung der Windenergie vorhanden ist. Zudem wurden die Dimensionen der Windturbinen, die Distanz zwischen den Windturbinen sowie die Perspektive bei allen drei Standorten konstant gehalten.

Das polygonale Windturbinenmodell bestand strukturell aus Masten, Rotorblättern sowie der Maschinengondel. So konnten einerseits die Grössendimensionen (Tabelle 3-5) und die Ausrichtung jeder Windturbine individuell definiert werden.

Tabelle 3-5 Grössendimensionen des Windturbinenmodells.

	Masten	Rotorblätter	Maschinengondel
X [m]	7.232	89.098	6.305
Y [m]	85.56	77.413	5.785
Z [m]	7.232	5.111	14.642

Weiter konnten unterschiedliche Ausgangspositionen der Rotorblätter festgelegt sowie dem Masten und den Rotorblättern eine unterschiedliche Textur gegeben werden (Abbildung 3-11). Andererseits hat das polygonale Windturbinenmodell eine einfache Animation der Windturbine beziehungsweise der Rotorblätter ermöglicht. Dafür wurde zuerst der Mittelpunkt der Rotorblätter jeder Windturbine als Rotationsachse definiert.

⁷ <http://www.newenergyscout.com/home-de.html>, letzter Zugriff 01.03.2018.



Abbildung 3-11 Eingefügte Windturbinen in die 3D Landschaftsvisualisierung von Flims mit Textur und unterschiedlichen Ausgangspositionen der Rotorblätter (eigene Darstellung).

Dann konnte mit dem *Xpresso Editor* ein Flussdiagramm (Abbildung 3-12) für die Animation aller drei Rotoren erstellt werden, wozu verschiedene Parameter (Tabelle 3-6) benötigt wurden, um 10 Umdrehungen pro Minute im Uhrzeigersinn zu generieren. Damit sich mit den Windturbinen auch die Wolken bewegten, wurde für die Wolken eine Animationsgeschwindigkeit bestimmt.

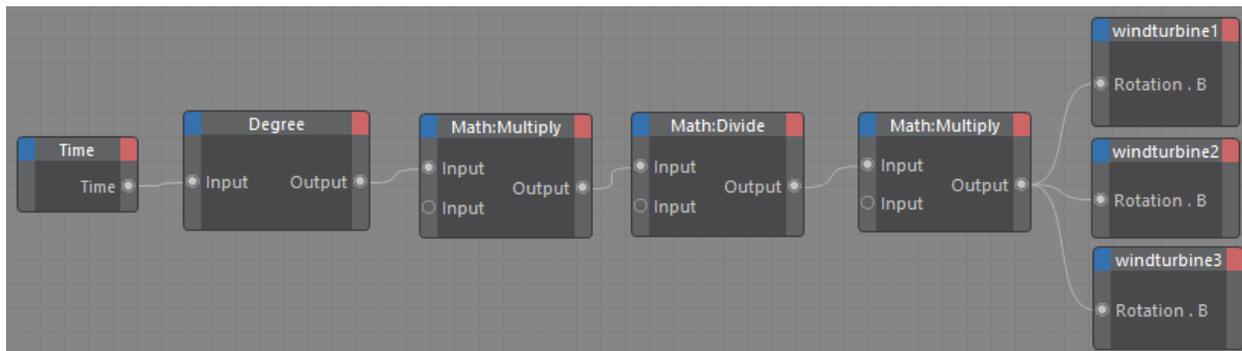


Abbildung 3-12 Erstelltes Flussdiagramm im *Xpresso Editor* für die Animation der drei Windturbinen (eigene Darstellung).

Tabelle 3-6 Übersicht der im Flussdiagramm verwendeten Operatoren und Parameter.

Operator	Parameter/ Funktionen	Begründung
Time		Rotation pro Zeit
Degree	Degree to Radians	Rotation im Uhrzeigersinn
Math: Multiply	360	1 Rotation entspricht 360°

Operator	Parameter/ Funktionen	Begründung
Math: Divide	60	1 Umdrehung pro Minute
Math: Multiply	10	10 Umdrehungen pro Minute, Anpassung der Geschwindigkeit
Windturbi1 Windturbi2 Windturbi3	Rotation . B	Gleichzeitig startende Rotation der drei Rotoren

Im dritten und zeitintensivsten Teil des Arbeitsprozesses in Cinema 4D wurden die Rendereinstellungen definiert und Bilder aus den Landschaften generiert. Nach Lovett et al. (2015) wird empfohlen, für eine ruckfreie Animation 30 bis 60 Einzelbilder pro Sekunde zu verwenden. Um ein Video von 20 Sekunden mit einer gleichmässigen Bewegung zu erzielen, wurde nach Testversuchen entschieden, für jeden Standort 667 Bilder zu generieren. Dies resultiert in 33.35 Einzelbildern pro Sekunde. Jedes Bild entspricht mit 1920 x 1080 Pixel dem HDTV Verhältnis 16:9. Der benötigte Zeitaufwand für die Ausgabe der definitiven Bilder der drei Standorte reichte von einem bis zu drei Tagen. Das erste Bild der jeweils 667 Bilder wurde für den statischen Visualisierungstyp verwendet (Abbildung 3-13, alle 3D Landschaftsvisualisierungen in Anhang A).



Abbildung 3-13 3D Landschaftsvisualisierung von Flims für den statischen Visualisierungstyp (eigene Darstellung).

3.3.5 Windows Movie Maker 2012

Für den animierten Visualisierungstyp wurden die aus Cinema 4D gerenderten Bilder in die Software Windows Movie Maker⁸ importiert. Hier konnte die Anzeigedauer jedes Bildes und damit auch die zeitliche Länge des Videos definiert werden. Um mit 667 Frames ein Video von 20 Sekunden zu generieren, beträgt die Dauer eines einzelnen Bildes 0.03 Sekunden. Beim Abspeichern musste darauf geachtet werden, dass das Video hochaufgelöst gesichert wurde, damit die in Cinema 4D festgelegten Werte für die Breite und die Höhe übernommen wurden.

3.4 Fragebögen

Mit den Fragebögen wurden neben Quantitäten ebenso qualitative Daten erhoben, die kombiniert das Verständnis für die physiologischen Messungen erleichtern sowie Gründe für die Präferenzangaben der ProbandInnen aufzeigen.

⁸ <https://www.movavi.com/support/how-to/windows-movie-maker-review.html>, letzter Zugriff 07.02.2018.

3.4.1 Formaler Aufbau

Nach Raab-Steiner und Benesch (2015) sind Fragebögen durch verschiedene Frage- und Antwortformate charakterisiert. Fragen können offen und geschlossen gestellt werden. Bei offenen Fragen können ProbandInnen ihre Antwort in ein dafür vorgesehenes Feld schreiben, was einem freien Antwortformat entspricht. Bei einer geschlossenen Frage hingegen können bereits vorgegebene Antwortmöglichkeiten angekreuzt werden, was einem gebundenen Antwortformat gleichkommt. Beispiele hierfür sind verbal oder numerisch beschriebene Rating- und speziell Likert-Skalen, wodurch Selbstbeurteilungen angegeben werden können. Um die ProbandInnen dabei nicht zu überfordern, sollten solche Skalen nicht mehr als fünf bis sieben Abstufungen haben. Weiter gibt es dichotome Antwortformate, wobei die Antwort zwischen zwei Ausprägungen ausgewählt werden kann. Weil bei geschlossenen Fragen durch die Vorgaben das Risiko besteht, andere wichtige Antwortalternativen nicht zu berücksichtigen, werden die Fragen oftmals als Mischformen gestellt. Dabei steht neben vorgegebenen Antwortmöglichkeiten ebenfalls ein Textfeld zur Verfügung (Raab-Steiner & Benesch 2015).

Der formale Aufbau der Fragebögen bestand grundsätzlich aus drei Formattypen. Erstens aus offenen Fragen, wobei die ProbandInnen die Antwort in ein Textfeld eingeben konnten. Zweitens aus geschlossenen Fragen und damit gebundenen Antwortformaten. Dazu gehörten dichotome Antwortformate, siebenstufige Likert-Skalen, die numerisch sowie verbal beschrieben wurden, und vorgegebene Antwortmöglichkeiten. Um Alternativantworten nicht auszuschließen, wurde als dritter Formattyp Mischformen eingesetzt. Bei denjenigen Fragen, wo es vom Kontext her Sinn machte, konnten die ProbandInnen neben vorgegebenen Antwortmöglichkeiten zusätzlich andere, nicht aufgelistete, Antworten in ein Textfeld schreiben. Alle Fragen wurden jeweils kurz und klar formuliert, sodass sie eindeutig interpretierbar waren.

3.4.2 Ablauf und Themen der Fragebögen

Das Experiment bestand aus drei Teilen, die später genauer beschrieben werden (siehe Kapitel 3.7.3). In jedem Teil wurde den ProbandInnen Fragen gestellt, die den Themen Demographie und Emotion, Präferenz sowie Wahrnehmung zugeordnet werden können und in den kommenden Abschnitten erläutert werden. Die konkreten Fragen können Anhang B entnommen werden.

Demographie und SAM

Im ersten Teil gab es Fragen zur Demographie sowie zur aktuellen Gefühlslage. Die Fragen zur Demographie deckten Geschlecht, Alter und Wohnort ab, um Informationen über die Grundgesamtheit zu haben. Zudem wurde die momentane Gefühlslage der ProbandInnen durch SAM erfasst. Auf der mit

Figuren beschriebenen Skala von 1 bis 9 gaben die ProbandInnen eine Selbsteinschätzung ihres emotionalen Empfindens an. Um sicherzustellen, dass die Figuren von allen ProbandInnen in gleicher Weise verstanden wurden, waren die Skalen mit den Figuren jeweils als Text erklärt, bevor sie erschienen sind. Zusätzlich hatten die ProbandInnen immer die Möglichkeit, zur Beschreibung zurückzukehren (Anhang D.6). Die Gefühlslage wurde mittels SAM vor der Präsentation der Landschaftsvisualisierungen abgefragt, um deren Einfluss auf die später gemessene Hautleitfähigkeit zu untersuchen. Denn die Resultate der SAM konnten in der Datenauswertung mit den Ergebnissen der Hautleitfähigkeitsdaten in Zusammenhang gebracht werden. Weiter konnte mit SAM die psychologische Komponente abgedeckt werden, die Messung der Hautleitfähigkeit widerspiegelte die physiologische Komponente.

Präferenz

Im zweiten Teil des Experiments wurden die ProbandInnen nach jedem präsentierten Kombinationspaar der Landschaftsvisualisierungen gefragt, welche der beiden Landschaften ihnen besser gefiel. Die ProbandInnen sollten spontan darauf antworten, indem sie mithilfe der Tastatur ihre Präferenz für Landschaft 1 oder Landschaft 2 angaben (Anhang D.6). Durch die Präferenzangaben aller ProbandInnen sollte herausgefunden werden, ob diese durch den Präsentationstyp (simultan, sequentiell) beeinflusst wurden und welche Rolle die Landschaftstypen spielen.

Wahrnehmung und Emotion

Im dritten Teil des Experiments folgte der abschliessende Fragebogen. Die Fragen umfassten den Realitätsgrad, die Wahrnehmung, die Emotion, die Präsentationsform, das Gedächtnis sowie die Präferenzen und allgemeine Fragen.

Die Frage zum Realitätsgrad diente einerseits zur Beurteilung, ob das Ziel, realitätsnahe Landschaftsvisualisierungen zu erstellen, aus der Sicht der ProbandInnen erreicht wurde. Andererseits sollte die Auswirkung des Realitätsgrads auf die Hautleitfähigkeitsmessung untersucht werden. Weiter konnten Angaben über fehlende Elemente in der Landschaftsvisualisierung gemacht werden. Die Wahrnehmungsfragen bezogen sich auf den Wahrnehmungsgrad der Windturbinen und deren Auswirkung auf die Landschaft. Dadurch sollten vor allem Unterschiede des Visualisierungs- aber auch des Präsentationstyps auf die Hautleitfähigkeit aufgezeigt werden. Die Frage über den Einfluss der Windturbinen auf die Emotion hatte dasselbe Ziel. Weiter gab es Fragen zur Schwierigkeit des Entscheidens für eine Präferenz zwischen den Landschaftsvisualisierungen sowie zur Erinnerung an bestimmte Landschaftselemente und Objekte, um die Wirkung des Präsentationstyps beurteilen zu können. Die Erkundigungen zur Präferenz stehen in einem Zusammenhang mit den Präferenzangaben für

die Landschaftstypen im zweiten Teil des Experiments und sollten Einblicke in deren Einfluss auf die Präferenzen geben. Dazu wurde gefragt, in welchem Landschaftstyp Windturbinen präferiert werden, wo die ProbandInnen ihre Freizeit verbringen und was sie in den Landschaften am meisten gestört hat.

Die letzten drei Fragen zählten zu den allgemeinen Fragen und dienten zur Beurteilung der zeitlichen Länge der Präsentation der Landschaftsvisualisierungen, der Erfahrung im Umgang mit Landschaftsvisualisierungen sowie der Störung durch die Elektroden an den Fingern. Unabhängig von Landschafts-, Visualisierungs- oder Präsentationstyp konnten diese drei Parameter die gemessenen Hautleitfähigkeitsdaten und damit die Emotion beeinflussen. Beispielsweise dann, wenn die zeitliche Länge als zu kurz oder zu lang empfunden wurde, wenn sich die ProbandInnen bereits an solche Visualisierungen gewohnt waren oder sich durch die Elektroden gestört fühlten.

3.5 Physiologische EDA Messung

Die Hautleitfähigkeit wurde als physiologischer Indikator für die emotionale Reaktion der ProbandInnen auf die Landschaftsvisualisierungen mit Geräten von ADInstruments⁹ erfasst. Für die Datenaufnahme waren das Powerlab¹⁰ 8/35 sowie ein Verstärker GSR Amp¹¹ (Abbildung 3-14) erforderlich, die mit dem Computer verbunden waren und die Daten in die Software LabChart¹² übertragen haben.

⁹ <https://www.adinstruments.com/>, letzter Zugriff 10.04.2018.

¹⁰ <https://www.adinstruments.com/products/powerlab>, letzter Zugriff 24.02.2018.

¹¹ <https://www.adinstruments.com/products/gsr-amp>, letzter Zugriff 10.04.2018.

¹² <https://www.adinstruments.com/products/labchart>, letzter Zugriff 10.03.2018.



Abbildung 3-14 Geräte von ADInstruments: Das Powerlab (unten) und der Verstärker (oben) mit den verbundenen Elektroden für die Finger (eigene Aufnahme).



Abbildung 3-15 Handposition und Elektrodenfixierung an den Fingern während des Experiments (eigene Aufnahme).

In LabChart wurde eine Vorlage mit den Parametern für die Datenaufnahme erstellt, die für alle ProbandInnen verwendet wurde. Zum einen wurde sichergestellt, dass nur ein Kanal für die Datenaufnahme aktiv war, sodass eine Beeinträchtigung durch die anderen Kanäle ausgeschlossen werden konnte. Die Datenaufnahme erfolgte in einem Bereich von 40 μ S, sodass auch sehr hohe Hautleitfähigkeitswerte aufgenommen werden konnten, denn Braithwaite et al. (2013) erwähnen den Bereich von 2-16 μ S für tonische Signale (SCL) und Maximalwerte für phasische Signale (SCR) um 2-3 μ S. Weiter wurden die Daten mit einer Samplingfrequenz von 1 Kilohertz (kHz) pro Sekunde aufgenommen. Diese Samplingfrequenz wird von Figner und Murphy (2011) empfohlen, weil die Datenanalyse später davon profitiert und hohe Frequenzen kein Problem für die Rechenkapazitäten der Geräte darstellen.

Wie bereits erwähnt, wird die EDA typischerweise an den Fingern auf der Handinnenseite durchgeführt. Für die Messungen wurde die exosomatische Methode mit einer Niederspannung und 75 Hz¹¹ als Erregung durch das GSR Amp Gerät durchgeführt. Nach Figner und Murphy (2011) gibt es auf der Handinnenseite unterschiedliche Möglichkeiten für die Positionierung der Elektroden und es gibt keine Übereinstimmung in der Forschung, welche am besten geeignet ist. Am Wichtigsten ist jedoch die Einhaltung einer konstanten Positionierung während des ganzen Experiments. Die Elektroden wurden bei den ProbandInnen ohne Vorbehandlung der Haut medial an Zeige- und Ringfinger der nicht dominanten Hand angebracht. So konnten die ProbandInnen mit der dominanten Hand ungestört die Fragen des

Fragebogens ausfüllen und sich mit der Maus durch das Experiment navigieren. Die rote Elektrode wurde immer am Zeigefinger fixiert und die schwarze Elektrode immer am Ringfinger. Es wurde darauf geachtet, dass die Position der Elektroden bei allen ProbandInnen dieselbe war, dass beide Elektroden an den Fingern gerade an der Haut angelegt sowie etwa gleichmässig stark angezogen waren. Denn nach Braithwaite et al. (2013) ist guter Hautkontakt der Elektroden wichtig für gute Datenaufnahmen. Weiter sollten saisonale Temperaturbedingungen berücksichtigt werden, weshalb im Winter etwas Aufwärmzeit gewährleistet werden sollte. Und weil die EDA sensibel auf kleinste Bewegungen reagiert, sollten sich die ProbandInnen wenn möglich nicht bewegen (Braithwaite et al. 2013). Damit sichergestellt werden konnte, dass primär die Hand und sekundär der Arm während des Experiments nicht bewegt wurden, wurde von allen ProbandInnen dieselbe entspannte Handposition auf dem Tisch eingenommen (Abbildung 3-15).

Nachdem den ProbandInnen die Elektroden angebracht wurden, vergingen bis zum Start der Messung einige Minuten, in denen sich die Elektroden an die Hauttemperatur akklimatisieren konnten. Nach der Empfehlung von Braithwaite et al. (2013) wurde zu Beginn des Experiments eine Basislinie von etwa drei Minuten gemessen. Obwohl die ProbandInnen während dieser Zeit nach Braithwaite et al. (2013) in keiner Aufgabe involviert sein sollten, haben die ProbandInnen ein Märchen gelesen. Das Ziel des Lesens war, dass alle ProbandInnen auf dasselbe fokussiert waren und dieselben Ausgangsbedingungen für die Emotion hatten. Die Basislinie diente später als Mittelwert für die Berechnung der Anzahl Höchstwerte während der Präsentation der Landschaftsvisualisierungen.

3.6 Umsetzung in Unity 3D mit EVE

In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl der Kognitionswissenschaft der ETH wurden die Landschaftsvisualisierungen und die Fragebögen in der Game Engine Unity 3D¹³ vereint. Die Integration der physiologischen EDA Aufnahme und deren Auswertung wurde durch EVE (engl. *Experiments in Virtual Environments*) als Rahmenwerk ermöglicht.

EVE wurde für ForscherInnen ohne Informatikkenntnisse entworfen, um ihnen die Ausarbeitung von verschiedenen Experimentstufen zu erleichtern. Zu den Stufen gehören der Aufbau des Experiments, die Durchführung sowie die Datenauswertung, wofür EVE den Rahmen bildet. Die Vereinigung von EVE mit VR basiert einerseits auf den Grundlagen und den Funktionsweisen des Unity 3D Editors. Damit werden das Umfeld für die Erstellung einer VR und der Umgang mit Grafiken bis hin zur Durchführung des Experiments gewährleistet. Andererseits erweitert EVE die Grundfunktionen von Unity 3D beispielsweise durch die Datensammlung, -speicherung, -visualisierung sowie die Datenanalyse (Grübel et al. 2016).

¹³ <https://unity3d.com/de>, letzter Zugriff 16.03.2018.

Abbildung 3-16 zeigt schematisch den erwähnten Rahmen von EVE. Im Aufbau werden die 3D Visualisierungen und die Fragebögen aufgesetzt sowie die Sensoren für die physiologische Messung verknüpft. Die Fähigkeit, physiologische Daten wie EDA aufzunehmen und später zu analysieren, zählt zu einer Stärke von EVE. Während der Laufzeit des Experiments ist der *Logging Manager* von EVE aktiv, der im Hintergrund die gesammelten Daten in die MySQL¹⁴ Datenbank speichert. Die Datenbank ist ein wichtiger Bestandteil, da sie neben der Datenerfassung und -speicherung ebenfalls die Abrufbarkeit der Daten für die Evaluation sicherstellt. Nach dem Experiment können statistische Auswertungen der Daten in MySQL mit dem Programm R¹⁵ durchgeführt werden. Dafür sind verschiedene R Pakete notwendig, um einerseits auf die Datenbank und andererseits auf die gesammelten Sensor Daten der einzelnen ProbandInnen zugreifen zu können (mehr dazu in Kapitel 3.8.1). Neben der statistischen Datenanalyse können Daten auch exportiert oder nachbearbeitet werden (Grübel et al. 2016).

In diesem Sinn ist EVE modular aufgebaut, was die Wiederverwendung bereits erstellter Module für zukünftige Experimente ermöglicht. Das heisst ein Experiment kann zum Beispiel wiederholt oder durch Änderungen in Modulen auf entsprechende Bedürfnisse angepasst werden (Grübel et al. 2016).

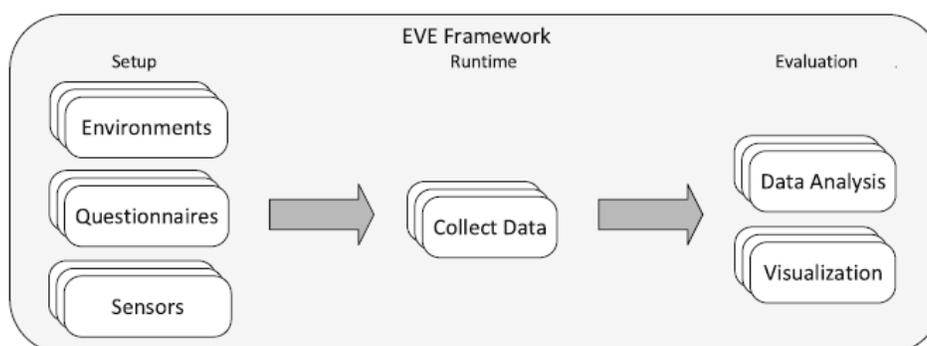


Abbildung 3-16 EVE als Rahmen für die verschiedenen Stufen eines Experiments (Grübel et al. 2016, S. 164).

EVE spielte für die Durchführung des vorliegenden Experiments aus verschiedenen Gründen eine zentrale Rolle. Erstens gewährleistete EVE den automatischen Ablauf des ganzen Experiments. Dazu gehörten die Einbettung aller Fragebögen sowie der statischen und animierten Landschaftsvisualisierungen. Die Landschaftstypen wurden für das Experiment automatisch randomisiert. Die Versuchsleitung hatte zu Beginn des Experiments lediglich die Experimentkonditionen sowie den Pfad zur LabChart Datei für die EDA Messung eingegeben. Zweitens wurde nebst allen Antworten der

¹⁴ <https://www.mysql.com/de/products/workbench/>, letzter Zugriff 03.11.2017.

¹⁵ <https://www.r-project.org/>, letzter Zugriff 23.11.2017.

ProbandInnen auch ihr individueller Ablauf des Experiments abgespeichert. So waren nach der Datenauswertung mit dem R Skript für jede Probandin und jeden Probanden die genauen Experimentkonditionen ersichtlich, zum Beispiel wann welche Landschaftstyp Kombination präsentiert wurde. Drittens ermöglichte EVE die zeitliche Verknüpfung der EDA Messung mit dem Ablauf des Experiments. Hierbei war zentral, dass EVE in der Nachbereitung des Experiments die aufgenommenen Hautleitfähigkeitsdaten in LabChart den einzelnen Ereignissen des Experiments zuordnen konnte (mehr dazu in Kapitel 3.7.3). Damit war die Veränderung der Hautleitfähigkeit während des Märchens als Basislinie sowie für jede Landschaftstyp Kombination klar definiert.

3.7 Durchführung des Experiments

In den folgenden Abschnitten wird zunächst auf die Rekrutierung der ProbandInnen eingegangen, danach wird die Einrichtung des Labs illustriert, in welchem das Experiment durchgeführt wurde. Abschliessend wird der Ablauf des Experiments genauer erklärt.

3.7.1 Rekrutierung der ProbandInnen

Weil für das Experiment mindestens 60 ProbandInnen (vier Gruppen à 15 ProbandInnen) innerhalb kurzer Zeit benötigt wurden, war es erforderlich, drei verschiedene Kanäle zu aktivieren.

Zu Beginn wurde wöchentlich per E-Mail eine Experimenteinladung mit einem Link zur Webseite Doodle (Anhang C.1) an die Mailingliste des Fachvereins Psychologie der Universität Zürich (FAPS)¹⁶ geschickt. Die StudentInnen wurden aufgefordert, sich mit der E-Mailadresse anzumelden, damit die Kontaktaufnahme durch die Versuchsleitung möglich war. Allerdings haben sich auf diese E-Mails nur sehr wenige ProbandInnen für ein Zeitfenster angemeldet, andere hatten nur ihren Namen ohne E-Mailadresse angegeben und einige davon sind dem Experiment unentschuldig ferngeblieben. Deshalb wurde das Experiment zusätzlich auf dem Sona System der Neuroscience der Universität Zürich¹⁷ aufgeschaltet. Auf diesem Portal haben sich im Vergleich zur Mailingliste mehr ProbandInnen angemeldet, die bis auf wenige Ausnahmen verlässlich waren. Aufgrund des Zeitdruckes wurde der dritte Kanal, die universitäre Anmeldestelle für Studienteilnehmer der Universität und ETH Zürich (UAST)¹⁸, aktiviert. Innerhalb weniger Tage waren alle Zeitfenster besetzt und die ProbandInnen waren sehr verlässlich. Hier wurde nebst der Vergütung für jeden Probanden und jede Probandin Administrationskosten von CHF 5.- durch das NFP 70 Projekt *Energyscape* (Fördervertrag 407040_173808/1) bezahlt. Weiter ist bei diesem System zu beachten, dass sich bis zum Zeitpunkt vor

¹⁶ https://faps.ch/mailman/listinfo/maillinglist_faps.ch, letzter Zugriff 22.12.2017.

¹⁷ <https://uzhneuroscience.sona-systems.com>, letzter Zugriff 22.12.2017.

¹⁸ <https://www.uast.uzh.ch>, letzter Zugriff 22.12.2017.

Beginn des Experiments ProbandInnen online anmelden können. Die Besetzung offener Zeitfenster muss daher kontinuierlich kontrolliert werden. Vor allem dank des UAST konnte das Experiment innert neun Tagen effizient durchgeführt werden.

Die Verlässlichkeit der letzten beiden Kanäle beruht aus der Sicht der Versuchsleitung auf drei Punkten. Erstens wird den ProbandInnen automatisch eine Erinnerung an das Experiment per E-Mail und/oder SMS geschickt. Zweitens waren für die Versuchsleitung die Kontaktangaben der ProbandInnen ersichtlich, wodurch die Kontaktaufnahme mit ihnen gewährleistet war. Drittens wird durch die Organisation der Systeme die Teilnahme am Experiment kontrolliert. Dazu musste individuell für alle ProbandInnen nach dem Experiment im System eingetragen werden, ob die Teilnahme erfolgte oder ob jemand unentschuldig ferngeblieben ist. Das unentschuldigte Fernbleiben kann zu einem Ausschluss von weiteren Experimenten führen.

Bei allen drei Kanälen wurde allen ProbandInnen einen Tag vor dem Experiment ein persönliches Erinnerungsmail (Anhang C.2) mit Informationen zum Experiment, Ort, Zeit und Anfahrtsweg geschickt. Ein paar wenige hatten sich danach per Mail rechtzeitig von der Teilnahme entschuldigt und sich im Gegenzug auch für einen anderen Termin zur Verfügung gestellt. Bei der Nutzung verschiedener Kanäle ist es wichtig darauf zu achten, dass jeweils getrennte Zeitfenster angeboten werden, da sich sonst Anmeldungen überschneiden können.

3.7.2 Einrichtung des Mobile Visual-Acoustic Labs

Das Experiment hat im MVAL der ETH Höggerberg stattgefunden, das in einem genügend grossen Seminarraum aufgebaut wurde (Abbildung 3-17).

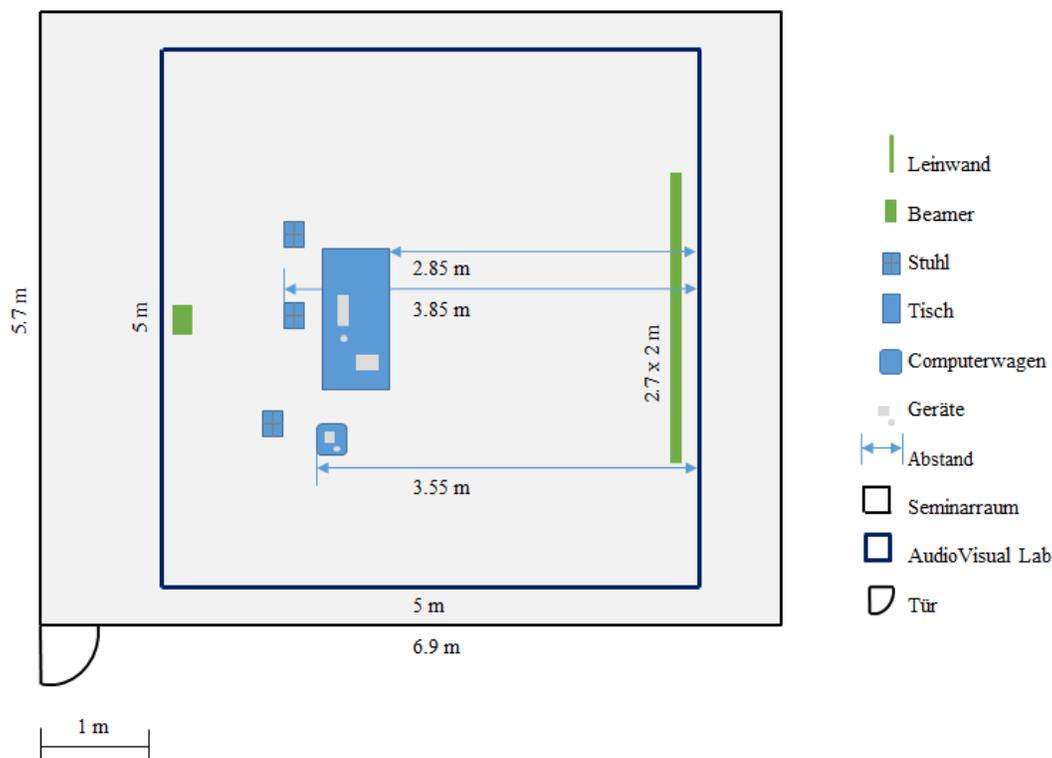


Abbildung 3-17 Schematische Darstellung des Seminarraums mit dem MVAL sowie der Ausstattung (eigene Darstellung).

Der Seminarraum hat etwa die Masse 6,9 x 5,7 Meter, der Innenraum des MVAL beträgt 5 x 5 Meter mit einer Höhe von 2,5 Metern. Das Lab hat auf allen Seiten Vorhänge sowie einen Deckenüberzug, womit der Innenraum vollkommen abgedunkelt wird. Damit der Stuhl der ProbandInnen immer dieselbe Position hatte, wurde der Abstand von 3,85 Metern zur Innenraumgrenze des Labs mit einem Klebeband am Boden definiert. Der Abstand des Stuhls zur Leinwand betrug damit etwa 3,5 Meter. Ein zusätzlicher Stuhl befand sich neben dem Stuhl der ProbandInnen, damit sie dort ihre Jacken und Taschen deponieren konnten. Der Tisch hatte generell einen Abstand von 2,85 Metern zur Innenraumgrenze des Labs (ca. 2,5 Meter zur Leinwand). Weil die ProbandInnen während des Experiments die Hand mit den Elektroden sowie den ganzen Arm nicht bewegen durften, war eine bequeme Haltung wichtig. Deshalb war es ihnen freigestellt, den Tisch etwas von sich weg zu schieben oder näher an sich heran zu ziehen. Auf dem Tisch befanden sich die Geräte von ADInstruments, sowie während des Experiments die Tastatur und die Maus des Computers. Damit konnten sich die ProbandInnen selbständig durch das Experiment navigieren und die Fragebögen beantworten. Der Computer stand, mit einem Abstand von 3,55 Metern zur Innenraumgrenze (ca. 3,2 Meter zur Leinwand), auf einem Wagen neben dem Tisch mit einer Lampe, von wo das Experiment durch die Versuchsleitung

gestartet und beendet wurde. Der Stuhl für die Versuchsleitung befand sich dahinter. Der Beamer (Acer H6500, HDTV 1920 x 1080 Pixel) hing, liegend auf einem Brett und mit einem Spanset gesichert, 0.22 Meter vom Gerüst des MVAL hinunter und projizierte das in Unity 3D aufgesetzte Experiment auf eine mobile Leinwand mit einem Bildmass von 2.7 x 2 Metern. Auch die Leinwand war am Gerüst mit Spansets gesichert und hatte zum Boden einen Abstand von 0.26 Metern. Abbildung 3-18 zeigt das Lab aus der Perspektive der ProbandInnen.

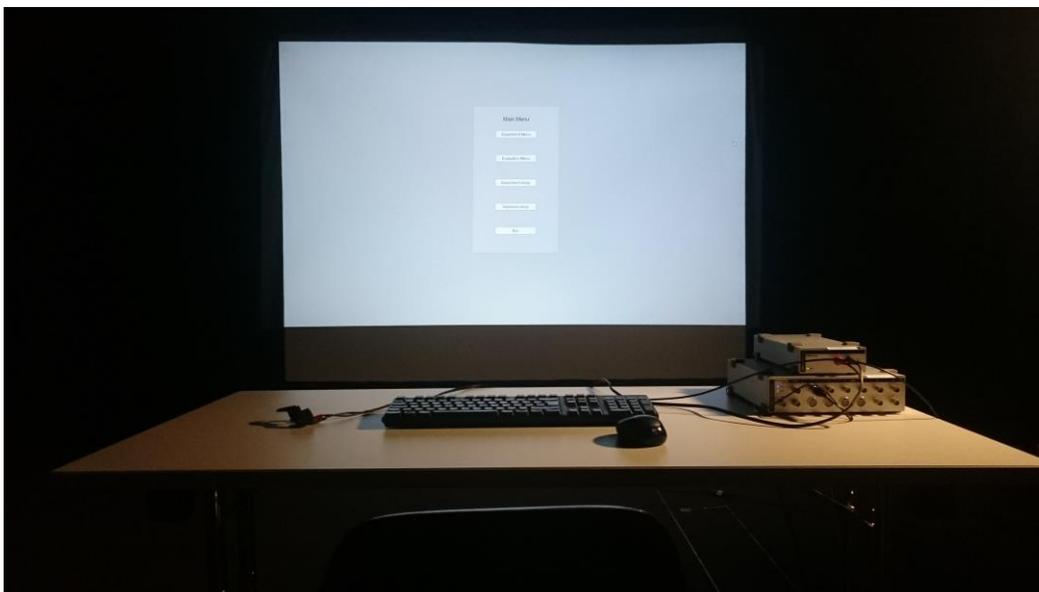


Abbildung 3-18 Das MVAL aus der Perspektive der ProbandInnen Richtung Leinwand (eigene Aufnahme).

3.7.3 Ablauf des Experiments

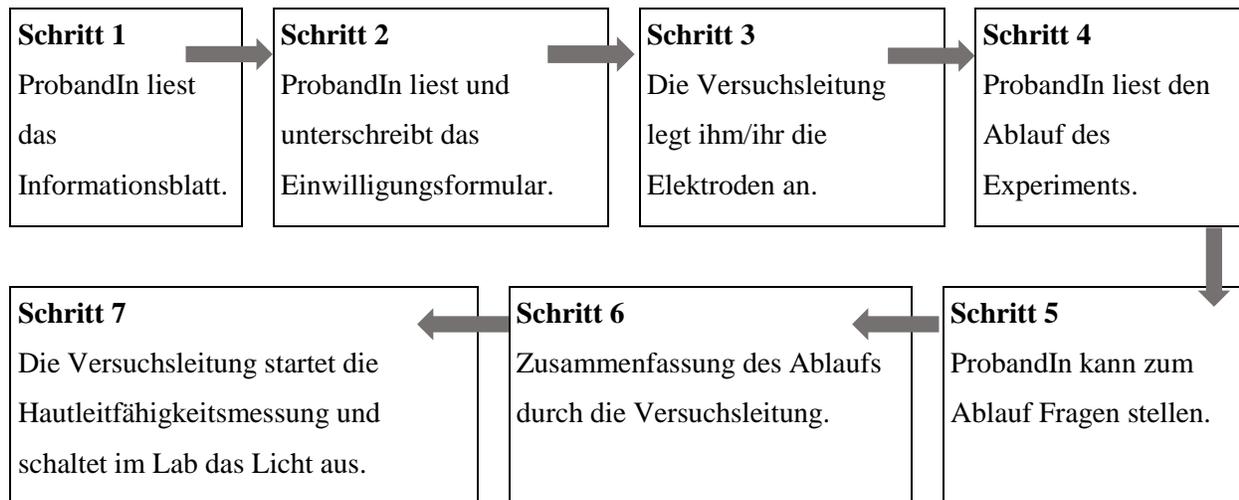
Damit der Ablauf des Experiments für alle ProbandInnen derselbe war, orientierte sich die Versuchsleitung an zuvor verfassten Skripten (Anhang D.1 und D.2). Die ProbandInnen benötigten für die Durchführung des Experiments inklusive Vorbereitung zwischen 15 bis maximal 25 Minuten, abhängig von der individuellen Lesegeschwindigkeit des Märchens und der Dauer der Entscheidungsfindung in den Fragebögen. Weil für das Zeitfenster auch die Vorbereitungsdauer einberechnet werden musste, war für jede Probandin und jeden Probanden ein Zeitfenster von 30 Minuten vorgesehen. Der Puffer zwischen den einzelnen Zeitfenstern betrug 15 Minuten, der zur Nachbereitung diente.

Vorbereitung auf das Experiment

Bevor die ProbandInnen in das MVAL kamen, waren die Subject-ID, die Experimentkonditionen des Visualisierungs- und Präsentationstyps sowie die Verbindung zur LabChart Software in EVE eingegeben worden. In LabChart wurde für die Aufzeichnung der Hautleitfähigkeit eine Vorlage geöffnet, sodass bis auf das Speichern keine weiteren Einstellungen mehr notwendig waren. Alle getätigten Einstellungen wurden in einem Experimentprotokoll notiert. Zudem wurden auf dem Tisch der ProbandInnen das Informationsblatt zum Experiment (Anhang D.3), die Einverständniserklärung (Anhang D.4) sowie der Ablauf des Experiments (Anhang D.5) bereitgelegt.

Nach der Ankunft hat der Proband oder die Probandin auf dem Stuhl Platz genommen und wurde aufgrund der Aussentemperaturen auf kalte Hände überprüft. Im Fall von kälten Händen wurde eine Aufwärmzeit von fünf Minuten eingelegt. Dadurch sollte ein negativer Einfluss auf die Hautleitfähigkeitsmessung verhindert werden (Braithwaite et al. 2013). Danach folgte der Ablauf der weiteren Vorbereitungsschritte nach Tabelle 3-7.

Tabelle 3-7 Ablauf der Vorbereitungsschritte mit den ProbandInnen bis zum Start des Experiments.



Zu Schritt drei und vier ist Folgendes zu beachten. Nachdem die Elektroden angelegt waren, wurden die ProbandInnen darüber aufgeklärt, ab diesem Zeitpunkt still zu sitzen, sowie die Hand und den ganzen Arm nicht zu bewegen. Damit wird die Beeinflussung der Hautleitfähigkeitsmessung verhindert (Braithwaite et al. 2013). Während die ProbandInnen den Ablauf gelesen haben, konnten sich die Elektroden an die Hauttemperatur akklimatisieren.

Verlauf des Experiments

Das Experiment bestand aus drei Teilen, eine zusammenfassende Übersicht der Inhalte zeigt Tabelle 3-8.

Tabelle 3-8 Gliederung des Experiments in drei Teile.

Teil 1	Teil 2 (Wiederholter Ablauf für sechs Kombinationspaare)	Teil 3
Fragenbogen zur Demographie	Fixierungskreuz (10 Sekunden)	Fragebogen zur Wahrnehmung
Märchen lesen	Ein Kombinationspaar der Landschaftsvisualisierungen (20 Sekunden)	
SAM Fragen	Frage „Welche Landschaft gefällt Ihnen besser?“	

Im ersten Teil beantworteten die ProbandInnen zuerst Fragen zu ihrer Demographie. Danach lasen sie ein Märchen. Das Märchen diente zur Sensorenkalibrierung der Elektroden, zur Entspannung der ProbandInnen und gewährleistete ihren Fokus auf das Experiment. Damit hatten alle ProbandInnen dieselben Einstiegsbedingungen und die Hautleitfähigkeit während der Lesezeit diente später als Basislinie für Auswertung der EDA Werte. Nach dem Märchen folgten die SAM Fragen (Anhang D.6).

Im zweiten Teil des Experiments wurden die Kombinationspaare der Landschaftsvisualisierungen in jeweils einer der vier Konditionen (statisch-simultan, statisch-sequentiell, animiert-simultan, animiert-sequentiell) präsentiert. Um die quantitativen Eigenschaften der Hautleitfähigkeit (siehe Kapitel 2.3.3) zu berücksichtigen, wurden folgende Zeitenräume definiert: Vor jedem Kombinationspaar wurde für 10 Sekunden ein Fixierungskreuz (Anhang D.6) gezeigt, welches die ProbandInnen fokussieren sollten. Während dieser Zeit konnten sich die EDA Werte zwischen den einzelnen Landschaftsvisualisierungen erholen und von den Kombinationspaaren abgegrenzt werden. Danach folgten die Kombinationspaare der Landschaftsvisualisierungen (Anhang D.6) für 20 Sekunden. Beim sequentiellen Präsentationstyp wurde jeder Landschaftstyp im Vollbildmodus für 10 Sekunden präsentiert, beim simultanen Präsentationstyp wurden beide Landschaftstypen gleichzeitig für 20 Sekunden präsentiert. Damit konnte gewährleistet werden, dass die ProbandInnen jeden Landschaftstyp gleich lange anschauen konnten. Nach jedem

3.8 Datenauswertung

Während des Experiments wurden die generierten Daten auf unterschiedliche Weise aufgenommen. Die Hautleitfähigkeitsdaten von LabChart wurden in eine Textdatei exportiert und die Experimentkonditionen sowie die Antworten der ProbandInnen in den Fragebögen wurden über EVE mit einer Verknüpfung in die Datenbank MySQL Workbench gespeichert. Für die Datenauswertung waren demzufolge auch unterschiedliche Vorgehensweisen erforderlich. In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl der Kognitionswissenschaft der ETH wurden für die Auswertung der Fragebögen ein R Skript sowie ein MatLab Skript für die Analyse der Hautleitfähigkeitsdaten erstellt. Die daraus erhobenen Daten dienen dann als Grundlage für die statistische Auswertung.

3.8.1 Experimentkonditionen und Fragebögen: R Skript

Das Skript war in fünf Abschnitte gegliedert und wurde im Statistik Programm R ausgeführt. Tabelle 3-9 fasst die Gliederung kurz zusammen.

Tabelle 3-9 Gliederung des R Skripts mit den ausgegebenen Daten.

Gliederung des R Skripts	Datenakquisition
1) Aufbau	
2) Daten der Session	Präsentationstyp
	Visualisierungstyp
3) Sensor Daten	Reihenfolge der präsentierten Landschaftstyp Kombinationen
	Präferenzangaben für jede Kombination der Landschaftstypen
4) Fragebögen	Demographie
	SAM
	Wahrnehmungsfragen
5) CSV Ausgabedatei	

Im ersten Abschnitt wurde die Vorgehensweise erklärt und alle erforderlichen R Pakete für den Zugriff zur Datenbank sowie zur Durchführung des Skripts aufgelistet. Für den Zugriff auf die Datenbank

mussten zudem der Datenbankname der MySQL Workbench, der Benutzername und dessen Passwort sowie die Session- und Subjekt-ID's der ProbandInnen eingegeben werden. Die Abschnitte zwei bis vier des R Skripts extrahierten die Experimentkonditionen sowie die Antworten der Fragebögen. Hierbei war vor allem das R Paket *evertools* wichtig, das den Zugriff auf die Sensor Daten individueller ProbandInnen ermöglichte (Grübel et al. 2016). Bevor das Skript gestartet wurde, konnte am Ende des Skripts optional der Name der CSV Ausgabedatei angepasst werden. Der Aufbau des R Skripts ermöglichte eine schnelle und unkomplizierte Datenakquisition der ProbandInnen aus der MySQL Datenbank.

Sobald der Durchlauf des Skripts beendet war, musste nur noch die CSV Datei in eine Excel Tabelle umgewandelt werden. Alle Daten waren dann pro ProbandIn strukturiert in Zeilen aufgelistet. Die Spalten waren mit einer Kurzbezeichnung der Fragen beschriftet. Fragen mit nur einer Antwortmöglichkeit waren durch eine Spalte repräsentiert. Für die Mehrfachauswahlfragen waren hingegen mehrere Spalten notwendig. Die so dargestellten Daten dienten als Grundlage für die statistischen Auswertungen.

3.8.2 Physiologische EDA Messung: MatLab Skript

Nach dem Datenexport in der Nachbereitungsphase des Experiments enthielt jede Textdatei für jeden Probanden und jede Probandin die mit 1 kHz aufgenommenen Hautleitfähigkeitsdaten in Mikrosiemens (μS) sowie die dazugehörigen Ereignismarker. Die Ereignismarker zeigen, zu welchem Zeitpunkt welche Landschaftstypen präsentiert wurden. Diese Textdateien dienten als Rohdaten und wurden in MatLab¹⁹ weiterverarbeitet.

Für die Weiterverarbeitung wurde ein individuelles MatLab Skript erstellt. Das Skript wurde für die Konditionen der vier Gruppen (statisch-simultan, statisch-sequentiell, animiert-simultan, animiert-sequentiell) separat ausgeführt. Die Datenauswertung war in drei Schritte aufgeteilt. Zuerst wurden die Textdateien einer Kondition importiert und die Daten wurden in 10 Sekunden Intervalle aufgeteilt. Dieses Intervall entspricht der Präsentationsdauer für einen Landschaftstyp. Als zweiter Schritt wurde ein Befehl gestartet, der die MatLab basierte Software Ledalab²⁰ aktivierte. In Ledalab wurden die Daten von 1 kHz auf 10 Hz heruntergerechnet sowie eine kontinuierliche Zerlegungsanalyse (engl. *Continuous Decomposition Analysis*, CDA) der Hautleitfähigkeitsdaten vorgenommen. Nach Benedek und Kaernbach (2010) ist eine CDA notwendig, weil die Hautleitfähigkeitswerte aus einer Überlagerung von tonischen, langsam variierenden und phasischen, schnell variierenden Aktivitäten resultieren (Abbildung 3-20).

¹⁹ <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>, letzter Zugriff 23.11.2017.

²⁰ <http://www.ledalab.de/>, letzter Zugriff 24.02.2018.

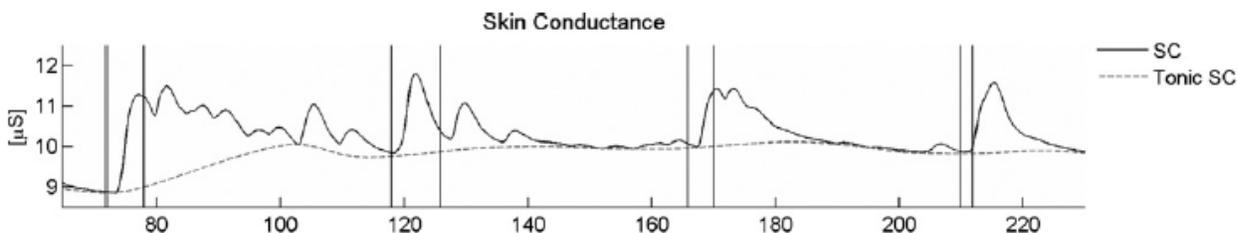


Abbildung 3-20 Darstellung der Hautleitfähigkeit über die Zeit (X-Achse), gemessen in μS (Y-Achse). Die Hautleitfähigkeit (SC) resultiert aus einer Überlagerung (durchgezogene Linie) phasischer und tonischer Signale (gestrichelte Linie) (Benedeck & Kaernbach 2010, S. 82).

Weil die phasischen Aktivitäten spezifische und unspezifische Reaktionen auf die Landschaftstypen darstellen können, wird die Ermittlung nach Höchstwerten in den Daten erschwert. Die CDA dient deshalb einer Trennung der kontinuierlichen tonischen und phasischen Signale. Nach der Trennung repräsentiert die phasische Aktivität infolgedessen die Höchstwerte eines bestimmten Schwellenwerts innerhalb der Präsentationsdauer von 10 Sekunden eines Landschaftstyps. Die CDA basiert auf einem Algorithmus. Dieser Algorithmus enthält Initialparameter und versucht nach der Trennung die phasische Aktivität so gut als möglich zu rekonstruieren. Um eine hohe Güte der CDA zu erreichen, werden die Initialparameter in mehreren Schritten optimiert (Benedek & Kaernbach 2010).

Das Resultat der Arbeitsschritte von Ledalab waren zwei Dateien. Eine Datei enthielt die Ereignisdaten. Die andere Datei war eine MatLab Ausgabe mit Informationen über die Zeitdauer der Ereignisse. Diese beiden Dateien waren für den dritten Schritt erforderlich, wobei die Ereignis-spezifischen phasischen Aktivitäten und damit die Höchstwerte berechnet wurden. Das Resultat dieser Berechnung war eine XLS Datei für jeden Probanden und jede Probandin mit der Anzahl SCR Höchstwerte (nSCR) für jedes Ereignis, sowie weiteren Werten aus der CDA. Um die Ereignisnummern korrekt den Ereignissen des Experiments zuordnen zu können, wurde eine Tabelle für die Zuordnung erstellt (Anhang E).

Mit diesen Tabellen von jedem Probanden und jeder Probandin konnte einerseits der nSCR Mittelwert während des Märchens berechnet werden. Andererseits wurden die nSCR Werte der Landschaftstyp Kombinationen summiert. Weil das Märchen als Basislinie für die emotionale Reaktion auf die Landschaftstypen diente, wurde der nSCR Mittelwert des Märchens von den nSCR Werten der Landschaftstypen subtrahiert. Die so bereinigten nSCR Werte dienten als Grundlage für die statistischen Datenauswertungen.

4 RESULTATE

In diesem Kapitel werden die Resultate des Experiments präsentiert. Zuerst werden die Antworten aus den Fragebögen über die Demographie, Wahrnehmung und Emotion sowie die Präferenzen anhand von Histogrammen erläutert. Für einige Histogramme wurden zusätzlich die Mittelwerte (M) der Gruppen dargestellt, die mit ± 1 Standardfehler (engl. *Standard Error*, SE) sowie die Anzahl ProbandInnen (n) ergänzt werden. Basierend auf dieser Grundlage werden in den darauf folgenden Abschnitten die statistischen Auswertungen präsentiert.

Die statistischen Auswertungen erfolgten in IBM SPSS Statistics 23²¹ und bauen aufeinander auf. Es wurden Varianz-, Korrelations- und Ähnlichkeitsanalysen sowie eine 2D Regression durchgeführt. Für alle Tests wurde ein Signifikanzniveau von 0.05 (p) festgelegt. Damit sind alle Resultate, die kleiner als 0.05 sind, statistisch signifikant. Alle statistisch signifikanten Resultate beziehen sich auf das zwei seitige (engl. *2-tailed*) Signifikanzniveau und sind durch einen oder zwei Sterne markiert. * bezieht sich dabei auf p Werte $<.05$, ** beziehen sich auf p Werte $<.01$. Bei der Varianzanalyse wurde jeweils der Mittelwert (M) mit ± 1 Standardfehler (SE) oder ± 1 Mittel der Quadrate (MQ) angegeben. Die Varianzhomogenität wurde mit dem F Wert (F) sowie dem p Wert angegeben. Weiter wurde für statistisch signifikante Unterschiede die Effektgrösse Omega Quadrat (ω^2) aus den SPSS Resultaten der Varianzanalyse nach Field (2013, S. 473) berechnet. Bei der Korrelationsanalyse wurde der Korrelationskoeffizient r von Pearson, der ebenfalls als Effektstärke dient, sowie der p Wert angegeben. Für die Ähnlichkeitsanalyse wurde eine Stress-Konvergenz und ein Mindest-Stress von je 0.0001 sowie 100 als Maximalzahl für die Iterationen festgelegt. Die Lösungen der Ähnlichkeitsanalysen wurden durch den normalisierten Rohstress sowie Kruskal's Stress-I als Gütemasse ergänzt. Die 2D Regression wurde nach Friedman und Kohler (2003) durchgeführt sowie mit dem Bestimmtheitsmass (R^2) und dem Verzerrungsindex beschrieben. Abschliessend wird die statistische Signifikanz der Resultate besprochen. Für die vollständigen Statistiken wird jeweils auf den Anhang F verwiesen.

Wie bereits erwähnt, werden in den folgenden Abschnitten zuerst die Resultate aus den Fragebögen präsentiert. Diese Resultate dienen als Überblick, um danach mit den statistischen Auswertungen genauer darauf einzugehen. Zunächst wird eine Varianzanalyse für die SAM Dimensionen durchgeführt um festzustellen, ob Unterschiede in den Dimensionen der Emotion bestehen. Wie sich zeigen wird, ist dies nicht der Fall und alle emotionalen Veränderungen sind deshalb durch die beiden unabhängigen Variablen Präsentations- und Visualisierungstyp erklärbar. Mit dieser Grundlage werden dann weitere Varianzanalysen durchgeführt, um eben diesen Einfluss auf die gemessenen Variablen emotionale Reaktion (nSCR) und Präferenz zu untersuchen. Um nicht nur Unterschiede, sondern auch

²¹ <https://www.ibm.com/SPSS/Statistics>, letzter Zugriff 19.02.2018.

Zusammenhänge zwischen Variablen aufzudecken, wird in einem weiteren Schritt eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Danach folgen Ähnlichkeitsanalysen für die nSCR Werte sowie die Präferenzen der Landschaftstypen, wobei die Daten in einem 2D und 1D Raum dargestellt werden. Beide Resultate aus der Ähnlichkeitsanalyse werden in der 2D Regression weiter untersucht. Abschliessend wird gezeigt, ob die Resultate statistisch signifikant sind.

4.1 Fragebögen

Das Experiment umfasste thematisch drei Fragebögen (siehe Kapitel 3.4.2). In den folgenden Abschnitten wird zuerst auf die Antworten der Demographie Fragen, danach über die Wahrnehmung und Emotion sowie abschliessend auf die Präferenzen eingegangen.

4.1.1 Demographie

Am Experiment haben 74 ProbandInnen der Universität und ETH Zürich teilgenommen, darunter waren 41 Frauen und 33 Männer vertreten. Das Durchschnittsalter betrug 21.5 Jahre, wobei Altersklassen von 19 bis 29 Jahre abgedeckt waren. Tabelle 4-1 zeigt dafür eine Übersicht der einzelnen Gruppen. Die ProbandInnen waren in den Kantonen Aargau, Basel, Bern, Graubünden, Luzern, Obwalden, Schwyz, Solothurn, St. Gallen, Thurgau und Zürich wohnhaft.

Tabelle 4-1 Angaben zu den Demographie Fragen über Geschlecht und Alter pro Gruppe.

	Gruppe 1 statisch, simultan	Gruppe 2 statisch, sequentiell	Gruppe 3 animiert, simultan	Gruppe 4 animiert, sequentiell
Anzahl Frauen	12	8	11	10
Anzahl Männer	7	10	8	8
Total	19	18	19	18
Durchschnittsalter [Jahre]	21.4	21.7	21.5	21.3

4.1.2 Wahrnehmung und Emotion

Nachdem alle Kombinationspaare der Landschaftsvisualisierungen präsentiert wurden, folgte als erstes die Frage, wie realistisch die Landschaftsvisualisierungen waren. Damit konnte evaluiert werden,

ob das Ziel, realitätsnahe Landschaftsvisualisierungen zu erstellen, erreicht wurde. Die ProbandInnen mussten diese Frage auf einer Skala von 1 nicht realistisch bis 7 sehr realistisch antworten. Abbildung 4-1 zeigt gruppenweise die gewählten Antworten auf der X-Achse und die entsprechenden Häufigkeiten auf der Y-Achse.

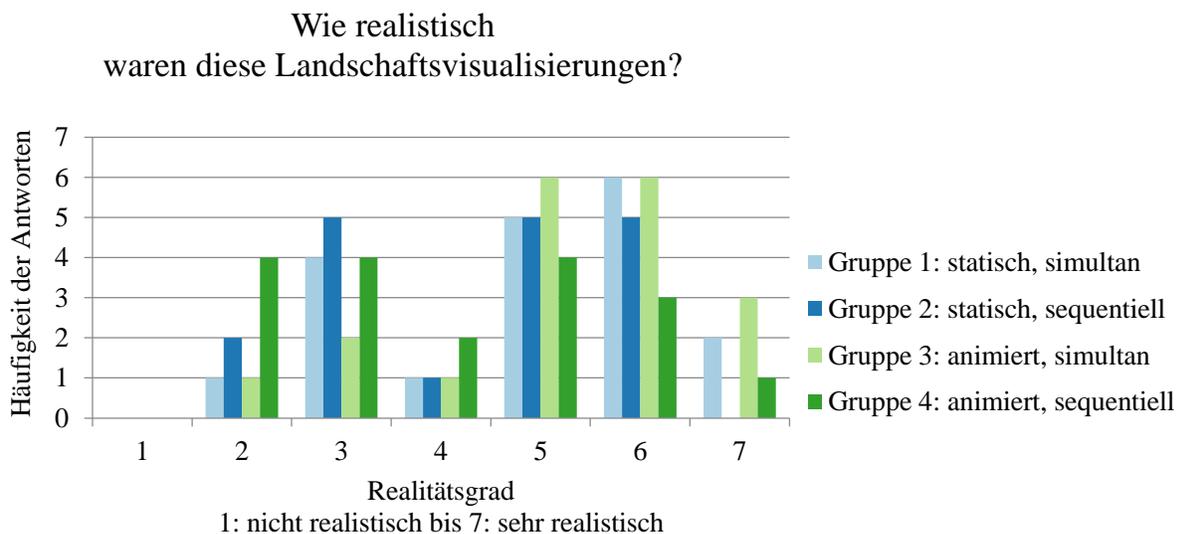


Abbildung 4-1 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach dem Realitätsgrad (X-Achse) der Landschaftsvisualisierungen.

Das Resultat zeigt, dass die meisten ProbandInnen die 3D Landschaftsvisualisierungen als realistisch wahrgenommen haben. Mehrheit der Gruppen 1 bis 3 antwortete mit einem Realitätsgrad 3 sowie 5 bis 6. Die Antworten der Gruppe 4 streuten mehrheitlich von 2 bis 7. Niemand hat angegeben, dass die Landschaftsvisualisierungen nicht realistisch waren.

Diese Beobachtungen widerspiegeln sich in den Mittelwerten der Realitätsgrade von Abbildung 4-2. Auf der X-Achse sind die Gruppen und auf der Y-Achse die entsprechenden mittleren Realitätsgrade der Landschaftsvisualisierungen aufgetragen. Dabei ist ersichtlich, dass Gruppe 4 im Vergleich zu den anderen Gruppen die Landschaft mit einem mittleren Realitätsgrad von 4.06 (SE=0.38, n=18) am niedrigsten bewertet hat. Gruppe 3 hat mit einem Mittelwert von 5.21 (SE=0.32, n=19) den Realitätsgrad der Landschaften am besten bewertet. Die Gruppen 1 (M=4.89, SE=0.34, n=19) und 2 (M=4.33, SE=0.34, n=18) nehmen das Mittelfeld ein. Weiter fällt auf, dass die sequentiellen Präsentationstypen tiefere mittlere Realitätsgrade aufweisen als die simultanen. Vergleicht man die statischen und animierten Visualisierungstypen, ist der Unterschied des mittleren Realitätsgrads minim.

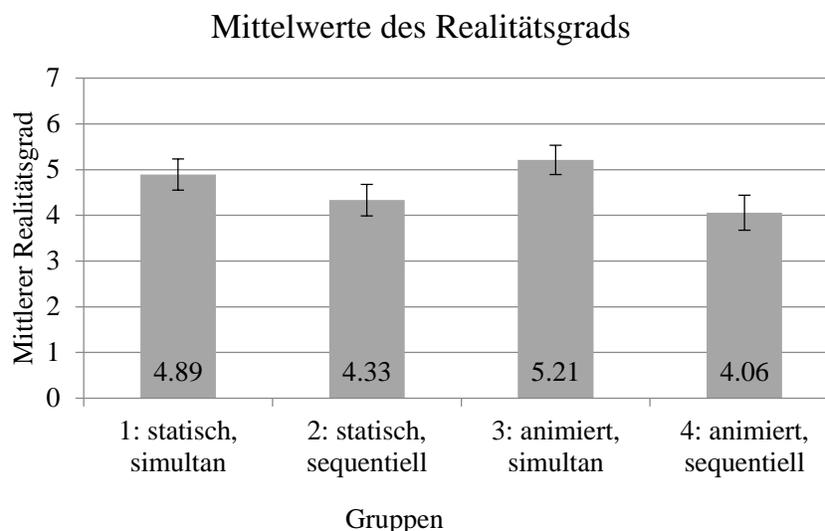


Abbildung 4-2 Mittlerer Realitätsgrad der Landschaftsvisualisierungen (Y-Achse) pro Gruppe \pm 1 Standardfehler (X-Achse). Skala von 1: nicht realistisch bis 7: sehr realistisch.

Um abschätzen zu können, welche Gründe besonders für tiefe Realitätsgrade (auf der Skala 2 und 3) ausschlaggebend gewesen sein könnten, folgten zwei weitere Fragen.

Einerseits wurden die ProbandInnen gefragt, was ihnen in den Landschaftsvisualisierungen gefehlt hat. Als Antwortmöglichkeiten waren Elemente aufgelistet, die typischerweise zu einer Landschaft gehören. Dazu zählen Geräusche, Witterung, Tiere, Menschen und Verkehr. Um primär die beiden statischen Gruppen 1 und 2 zu berücksichtigen, war Bewegung als fehlendes Element eine weitere Antwortmöglichkeit. Falls die ProbandInnen nichts vermissten, konnten sie dies so angeben. Um durch die Antwortmöglichkeiten keine fehlenden Elemente auszuschliessen, konnten die ProbandInnen andere fehlende Elemente eingeben. Die Frage konnte durch mehrere Auswahlmöglichkeiten beantwortet werden. Abbildung 4-3 zeigt auf der X-Achse gruppenweise die gewählten Antworten und auf der Y-Achse die entsprechenden Antworthäufigkeiten.

Was hat Ihnen in den Landschaftsvisualisierungen gefehlt?

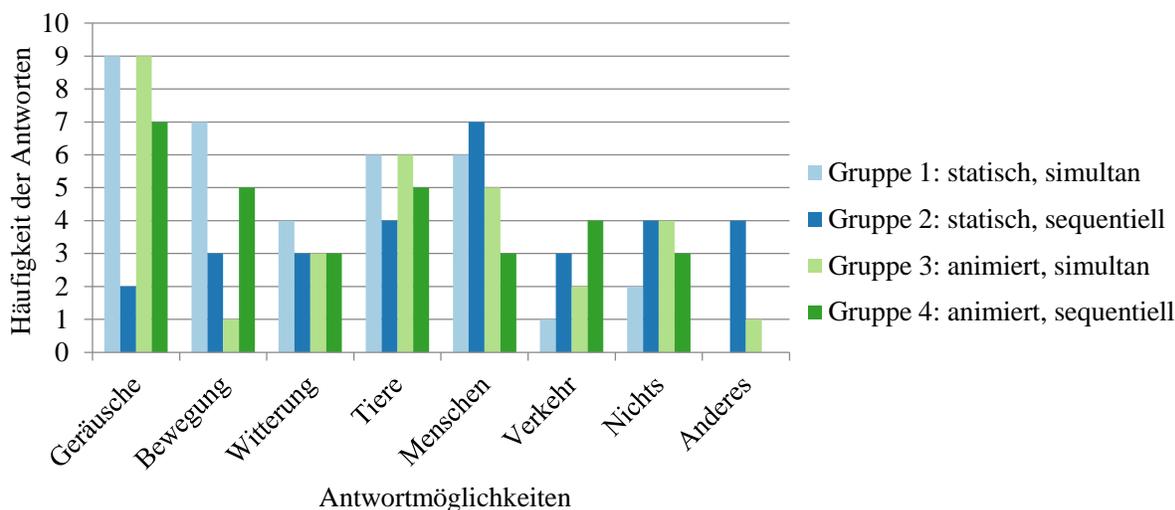


Abbildung 4-3 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach fehlenden Landschaftselementen (X-Achse).

Das Resultat zeigt, dass in den Landschaftsvisualisierungen am meisten die Geräusche, Menschen und Tiere gefehlt haben. Obwohl sich in den Gruppen 3 und 4 die Windturbinen bewegt haben, wurde Bewegung als fehlendes Element von Gruppe 4 häufiger genannt als von Gruppe 3. In den statischen Gruppen 1 und 2 wurde die Bewegung am häufigsten von Gruppe 1 vermisst.

Als Anderes wurden von Gruppe 2 „Gebäude“, „genauere Darstellung der Natur“, „Wärme“ und „Texturen“ genannt. In Gruppe 3 wurde „Bildkomposition (Verhältnis Himmel Landschaft)“ angemerkt.

Andererseits wurden die ProbandInnen gefragt, was sie in den Landschaften am meisten gestört hat. Im Zusammenhang mit dem Realitätsgrad war eine Antwortmöglichkeit die Farbgebung. Die anderen Möglichkeiten bezogen sich auf dominante Objekte in den Landschaften. Dazu gehörten Windturbinen, Freileitungsmasten sowie Seilbahn/Skilift. Wiederum zur Auswahl stand, dass nichts gestört hat oder dass die ProbandInnen eine andere Antwort eingeben konnten. Abbildung 4-4 zeigt auf der X-Achse gruppenweise die gewählten Antworten und auf der Y-Achse die Antworthäufigkeiten.

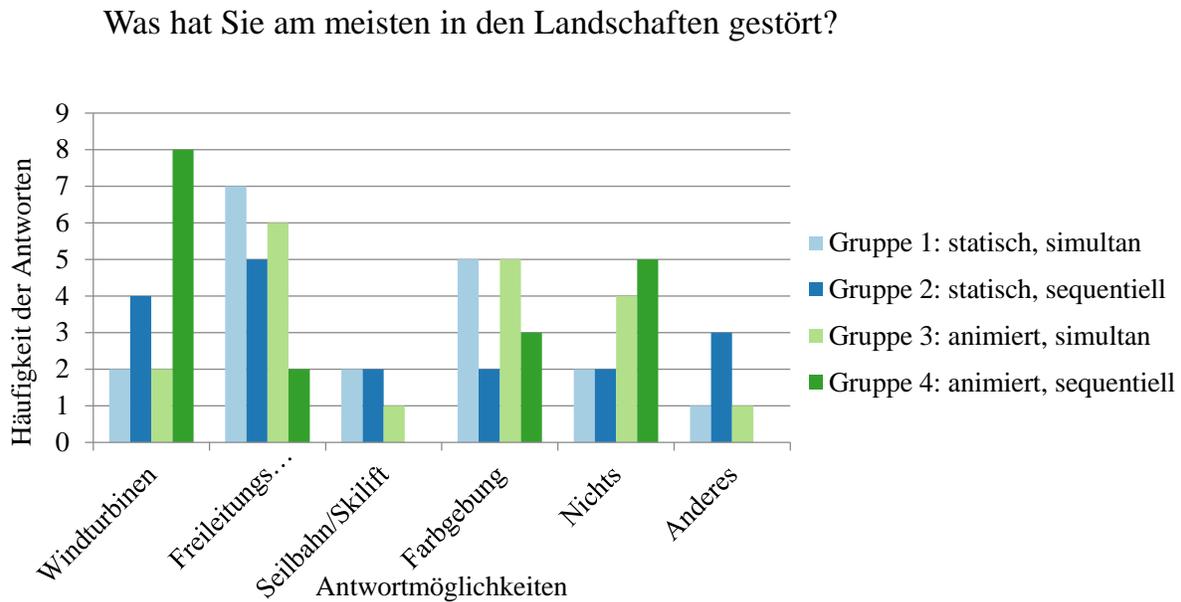


Abbildung 4-4 Anwohnhäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach störenden Landschaftselementen (X-Achse).

Das Resultat zeigt, dass die Farbgebung vor allem in den Gruppen des simultanen Präsentationstyps am meisten gestört hat. Die Windturbinen sind besonders in Gruppe 4 als störend aufgefallen, die dafür im Vergleich zu den anderen Gruppen die Freileitungsmasten als weniger störend empfanden. Bei den Gruppen 1 und 3 ist das umgekehrte Muster ersichtlich. Sie haben die Freileitungsmasten am häufigsten als störend genannt, die Windturbinen dafür weniger. In Gruppe 2 wurden die Windturbinen fast gleich häufig wie die Freileitungsmasten als störend genannt. Basierend auf den Häufigkeiten wurden die Windturbinen 16 Mal als störend ausgewählt, die Freileitungsmasten hingegen 20 Mal. Die Gruppen des animierten Visualisierungstyps haben häufiger als die statischen Gruppen angegeben, dass nichts gestört hat.

Als Anderes wurde in Gruppe 1 „Wohnhäuser“ genannt. In Gruppe 2 wurden „Differenz in der Ansicht der Landschaft bzgl. Siedlungen welche verzerrt waren“, „verpixelte Bilder“ und „Landwirtschaft“ notiert. Letztere wurde in Gruppe 3 durch „Landwirtschaftsflächen“ präzisiert.

Weiter wurden die ProbandInnen gefragt, wie sehr sie die Windturbinen wahrgenommen haben. Wiederum mussten die ProbandInnen anhand einer Skala von 1 gar nicht bis 7 sehr stark antworten. Abbildung 4-5 zeigt gruppenweise die gewählten Antworten auf der X-Achse und die entsprechenden Häufigkeiten auf der Y-Achse.

Wie sehr haben Sie die Windturbinen wahrgenommen?

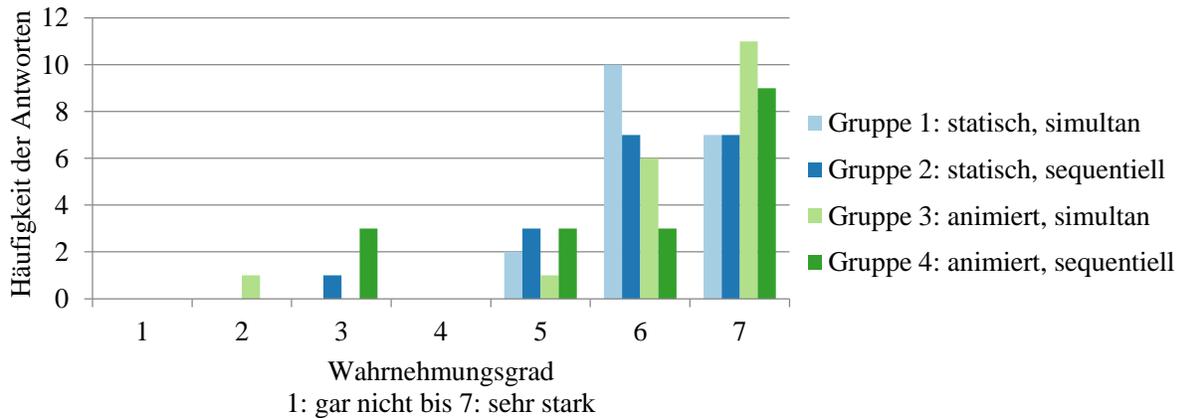


Abbildung 4-5 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach dem Wahrnehmungsgrad der Windturbinen (X-Achse).

Das Resultat zeigt, dass die Wahrnehmung in allen Gruppen am häufigsten als stark (6) bis sehr stark (7) bewertet wurde. Niemand hat auf der Skala 1 oder 4 gewählt. Aus den Gruppen 3 und 4 des animierten Visualisierungstyps haben die meisten ProbandInnen eine sehr starke Wahrnehmung angegeben. Gruppe 3 des simultanen Präsentationstyps sticht dabei hervor. In den Gruppen 1 und 2 des statischen Visualisierungstyps wurde die Wahrnehmung von mehr ProbandInnen mit stark bewertet im Gegensatz zu sehr stark. Gruppe 1 des simultanen Präsentationstyps verzeichnet dabei mehr Stimmen.

Abbildung 4-6 zeigt die Mittelwerte des Wahrnehmungsgrads der Windturbinen. Auf der X-Achse sind die Gruppen und auf der Y-Achse die mittleren Wahrnehmungsgrade dargestellt. Der simultane Präsentationstyp weist in den Gruppen 1 ($M=6.26$, $SE=0.15$, $n=19$) und 3 ($M=6.32$, $SE=0.28$, $n=19$) höhere mittlere Wahrnehmungsgrade auf als in den sequentiellen Gruppen 2 ($M=6.06$, $SE=0.25$, $n=18$) und 4 ($M=5.83$, $SE=0.35$, $n=18$). Ebenfalls lässt sich aus der Darstellung erkennen, dass der statische Visualisierungstyp einen leicht höheren mittleren Wahrnehmungsgrad der Windturbinen aufweist als der animierte Visualisierungstyp.

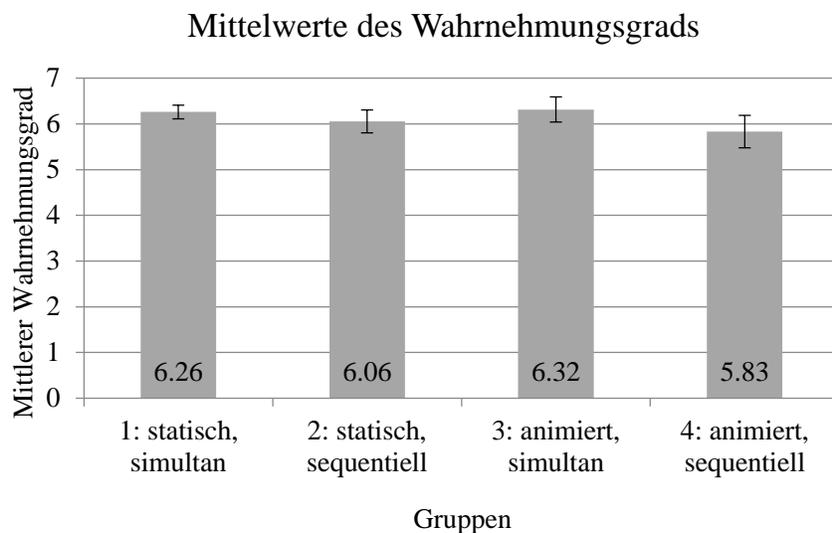


Abbildung 4-6 Mittlerer Wahrnehmungsgrad der Windturbinen (Y-Achse) pro Gruppe ± 1 Standardfehler (X-Achse). Skala von 1: gar nicht bis 7: sehr stark wahrgenommen.

Wie sehr sich die Windturbinen auf die Landschaft auswirken, war eine weitere Frage. Die ProbandInnen konnten auf einer Skala von 1 gar nicht bis 7 sehr stark antworten. Abbildung 4-7 zeigt gruppenweise die gewählten Antworten auf der X-Achse und die entsprechenden Häufigkeiten auf der Y-Achse.

Wie sehr wirken sich die Windturbinen auf die Landschaft aus?

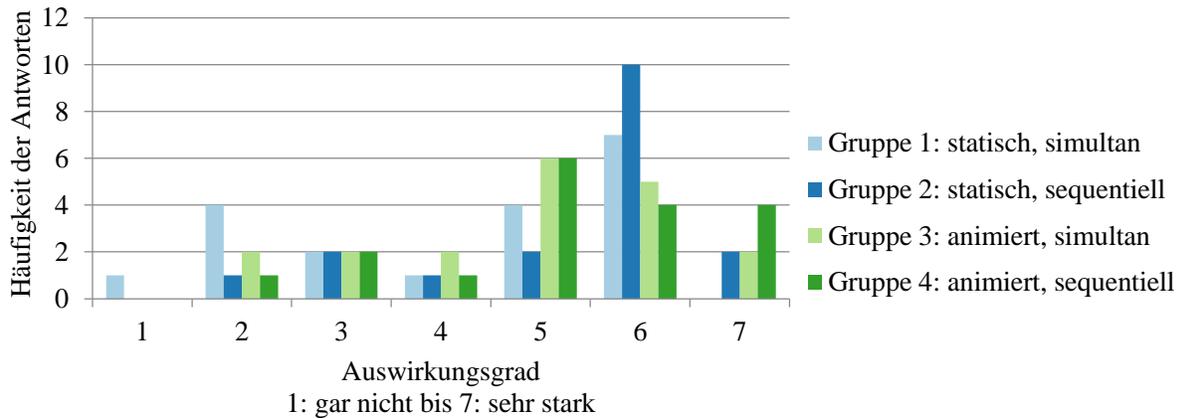


Abbildung 4-7 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach dem Auswirkungsgrad der Windturbinen auf die Landschaft (X-Achse).

Das Resultat zeigt, dass die meisten ProbandInnen den Einfluss der Windturbinen auf die Landschaft auf der Skala mit 6, und damit als stark bewertet haben. Dabei fällt vor allem die Gruppe 2 (statisch, sequentiell) mit den meisten Stimmen für den Auswirkungsgrad 6 auf. Die Gruppe 1 (statisch, simultan) verzeichnet weniger Stimmen für diesen Auswirkungsgrad. Hingegen zeigt Gruppe 1 mehr Stimmen als die Gruppe 2 für den Auswirkungsgrad 2 auf. Die Gruppen 3 und 4 des animierten Visualisierungstyps weisen weniger Unterschiede auf. Wobei aber von Gruppe 4 mit dem sequentiellen Präsentationstyp die Auswirkung auf die Landschaft häufiger als sehr stark bewertet wurde als in Gruppe 3 mit dem simultanen Präsentationstyp.

Dieses Muster bildet sich ebenfalls in Abbildung 4-8 ab. Auf der X-Achse sind die Gruppen und auf der Y-Achse der mittlere Auswirkungsgrad der Windturbinen auf die Landschaft abgebildet. Im Vergleich der Präsentationstypen weisen die sequentiellen Gruppen 2 ($M=5.33$, $SE=0.33$, $n=18$) und 4 ($M=5.22$, $SE=0.35$, $n=18$) einen höheren mittleren Auswirkungsgrad auf als die simultanen Gruppen 1 ($M=4.26$, $SE=0.41$, $n=19$) und 3 ($M=4.84$, $SE=0.34$, $n=19$). Vergleicht man die Visualisierungstypen ist erkennbar, dass der animierte Visualisierungstyp einen leicht höheren mittleren Auswirkungsgrad aufweist als der statische Visualisierungstyp.

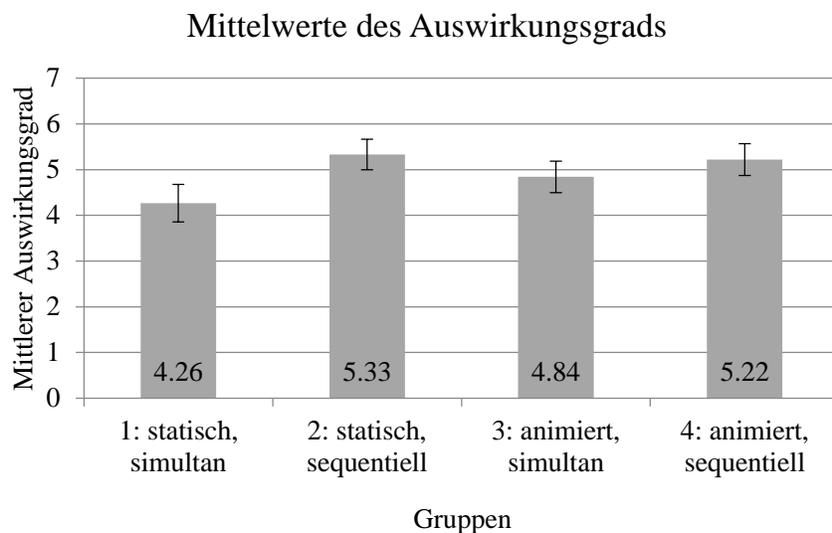


Abbildung 4-8 Mittlerer Auswirkungsgrad der Windturbinen (Y-Achse) pro Gruppe ± 1 Standardfehler (Y-Achse). Skala von 1: gar nicht bis 7: sehr starke Auswirkung.

Um den Einfluss der Wahrnehmung und der Auswirkung der Windturbinen auf die Emotion zu untersuchen, wurden die ProbandInnen über ihre emotionale Beeinflussung befragt. Auf einer Skala von 1 gar nicht bis 7 sehr stark haben die ProbandInnen ihre emotionale Beeinflussung angegeben. Abbildung 4-9 zeigt gruppenweise die gewählten Antworten auf der X-Achse und die entsprechenden Häufigkeiten auf der Y-Achse.

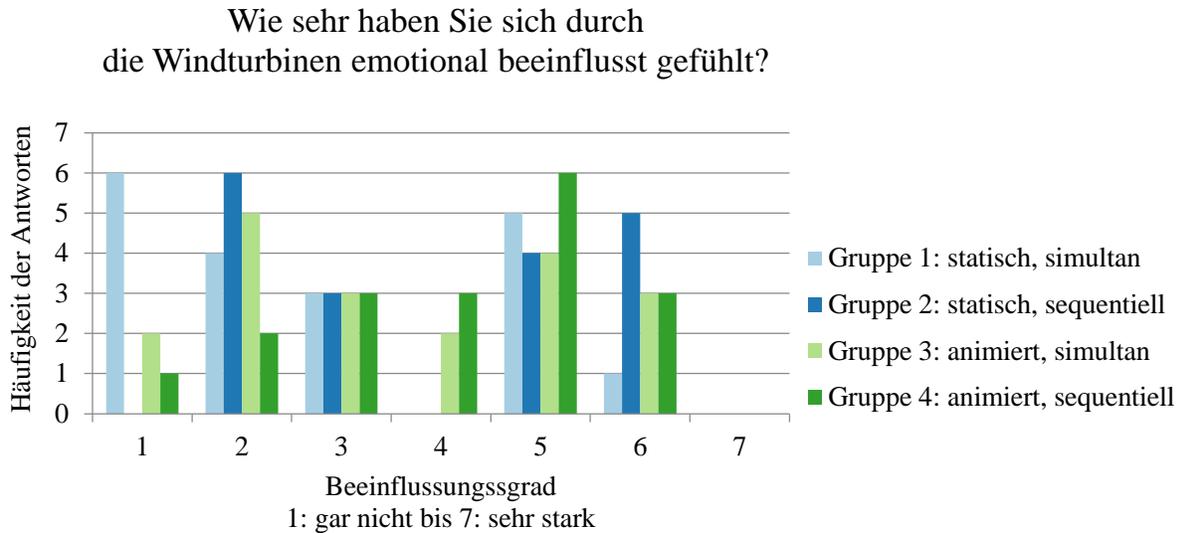


Abbildung 4-9 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach dem emotionalen Beeinflussungsgrad durch die Windturbinen (X-Achse).

Das Resultat zeigt eine breite Streuung von gar nicht bis emotional stark beeinflusst. Auf der Skala bei 3 sind die Häufigkeiten aller Gruppen gleich. Die statischen Gruppen 1 und 2 gaben auf der Skala am häufigsten den Beeinflussungsgrad 1 und 2 an, aber auch 5 und 6. Die Gruppe 3 gab auf der Skala am häufigsten 2 und 5 an und die Gruppe 4 am häufigsten den Beeinflussungsgrad 5. Niemand fühlte sich sehr stark beeinflusst.

Die Mittelwerte der emotionalen Beeinflussung durch die Windturbinen werden in Abbildung 4-10 präsentiert. Auf der X-Achse sind die Gruppen abgebildet und auf der Y-Achse der mittlere Beeinflussungsgrad. Die statischen Visualisierungstypen haben einen tieferen mittleren Beeinflussungsgrad im Gegensatz zu den animierten. Die sequentiellen Präsentationstypen der Gruppen 2 ($M=3.94$, $SE=0.41$, $n=18$) und 4 ($M=4.11$, $SE=0.35$, $n=18$) weisen höhere Beeinflussungsgrade auf als die simultanen Gruppen 1 ($M=2.84$, $SE=0.41$, $n=19$) und 3 ($M=3.53$, $SE=0.39$, $n=19$). Dabei ist der Unterschied zwischen den statischen Gruppen 1 und 2 grösser als bei den animierten Gruppen 3 und 4.

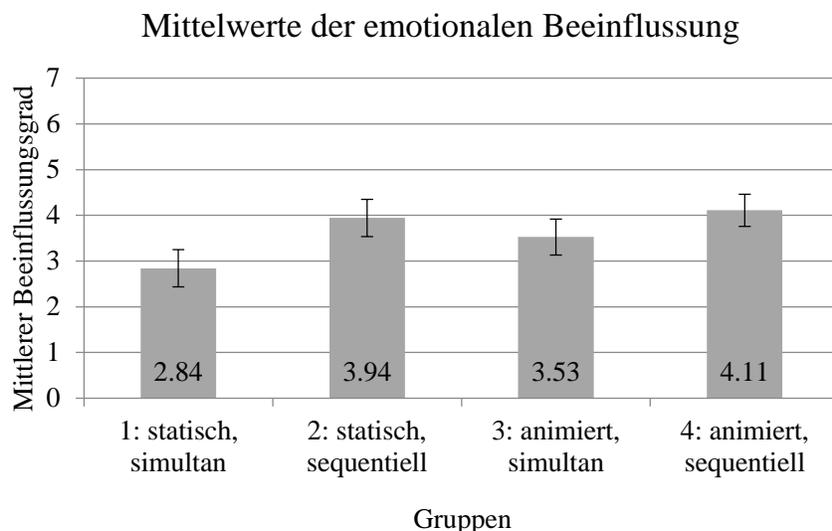


Abbildung 4-10 Mittlerer Beeinflussungsgrad durch die Windturbinen (Y-Achse) pro Gruppe \pm 1 Standardfehler (X-Achse). Skala von 1: gar nicht bis 7: sehr stark emotional beeinflusst.

Die Mittelwerte des Wahrnehmungsgrads (Abbildung 4-6), des Auswirkungsgrads (Abbildung 4-8) sowie der emotionalen Beeinflussung (Abbildung 4-10) zeigen ähnliche Unterschiede zwischen den Gruppen auf, wodurch ein Zusammenhang dieser Fragen ersichtlich ist.

4.1.3 Präferenz

Im Gegensatz zu störenden Objekten in den Landschaften wurden die ProbandInnen auch gefragt, aus welchen Gründen ihnen eine Landschaft besser gefallen hat als die andere. Zur Auswahl standen die Erholungs- und Sportfunktionen, eine schöne Natur und Umwelt, die gewohnte Umgebung, weniger (Energie-) Infrastrukturen, die Farbgebung sowie Harmonie als Assoziationen mit den Landschaften. Wiederum war Anderes wählbar und falls keine der aufgelisteten Gründe zutraf, konnte dies als weder noch angegeben werden. Abbildung 4-11 zeigt auf der X-Achse gruppenweise die gewählten Antworten und auf der Y-Achse die Antworthäufigkeiten.

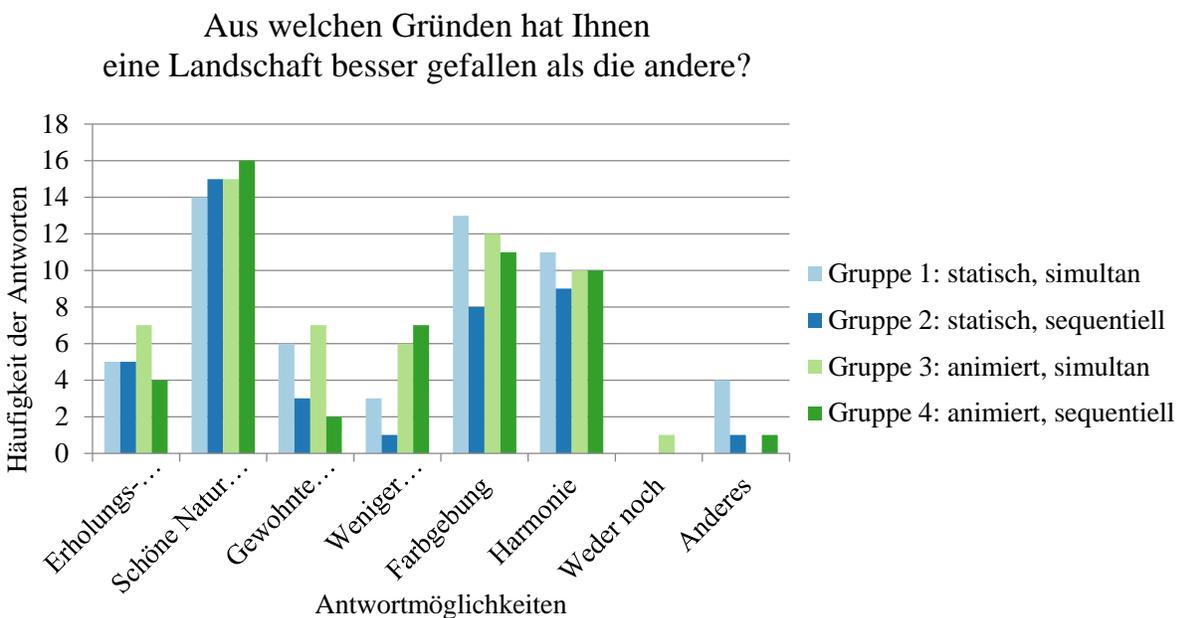


Abbildung 4-11 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach Gründen für die Präferenz zwischen den Landschaftsvisualisierungen (X-Achse).

Das Resultat zeigt deutlich, dass die schöne Natur und Umwelt über alle Gruppen hinweg am meisten gewählt wurde, danach folgen die Farbgebung sowie Harmonie. Weniger Infrastrukturen sowie die gewohnte Umgebung wurden fast gleich häufig gewählt.

Unter Anderes wurden von Gruppe 1 „Erinnerungen“, „nicht gewohnte Umgebung“, „weniger karg“ und „Windturbinenort“ genannt. In Bezug auf letzteres wurde in Gruppe 2 „Turbinen nicht im Wohngebiet“ erwähnt. In Gruppe 4 wurde schliesslich „Auflösung“ angemerkt.

Demzufolge waren sich die meisten ProbandInnen über die Gründe für die Präferenzen einig. Daraus ergibt sich die Frage, ob der Entscheid für eine Präferenz zwischen den Kombinationspaaren der Landschaftstypen für die ProbandInnen leicht oder doch eher schwierig war. Die Beantwortung dieser Frage erfolgte auf einer Skala von 1 sehr leicht, 4 gerade richtig bis 7 sehr schwierig. Abbildung 4-12 zeigt gruppenweise die gewählten Antworten auf der X-Achse und die entsprechenden Häufigkeiten auf der Y-Achse.

Wie schwierig war der Entscheid für die Präferenz zwischen jedem Paar der Landschaftsvisualisierungen?

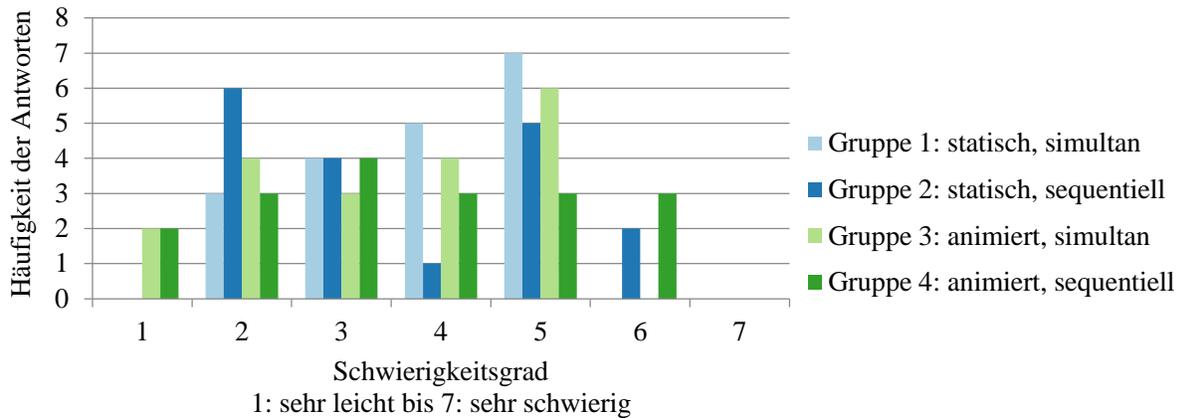


Abbildung 4-12 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach dem Schwierigkeitsgrad für die Präferenz zwischen Landschaftsvisualisierungen (X-Achse).

Das Resultat zeigt eine Streuung des Schwierigkeitsgrads von 1 bis 6 über alle Gruppen hinweg, wobei die meisten den Schwierigkeitsgrad 5 angaben. Bei diesem Schwierigkeitsgrad ist die Antworthäufigkeit beim simultanen Präsentationstyp höher als beim sequentiellen Präsentationstyp, was auf die unterschiedlichen Vergleichsweisen (detailliert vs. holistisch) des Präsentationstyps zurückzuführen sein könnte (Dhar 1996; Pfister et al. 2017). Beim Schwierigkeitsgrad 6 sind dafür nur die sequentiellen Präsentationstypen vertreten. Als sehr leicht wurde der Schwierigkeitsgrad von den Gruppen 3 und 4 mit dem animierten Visualisierungstyp angegeben.

Abbildung 4-13 zeigt die Mittelwerte der vier Gruppen. Auf der X-Achse sind die Gruppen und auf der Y-Achse die entsprechenden mittleren Schwierigkeitsgrade für die Entscheidung aufgetragen. Die Mittelwerte liegen im Bereich zwischen 3.42 bis 3.84, was nur auf kleine Unterschiede hinweist. Dabei fällt auf, dass die Gruppen 2 (SE=0.35, n=18) und 4 (SE= 0.39, n=18) des sequentiellen Präsentationstyps denselben Mittelwert von 3.61 aufweisen. Im Vergleich zu Gruppe 2 hat Gruppe 1 (M=3.84, SE=0.26, n=19) des simultanen Präsentationstyps einen höheren mittleren Schwierigkeitsgrad. Im Vergleich zu Gruppe 4 weist Gruppe 3 (M=3.42, SE=0.33, n=19), ebenfalls mit dem simultanen Präsentationstyp, allerdings einen tieferen mittleren Schwierigkeitsgrad auf. In Bezug auf die Visualisierungstypen ist ersichtlich, dass der mittlere Schwierigkeitsgrad der statischen Gruppen höher ist als bei den animierten Visualisierungstypen.

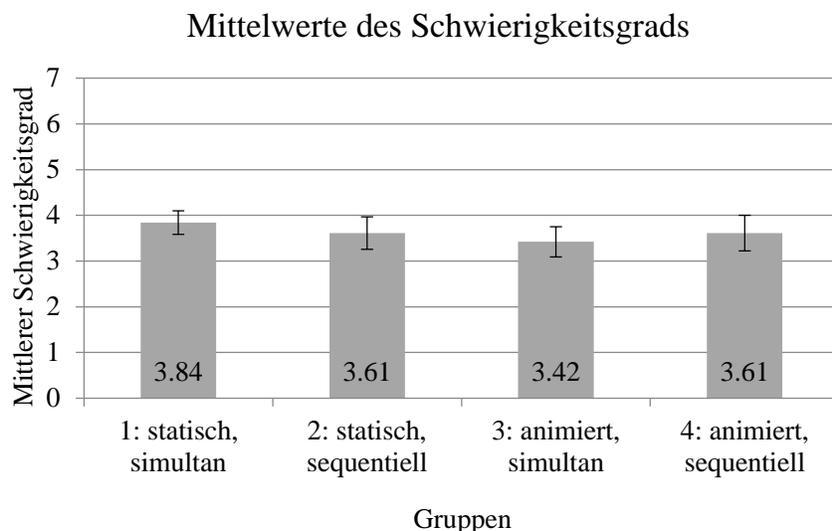


Abbildung 4-13 Mittlerer Schwierigkeitsgrad für die Präferenz (Y-Achse) pro Gruppe \pm 1 Standardfehler (X-Achse). Skala von 1: sehr leicht bis 7: sehr schwierig.

Um herauszufinden, wodurch dieses Muster erklärt werden könnte, wurden die ProbandInnen über ihr Erinnerungsvermögen befragt. Die Frage konnte entsprechend durch mehrere Angaben beantwortet werden. Als Antwortmöglichkeiten waren Objekte und Landschaftselemente aufgelistet, die einerseits in allen Landschaftstypen vorgekommen sind. Diese umfassten Freileitungsmasten, Seilbahn, landwirtschaftliche Nutzung, Windturbinen, Wolkenbewegung, Gebirge, Wald, Dorf/Siedlung, Skilift und Strassen/Feldwege. Andererseits wurde pro Landschaftstyp ein mögliches, aber nicht vorhandenes Landschaftselement aufgelistet. Dazu gehörten Brunnen, See und Kühe. Abbildung 4-14 zeigt gruppenweise die gewählten Antworten auf der X-Achse und die entsprechenden Häufigkeiten auf der Y-Achse.

Welche Landschaftselemente und Objekte haben Sie während des Experiments gesehen?

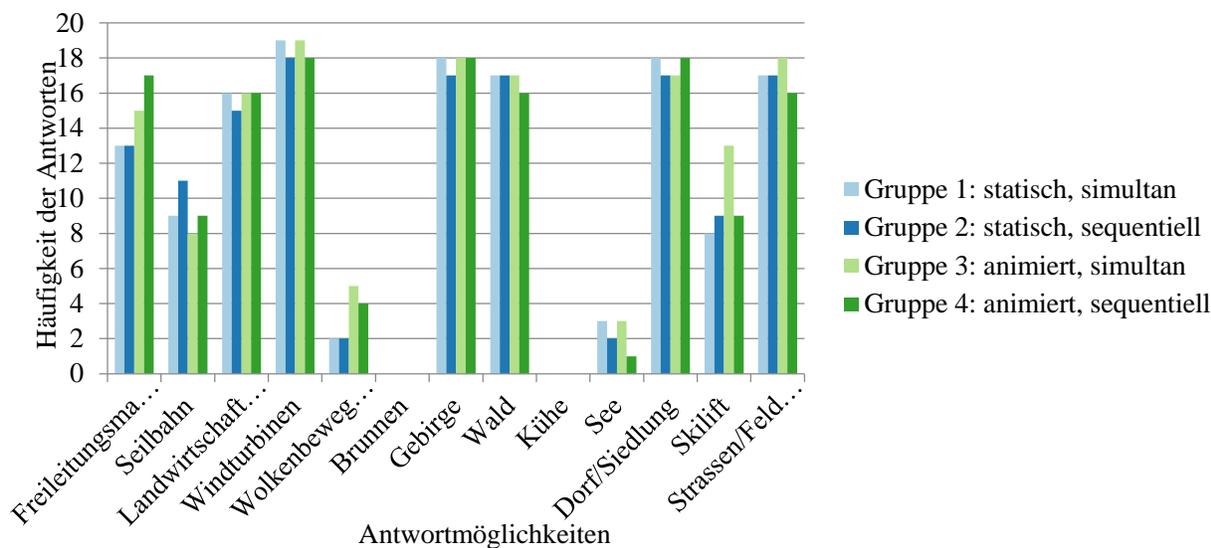


Abbildung 4-14 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage nach der Erinnerung an Landschaftselemente und Objekte (X-Achse).

Das Resultat zeigt ein homogenes Ergebnis. Fast alle ProbandInnen konnten sich vollständig an die vorhandenen Objekte und Landschaftselemente erinnern. Seilbahn und Skilift verzeichnen jeweils gut die Hälfte der Häufigkeiten. Gründe dafür könnten einerseits sein, dass der Unterschied zwischen den beiden in der Landschaftsvisualisierung nicht deutlich war, oder dass sich die ProbandInnen andererseits auf den Vordergrund konzentrierten, wo der Skilift war, oder auf den Hintergrund und damit die Seilbahn. Niemand hat die nicht vorhandenen Landschaftselemente und Objekte Brunnen und Kühe angegeben. In allen Gruppen gab es hingegen Voten für den ebenfalls nicht vorhandenen See, was mit der Farbgebung zu tun haben könnte. An die Windturbinen haben sich alle ProbandInnen erinnert, bei den Freileitungsmasten sind hingegen Unterschiede erkennbar. Aus den statischen Gruppen 1 und 2 konnten sich nicht so viele ProbandInnen an die Freileitungsmasten erinnern wie in den animierten Gruppen 3 und 4. An die Wolkenbewegung konnten sich aus den Gruppen 3 und 4 des animierten Visualisierungstyps nur wenige erinnern. Entsprechend die Annahme, dass die Wolkenbewegung von vielen gar nicht bemerkt wurde. Insgesamt 4 ProbandInnen aus den statischen Gruppen haben die Wolkenbewegung angegeben, obwohl sich die Wolken nicht bewegt hatten.

Schliesslich fragt sich, wie sich der Schwierigkeitsgrad und die Erinnerung auf die Präferenzen der Landschaftstypen ausgewirkt haben. Abbildung 4-15 zeigt auf der X-Achse die Gruppen und auf der

Y-Achse die Häufigkeiten für die Präferenzen von Landschaft 1 und 2 über alle Kombinationspaare hinweg.

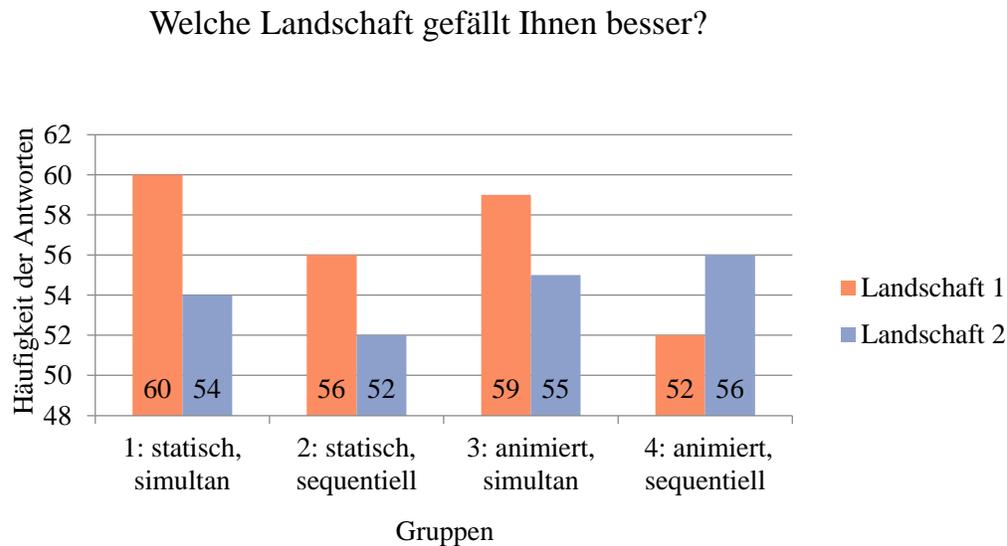


Abbildung 4-15 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage, ob Landschaft 1 oder 2 besser gefällt (X-Achse).

Das Resultat zeigt, dass in den Gruppen 1 und 3 des simultanen Präsentationstyps Landschaft 1 mit fast derselben Häufigkeit gegenüber Landschaft 2 präferiert wurde. Wie im Forschungskontext hergeleitet, können sich Präferenzen durch den Präsentationstyp ändern. Entsprechend wäre nun die Erwartung, dass der sequentielle Präsentationstyp einen Einfluss auf die Präferenz für Landschaft 1 oder 2 hat. Das Resultat der sequentiellen Gruppen 2 und 4 zeigt zunächst, dass die Häufigkeiten aufgrund der Gruppengrößen ($n=18$) tiefer sind. Im Hinblick auf Gruppe 2 wurde Landschaft 1 56 Mal präferiert und Landschaft 2 52 Mal. Interessanterweise verzeichnet Gruppe 4 dieselbe Präferenzhäufigkeit von 52 für Landschaft 1 sowie 56 für Landschaft 2. Diese Beobachtung könnte wie bei Pfister et al. (2017) beschrieben, als Präferenzumkehr gedeutet werden. Allerdings hier nicht aufgrund des Präsentations-, sondern des Visualisierungstyps.

Zum Thema Landschaft wurden die ProbandInnen weiter gefragt, in welchem Landschaftstyp sie Windturbinen präferieren. Damit die Antwort von allen gleichermassen beantwortet wurde, war zur Auswahl Jura, Mittelland und Alpen zusätzlich die dazugehörige Landschaftsvisualisierung dargestellt. Abbildung 4-16 zeigt gruppenweise auf der X-Achse die Landschaftstypen als Antwortmöglichkeiten und auf der Y-Achse die Häufigkeiten der Antworten.

In welchem Landschaftstyp präferieren Sie Windturbinen?

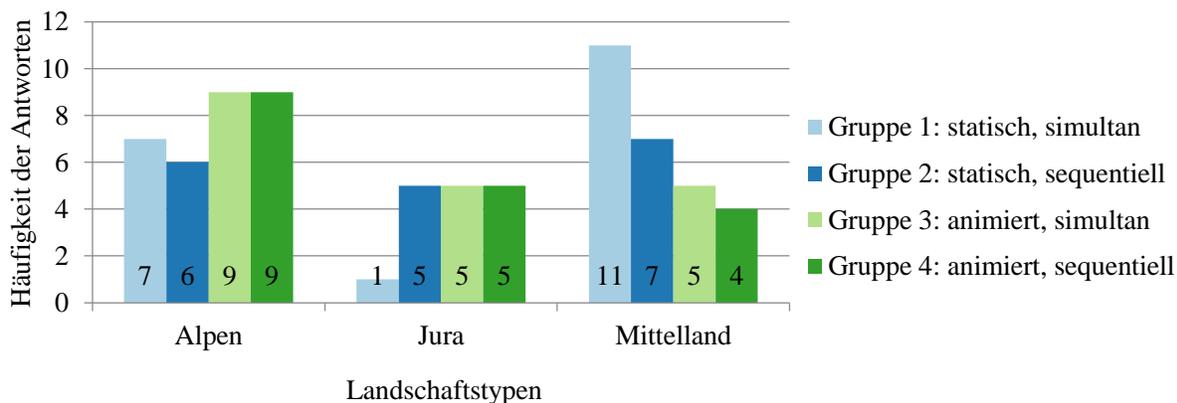


Abbildung 4-16 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage, in welchem Landschaftstyp Windturbinen präferiert werden (X-Achse).

Das Resultat zeigt, dass Windturbinen von 31 ProbandInnen, und damit von der Mehrheit, in den Alpen (Flims) präferiert werden. An zweiter Stelle werden Windturbinen im Mittelland (Siselen) von 27 ProbandInnen, und zuletzt von 16 ProbandInnen im Jura (Champoz) präferiert.

Um das *nimby* Phänomen zu überprüfen, wurden die ProbandInnen im Anschluss gefragt, in welchem Landschaftstyp sie am häufigsten ihre Freizeit verbringen. Abbildung 4-17 zeigt wiederum auf der X-Achse die Landschaftstypen als Antwortmöglichkeiten und auf der Y-Achse die Häufigkeiten der Antworten.

Wo verbringen Sie Ihre Freizeit am häufigsten?

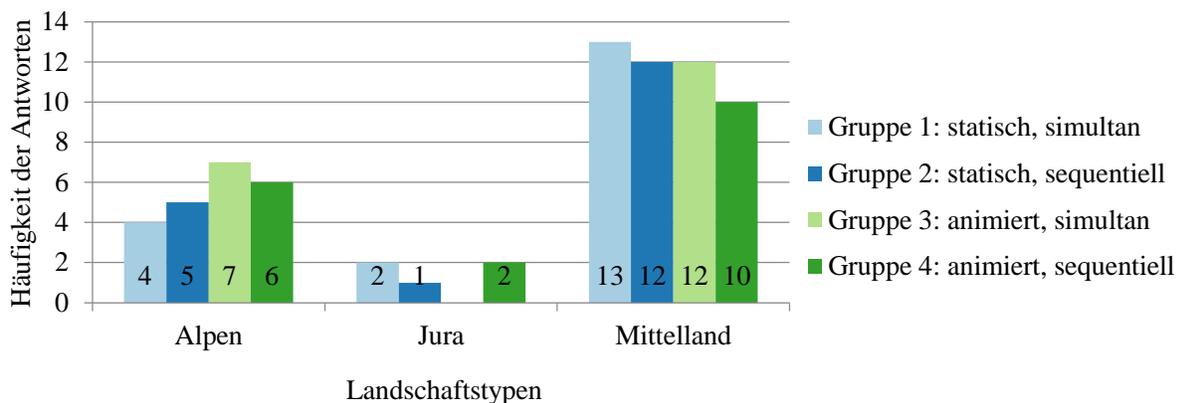


Abbildung 4-17 Antworthäufigkeiten (Y-Achse) pro Gruppe für die Frage, in welchem Landschaftstyp am häufigsten die Freizeit verbracht wird (X-Achse).

Das Resultat zeigt, dass 47 von 74 ProbandInnen die Freizeit im Mittelland verbringt und nur 5 ProbandInnen im Jura. Die Alpen als Freizeitort nehmen mit 22 Antworten den mittleren Rang ein.

Der Häufigkeitsvergleich zwischen präferiertem Landschaftstyp für die Windturbinen und der Freizeit legt nahe, dass sich der Freizeit- und Windturbinenstandort nicht ausschliessen. Die meisten ProbandInnen verbringen ihre Freizeit zwar im Mittelland und präferieren die Windturbinen in den Alpen. Allerdings ist die Präferenz für die Alpen mit 31 Stimmen nur leicht höher im Vergleich zu den 27 Stimmen für das Mittelland als Windturbinenstandort. Interessant sind die Angaben der Gruppen 3 und 4 des animierten Visualisierungstyps. Von diesen beiden Gruppen verbringen die meisten ProbandInnen ihre Freizeit im Mittelland, bevorzugen aber den alpinen Windturbinenstandort.

Abschliessend zu den Antworten auf die allgemeinen Fragen. Die zeitliche Dauer der Präsentation der Landschaftsvisualisierungen wurde von 43 ProbandInnen als genau richtig beantwortet. Ebenso gaben 38 ProbandInnen an, keine Erfahrungen mit Landschaftsvisualisierungen zu haben. Durch die Elektroden fühlten sich nur 2 von 74 ProbandInnen gestört. Aufgrund dieser Antworten wurden negative Einflüsse auf die Hautleitfähigkeit und damit die emotionalen Reaktionen ausgeschlossen.

4.2 Erhebung der Emotion durch SAM

Nachdem das Experiment gestartet wurde und die ProbandInnen die Demographie Fragen beantwortet hatten, haben sie eine Geschichte gelesen. Nach dieser Geschichte wurde die Gefühlslage anhand der SAM Dimensionen gemessen. Tabelle 4-2 zeigt die durchschnittliche Gefühlslage der ProbandInnen für die Dimensionen Freude, Erregung und Dominanz (für die vollständigen deskriptiven Statistiken siehe Anhang F.1).

Die ProbandInnen bewerteten ihren emotionalen Zustand der Dimensionen Freude (M=6.76) und Dominanz (M=6.45) durchschnittlich ähnlich. Im Vergleich dazu weist die Erregung (M=4.53) einen etwas tieferen Mittelwert auf. Der Levene-Test sagt aus, dass die Varianzen in allen SAM Dimensionen homogen sind.

Tabelle 4-2 Zusammenfassende deskriptive Statistik sowie Test auf Varianzhomogenität der SAM Dimensionen für n=74 ProbandInnen. M (total) bezieht sich auf den Mittelwert aller ProbandInnen.

Deskriptive Statistiken			Levene-Test der Varianzhomogenität	
SAM Dimensionen	M (Total)	SE	F Wert für F(3,70)	p Wert
Freude 1 traurig bis 9 fröhlich	6.76	0.12	.185	.906
Erregung 1 still bis 9 aktiv	4.53	0.53	.569	.637
Dominanz 1 abhängig bis 9 unabhängig	6.45	0.21	.776	.511

Diese Messung der Gefühlslage mit SAM diente als Ausgangslage für die Emotion. Um zu untersuchen, ob sich die SAM Dimensionen zwischen den ProbandInnen signifikant unterscheiden, wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Die Resultate aus der Varianzanalyse (Tabelle 4-3) zeigen, dass die SAM Dimensionen der ProbandInnen nach der Geschichte keine signifikanten Unterschiede aufwiesen (für die vollständigen Statistiken siehe Anhang F.1). Diese Erkenntnis ist entscheidend, weil damit Änderungen der Gefühlslage während des Experiments durch die emotionale Reaktion auf die präsentierten Landschaftsvisualisierungen erklärt werden können.

Tabelle 4-3 Resultate der Tests für Zwischensubjekteffekte von n=74 ProbandInnen der Faktoren Präsentationstyp (simultan, sequentiell), Visualisierungstyp (statisch, animiert) und Interaktion (Präsentations- und Visualisierungstyp) auf die SAM Dimensionen als abhängige Variablen.

Abhängige Variablen	Faktoren	Mittel der Quadrate	F Wert für F(1,70)	p Wert
Freude	Präsentationstyp	.974	.882	.351
	Visualisierungstyp	.901	.816	.369
	Interaktion	.523	.473	.494
Erregung	Präsentationstyp	.222	.070	.792
	Visualisierungstyp	1.266	.398	.530
	Interaktion	8.617	2.711	.104
Dominanz	Präsentationstyp	.205	.065	.799
	Visualisierungstyp	8.507	2.714	.104
	Interaktion	.183	.058	.810

4.3 Einfluss des Präsentations- und Visualisierungstyps

Zuvor wurde gezeigt, dass die Gefühlslage der ProbandInnen keine signifikanten Unterschiede aufwiesen. Alle später gemessenen Veränderungen der Emotion sind deshalb durch die Präsentation der Landschaftsvisualisierungen erklärbar.

Die Landschaftsvisualisierungen wurden simultan und sequentiell (Präsentationstyp) sowie statisch und animiert (Visualisierungstyp) präsentiert. Der Einfluss des Präsentations- und Visualisierungstyps auf die emotionale Reaktion wurde auf zwei Arten erhoben. Erstens durch drei Fragen im Wahrnehmungsfragebogen nach der Präsentation der Landschaftsvisualisierungen. Und zweitens durch die Messung der Hautleitfähigkeit während der Präsentation der Landschaftsvisualisierungen als emotionale Reaktion. Tabelle 4-4 zeigt die Resultate der Fragen über die Wahrnehmung sowie der nSCR Werte (für die vollständigen deskriptiven Statistiken siehe Anhang F.2).

Die Windturbinen wurden durchschnittlich stark wahrgenommen (M=6.12), die Auswirkung auf die Landschaft wurde mit einem mittleren Auswirkungsgrad (M=4.91) bewertet. Die emotionale Beeinflussung fällt durchschnittlich gering aus (M=3.6) und die gemessene emotionale Reaktion für die Landschaftstypen beträgt im Mittel für nSCR 4.52. Der Levene-Test zeigt für die Daten der Wahrnehmung der Windturbinen mit $p=.044^*$ eine leichte Verletzung der Varianzhomogenität, wird in diesem Fall aber nicht weiter berücksichtigt. Für die anderen Daten liegt die Varianzhomogenität vor.

Tabelle 4-4 Zusammenfassende deskriptive Statistik sowie Test auf Varianzhomogenität ausgewählter Fragen aus dem Wahrnehmungsfragebogen und nSCR (emotionale Reaktion) für n=74 ProbandInnen. M (total) bezieht sich auf den Mittelwert aller ProbandInnen.

Deskriptive Statistiken			Levene-Test der Varianzhomogenität	
Wahrnehmungsfragen und nSCR	M (Total)	SE	F Wert für F(3,70)	p Wert
Wie sehr haben Sie die Windturbinen wahrgenommen? 1 gar nicht bis 7 sehr stark	6.12	0.132	2.840	.044*
Wie sehr wirken sich die Windturbinen auf die Landschaft aus? 1 gar nicht bis 7 sehr stark	4.91	0.18	1.359	.262
Wie sehr haben Sie sich durch die Windturbinen emotional beeinflusst gefühlt? 1 gar nicht bis 7 sehr stark	3.60	0.20	.941	.425
nSCR	4.52	0.36	.980	.407

Nachdem die totalen Mittelwerte der Antworten in den Wahrnehmungsfragen sowie die emotionale Reaktion (nSCR) über alle ProbandInnen erläutert wurden, erlauben die nachfolgenden Abbildungen einen Überblick der einzelnen Gruppenkonditionen.

Abbildung 4-18 illustriert, dass sich der mittlere Wahrnehmungsgrad der Windturbinen im simultanen Präsentationstyp von den statischen und animierten Visualisierungstypen nur um 0.06 unterscheidet ($M=6.26$ vs. $M=6.32$). Beim sequentiellen Präsentationstyp wurde der Wahrnehmungsgrad im Mittel als geringer bewertet, auch hier ist der Unterschied zwischen den Visualisierungstypen klein ($M=6.06$ vs. $M=5.83$). Die Abweichung beträgt jeweils $MQ=0.35$. Der mittlere Wahrnehmungsgrad ist für den Präsentations- und Visualisierungstyp fast identisch.

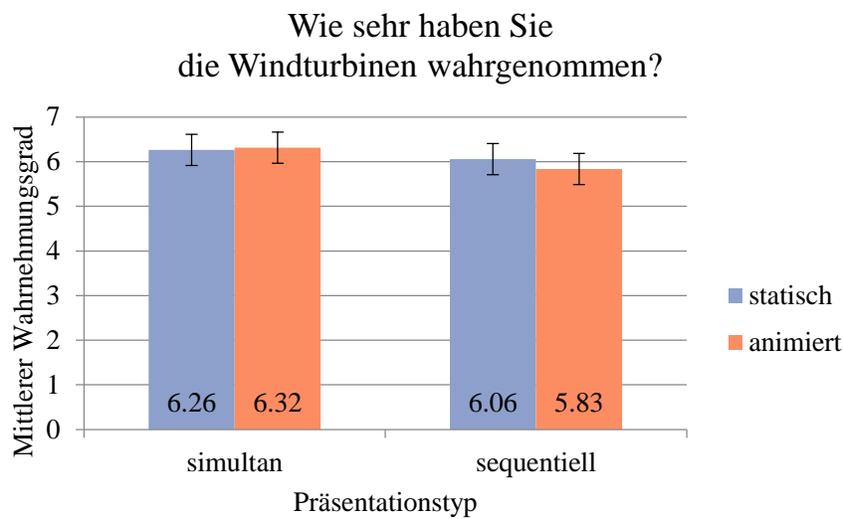


Abbildung 4-18 Mittlerer Wahrnehmungsgrad der Windturbinen (Y-Achse) für den Präsentationstyp ± 1 Mittel der Quadrate (X-Achse) und Visualisierungstyp. Skala von 1: gar nicht bis 7: sehr stark wahrgenommen.

Als nächstes betrachten wir die Bewertung für den mittleren Auswirkungsgrad der Windturbinen auf die Landschaft (Abbildung 4-19). Hier sind beim simultanen Präsentationstyp zwischen dem statischen ($M=4.26$) und animierten ($M=4.84$) Visualisierungstyp etwas grössere Unterschiede erkennbar als beim sequentiellen Präsentationstyp ($M=5.33$ vs. $M=5.22$). Der mittlere Auswirkungsgrad wurde beim sequentiellen Präsentationstyp für beide Visualisierungstypen höher bewertet als beim simultanen, was auf einen Einfluss des sequentiellen Präsentationstyps hinweist. Die Abweichung in den Daten beträgt $MQ=2.2$.

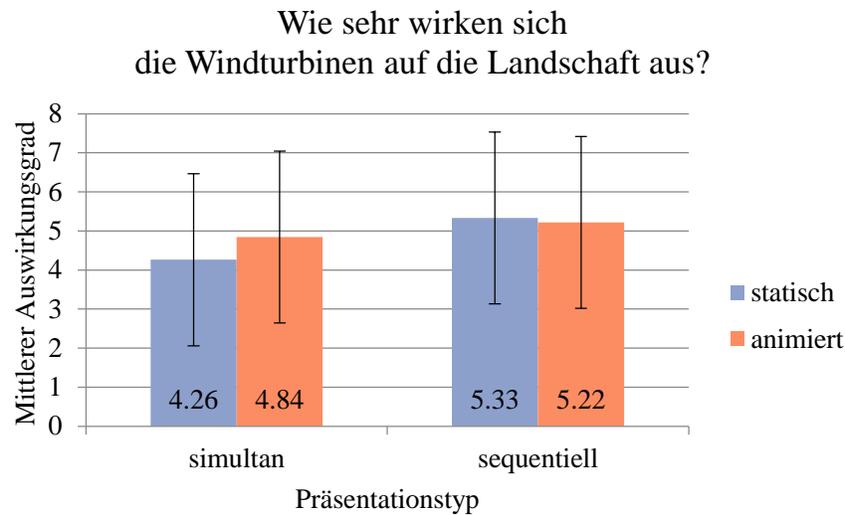


Abbildung 4-19 Mittlerer Auswirkungsgrad der Windturbinen auf die Landschaft (Y-Achse) für den Präsentationstyp ± 1 Mittel der Quadrate (X-Achse) und Visualisierungstyp. Skala von 1: gar nicht bis 7: sehr starke Auswirkung.

Die Resultate der mittleren emotionalen Beeinflussung durch die Windturbinen sind in der nächsten Abbildung 4-20 dargestellt. Der mittlere Beeinflussungsgrad unterscheidet sich im simultanen Präsentationstyp zwischen dem statischen ($M=2.84$) und animierten ($M=3.53$) Visualisierungstyp stärker als beim sequentiellen Präsentationstyp ($M=3.94$ vs. $M=4.11$). Die emotionale Beeinflussung wurde jedoch beim sequentiellen Präsentationstyp für beide Visualisierungstypen durchschnittlich höher bewertet, wodurch sich wieder der Präsentationstyp bemerkbar macht. Die Abweichung beträgt jeweils $MQ=1.24$.

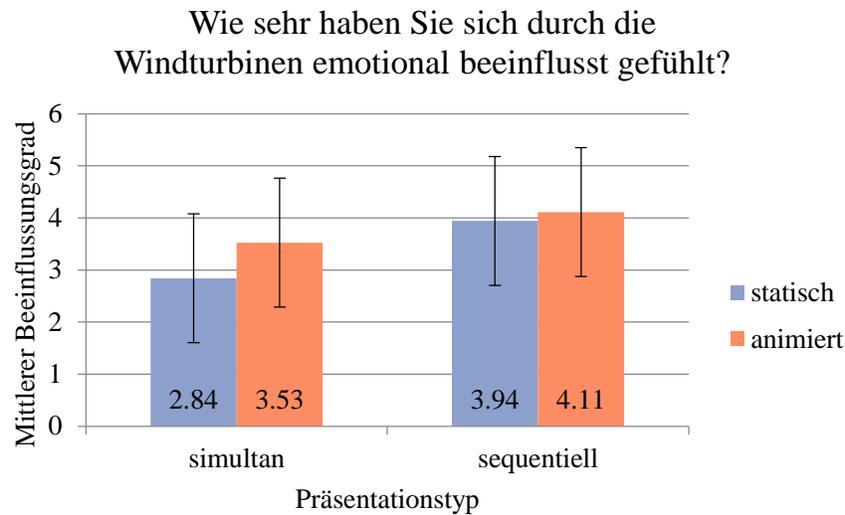


Abbildung 4-20 Mittlerer emotionaler Beeinflussungsgrad durch die Windturbinen (Y-Achse) für den Präsentationstyp ± 1 Mittel der Quadrate (X-Achse) und Visualisierungstyp. Skala von 1: gar nicht bis 7: sehr stark emotional beeinflusst.

Nun stellt sich die Frage, ob der vom Fragebogen berechnete mittlere emotionale Beeinflussungsgrad mit der Messung der emotionalen Reaktion (nSCR) übereinstimmt.

Abbildung 4-21 illustriert die nSCR Mittelwerte. Auch hier sieht man, dass die emotionale Reaktion beim sequentiellen Präsentationstyp (statisch $M=4.48$, animiert $M=5.7$) höher ist als beim simultanen Präsentationstyp (statisch $M=3.78$, animiert $M=4.16$). Die Abweichung in den Daten beträgt jeweils $MQ=2.22$.

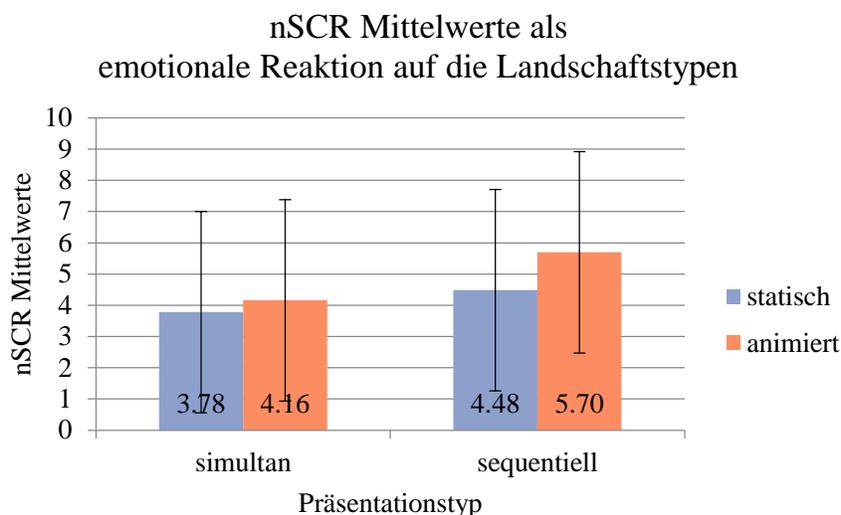


Abbildung 4-21 nSCR Mittelwerte als emotionale Reaktion (Y-Achse) für den Präsentationstyp \pm 1 Mittel der Quadrate (X-Achse) und Visualisierungstyp.

Zusammenfassend haben diese Abbildungen gezeigt, dass sich die mittleren Bewertungen der ProbandInnen sowie die gemessene emotionale Reaktion (nSCR) primär durch den Präsentations- und sekundär durch den Visualisierungstyp unterscheiden. Um die Wirkung dieser beiden Faktoren auf die Wahrnehmungsfragen sowie nSCR zu untersuchen, wurde als nächster Schritt eine Varianzanalyse durchgeführt.

Tabelle 4-5 fasst die Resultate zusammen (für die vollständigen Statistiken siehe Anhang F.2). Die Ergebnisse zeigen nicht signifikante und signifikante Unterschiede. Die Wahrnehmung der Windturbinen sowie die als nSCR gemessene emotionale Reaktion weisen keine statistisch signifikanten Unterschiede auf, die durch den Präsentations- und Visualisierungstyp oder die Interaktion der beiden erklärbar sind. Hingegen sind die Bewertungen über die Auswirkung der Windturbinen auf die Landschaft sowie die emotionale Beeinflussung durch die Windturbinen durch statistisch signifikante Unterschiede gekennzeichnet, worauf nun eingegangen wird.

Tabelle 4-5 Resultate der Tests für Zwischensubjekteffekte von n=74 ProbandInnen der Faktoren Präsentationstyp (simultan, sequentiell), Visualisierungstyp (statisch, animiert) und Interaktion (Präsentations- und Visualisierungstyp) auf ausgewählte Fragen aus dem Wahrnehmungsfragebogen und nSCR als abhängige Variablen.

Abhängige Variablen	Faktoren	Mittel der Quadrate	F Wert für F(1,70)	p Wert	ω^2
Wahrnehmung der	Präsentationstyp	2.201	1.689	.198	

Abhängige Variablen	Faktoren	Mittel der Quadrate	F Wert für F(1,70)	p Wert	ω^2
Windturbinen	Visualisierungstyp	.133	.102	.750	
	Interaktion	.349	.268	.606	
Auswirkung der Windturbinen auf die Landschaft	Präsentationstyp	9.721	4.019	.049*	.004
	Visualisierungstyp	1.012	.418	.520	
	Interaktion	2.201	.910	.343	
Emotionale Beeinflussung durch die Windturbinen	Präsentationstyp	13.155	4.651	.034*	.009
	Visualisierungstyp	3.346	1.183	.280	
	Interaktion	1.238	.438	.510	
nSCR	Präsentationstyp	23.135	2.521	.117	
	Visualisierungstyp	11.673	1.272	.263	
	Interaktion	3.224	.351	.555	

Der signifikante Unterschied bei der Auswirkung der Windturbinen auf die Landschaft bezieht sich dabei auf den Präsentationstyp ($F(1,70)=4.019$, $p=.049^*$). Die Signifikanz liegt nur knapp unterhalb des Signifikanzniveaus von .05, weshalb sich die Frage stellt, ob man diesen Unterschied überhaupt berücksichtigen sollte. Um diese Frage zu beantworten, wurde die Effektgrösse berechnet. Nach Field (2013) quantifiziert die Effektgrösse die Wichtigkeit von einem Effekt zwischen Variablen und es gelten für ω^2 folgende Effektgrössen: .01= klein, .06= mittel und .14= grosser Effekt (Field 2013).

Für den signifikanten Unterschied durch den Präsentationstyp auf die Auswirkung der Windturbinen beträgt $\omega^2=.004$, was einem sehr kleinen Effekt entspricht (Field 2013). Daraus lässt sich schliessen, dass trotz knapper Signifikanz dennoch ein kleiner Unterschied durch den Präsentationstyp auf die bewertete Auswirkung der Windturbinen vorliegt.

Bei der Betrachtung der emotionalen Beeinflussung durch die Windturbinen zeigt sich, dass auch hier der Präsentationstyp zu einem signifikanten Unterschied ($F(1,70)=4.651$, $p=.034^*$) geführt hat. Der Effekt des Präsentationstyps ist mit $\omega^2=.009$ ein fast kleiner Effekt (Field 2013).

Die Resultate aus der Varianzanalyse zeigen, dass der Faktor Präsentationstyp einen signifikanten Einfluss auf die Bewertungen dieser beiden abhängigen Variablen hatte.

Weil die emotionale Reaktion (nSCR) allerdings keine signifikanten Unterschiede zeigte, wurden in einem weiteren Schritt unabhängig von Präsentations- und Visualisierungstyp Zusammenhänge zwischen der Emotion und Bewertungen aus den Fragebögen untersucht.

4.4 Korrelationen zwischen SAM, nSCR und Wahrnehmungsfragen

Für die Untersuchung der Zusammenhänge wurde eine Korrelationsanalyse zwischen ausgewählten Variablen durchgeführt. Dazu gehören die SAM Dimensionen, nSCR sowie die emotionale Beeinflussung durch die Windturbinen für die Abdeckung der Emotion. Weiter wurden Zusammenhänge zwischen nSCR und der Bewertung des Realitäts- sowie des Schwierigkeitsgrads aus dem Wahrnehmungsfragebogen untersucht.

Tabelle 4-6 stellt das Resultat der Korrelationsanalyse dar (für die deskriptive Statistik siehe Anhang F.3). Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass gewisse Variablen signifikant miteinander korrelieren und andere nicht. Für den Schwierigkeitsgrad wurde ein Zusammenhang mit den SAM Dimensionen oder nSCR Werten erwartet. Allerdings korreliert der Schwierigkeitsgrad für die Entscheidung der Präferenzen zwischen den Landschaftsvisualisierungen mit keiner der überprüften Variablen. Auch die SAM Dimensionen Freude, Erregung und Dominanz zeigen untereinander keine Zusammenhänge auf.

Tabelle 4-6 Übersicht der Zusammenhänge zwischen den Variablen aus der Korrelationsanalyse für n=74 ProbandInnen. Die obere Zeile entspricht der Korrelation nach Pearson (r) und beschreibt die Stärke des Zusammenhangs sowie die Richtung des Zusammenhangs durch das Vorzeichen. Die untere Zeile entspricht der statistischen Signifikanz des Zusammenhangs (p).

	Freude	Erregung	Dominanz	nSCR	Realitätsgrad	Emotionale Beeinflussung	Schwierigkeitsgrad
Freude							
r		-.210	-.074	.043	.047	.044	-.156
p		.073	.531	.719	.694	.713	.184
Erregung							
r			-.123	-.041	-.370**	.057	-.077
p			.295	.727	.001	.628	.512
Dominanz							
r				.265*	.031	-.296*	-.217
p				.023	.796	.011	.063
nSCR							
r					-.030	-.270*	.044
p					.803	.020	.710

	Freude	Erregung	Dominanz	nSCR	Realitätsgrad	Emotionale Beeinflussung	Schwierigkeits- grad
Realitätsgrad							
r						-.021	.043
p						.862	.716
Emotionale Beeinflussung							
r							.032
p							.787

Wie bereits erklärt, wurde die Gefühlslage mit SAM vor der Präsentation der Landschaftsvisualisierungen abgefragt. Weil in der Bewertung der Gefühlslage keine Unterschiede ersichtlich waren, können emotionale Veränderungen durch die Präsentation der Landschaftsvisualisierungen erklärt werden. Die Resultate aus der Tabelle beschreiben Zusammenhänge zwischen der SAM Gefühlslage am Anfang, den nSCR Werten sowie der Bewertung der emotionalen Beeinflussung. Die SAM Dimension Erregung zeigt einen signifikanten Zusammenhang mit dem Realitätsgrad auf und die Dimension Dominanz ist gleich mit zwei Variablen durch einen signifikanten Zusammenhang gekennzeichnet. Einerseits mit nSCR und andererseits mit der emotionalen Beeinflussung durch die Windturbinen. Auch diese beiden Variablen, nSCR und die emotionale Beeinflussung, hängen zusammen.

Die nachfolgenden Abbildungen erklären diese vier Zusammenhänge, in Tabelle 4-6 grau markiert, genauer. Pearson's r beschreibt die Stärke des Zusammenhangs, die zudem auch als Effektstärke dient (Field 2013). Nach Field (2013) gelten folgende Effektstärken: $r=.1$ klein, $r=.3$ mittel $r=.5$ grosser Effekt. Das Vorzeichen bezeichnet die Richtung des Zusammenhangs, wobei das Minuszeichen einen negativen und das Pluszeichen einen positiven Zusammenhang kennzeichnet. Beginnen wir bei der Bewertung der SAM Dimensionen zu Beginn des Experiments und deren Zusammenhang mit den Bewertungen im Wahrnehmungsfragebogen.

Abbildung 4-22 repräsentiert eine negative Korrelation mittlerer bis grosser Stärke zwischen der SAM Erregung und dem bewerteten Realitätsgrad ($r = -.370^{**}$, $p = .001$). Das heisst je stiller sich die ProbandInnen fühlten, desto höher wurde der Realitätsgrad der Landschaftsvisualisierungen eingestuft. Aus dem negativen Zusammenhang ergibt sich je aktiver die ProbandInnen waren, desto tiefer wurde der Realitätsgrad bewertet.

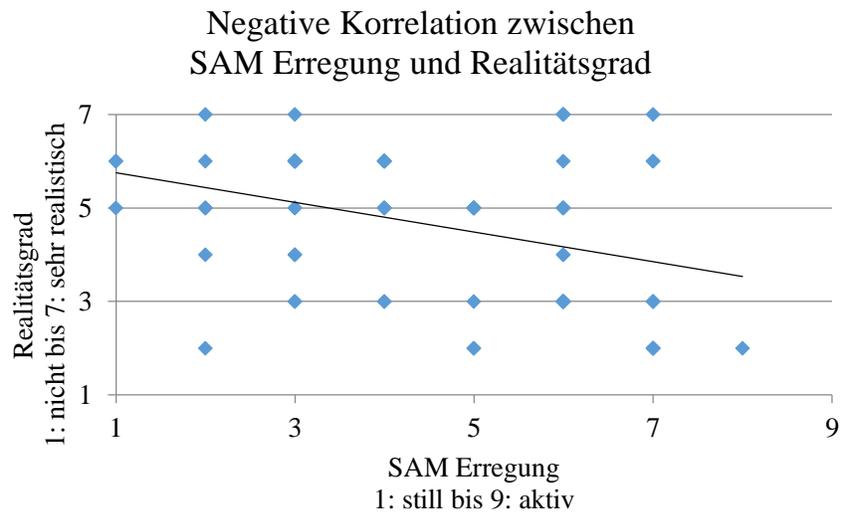


Abbildung 4-22 Negativer Zusammenhang mit einem mittleren bis grossen Effekt ($r = -.370^{**}$, $p = .001$) zwischen SAM Erregung (X-Achse) und Realitätsgrad der Landschaftsvisualisierungen (Y-Achse).

Weiter zeigt Abbildung 4-23 eine negative Korrelation mittlerer Stärke ($r = -.296^*$, $p = .011$) zwischen der SAM Dimension Dominanz und der Bewertung der emotionalen Beeinflussung durch die Windturbinen. Das heisst je abhängiger sich die ProbandInnen fühlten, desto höher war die emotionale Beeinflussung. Aufgrund des negativen Zusammenhangs gilt auch je unabhängiger sich die ProbandInnen fühlten, desto niedriger war die emotionale Beeinflussung.

Negative Korrelation zwischen SAM Dominanz und der emotionalen Beeinflussung durch die Windturbinen

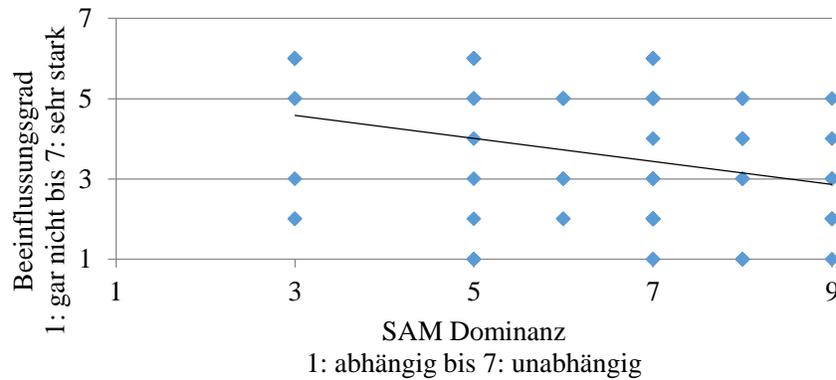


Abbildung 4-23 Negativer Zusammenhang mittleren Effekts ($r = -.296^*$, $p = .011$) zwischen SAM Dominanz (X-Achse) und dem emotionalen Beeinflussungsgrad (Y-Achse).

Die SAM Dimension Dominanz korreliert zudem mit den nSCR Mittelwerten (Abbildung 4-24). Der Zusammenhang ist durch eine mittlere Stärke charakterisiert und ist positiv ($r = .265^*$, $p = .023$). Je abhängiger sich die ProbandInnen fühlten, desto tiefer waren ihre nSCR Werte als emotionale Reaktion auf die Landschaftsvisualisierungen. Aufgrund des positiven Zusammenhangs gilt auch je unabhängiger die Gefühlslage bewertet wurde, desto höher waren die nSCR Werte. Dieses Erkenntnis widerspricht sich interessanterweise mit der Bewertung der emotionalen Beeinflussung aus der vorherigen Abbildung 4-23, wo die Korrelation mit der SAM Dominanz negativ war.

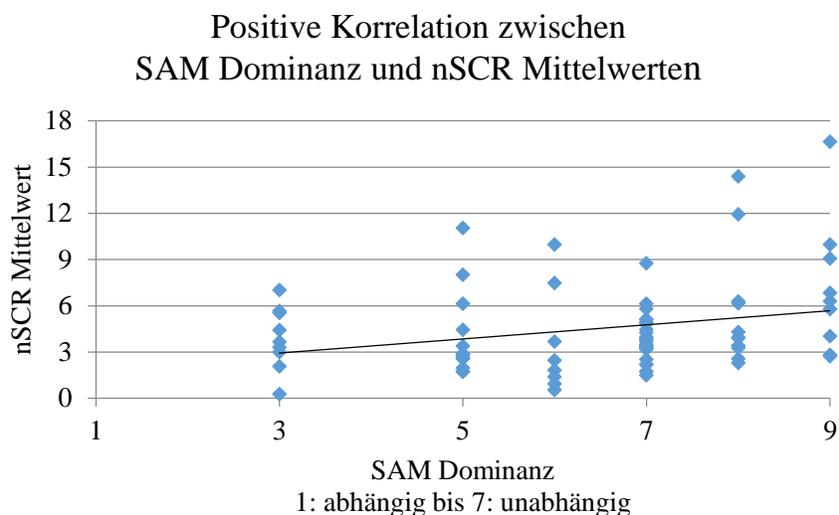


Abbildung 4-24 Positiver Zusammenhang mit fast mittlerem Effekt ($r=.265^*$, $p=.023$) zwischen SAM Dominanz (X-Achse) und den nSCR Mittelwerten der Landschaftsvisualisierungen (Y-Achse).

Aus der obigen Beobachtung stellt sich die Frage, wie denn die nSCR Werte mit der emotionalen Beeinflussung zusammenhängen. Abbildung 4-25 liefert hierzu die Antwort. Der Zusammenhang ist negativ und weist fast eine mittlere Stärke auf ($r= -.270^*$, $p=.020$). Je tiefer die nSCR Mittelwerte für die Landschaftsvisualisierungen waren, desto höher war die emotionale Beeinflussung durch die Windturbinen. Entsprechend dem negativen Zusammenhang gilt auch je höher die nSCR Mittelwerte waren, desto tiefer wurde die emotionale Beeinflussung bewertet.

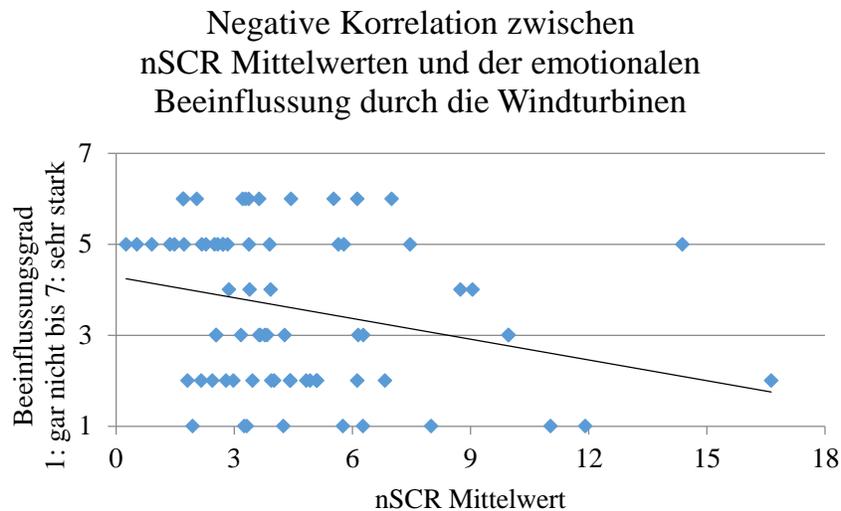


Abbildung 4-25 Negativer Zusammenhang fast mittleren Effekts ($r = -.270^*$, $p = .020$) zwischen nSCR Mittelwerten der Landschaftsvisualisierungen (X-Achse) und dem emotionalen Beeinflussungsgrad (Y-Achse).

Alle beschriebenen Zusammenhänge in den Daten wurden durch Pearson's r beschrieben. Ein anderer, viel verwendeter Korrelationskoeffizient ist derjenige von Spearman (Field 2013). Um sicher zu gehen, dass sich die Resultate durch die Auswahl der Korrelationskoeffizienten nicht verändern, wurden die Korrelationen zusätzlich durch Spearman überprüft. Dabei hat sich gezeigt, dass sich die r und p Werte zwar leicht nach oben und unten ändern, dass jedoch keine Unterschiede in den Signifikanzen auftreten.

Nachdem die Unterschiede durch den Präsentations- und Visualisierungstyp sowie Korrelationen zwischen der Emotion und Bewertungen aus den Fragebögen untersucht wurden, widmen wir uns nun den Landschaftstypen. Um herauszufinden, wie sich die nSCR Werte und Präferenzen in Bezug auf die Landschaftstypen verhalten, wurde in einem weiteren Schritt eine Ähnlichkeitsanalyse durchgeführt.

4.5 Ähnlichkeiten der nSCR Werte und Präferenzen der Landschaftstypen

Die Ähnlichkeitsanalyse beruht auf der Methode der multidimensionalen Skalierung (engl. *Multidimensional Scaling*, MDS). MDS stellt die psychologische Struktur von Stimuli in einem Wahrnehmungsraum dar (Shepard 1980; Backhaus 2011), indem die Stimuli auf einer räumlichen Karte als Datenpunkte mit verschiedenen Dimensionen strukturiert dargestellt werden. Die Distanzen zwischen den Datenpunkten repräsentieren dabei die subjektiv wahrgenommene Ähnlichkeit beziehungsweise Unähnlichkeit. Je kleiner die Distanz zwischen den Punkten auf der Karte, desto ähnlicher sind sich die

Punkte. Und je grösser die Distanz ist, desto unähnlicher sind sie sich (Jaworska & Chupetlovska-Anastasova 2009; Backhaus 2011). Diese auf Distanz basierte Darstellung der Daten wird durch Stress-Masse ergänzt, die die Passgenauigkeit der Daten auf das Modell beschreiben. Dabei gilt je kleiner die Stress-Masse sind, desto kleiner ist die Abweichung zwischen der subjektiven Wahrnehmung und den berechneten Distanzen im Modell, und desto besser ist die Lösung. Kruskal's Stress-1 ist ein viel verwendetes Stress-Mass (Backhaus 2011), wobei folgende Gütemasse gelten: .2= gering, .1=ausreichend, .05=gut, .025= ausgezeichnet und .0=perfekt (Kruskal 1964). Weiter kann der normalisierte Rohstress hinzugezogen werden, der den Anteil der nicht erklärten Varianz durch die räumlichen Distanzen im Modell repräsentiert (Borg & Groenen 1997). Für die vollständigen Gütemasse siehe Anhang F.4 und F.6.

Für diese räumliche Darstellung des Einflusses der Landschaftstypen auf die emotionale Reaktion und die Präferenzen dienten zwei Datengrundlagen. Einerseits die nSCR Werte als Reaktion auf die im Experiment präsentierten Landschaftstyp Kombinationen, und andererseits die Präferenzen für die Landschaftstypen für alle vier Gruppen. In den folgenden Abschnitten werden MDS Lösungen präsentiert, die aufgrund der Distanzen zwischen den Datenpunkten die Ähnlichkeit beziehungsweise Unähnlichkeit dieser Variablen darstellen. Dazu wird jeweils zuerst die 2D Lösung und darauf folgend die 1D Lösung mit den Stress-Massen erläutert.

4.5.1 nSCR als emotionale Reaktion auf die Landschaftstypen

Abbildung 4-26 zeigt die Anordnung der Landschaftstypen bezüglich ihrer nSCR Werte für alle Gruppen in einem 2D Raum.

Dabei ist eine Gruppierung der Landschaftstypen um den Mittelpunkt erkennbar, die durch die Einkreisung verdeutlicht wird. In allen Kreisen sind drei Muster ersichtlich. Erstens ist die Abfolge der Gruppen immer dieselbe. Im Uhrzeigersinn kommt jeweils Gruppe 3 zuerst, gefolgt von den Gruppen 1, 2 und 4. Zweitens sind die Distanzen zwischen den Datenpunkten in den Kreisen immer dieselben. Die Gruppe 1, 2 und 3 weisen zueinander gleich kurze Distanzen auf, Gruppe 4 fällt mit etwas grösserer Distanz zu Gruppe 2 auf. Die Distanz zwischen Gruppe 3 und 4 ist am grössten. Drittens sind die Landschaftstypen in jedem Kreis anders verteilt, sodass kein sich wiederholendes Muster ersichtlich ist.

Folglich besagen diese drei Muster, dass die emotionale Reaktion auf die Landschaftstypen über alle Gruppen hinweg robust ist. Zudem lässt sich die Beobachtung, dass Gruppe 3 und 4 aufgrund der grössten Distanz zueinander unähnlich auf die Landschaftstypen reagiert haben, teilweise durch das Resultat aus der Varianzanalyse erklären. Dort haben wir bereits gesehen, dass der Präsentationstyp zu statistisch signifikanten Unterschieden geführt hat. In dieser 2D Anordnung ist dieser Einfluss allerdings nur beim animierten Visualisierungstyp und nicht bei den statischen Gruppen 1 und 2 ersichtlich.

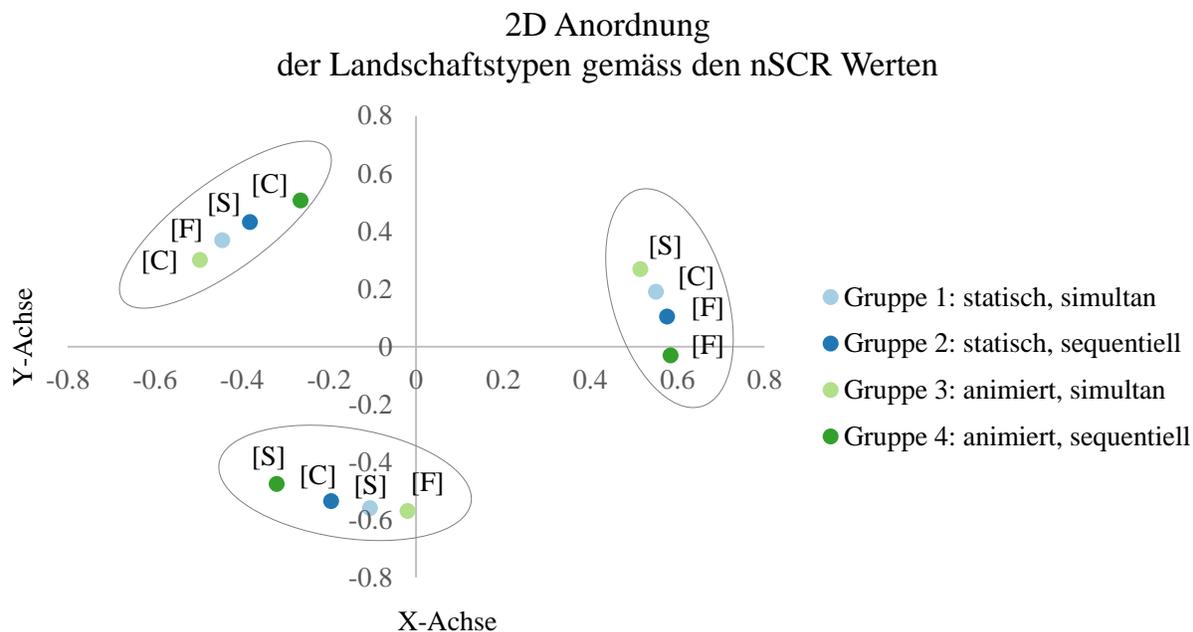


Abbildung 4-26 Anordnung der Landschaftstypen entsprechend der nSCR Werte in einem 2D Raum, repräsentiert durch die X-Achse und die Y-Achse. Die Landschaftstypen sind wie folgt abgekürzt: [F] steht für Flims (Alpen), [S] für Siselen (Mittelland) und [C] für Champoz (Jura).

Die Gütekriterien dieser 2D MDS Lösung sind in Tabelle 4-7 aufgelistet. Der normalisierte Rohstress besagt für alle Gruppen, dass jeweils der Anteil der nicht erklärten Varianz im Modell in einem sehr tiefen Bereich von .006% bis .007% liegt. Auch die Stress-I Werte liegen alle in einem fast perfekten Bereich (Kruskal 1964). Diese beiden Resultate sprechen dafür, dass die emotionale Reaktion der ProbandInnen sehr genau mit den berechneten Distanzen im 2D Modell übereinstimmen.

Tabelle 4-7 Zwei Stress Gütemasse für die 2D MDS Lösung der emotionalen Reaktion auf die Landschaftstypen.

	Gruppe 1 statisch, simultan	Gruppe 2 statisch, sequentiell	Gruppe 3 animiert, simultan	Gruppe 4 animiert, sequentiell
Normalisierter Rohstress	.00006	.00007	.00006	.00007
Stress-I	.00770	.00847	.00761	.00860

Um zu überprüfen, ob sich die 2D Anordnung von Abbildung 4-26 auch in einem Modell mit weniger Dimensionen robust verhält, wurde die emotionale Reaktion auf die Landschaftstypen zusätzlich durch eine 1D MDS Lösung dargestellt (Anhang F.4). Damit in der 1D Anordnung nicht alle Punkte unleserlich aufeinander liegen, wurden sie etwas in die Höhe gezogen, um die Gruppen und Landschaftstypen besser voneinander unterscheiden zu können (Abbildung 4-27). Die Distanzen in der Höhe sind damit nicht durch das MDS Verfahren gegeben. Nur die Distanzen auf der X-Achse sind massgebend.

Die 1D Anordnung zeigt, dass in den Kreisen a) und b) alle drei Landschaftstypen vorkommen, beides Mal in derselben Konstellation. Das heisst jeweils zweimal Siselen mit Champoz und Flims. Siselen ist entsprechend im Kreis c) nicht vertreten. Bezüglich der Distanzen fällt auf, dass Gruppe 3 und 4 fast dieselbe X-Koordinate aufweisen, die Distanz ist entsprechend minimal. Auch Gruppe 1 ist diesen beiden Gruppen aufgrund der Distanz sehr ähnlich. Gruppe 2 weist im Vergleich zu den anderen Gruppen etwas mehr Distanz auf, vor allem im Kreis b).

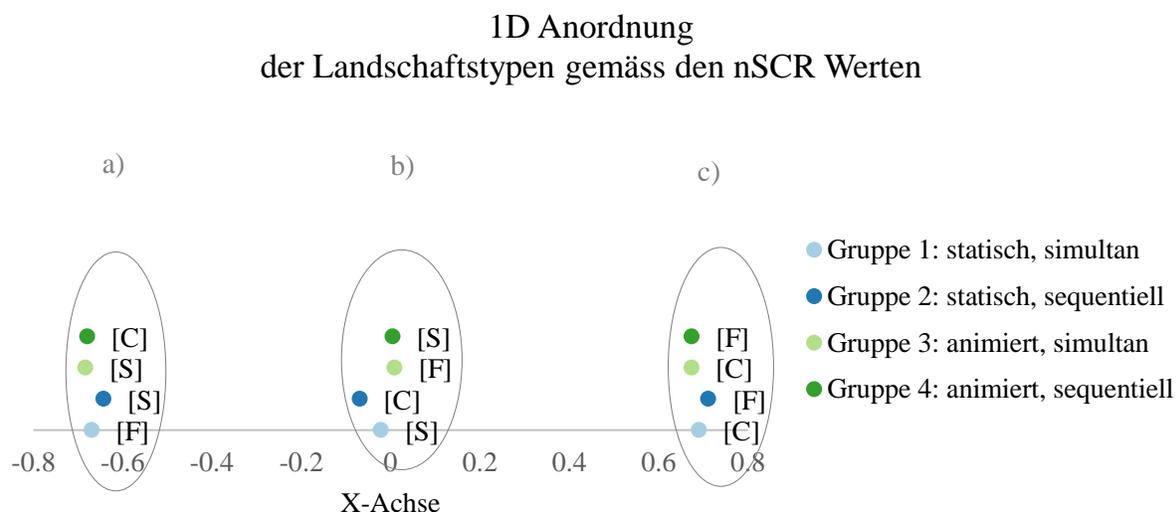


Abbildung 4-27 Anordnung der Landschaftstypen entsprechend der nSCR Werte in einem 1D Raum, repräsentiert durch die X-Achse. Die Landschaftstypen sind wie folgt abgekürzt: [F] steht für Flims (Alpen), [S] für Siselen (Mittelland) und [C] für Champoz (Jura).

Im Vergleich zur 2D Lösung kann man bei einer 1D Lösung mit einem höheren normalisierten Rohstress und Stress-I Wert rechnen, weil weniger Dimensionen für die räumliche Anordnung zur Verfügung stehen (Backhaus 2011). Tabelle 4-8 demonstriert die entsprechenden Werte.

Der Anteil nicht erklärter Varianz liegt gemäss dem normalisierten Rohstress über alle Gruppen hinweg zwischen 7.4% bis 8.5 %. Die Stress-I Werte geben zusätzlich mit Werten über 0.2 ein geringes Gütemass an (Kruskal 1964).

Die beiden Stress Gütemasse haben sich im Vergleich zu den Werten der 2D MDS Lösung stark verschlechtert, was für die Verwendung der 2D Anordnung spricht.

Tabelle 4-8 Zwei Stress Gütemasse für die 1D MDS Lösung der emotionalen Reaktion auf die Landschaftstypen.

	Gruppe 1 statisch, simultan	Gruppe 2 statisch, sequentiell	Gruppe 3 animiert, simultan	Gruppe 4 animiert, sequentiell
Normalisierter Rohstress	.07431	.07554	.07881	.08455
Stress-I	.27261	.27485	.28074	.29077

Gleichwohl haben die beiden Vergleiche zwischen der 2D und 1D MDS Lösung für die räumliche Anordnung der Landschaftstypen gezeigt, dass die Landschaftstypen keine emotionalen Reaktionen hervorgerufen haben, die sich stark von den anderen unterscheiden. Obwohl sich in der 1D Anordnung der Landschaftstypen eine Differenzierung andeutete, weist dieses Modell schlechtere Gütekriterien auf als die 2D Lösung. Um diese Beobachtung zu prüfen, wurden die nSCR Mittelwerte der einzelnen Kombinationspaare der Landschaftstypen in einem Diagramm dargestellt (Anhang F.5). Als Zwischenfazit kann man feststellen, dass der Landschaftstyp für die Emotion nicht ausschlaggebend ist, oder dass sich die Emotion zumindest über alle Landschaftstypen gleich verhält.

Ob das Muster bezüglich der Landschaftstypen ebenfalls für die Präferenzen gilt, wird im nächsten Abschnitt betrachtet.

4.5.2 Präferenzen der Landschaftstypen

In Abbildung 4-28 ist die 2D MDS Lösung für die Ähnlichkeit und Unähnlichkeit der Präferenzen für die Landschaftstypen dargestellt.

Auch in dieser Anordnung ist ersichtlich, dass sich die Landschaftstypen um den Mittelpunkt streuen, verdeutlicht durch die Kreise. Wie bereits in der 2D Anordnung der emotionalen Reaktion auf die Landschaftstypen gesehen, ist auch hier die Abfolge der Gruppen immer dieselbe. Im Uhrzeigersinn betrachtet, kommt immer zuerst Gruppe 3, dann Gruppen 2 mit 4 nebeneinander und schliesslich Gruppe 1. Die Distanzen zwischen den Landschaftstypen sind allerdings nicht immer konsistent. Grundsätzlich ist

aber erkennbar, dass die Gruppen 1 und 3 des simultanen Präsentationstyps die grösste Distanz aufweisen, was bedeuten könnte, dass der Visualisierungstyp die Unähnlichkeit ausmacht. In Kreis a) sind einander Gruppen 1, 2 und 4 am ähnlichsten, in Kreis b) sind Gruppen 2 und 4 des sequentiellen Präsentationstyps am ähnlichsten und in Kreis c) überlappen die Gruppen 1 und 2 des statischen Visualisierungstyps aufgrund ihrer Ähnlichkeit. Mit Blick auf die Landschaftstypen fällt auf, dass in Kreis a) zweimal Champoz und zweimal Flims vertreten sind. In Kreis b) kommt gleich dreimal hintereinander Siselen vor, während in Kreis c) die Landschaftstypen wieder unregelmässig verteilt sind.

Die Anordnung der Präferenzen für die Landschaftstypen ist also schwieriger zu verstehen, weil beide Faktoren Präsentations- und Visualisierungstyp die Ähnlichkeit sowie Unähnlichkeit erklären könnten. In den Kreisen a) und b) ist ersichtlich, dass der Landschaftstyp einen Einfluss auf die Präferenz hat, weil dort jeweils ein Landschaftstyp fehlt, während andere mehrfach vorkommen.

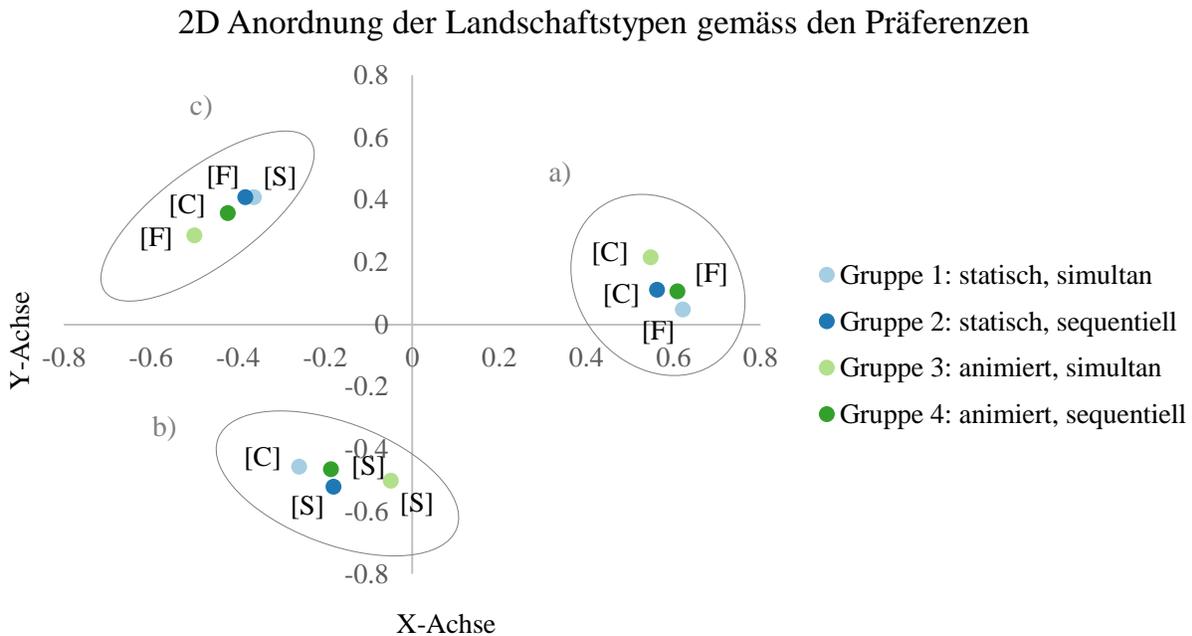


Abbildung 4-28 Anordnung der Landschaftstypen entsprechend der Präferenzen in einem 2D Raum, repräsentiert durch die X-Achse und die Y-Achse. Die Landschaftstypen sind wie folgt abgekürzt: [F] steht für Flims (Alpen), [S] für Siselen (Mittelland) und [C] für Champoz (Jura).

Um diese 2D Anordnung zu evaluieren, widmen wir uns den Gütemassen (Tabelle 4-9). Die Anordnung der Gruppe 1 weist einen nicht erklärten Varianzanteil des Modells von 3.7% auf, Gruppe 2 liegt höher mit 5.4%. Gruppen 3 und 4 weisen mit 6.8% und 6% die höchsten Werte für den normalisierten Rohstress auf. Bezüglich der Stress-I Werte liegt nur Gruppe 1 noch knapp im Bereich einer geringen Güte, vor allem Gruppe 3 liegt mit .26 klar ausserhalb dieses Gütebereichs (Kruskal 1964).

Tabelle 4-9 Zwei Stress Gütemasse für die 2D MDS Lösung der Präferenzen für die Landschaftstypen.

	Gruppe 1 statisch, simultan	Gruppe 2 statisch, sequentiell	Gruppe 3 animiert, simultan	Gruppe 4 animiert, sequentiell
Normalisierter Rohstress	.03679	.05369	.06810	.06024
Stress-I	.19181	.23172	.26096	.24544

Diese Gütemasse sind also ein Indiz dafür, dass die 2D Konfiguration die Präferenz Daten der Landschaftstypen nur in geringem Masse darstellt, was bei der Interpretation der Resultate zu berücksichtigen ist.

Obwohl die Stress Werte bereits eher hoch sind, wurde als Vergleich für die Präferenz der Landschaftstypen trotzdem noch eine 1D MDS Lösung erstellt (Anhang F.6). Auch hier wurden die Punkte aus dem Grund der Leserlichkeit etwas in die Höhe gezogen, um die Gruppen und Landschaftstypen besser voneinander unterscheiden zu können (Abbildung 4-29). Die Distanzen in der Höhe sind damit nicht durch das MDS Verfahren gegeben. Nur die Distanzen auf der X-Achse sind massgebend.

Aus dieser 1D Darstellung ist ersichtlich, dass nun vor allem Gruppen 1 und 4 fast dieselbe X-Koordinate aufweisen, sowie die Gruppen 2 und 3. Das heisst diejenigen Gruppen, die weder den Präsentations- noch den Visualisierungstyp gemeinsam haben. Im Vergleich zur 2D Lösung sind in jedem Kreis dieselben Landschaftstypen vorhanden wie in dieser 1D Lösung. Die Präferenzen haben sich demnach durch das MDS Verfahren nicht verändert, sie sind robust. Der Landschaftstyp hat entsprechend einen Einfluss auf die Präferenzen.

1D Anordnung der Landschaftstypen gemäss den Präferenzen

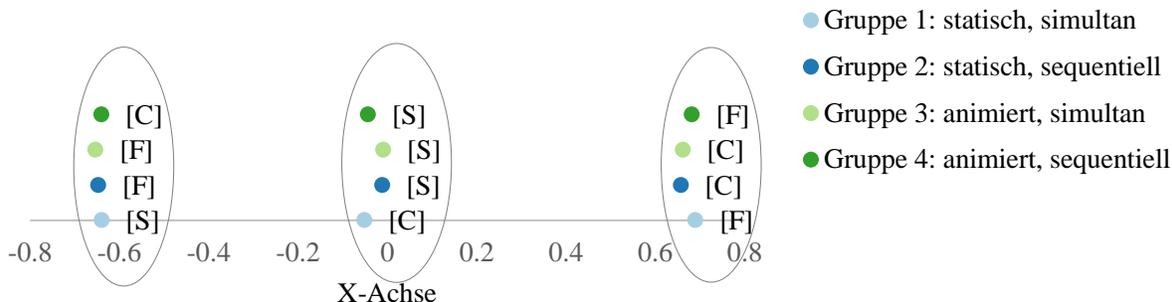


Abbildung 4-29 Anordnung der Landschaftstypen entsprechend der Präferenzen in einem 1D Raum, repräsentiert durch die X-Achse. Die Landschaftstypen sind wie folgt abgekürzt: [F] steht für Flims (Alpen), [S] für Siselen (Mittelland) und [C] für Champoz (Jura).

Tabelle 4-10 zeigt die Stress Gütemasse für diese 1D MDS Lösung. Wie bereits zu erwarten war, sind die Gütemasse schlechter als bei der 2D Anordnung. Der Anteil nicht erklärter Varianz liegt zwischen 11.3% bis 14.8%, die Stress-I Werte weisen mit über 0.34 eine sehr geringe Güte auf (Kruskal 1964).

Tabelle 4-10 Zwei Stress Gütemasse für die 1D MDS Lösung der Präferenzen für die Landschaftstypen.

	Gruppe 1 statisch, simultan	Gruppe 2 statisch, sequentiell	Gruppe 3 animiert, simultan	Gruppe 4 animiert, sequentiell
Normalisierter Rohstress	.11278	.14819	.13457	.12365
Stress-I	.33583	.38495	.36683	.35164

Aufgrund der Gütekriterien wird für eine weitere Untersuchung der Daten jeweils die 2D Konfiguration verwendet.

Beide 2D MDS Lösungen der emotionalen Reaktion sowie der Präferenzen repräsentieren die Landschaftstypen in einem vorgegeben Raum basierend auf ihren Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten. Zusammenfassend wurde gezeigt, dass die Anordnung der Landschaftstypen, bezüglich nSCR oder

Präferenz, trotz Präsentations- und Visualisierungstyp ähnlich sind. Um nun das Verhältnis zwischen diesen beiden 2D MDS Lösungen weiter zu analysieren, wurde in einem nächsten Schritt eine zweidimensionale Regression nach Friedman und Kohler (2003) durchgeführt.

4.5.3 Zweidimensionale Regression

Diese 2D Regression untersucht zwischen 2D Variablen den Ähnlichkeitsgrad, der durch Genauigkeitsmasse beschrieben wird. Unter anderen gehören der Verzerrungsindex sowie das Bestimmtheitsmass R^2 zu den Genauigkeitsmassen. Der Verzerrungsindex berücksichtigt, wie stark ein Datensatz verdreht werden muss, um auf einen anderen Datensatz beziehungsweise auf eine Karte abgebildet zu werden. Dabei gilt je grösser der Verzerrungsindex, desto grösser ist die Verzerrung. Das Bestimmtheitsmass R^2 gibt hingegen an, wie gross die erklärte Varianz im Verhältnis zur Gesamtstreuung ist (Friedman & Kohler 2003).

Für die vorliegende 2D Regression wurden eine XLS Datei von Friedman und Kohler (2003) verwendet. Als Grundlage für die Regression dienten die nSCR und Präferenz Datenpunkte jeder Gruppe aus der 2D MDS Lösung. Dabei wurde der Datensatz der Präferenz auf den nSCR Datensatz der emotionalen Reaktion vorausgesagt, resp. transformiert. Durch die daraus resultierenden Genauigkeitsmasse ist ersichtlich, wie gut beide 2D MDS Lösungen aufeinander passen. R^2 beschreibt dabei, wie gut die MDS Lösungen durch das Verhältnis erklärter Varianz zusammen passen. Der Verzerrungsindex gibt an, wie stark die MDS Lösungen für die Transformation verdreht wurden. Die Genauigkeitsmasse der 2D Regression werden in Tabelle 4-11 beschrieben (für die vollständige Statistik siehe Anhang F.7).

Das Resultat zeigt für alle Gruppen einen hohen Anteil erklärter Varianz (R^2) an der Gesamtvarianz im Modell. Dabei fällt vor allem Gruppe 2 mit 99.9% auf. Gruppe 3 erklärt 99% der Varianz und die Gruppen 1 und 4 weisen mit jeweils 98.8% etwas weniger erklärte Varianz auf. Dieses Resultat deckt sich mit dem Verzerrungsindex. Bei Gruppe 1 und 4 liegt dieser Index bei 11.14. Diese Beobachtung ist interessant, denn Gruppe 1 und 4 sind die unterschiedlichsten Gruppen, weisen aber fast dieselben Werte auf. Bei Gruppe 3 ist die Verzerrung im Vergleich zu Gruppe 4 mit 9.98 etwas tiefer. Gruppe 2, entsprechend dem sehr hohen Anteil erklärter Varianz, weist den tiefsten Verzerrungsindex von 3.48 auf.

Aus diesem Resultat lässt sich schliessen, dass der Ähnlichkeitsgrad zwischen nSCR als emotionale Reaktion sowie den Präferenzen über alle Gruppen hinweg hoch ist, auch bei den beiden unterschiedlichsten Gruppen 1 und 4. Vor allem Gruppe 2 bezeugt eine hohe Ähnlichkeit. Das bedeutet, dass unabhängig von den Gruppen, respektive vom Visualisierungs- und Präsentationstyp, ein Zusammenhang zwischen nSCR und den Präferenzen der Landschaftstypen besteht.

Tabelle 4-11 Resultate für das Bestimmtheitsmass (R^2) und Verzerrungsindex der 2D Regression für die Variablen nSCR und Präferenz der Landschaftstypen.

	Gruppe 1 statisch, simultan	Gruppe 2 statisch, sequentiell	Gruppe 3 animiert, simultan	Gruppe 4 animiert, sequentiell
R²	0.988	0.999	0.990	0.988
Verzerrungsindex	11.082	3.475	9.976	11.144

4.5.4 Statistische Signifikanz

Weil die Anzahl der präsentierten Landschaftstypen und der ProbandInnen für das Untersuchungsdesign des Experiments eher klein ist, wäre es möglich, dass die räumliche Anordnung der Landschaftstypen nicht statistisch begründet, sondern zufällig ist. Um dies zu überprüfen, wurden mit einem MatLab Skript randomisierte Daten für nSCR sowie die Präferenzen der Landschaftstypen berechnet. Danach wurden dieselben Analyseschritte wie für die experimentell erhobenen Daten durchgeführt. Das heisst für beide randomisierten Datensätze wurden ebenfalls eine MDS Lösung und eine 2D Regression durchgeführt. Die Resultate der 2D Regression wurden mithilfe eines Histogramms gegen die Normalverteilung getestet. Schliesslich wurden die Signifikanzwerte zwischen den zufällig generierten Daten des MatLab Skripts sowie den erhobenen Daten des Experiments verglichen.

Der Vergleich hat ergeben, dass die Resultate signifikant unterschiedlich sind, als man bei einer zufälligen Anordnung der Datenpunkte erwarten würde. Für die im 2D Koordinatensystem dargestellten Ähnlichkeiten der nSCR Daten als emotionale Reaktion auf die Landschaftstypen sowie deren Präferenzen bedeutet diese Erkenntnis, dass die räumliche Verteilung statistisch begründet ist. Tabelle 4-12 repräsentiert die Signifikanzwerte der nSCR und Präferenz Koordinaten im Vergleich zu den zufällig generierten Daten in MatLab. Auch hier fällt wieder auf, dass Gruppe 1 und 4 mit $p=.041^*$ denselben p Wert aufweisen. Gruppe 3 ist mit $p=.034^*$ signifikant und Gruppe 2, die in Tabelle 4-11 den kleinsten Verzerrungsindex aufweist, ist auf dem $.001^{**}$ Niveau signifikant.

Tabelle 4-12 Statistische Signifikanz der 2D Anordnung für die nSCR Werte und Präferenzen im Vergleich zu den zufällig generierten Daten.

	Gruppe 1 statisch, simultan	Gruppe 2 statisch, sequentiell	Gruppe 3 animiert, simultan	Gruppe 4 animiert, sequentiell
p Wert	0.041*	0.001**	0.034*	0.041*

5 DISKUSSION

In diesem Kapitel werden die Resultate des Experiments mit den Hypothesen (siehe Kapitel 3.2) sowie den untergeordneten Forschungsfragen (siehe Kapitel 2.5) diskutiert und beantwortet. Im weiteren Verlauf dieses Kapitels folgt die kritische Betrachtung des Experiments.

5.1 Emotionale Reaktionen

Das Experiment dieser Masterarbeit versuchte zum einen, den Einfluss des Visualisierungs- und Präsentationstyps auf die emotionale Reaktion zu untersuchen. Andererseits konnte ebenfalls der Einfluss des Landschaftstyps auf die Emotion beurteilt werden.

Als Ausgangspunkt für die emotionale Reaktion dienten die SAM Fragen, womit die Gefühlslage der ProbandInnen zu Beginn des Experiments erhoben und mit einer Varianzanalyse untersucht wurde. Das Resultat der Varianzanalyse hat gezeigt, dass die Gefühlslage aller ProbandInnen vor der Präsentation der Landschaftsvisualisierungen keine Unterschiede aufgewiesen haben. Weil demzufolge alle ProbandInnen mit einer einheitlichen Emotionslage in das Experiment eingestiegen sind, können nachfolgende Veränderungen der Emotion durch den Einfluss der unabhängigen Variablen Präsentations-, Visualisierungs- und Landschaftstyp begründet werden. In den nächsten beiden Abschnitten wird zuerst der Einfluss des Visualisierungstyps und des Präsentationstyps, sowie abschliessend des Landschaftstyps diskutiert.

5.1.1 Einfluss des Visualisierungstyps

Die erste Forschungsfrage lautete, inwiefern sich die physiologische Reaktion zwischen statischen und animierten 3D Landschaftsvisualisierungen unterscheidet. Die Erwartung war, dass einerseits die Bewegung der Windturbinen im animierten Visualisierungstyp die Aufmerksamkeit auf sich zieht, und dass andererseits die Landschaftsvisualisierungen aufgrund der dynamischen Eigenschaft der Windturbinen realistischer wahrgenommen werden. Diese beiden Aspekte sollten sich in einer höheren physiologischen Reaktion widerspiegeln. Um die Forschungsfrage zu beantworten, wurde die Hautleitfähigkeit während des Experiments gemessen und mit einer Varianzanalyse auf den Einfluss des Visualisierungstyps untersucht. Das Resultat hat gezeigt, dass sich statische im Vergleich zu animierten Visualisierungen nicht signifikant unterschiedlich auf die nSCR Werte ausgewirkt haben. In einem weiteren Analyseschritt wurde zudem eine 2D Ähnlichkeitsanalyse durchgeführt. Dort wurde ebenfalls gezeigt, dass keine Unterschiede zwischen den Gruppen mit den statischen und animierten Visualisierungen bestehen, sie sind sich sogar ähnlich.

Um die gemessene Hautleitfähigkeit mit weiteren Informationen zu ergänzen, wurden die ProbandInnen in einem Fragebogen nach der Präsentation der Landschaftsvisualisierungen über ihre Wahrnehmung, und die damit verbundene emotionale Beeinflussung befragt. Die Beantwortung der Fragen erfolgte durch siebenstufige Likert-Skalen.

Lovett et al. (2015) beschreiben, dass der Realitätsgrad ein wichtiger Bestandteil von Landschaftsvisualisierungen ist und das Realitätsgefühl durch die Bewegung erhöht wird. Maehr et al. (2015) argumentieren aufgrund der vollständigen visuellen Wirkung der Windturbinen für den Einsatz von Animationen. Die ProbandInnen mussten demzufolge den Realitätsgrad der Landschaftsvisualisierungen bewerten. Die Berechnung des mittleren Realitätsgrads hat jedoch gezeigt, dass die Gruppen des animierten Visualisierungstyps den Realitätsgrad durchschnittlich nur um 0.03 höher bewertet haben als die Gruppen des statischen Visualisierungstyps. Weiter hat Schroth (2007) erläutert, dass der Realitätsgrad einen Einfluss auf die verbal kommunizierte Emotion hat. Dieser Einfluss hat sich nicht in der Messung der Hautleitfähigkeit durch Unterschiede des Visualisierungstyps widerspiegelt. Um hingegen den Einfluss des Visualisierungstyps auf die emotionale Beeinflussung beurteilen zu können, wurden die ProbandInnen gefragt, wie sehr sie sich durch die Windturbinen beeinflusst gefühlt hatten. Zu erwarten war, dass bei den animierten Visualisierungen aufgrund der Bewegung und dem damit verbundenen höheren Realitätsgrad nach Lovett et al. (2015) die emotionale Beeinflussung durch die Windturbinen höher bewertet würde. Das Resultat der mittleren Beeinflussung hat gezeigt, dass sich zwar die Gruppen des animierten Visualisierungstyps durchschnittlich um 0.43 stärker beeinflusst fühlten, allerdings ist dieser Unterschied für die statistische Signifikanz nicht gross genug.

Die Erkenntnisse aus der emotionalen Reaktion sowie des Fragebogens zeigen, dass der Visualisierungstyp keinen Einfluss auf die physiologische Reaktion hatte. Die Hypothese, dass die physiologische Reaktion bei animierten Visualisierungen höher ist als bei statischen, muss demnach verworfen werden. Diese Erkenntnis wird durch die Bewertungen aus dem Fragebogen gestützt. Die Antwort auf die erste Forschungsfrage ist demzufolge, dass sich die physiologischen Reaktionen aufgrund des Visualisierungstyps nicht unterscheiden.

5.1.2 Einfluss des Präsentationstyps

Die zweite Forschungsfrage lautete, inwiefern sich die physiologische Reaktion zwischen simultan und sequentiell präsentierten 3D Landschaftsvisualisierungen unterscheidet. Um diese Frage zu beantworten, wurden wiederum die gemessenen Hautleitfähigkeitsdaten mit einer Varianzanalyse auf den Einfluss des Präsentationstyps getestet. Weil die Landschaftstypen im sequentiellen Präsentationstyp im Vollbildmodus gezeigt und dadurch der Immersionsgrad im Vergleich zum simultanen Präsentationstyp

etwas erhöht wurde, bestand die Annahme einer Veränderung der nSCR Werte. Das Resultat hat jedoch gezeigt, dass der Präsentationstyp zu keinen signifikanten Unterschieden der nSCR Werte geführt hat.

Um den Einfluss auf die Emotion durch den Präsentationstyp mithilfe der Antworten des Fragebogens weiter zu untersuchen, wurde wiederum mit Hinblick auf den leicht erhöhten Immersionsgrad die Bewertung des emotionalen Beeinflussungsgrads durch die Windturbinen untersucht. Auf der siebenstufigen Likert-Skala haben die Gruppen des sequentiellen Präsentationstyps den Beeinflussungsgrad um durchschnittlich 0.84 höher bewertet. Dieser Unterschied ergab sich aus der Varianzanalyse als statistisch signifikant ($p=.034^*$). Aufgrund dieser erhöhten emotionalen Beeinflussung durch den Vollbildmodus und weil nach Lovett et al. (2015) unter anderem der Immersionsgrad die Wahrnehmung positiv beeinflusst, wurden ebenfalls Unterschiede im Wahrnehmungsgrad erwartet. Laut des mittleren Wahrnehmungsgrads ist die Wahrnehmung der Windturbinen allerdings im simultanen Präsentationstyp um 0.34 höher als beim sequentiellen Präsentationstyp. Die hierzu durchgeführte Varianzanalyse hat aber gezeigt, dass dieser Unterschied nicht statistisch signifikant ist. Weiter wurde anhand des Fragebogens die Auswirkung der Windturbinen auf die Landschaft untersucht. Der mittlere Auswirkungsgrad hat zunächst gezeigt, dass die ProbandInnen des sequentiellen Präsentationstyps die Auswirkung durchschnittlich um 0.73 höher bewertet haben. Aus der Varianzanalyse resultierte ein statistischer Unterschied, allerdings nur sehr knapp unter dem Signifikanzniveau ($p=.049^*$).

Obwohl also kein Einfluss des Präsentationstyps auf die nSCR Werte vorliegt, weisen die Bewertungen der ProbandInnen bezüglich ihres emotionalen Beeinflussungsgrads sowie der Auswirkung der Windturbinen auf die Landschaft signifikante Unterschiede auf. Vergleicht man diese Erkenntnisse mit der 2D Ähnlichkeitsanalyse der nSCR Werte, bestätigt sich dieser Unterschied in der grösseren Distanz zwischen den Gruppen 3 (animiert, simultan) und 4 (animiert, sequentiell), allerdings nicht bei den Gruppen 1 (statisch, simultan) und 2 (statisch, sequentiell). Daraus könnte man interpretieren, dass eine Interaktion zwischen Präsentations- und Visualisierungstyp vorliegen könnte, was basierend auf den Resultaten der Varianzanalyse jedoch nicht der Fall ist.

Die Hypothese, dass die physiologische Reaktion beim sequentiellen Präsentationstyp aufgrund des erhöhten Immersionsgrads höher ist als beim simultanen Präsentationstyp, muss demnach verworfen werden. Die Antwort auf die zweite Forschungsfrage ist demzufolge, dass sich die physiologischen Reaktionen aufgrund des Präsentationstyps nicht unterscheiden. Allerdings unter der Berücksichtigung, dass der Präsentationstyp in der Bewertung des Fragebogens dennoch zu signifikanten Unterschieden der emotionalen Beeinflussung sowie der Auswirkung der Windturbinen auf die Landschaft geführt hat.

5.1.3 Einfluss des Landschaftstyps

Nebst dem Visualisierungs- und Präsentationstyp wurde weiter der Einfluss der Landschaftstypen auf die gemessene emotionale Reaktion untersucht. Die dritte Forschungsfrage lautete demnach, welchen Einfluss die Landschaftstypen auf die physiologische Reaktion haben.

Nach Wolsink (2007) obliegt dem Landschaftstyp aufgrund der damit verbundenen Identität der Menschen eine zentrale Rolle, weshalb die Landschaft als dominanter Faktor gilt (Wolsink 2007). Daraus entstand die Annahme, dass die Landschaftstypen unterschiedliche emotionale Reaktionen hervorrufen. Um dies zu überprüfen, wurde eine 2D Ähnlichkeitsanalyse durchgeführt.

Das Resultat hat einerseits gezeigt, dass die nSCR Werte der Landschaftstypen Mittelland, Jura und Alpen aufgrund der dazwischen liegenden Distanzen sehr ähnlich sind. Andererseits war auch keine auffällige Anordnung der Landschaftstypen ersichtlich. Das bedeutet, dass die emotionale Reaktion unabhängig von der Geographie über alle Landschaftstypen konsistent ähnlich ist. Dieses Resultat widerspricht demzufolge in diesem Kontext der Zuschreibung der Landschaftstypen als Dominanzfaktor von Wolsink (2007), weil die Landschaftstypen die Emotion nicht, oder in derselben Weise, beeinflussen. Diese Erkenntnis könnte heissen, dass sich die Menschen nicht konkret mit einem Landschaftstyp emotional verbunden fühlen, sondern gleichermassen mit allen Schweizer Landschaftstypen. Des Weiteren ist in der 2D Ähnlichkeitsanalyse auch kein Einfluss des Visualisierungstyps, allenfalls aber durch den Präsentationstyp bei den Gruppen 3 und 4 erkennbar.

Die Hypothese, dass sich die physiologischen Reaktionen zwischen den Landschaftstypen unterscheiden, muss demzufolge verworfen werden. Die Antwort auf die dritte Forschungsfrage ist, dass die Landschaftstypen keinen Einfluss auf die emotionale Reaktion haben.

5.2 Präferenzabfragen

Neben dem Einfluss auf die emotionale Reaktion wurde weiter der Einfluss des Präsentationstyps auf Präferenzabfragen und damit Entscheidungsstrategien untersucht, was nachfolgend diskutiert wird. Weiter wird zudem die Wirkung der Landschaftstypen auf die Präferenzen beurteilt.

5.2.1 Einfluss des Präsentationstyps

Die vierte Forschungsfrage lautete, wie sich Präferenzabfragen zwischen simultan und sequentiell präsentierten 3D Landschaftsvisualisierungen unterscheiden. Dhar (1996) beschreibt, dass sich unterschiedliche Präsentationstypen auf die Vergleichsweise zwischen Alternativen auswirken. Bei einer simultanen Präsentation finden detaillierte Vergleiche zwischen Merkmalen von Alternativen statt. Bei einer sequentiellen Präsentation hingegen liegt der Fokus auf einem holistischen Vergleich, wobei eine

Erinnerungsleistung an die zuvor präsentierte Alternative erforderlich ist. Diese beiden Vergleiche können dazu führen, dass unterschiedliche Entscheidungsstrategien angewendet werden (Dhar 1996), und Präferenzen inkonsistent sind (Pfister et al. 2017). Demzufolge war die Erwartung, dass die Erinnerungsleistung eine Präferenz für die zweite Landschaftsvisualisierung begünstigt, was eben als Entscheidungsstrategie interpretiert werden könnte. Im Vergleich der Präsentationstypen wurde sogar eine nach Pfister et al. (2017) beschriebene Präferenzumkehr erwartet.

Um nun die Frage zu beantworten, wie sich Präferenzabfragen zwischen den Präsentationstypen unterscheiden, wurde zunächst die Erinnerungsleistung an Landschaftselemente und Objekte zwischen den Gruppen verglichen. Aufgrund der Häufigkeiten der Antworten war allerdings kein Einfluss des Präsentationstyps auf die Erinnerungsleistung erkennbar. Danach wurde die Häufigkeit der Präferenzen für Landschaft 1 oder 2 zwischen den simultan und sequentiell präsentierten Landschaftsvisualisierungen untersucht. Die Gruppen des simultanen Präsentationstyps haben jeweils 119 Mal Landschaft 1 im Vergleich zu 109 Mal Landschaft 2 präferiert. Die sequentiellen Gruppen präferierten beide Landschaften mit 108 Mal gleich häufig. Eine Präferenzumkehr ist zwischen dem Präsentationstyp (simultan vs. sequentiell) basierend auf den Häufigkeiten entgegen der Erwartung nicht vorgekommen, zwischen den Gruppen 2 (statisch, sequentiell) und 4 (animiert, sequentiell) hingegen schon. Genauso oft wie in Gruppe 2 Landschaft 1 präferiert wurde, wurde Landschaft 2 in Gruppe 4 präferiert. Daraus liesse sich schliessen, dass die Präferenzumkehr nicht nur durch den Präsentationstyp, sondern durch die Interaktion mit dem Visualisierungstyp begründet werden könnte. Um diese Interaktion zu überprüfen, wurde das Resultat der 2D Ähnlichkeitsanalyse als Hilfestellung verwendet. Aus dieser Darstellung war ersichtlich, dass sich die Gruppen 2 und 4 des sequentiellen Präsentationstyps mit Gruppe 1 sehr ähnlich sind, die Gruppen 1 (statisch, simultan) und 3 (animiert, simultan) des simultanen Präsentationstyps hingegen weisen die grössten Distanzen zueinander auf. Diese Darstellung erklärt demzufolge den Einfluss des Visualisierungs- oder auch des Präsentationstyps auf die Präferenzumkehr nicht, weil beide Faktoren zur Unähnlichkeit und Ähnlichkeit beitragen.

Um also die Präferenzumkehr gerade zwischen den Gruppen 2 und 4 erklären zu können, wurden die mittleren Schwierigkeitsgrade verglichen. Interessanterweise beträgt der mittlere Schwierigkeitsgrad beider Gruppen 3.61, womit die Präferenzumkehr nicht erklären werden kann. Unter der weiteren Berücksichtigung der im Fragebogen genannten Gründe, warum eine Landschaft besser gefiel als eine andere, fallen in den beiden Gruppen zwei Unterschiede in den Häufigkeiten auf. Zum einen wurde die Farbgebung in Gruppe 4 von 3 ProbandInnen mehr als Grund genannt im Vergleich zu Gruppe 2. Zum anderen wurde der Grund, dass weniger (Energie-) Infrastrukturen in der Landschaft waren, von Gruppe 2 nur von 1 ProbandIn genannt, in Gruppe 4 allerdings von 7 ProbandInnen. Ob aber diese Beobachtung den Grund für die Präferenzumkehr gerade in diesen beiden Gruppen zu erklären vermag, bleibt offen und muss genauer untersucht werden. Obwohl Entscheidungsstrategien nicht durch den Fragebogen erhoben

wurde, hatte ein Proband nach dem Experiment aus eigener Initiative gesagt, dass er über alle Präferenzabfragen hinweg versucht hatte, seine Präferenzen bezüglich der Landschaftstypen konstant zu halten. Dies lässt darauf schliessen, dass sich womöglich auch andere ProbandInnen auf diese Weise für die Präferenzen entschieden hatten.

Die Hypothese, dass die Erinnerungsleistung in Form einer Entscheidungsstrategie einen Einfluss auf die Präferenzen hat, die sich beim simultanen und sequentiellen Präsentationstyp unterscheiden, muss demnach verworfen werden. Allerdings unter der Berücksichtigung, dass es eine Entscheidungsstrategie gab, die jedoch nicht durch die Erinnerungsleistung begründet war. Obwohl erwartet wurde, dass die Erinnerungsleistung beim sequentiellen Präsentationstyp zu einer häufigeren Präferenz für Landschaft 2 führen würde, wurde Landschaft 2 nur in Gruppe 4 häufiger präferiert. Die Antwort auf die vierte Forschungsfrage ist, dass beim simultanen Präsentationstyp häufiger Landschaft 1 präferiert wurde. Beim sequentiellen Präsentationstyp hingegen wurden beide Landschaften gleich häufig präferiert und eine Präferenzumkehr war bei Gruppe 4 ersichtlich.

5.2.2 Einfluss des Landschaftstyps

Wie zuvor erwähnt wurde, hatte ein Proband versucht, über die Kombinationen der Landschaftstypen hinweg seine Präferenzen konstant zu halten. Diese Aussage deutet bereits an, dass die Landschaftstypen einen Einfluss auf Präferenzen haben. In diesem Abschnitt wird die fünfte Forschungsfrage, welchen Einfluss die Landschaftstypen auf die Präferenzen haben, behandelt. Nach Wolsink (2007) obliegt den Landschaften als dominante Faktoren eine grosse Bedeutung, weil sie Werte und Identitäten der Menschen repräsentieren. Folglich sind es auch die Landschaftstypen, die im Zusammenhang mit Windturbinen eine entscheidende Rolle bei der Beurteilung für oder gegen die Windenergie spielen. Dabei ist vor allem die Auswirkung der Windturbinen auf die Landschaft wesentlich. Im Gegensatz dazu wurde das *nimby* Phänomen behandelt, das vereinfacht auf der Annahme beruht, dass die Ablehnung für Windenergie aus der eigenen Betroffenheit entspringt, während ein entfernter Standort akzeptiert werden würde (Wolsink 2007). Die Erwartung war also, dass die Präferenzen durch Landschaftstypen und damit die Geographie gelenkt werden.

Angefangen bei den Auswirkungen der Windturbinen auf die Landschaft wurde gezeigt, dass über die Gruppen hinweg der mittlere Auswirkungsgrad zwischen 4.26 und 5.33 bewertet wurde. Dieser Wert bezieht sich allerdings generell auf alle drei Landschaftstypen, und kann deswegen nicht auf einzelne Landschaftstypen übertragen werden. Weiter wurden die ProbandInnen gefragt, in welchem Landschaftstyp sie am häufigsten ihre Freizeit verbringen. Das Resultat hat gezeigt, dass die meisten ihre Freizeit im Mittelland (n=47) verbringen, gefolgt von den Alpen (n=22) und dem Jura (n=5). Die Anwendung des *nimby* Phänomens würde nun bedeuten, dass die meisten ProbandInnen die

Landschaftstypen Alpen oder Jura für die Windturbinen präferieren. Um dies zu überprüfen, wurden die ProbandInnen nach dem präferierten Landschaftstyp für Windturbinen befragt. Die Häufigkeiten der Antworten weist zwar darauf hin, dass die meisten ProbandInnen die Windturbinen in den Alpen (n=31) präferieren, die Differenz zum Mittelland (n=27) ist aber klein, zum Jura (n=16) eher gross. Das *nimby* Phänomen kann aufgrund dieser Häufigkeiten nicht bestätigt werden, denn das Mittelland findet vergleichsweise viele BefürworterInnen. Des Weiteren wurde von den ProbandInnen auf die Frage, was sie in den Landschaften am meisten gestört hat, 16 Mal Windturbinen und 20 Mal Freileitungsmasten angegeben, sodass die Windturbinen kein Problem darstellen sollten. Nun wäre es spannend zu analysieren, welche Gründe für die Häufigkeiten der Präferenzen vorliegen. Für das Mittelland könnte die ohnehin schon grosse Dichte an Infrastrukturanlagen und Bevölkerung ausschlaggebend sein. Die Windturbinen würden demzufolge dort präferiert, wo die meiste Energie gebraucht wird und die Infrastruktur für die Windturbinen entweder schon vorhanden ist, oder dass die Windenergie durch die vorhandene Infrastruktur gar nicht stören würde. Die Alpen würden demnach geschont. Für die Befürwortung der Windturbinen in den Alpen könnte man hervorbringen, dass dort ausserhalb des Siedlungsgebiets mehr Platz vorhanden ist als im Mittelland und sich die Menschen zum Beispiel durch Lärmemissionen weniger gestört fühlen. Dagegen spricht allerdings, dass nach Wolsink (2007) der Lärm keine übergeordnete Rolle spielt. Weiter könnte die Präferenz wurde unter dem Aspekt der grösseren Energiegewinnung aufgrund der Windstärken beruhen, wobei dann der Jura ebenfalls stärker vertreten sein müsste. Diese Argumente beschreiben grundsätzlich die Distanz respektive Nähe der Windturbinen zu den Menschen, die Einbettung sowie die von Wolsink (2007) genannten Auswirkungen der Windturbinen auf die Landschaftstypen.

Auch für die Präferenzen der Landschaftstypen wurde eine 2D Ähnlichkeitsanalyse durchgeführt. Dort kann man aufgrund der Anordnung der Landschaftstypen in den Kreisen deuten, dass die Landschaftstypen einen Einfluss auf die Präferenzen haben. Allerdings nicht eindeutig, denn die Landschaftstypen zeigen aufgrund ihrer Distanzen Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten auf, die nicht konsistent sind. Beispielsweise ist Siselen in einem Kreis gleich drei Mal vertreten ohne Flims, während in einem anderen Kreis Flims und Siselen fast identisch sind.

Die Hypothese, dass die Landschaftstypen für Präferenzen eine Rolle spielen, kann demzufolge nicht verworfen werden, weil die Resultate über die Fragen der Landschaftstypen gezeigt haben, dass zwischen Mittelland, Jura und Alpen Unterschiede bestehen. Allerdings kann die Hypothese nicht im Sinne von Wolsink's (2007) dominantem Faktor Landschaftstyp angenommen werden, weil dazu die Unterschiede basierend auf dem Fragebogen und der 2D Ähnlichkeitsanalyse nicht genügend gross waren. Die Antwort auf die fünfte Forschungsfrage ist deshalb, dass die Landschaftstypen einen Einfluss auf Präferenzen haben, dieser Einfluss aber nicht eindeutig ist.

5.3 Weitere Erkenntnisse

Obwohl erwartet wurde, dass der Präsentations- und Visualisierungstyp einen Einfluss einerseits auf die nSCR Werte und andererseits auf die Präferenzen hat, konnten aufgrund der Resultate keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Der Einfluss der Landschaftstypen hat sich teilweise bei den Präferenzen gezeigt.

Basierend auf den nSCR- und Präferenzdaten konnte mit einer 2D Regression dargelegt werden, dass zwischen diesen beiden Variablen ein Zusammenhang besteht, der vor allem bei Gruppe 2 (statisch, sequentiell) am deutlichsten erkennbar war. Der gesamthaft hohe Anteil erklärter Varianz und der kleine Verzerrungsindex bei allen Gruppen machen deutlich, dass unabhängig vom Präsentations- und Visualisierungstyp die Präferenz und nSCR konsistent sind. Anstatt also die emotionale Reaktion und die Präferenz einzeln zu untersuchen, spricht dieses Resultat für eine kollektive Betrachtung beider Variablen. Diese Erkenntnis bestätigt sich in Pfister et al. (2017), die die Emotion nicht als störenden Faktor für Präferenzen, sondern Emotion sogar als Grundlage für Entscheidungsprozesse erklären, womit ein Zusammenhang bereits angedeutet wurde.

Weiter soll erwähnt werden, dass die SAM Fragen zu Beginn des Experiments als wichtige Grundlage für die Datenauswertung dienten und Korrelationen mit nSCR und Wahrnehmungsfragen aufgezeigt werden konnten. Zudem haben die Auswertungen des Fragebogens über die Wahrnehmung dazu beigetragen, Unterschiede in den Bewertungen der ProbandInnen bezüglich der Auswirkung der Windturbinen und ihre emotionale Beeinflussung durch den Präsentationstyp aufzuzeigen. Dies verdeutlicht die Wichtigkeit von Fragebögen als Hilfestellung und Mehrwert für die Datenauswertung. Denn obwohl physiologisch gesehen keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich Präsentations- und Visualisierungstyp aufgetreten sind, wurden Unterschiede in der Wahrnehmung der ProbandInnen ersichtlich.

5.4 Kritische Betrachtung des Experiments

Die Resultate des Experiments haben interessante Einblicke in die Wirkung des Visualisierungs-, Präsentations- und Landschaftstyps auf die physiologische emotionale Reaktion und Präferenzen als Fallbeispiel ermöglicht. Dennoch sollten die Resultate unter Berücksichtigung der folgenden Abschnitte kritisch betrachtet und interpretiert werden. Dazu gehören die statistische Auswertung, das Untersuchungsdesign, der formale Aufbau des Wahrnehmungsfragebogens sowie die Landschaftsvisualisierungen. Abschliessend werden zu beachtende Punkte bei der Verwendung von EVE erläutert.

5.4.1 Statistische Auswertung

Die gewonnenen Resultate sind im Hinblick auf die Anzahl ProbandInnen ($n=74$) und die vier Gruppen zu interpretieren. Mit mehr ProbandInnen würden wahrscheinlich andere statistisch signifikante Unterschiede oder Zusammenhänge ersichtlich. Weiter soll hierzu erwähnt werden, dass nur Zusammenhänge oder Unterschiede mit deren Effektstärken genauer betrachtet wurden, wenn ihre Signifikanzwerte kleiner als das Signifikanzniveau $p=.05$ waren. Nach Field (2013) hängt die Signifikanz allerdings stark von der Anzahl ProbandInnen ab, und die Signifikanz bedeutet nicht, dass ein Effekt zwischen Variablen wichtig ist (Field 2013). Daraus folgt, dass aufgrund der hier angewandten Vorgehensweise vorhandene Effekte nicht signifikanter Variablen nicht untersucht, und damit vernachlässigt wurden. Demzufolge sollte mehr Zeit in die statistische Auswertung investiert werden, um die Resultate zu verbessern.

5.4.2 Untersuchungsdesign

Das Experiment wurde als *Mixed Factorial Design* durchgeführt und erwies sich als geeignet. Diese Untersuchungsmethode hat zum einen den Vorteil, dass Interaktionen zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen untersucht werden können. Der andere Vorteil liegt in der statistischen Auswertung. Denn je mehr unabhängige Variablen in der Auswertung als Faktoren dienen, desto kleiner ist die Variabilität in den Daten und desto wahrscheinlicher ist die Aufdeckung statistischer Unterschiede. Weiter erhöht die Anzahl Faktoren die Generalisierbarkeit und Genauigkeit der Daten, erfordert allerdings mehr ProbandInnen (Martin 2008).

Das Experiment wurde mit vier Gruppen durchgeführt und randomisiert, sodass die Messung der abhängigen Variablen explizit als Ursache des Präsentations-, Visualisierungs- und Landschaftstyps interpretiert werden konnte. Die Präsentationsdauer der Landschaftstypen konnte aufgrund des Untersuchungsdesigns kurzgehalten werden. Insgesamt wurden die sechs Kombinationspaare nur zwei Minuten lang präsentiert, sodass in den Messungen keine Müdigkeitserscheinungen durch die wiederholenden Präsentationen zu erwarten waren. Die restliche Zeit wurde für die Fixierungskreuze, die Präferenzabfragen und die Fragebögen benötigt. Obwohl der zeitliche Aufwand für die Durchführung des Experiments effizient gestaltet werden konnte, betrug die Mindestanzahl an ProbandInnen für jede Gruppe 15. Und daraus resultierte der zeitlich eher hohe Aufwand. Obwohl die Mindestzahl mit Gruppengrößen von 18 bis 19 ProbandInnen erreicht wurde, wäre eine noch höhere Anzahl ProbandInnen für die statistische Auswertung wünschenswert gewesen, aus Zeitgründen allerdings nicht möglich.

Das Argument für mehr ProbandInnen basiert nebst dem Untersuchungsdesign auf der Messung der Hautleitfähigkeit. Einerseits reagiert die Hautleitfähigkeit sensibel auf kleinste Veränderungen. Daher

ist zum Beispiel fragwürdig, ob bei den ProbandInnen, die von draussen kamen und teilweise kalte Hände hatten, die Aufwärmzeit von fünf Minuten wirklich gereicht hatte oder nicht. Weiter war es für einige ProbandInnen schwierig, während des ganzen Experiments still zu sitzen, sodass die Bewegungen einen Einfluss auf die Messung gehabt haben könnte. Andererseits ist die Messmethode auch mit Unsicherheiten behaftet, denn obwohl der Ablauf immer derselbe war und die Messungen durch Testdurchläufe sowie die Pilotstudie geübt wurde, fehlte dennoch genügend Erfahrung. Unabhängig davon gibt es nach Braithwaite et al. (2013) sogar ProbandInnen, die in Bezug auf ihre EDA nicht reagieren, weshalb es nicht immer möglich ist, Messungen mit hoher Qualität zu erhalten. Die Aussagekraft der Resultate sollte deshalb kritisch betrachtet werden. Mit einer noch höheren ProbandInnen Anzahl könnten solche Varianzen in den Daten verringert werden. Ein weiterer Kritikpunkt bezieht sich auf die zeitliche Dauer von 10 Sekunden der Fixierungskreuze vor jedem Kombinationspaar der Landschaftstypen. Das Ziel des Fixierungskreuzes war die Erholung der Hautleitfähigkeit zwischen den Kombinationspaaren. Damit sollte sichergestellt werden, dass die Reaktion auf ein Kombinationspaar nicht durch die Reaktion der vorhergehenden Landschaftstypen beeinflusst wurde. Weil aus Zeitgründen diese Erholungsphase von 10 Sekunden nicht ausgewertet konnte, bleibt offen, ob 10 Sekunden ausreichend waren oder nicht.

Der Wahrnehmungsfragebogen am Schluss bildete eine wichtige Grundlage als Ergänzung und Interpretationshilfe für die Daten der Hautleitfähigkeit und Präferenz, weshalb im folgenden Abschnitt auf den formalen Aufbau des Wahrnehmungsfragebogens eingegangen wird.

5.4.3 Aufbau des Fragebogens über die Wahrnehmung

Der Fragebogen über die Wahrnehmung wurde in drei verschiedenen Formattypen erstellt. Für die Befragung der Wahrnehmung wurden unter anderen geschlossene Fragen mit siebenstufigen Likert-Skalen für Selbstbeurteilungen verwendet. Nach Raab-Steiner und Benesch (2015) sind sieben Stufen das Maximum für Ratingskalen. Je mehr Abstufungen gegeben sind, desto mehr ist die Differenzierbarkeit der ProbandInnen und die Entscheidung für eine Auswahl gefordert. Die Anzahl der Abstufung kann deshalb die Antworttendenzen beeinflussen und zu verfälschten Resultaten führen. Untersuchungen haben gezeigt, dass Antworttendenzen zu extremen Werten bei vierstufigen Skalen weniger auffallen als bei siebenstufigen Skalen. Weiter können Skalen durch gerade oder ungerade Anzahl Abstufungen charakterisiert sein. Bei einer ungeraden Anzahl gibt es neutrale Mittelkategorien, die nicht nur als Ausdruck für eine mittlere Position, sondern auch als Antwortverweigerung interpretiert werden können. Im Gegensatz dazu haben motivierte ProbandInnen die Tendenz, solche Mittelkategorien gezielt zu vermeiden. Durch die Verwendung einer geraden Anzahl wird die Mittelkategorie ausgeschlossen. Eine

weitere Quelle für Verfälschungen ist die rasche Bearbeitungsdauer, wodurch die Fragen zwar alle beantwortet, aber entsprechend ungenau reflektiert werden (Raab-Steiner & Benesch 2015).

Das Ziel der siebenstufigen Skala war eine möglichst genaue Beantwortung der Fragen. Mit dem Beispiel des Realitätsgrads ist es allerdings schwierig abzuschätzen, wodurch der Unterschied zwischen der 5 und 6 auf der Skala definiert ist. Die damit einhergehenden Antworttendenzen zu extremen Abstufungen konnte bei einzelnen Fragen beobachtet werden. Hingegen gab es auch Fragen, die von niemandem mit einer 1 oder 7 beantwortet wurde. Die Tendenz zu Mittelkategorien war nur bei der Frage nach der zeitlichen Präsentationsdauer der Landschaftsvisualisierungen ersichtlich. Die siebenstufige Skala erwies sich allerdings bei der statistischen Auswertung als Nachteil, da oftmals keine eindeutigen Antwortmuster erkennbar waren und sich die Interpretation dadurch erschwerte. Aus Sicht der Versuchsleitung würde eine vier- oder fünfstufige Skala genügen. Einerseits müssten sich dann die ProbandInnen zwischen einer reduzierten Auswahl an Antworten entscheiden. Andererseits wäre die Auswertung und Interpretation der Daten expliziter und aussagekräftiger. Bezüglich der Bearbeitungsdauer der Fragen als Quelle von Verfälschungen ist während des Experiments aufgefallen, dass sich manche ProbandInnen vergleichsweise viel, andere hingegen wenig Zeit liessen. Deshalb muss auch dieser Aspekt bei der Interpretation der Resultate aus den Fragebögen berücksichtigt werden.

Weil die Landschaftsvisualisierungen auch die Grundlage für den Wahrnehmungsfragebogen bildeten, wird weiter auf die Landschaftsvisualisierungen eingegangen.

5.4.4 Realitätsgrad der Landschaftsvisualisierungen

Die Erstellung realitätsnaher 3D Landschaftsvisualisierungen wurde als Ausgangsziel für das Experiment festgelegt. Denn je höher der Realitätsgrad ist, desto repräsentativer und generalisierbarer sind die Ergebnisse aus den Fragebögen und der Hautleitfähigkeitsmessung. Die Ergebnisse des Wahrnehmungsfragebogens über den Realitätsgrad (Abbildung 4-1) haben ergeben, dass die Landschaftsvisualisierungen von niemandem als nicht realistisch bewertet wurden. Dennoch streuten die Antworten breit von tiefen bis zu hohen Realitätsgraden. Obwohl der Realitätsgrad für das Experiment ausreichend war, gab es noch Verbesserungspotential für die Landschaftsvisualisierungen.

Die Erstellung der Landschaftsvisualisierungen sowie der Visualisierungstypen war eine zeitintensive Arbeit über mehrere Monate hinweg. Aus Erfahrungsmangel und Zeitgründen konnten verbliebene Verbesserungspotentiale nicht mehr ausgeschöpft werden. Ein Verbesserungspotential betrifft die Farbgebung, die einerseits durch den Wahrnehmungsfragebogen als störend empfunden wurde (Abbildung 4-4) und andererseits ausschlaggebend für Präferenzen zwischen Landschaften (Abbildung 4-11) war. Diesbezüglich wurden von ProbandInnen auch „verpixelte Bilder“ als störend und „Auflösung“

als Präferenzgrund genannt. Betrachtet man die Landschaftsvisualisierungen unter diesen Aspekten, meinten die ProbandInnen damit vermutlich Flims und Champoz.

Zwar wurde immer dieselbe Auflösung verwendet und die Visualisierungen sahen nur optisch aufgrund der Punktgrössen und Farben verpixelt aus, dennoch sind die Kritikpunkte nachvollziehbar. Trotz Anpassungen der Helligkeit, des Kontrasts sowie der Punktgrössen ist es nicht vollständig gelungen, farblich stimmige Visualisierungen zu erstellen. Tabelle 5-1 zeigt eine Auflistung der Verbesserungspotentiale für jeden Standort. Gemeinsamkeiten für Verbesserungen aller drei Standorte betreffen die grelle Farbe der Windturbinen sowie die farbliche Abstimmung zwischen den ALS Daten im Hintergrund und den TLS Daten im Vordergrund.

Tabelle 5-1 Übersicht der Verbesserungspotentiale für jeden Standort bezüglich Farbgebung, Vegetation, Infrastruktur und Sonstiges.

	Siselen	Champoz	Flims
Farbgebung	Blaue Einfärbungen im Bereich der Vegetation innerhalb des Dorfs	Blaue Einfärbungen im Bereich der Vegetation	Blaue Einfärbungen bei der Seilbahn und dem Skilift Farblich sehr unruhig
Vegetation	Keine einheitliche Vegetationsstruktur im Mittelgrund	Keine einheitliche und zu grobe Vegetationsstruktur im Mittelgrund Vegetation im Vordergrund zu wenig detailliert	Farbe der Vegetation im Vordergrund
Infrastruktur		Weisser Freileitungsmasten	Touristische Infrastrukturen unscharf und im Vordergrund weiss repräsentiert

	Siselen	Champoz	Flims
Sonstiges	Fehler im Höhenmodell		

Abbildung 4-2 hatte zudem gezeigt, dass der mittlere Realitätsgrad vor allem bei den Gruppen mit dem sequentiellen Präsentationstyp niedriger bewertet wurde. Dieses Resultat könnte durch den Vollbildmodus der präsentierten Landschaftstypen erklärt werden, wodurch zum Beispiel die Mängel der Farbgebung viel mehr auffallen. Der Realitätsgrad wurde von Gruppe 4 (animiert, sequentiell) am tiefsten bewertet. Ein Proband aus der Gruppe 4 (animiert, sequentiell) und eine Probandin aus Gruppe 3 (animiert, simultan) haben nach dem Experiment den Visualisierungstyp kritisiert. Sie haben es als störend empfunden haben, dass sich nur die Windturbinen und nicht die ganze Landschaft bewegt, weshalb es unrealistisch aussähe.

Aufgrund dieser Beobachtungen und Verbesserungspotentiale ist es wichtig, dass die Resultate aus der Hautleitfähigkeitsmessung und der Fragebögen unter dem Aspekt des vorliegenden Realitätsgrads interpretiert werden. Weiter soll betont werden, dass Sommerlandschaften präsentiert wurden. Weil der Schnee das Landschaftsbild und unsere Wahrnehmung einer Landschaft stark zu verändern mag, wäre es möglich, dass der Einsatz von Winterlandschaften zu anderen Resultaten führen würde.

5.4.5 Zu beachtende Punkte bei der Verwendung von EVE für das Experiment

Das Aufsetzen des Experiments in Unity 3D mit EVE fand in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl der Kognitionswissenschaft der ETH statt (siehe Kapitel 3.6), ebenso die Erstellung des R und MatLab Skripts für die Datenauswertung (siehe Kapitel 3.8). Die folgenden Abschnitte reflektieren die Arbeitsschritte sowie die Zusammenarbeit und sollen aufzeigen, auf welche Aspekte bei der Verwendung von EVE für das Experiment geachtet werden sollte.

Experimentaufbereitung

Für das vorliegende Experiment war eine neue Funktionalität in EVE erforderlich, wofür der Informatiker zuerst die Module erstellen musste. Deshalb waren für die Aufbereitung des Experiments zu Beginn ein genauer Ablauf sowie eine Übersicht der Anforderungen an das System erforderlich, wozu unter anderem die Fragebögen mit den Antworten, das Märchen, zeitliche Informationen über die Präsentationsdauer des Fixierungskreuzes und der Landschaftsvisualisierungen, ihre Einbettung und die Verknüpfung zum Powerlab, der Datenbank und LabChart gehörten. Der Ablauf und die Anforderungen

wurden bei einem Treffen besprochen und verbessert, sodass die Einstellungen in Unity 3D sowie die EVE Module durch den Informatiker umgesetzt werden konnten.

Sobald die Umsetzung erfolgt war, wurde das MVAL aufgebaut und der Computer mit den nötigen Softwares ausgestattet, sodass Unity 3D mit EVE implementiert und im Lab ausgetestet werden konnte. Bei Probedurchläufen wurden in EVE Bildeinstellungen, wie die Grösse der Landschaftsvisualisierungen, auf die Verhältnisse der Leinwand im Lab angepasst. Zusätzlich wurden die Verknüpfungen mit der Datenbank, dem Powerlab sowie mit LabChart getestet. Während der ersten Tests wurde klar, dass hauptsächlich im Fragebogen des dritten Teils Verbesserungen vorzunehmen waren, weil die Auswahl mehrerer Antwortmöglichkeiten zusammen mit einem Eintrag in das Textfeld noch nicht funktionierte. Im weiteren Verlauf der Verbesserungen und Testdurchläufe wurden weitere kleinere Problemstellen wie Formatierungsänderungen, Formulierungen und Rechtschreibfehler ersichtlich.

Diese iterativen Bereinigungen nahmen viel Zeit in Anspruch, unter anderem auch weil der Informatiker nicht immer vor Ort sein konnte. Dies führte dazu, dass die Kommunikation und die Lösung von Problemen oft über E-Mail stattfanden und Änderungen im Programm teilweise auch per Telefonanweisungen durch die Versuchsleitung im Lab vorgenommen wurden. Dabei wurden teilweise wieder neue Probleme ersichtlich, die durch dieses Vorgehen nur stockend gelöst werden konnten, da der Versuchsleitung die Kenntnis im Umgang mit den Programmen fehlte. Weiter wurden per E-Mail auch Dateien transferiert, wobei sich erst später durch erneute Probleme herausstellte, dass mit unterschiedlichen Versionen gearbeitet wurde. Dadurch verzögerte sich bereits die Pilotstudie.

Als das Experiment dann bereit war, wurde eine Pilotstudie mit 12 ProbandInnen aus dem Umfeld der Versuchsleitung durchgeführt. Die Pilotstudie hat nochmals gezeigt, wo weitere Verbesserungen notwendig waren. Nach inhaltlichen und formatbedingten Ausbesserungen traten fortwährend neue Probleme im Programm EVE auf. Daher ist es zwingend, nach allen Änderungen im Programm das Experiment mehrfach und in unterschiedlicher Weise durchzuspielen und dafür genügend Zeit einzuplanen. Dabei sollten die Fragebögen auf unterschiedliche Weisen beantwortet werden, sodass die meisten Antwortmöglichkeiten abgedeckt werden. Denn immer wieder kam es vor, dass bei einigen Antwortkombinationen Fehlermeldungen erschienen sind, die zuvor nicht auftauchten. Weitere zentrale Punkte waren einerseits die unvollständige Beschriftung der LabChart Datei, die so nicht den Anforderungen für die geplante Auswertung der Hautleitfähigkeitsdaten entsprach. Andererseits die Aufbereitung des R und MatLab Skripts, die nachfolgend erläutert werden.

R und MatLab Skripts für die Datenauswertung

Die für die Datenauswertung benötigten Skripts für R und MatLab wurden nach der Pilotstudie fertiggestellt und erstmals mithilfe der gesammelten Daten geprüft. Diese Phase war entscheidend für den

Start des definitiven Experiments. Solange die beiden Skripts nicht funktionierten, musste das Experiment und damit auch die Rekrutierung der ProbandInnen zeitlich verschoben werden.

Nach dem ersten Durchlauf des R Skripts waren mehrere Fehler ersichtlich. Zum einen wurden durch das R Skript nicht alle Fragen aus der MySQL Datenbank abgerufen. Zum anderen wurde bei den Mehrfachauswahlfragen nur jeweils eine Antwort anstatt mehreren ersichtlich und die Reihenfolge der präsentierten Landschaftsvisualisierungen war unverständlich durch Zahlen, und nicht durch Buchstaben (S für Siselen, F für Flims und C für Champoz), symbolisiert. Wie sich später nach weiteren Testversuchen herausstellte, waren auch die Buchstaben in der verkehrten Reihenfolge angeordnet, was bedeutet hätte, dass die Resultate falsch gewesen wären. Weitere Probleme ergaben sich bei der Zuordnung der Kommentare zu den jeweiligen ProbandInnen, der korrekten Beschriftung des Geschlechts sowie den Antworten der SAM Fragen.

Wie sich gezeigt hat, ist das akribische Kontrollieren des R Skripts essentiell. Es ist daher empfehlenswert, sich beim Testen des Experiments stets den gesamten Ablauf aufzuschreiben. Dazu gehören die Eingaben in allen Fragebögen, die Reihenfolgen der präsentierten Landschaftsvisualisierungen und die dazugehörigen Präferenzangaben. Damit kann die resultierende XLS Datei effizient auf Fehler überprüft werden.

Für die Ausarbeitung des MatLab Skripts mussten primär alle Ereignismarker in LabChart vorhanden, den programmierten Zeitabständen entsprechen und in ihrer Bedeutung verständlich sein, weshalb auf Abkürzungen verzichtet werden sollte. Weiter waren in Echtzeit ausgeführte Experimentdurchläufe von Testversuchen erforderlich. Das Skript wurde unter anderem so programmiert, dass die Hautleitfähigkeitsdaten in Intervalle von 10 Sekunden aufgeteilt wurden, was der Präsentationsdauer für einen Landschaftstyp entspricht. Demzufolge mussten für jedes Ereignis Daten über eine Mindestdauer von 10 Sekunden aufgenommen worden sein, sodass das Skript ausgeführt und getestet werden sowie korrekt zwischen den Ereignissen im Experiment unterscheiden konnte. Bei den Durchläufen des Skripts mit den Daten aus der Pilotstudie sind keine Probleme aufgetreten. Erst bei der Datenauswertung nach dem definitiven Experiment gab es eine Schwierigkeit bezüglich der Zeitintervalle, wobei der Skriptdurchlauf bei einzelnen Textdateien abgebrochen wurde. Das Skript wurde entsprechend verbessert, sodass die Datenauswertung fortgesetzt werden konnte.

Empfehlung

Um das Aufsetzen eines neuen Experiments mit EVE effizient zu gestalten, ist es in Anbetracht der erläuterten Erfahrungen wünschenswert, einen erfahrenen Informatiker im Haus zu haben und dadurch direkt ins Team einzubinden. Durch die regelmässige Verfügbarkeit liessen sich Zeitverzögerungen und Fehlerfortpflanzungen vermeiden, indem Probleme unmittelbar kommuniziert,

vor Ort gelöst und gleichzeitig auch getestet werden könnten. Ein weiterer Vorteil bestünde in der Transparenz der Arbeitsfortschritte und eine allzeitige Möglichkeit, vor allem bei Unklarheiten darüber Rücksprache zu halten. Nach grösseren Änderungen des Experiments ist es zudem hilfreich, den Ablauf mit PilotprobandInnen zu prüfen sowie die Schritte der Datenauswertung durchzuführen und akribisch zu kontrollieren. Schliesslich sollte für die Pilotstudie grosszügig Zeit eingeplant werden, damit der Start des definitiven Experiments und die Rekrutierung der ProbandInnen nicht verschoben werden müssen.

Diese Masterarbeit hat einen Beitrag zu den EVE Modulen geleistet. Weil die erforderlichen Module für das Experiment neu erstellt wurden und nun funktionieren, könnten diese Module von anderen ForscherInnen als Laien für weitere Untersuchungen wiederverwendet und verändert werden (Grübel et al. 2016). Beispielsweise Änderungen am Text, die Präsentationsdauer oder die Anzahl von Visualisierungen sind einfach vorzunehmen. Deshalb wäre es grundsätzlich nicht nötig, sich als Versuchsleitung spezielle Informatikkenntnisse über EVE anzueignen, auch weil der Austausch mit einem Informatiker als Unterstützung möglich sein sollte. Dennoch empfiehlt sich, den Umgang mit EVE zu üben. Grübel et al. (2016) nennen dazu Videoanleitungen und Gebrauchsanweisungen, die nebst der benutzerfreundlichen Oberfläche EVE AnwenderInnen mit unterschiedlichem Erfahrungsgrad helfen können.

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Diese Masterarbeit untersuchte die übergeordnete Forschungsfrage, wie der Visualisierungs- und Präsentationstyp von Landschaftsvisualisierungen die emotionalen Reaktionen und Präferenzen beeinflussen.

Die emotionale Reaktion wurde einerseits im Hinblick auf den Visualisierungs- und Präsentationstyp untersucht, sowie andererseits in Bezug auf die Landschaftstypen. Die statistische Auswertung hat gezeigt, dass der Visualisierungstyp (statisch vs. animiert) keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die emotionalen Reaktionen hatte. Weder auf die physiologisch gemessene Reaktion (nSCR), noch auf die bewertete emotionale Beeinflussung durch die Windturbinen, die mithilfe eines Fragebogens erhoben wurde. Obwohl die Bewegung der Windturbinen für ein erhöhtes Realitätsgefühl (Lovett et al. 2015) sowie für eine ganzheitliche Darstellung der visuellen Auswirkung spricht (Maehr et al. 2015), sind dadurch keine Änderungen in den nSCR Werten ersichtlich. In Bezug auf diese beiden Aspekte wurde ebenfalls gezeigt, dass die Bewertung des Realitätsgrads und die Auswirkung der Windturbinen auf die Landschaft nur kleine Unterschiede aufweisen, die nicht statistisch signifikant waren. Der Präsentationstyp (simultan vs. sequentiell) führt zwar ebenfalls zu keinem signifikanten Einfluss auf die nSCR Werte, allerdings auf die bewertete emotionale Beeinflussung durch die Windturbinen. Dabei war die emotionale Beeinflussung bei einer sequentiellen Präsentation um 0.84 höher. Der Präsentationstyp hatte zudem einen Einfluss auf die bewertete Auswirkung der Windturbinen auf die Landschaft, wobei die Auswirkung wiederum beim sequentiellen Präsentationstyp um 0.73 höher war. Aus diesen Erkenntnissen und gestützt auf die 2D Ähnlichkeitsanalyse kann geschlossen werden, dass der Visualisierungs- und Präsentationstyp die nSCR Werte nicht signifikant beeinflusst haben, Unterschiede des Präsentationstyps allerdings in den Wahrnehmungsfragen ersichtlich sind. In Bezug auf die Landschaftstypen wurde mit einer Ähnlichkeitsanalyse gezeigt, dass die Landschaftstypen die nSCR Werte nicht oder gleichermassen beeinflussen, weil keine spezifischen Reaktionen auf die Landschaftstypen aufgetreten sind.

Die Präferenzen als Fallbeispiel wurden auf den Einfluss des Präsentationstyps (simultan vs. sequentiell) sowie der Landschaftstypen untersucht. Die Präsentationstypen unterscheiden sich durch die Art und Weise, wie Alternativen unter Berücksichtigung der Erinnerung verglichen werden, was zu inkonsistenten Präferenzen führen kann (Pfister et al. 2017; Piazza et al. 2002; Dhar 1996). Pfister et al. (2017) erweitern diese Inkonsistenz zu einer Präferenzumkehr. Die auf Häufigkeiten basierte Auswertung hat gezeigt, dass nach einer simultanen Präsentation der Landschaftstypen die Präferenzen für Landschaft 1 höher waren als für Landschaft 2. Die erwähnte Präferenzumkehr war zwischen den beiden Gruppen des sequentiellen Präsentationstyps mit derselben Häufigkeit für Landschaft 1 und 2 ersichtlich, wobei der

Einfluss des Visualisierungstyps nicht erklärt werden konnte. Die unterschiedlichen Häufigkeiten wurden nicht statistisch auf den Einfluss des Präsentations- und Visualisierungstyps untersucht, weshalb kein abschliessendes Fazit möglich ist. Aufgrund der 2D Ähnlichkeitsanalyse waren keine eindeutigen Unterschiede durch den Präsentationstyp oder die Interaktion mit dem Visualisierungstyp ersichtlich. Die Ähnlichkeitsanalyse hat aber im Zusammenhang mit den Landschaftstypen gezeigt, dass die Landschaftstypen im Vergleich zu Wolsink's (2007) Beschreibung als dominante Faktoren einen kleinen Einfluss auf Präferenzen haben.

Obwohl die Emotion und Präferenz zu Beginn getrennt voneinander untersucht wurden, hat sich schliesslich durch die 2D Regression gezeigt, dass sich die nSCR Werte und die Präferenz über alle Gruppen hinweg sehr ähnlich und sogar durch einen Zusammenhang charakterisiert sind.

Gestützt auf der Beantwortung der Forschungsfrage war das weiterführende Ziel, diejenige Präsentationsform aufzuzeigen, mit welcher die Objektivität von Entscheidungsprozessen gewährleistet werden kann. Objektivität bedeutet in diesem Sinne, den Einfluss durch den Visualisierungs- und Präsentationstyp auf Emotionen und Präferenzen zu vermindern. Im Rahmen dieser Masterarbeit hat es keinen Einfluss auf die physiologisch gemessene emotionale Reaktion, ob Landschaftsvisualisierungen statisch oder animiert sowie simultan oder sequentiell präsentiert werden. Allerdings wurde im Fragbogen eine höhere emotionale Beeinflussung durch den sequentiellen Präsentationstyp angegeben. Bezüglich der Präferenzen wurde einerseits gezeigt, dass mit Ausnahme einer Gruppe Landschaft 1 häufiger präferiert wurde als Landschaft 2. Zwischen den beiden Gruppen des sequentiellen Präsentationstyps war eine Präferenzumkehr erkennbar, die nicht begründet werden konnte. Weil die 2D Ähnlichkeitsanalysen für alle Gruppen ähnliche Resultate lieferten und ein gesamtheitlichen Zusammenhang zwischen nSCR und Präferenz besteht, kann die Objektivität von Entscheidungsprozessen mit allen der hier untersuchten Präsentationsformen (statisch vs. animiert und simultan vs. sequentiell) gewährleistet werden. Diese Aussage bezieht sich auf den Kontext dieser Masterarbeit und dient nicht als abschliessendes Fazit. Weiterführende Untersuchungsmöglichkeiten werden im nächsten Abschnitt als Ausblick aufgezeigt.

6.1 Ausblick

Das mit EVE durchgeführte Experiment kann als Ausgangspunkt für weitere Studien mit mehr ProbandInnen dienen. Damit könnte nicht nur der Einfluss des Visualisierungs-, Präsentations- und Landschaftstyps auf die emotionalen Reaktionen und Präferenzen genauer untersucht werden, sondern speziell der Zusammenhang zwischen Emotion und Präferenz.

In den folgenden Abschnitten wird auf Hinweise für die statistische Auswertung, die Landschaftsvisualisierungen, Landschaftstypen, die Emotionsmessung sowie auf andere Präsentationsformen eingegangen.

Wie in der Diskussion bereits erwähnt, sollte die statistische Auswertung mit Berechnungen der Effektstärken nicht signifikanter Variablen verbessert werden. Damit würden bisher nicht erkannte Effekte zwischen Variablen ersichtlich, die die Resultate sowie den Zusammenhang zwischen der Emotion und Präferenz aufklärend ergänzen könnten. Statistische Auswertungen sollten ebenfalls für die Präferenzfragen durchgeführt werden, um die gewonnen Erkenntnisse zu stützen. Einerseits betrifft dies die erkannte Präferenzumkehr der beiden sequentiellen Gruppen 3 und 4, die genauer auf den Einfluss des Visualisierungstyps untersucht werden sollte, um dazu ein abschliessendes Fazit zu ermöglichen. Andererseits sollten die beiden Fragen, in welchem Landschaftstyp die Windturbinen präferiert werden und in welchem Landschaftstyp die ProbandInnen ihre Freizeit verbringen, ebenfalls in weiteren Schritten analysiert werden.

Bei den 3D Landschaftsvisualisierungen liegt noch viel Verbesserungspotential vor. Basierend auf der kritischen Betrachtung könnte der Realitätsgrad der Landschaftsvisualisierungen erhöht werden. Einerseits durch farbliche und strukturelle Anpassungen der verwendeten Daten, sodass ein stimmiges Landschaftsbild entsteht. Dazu gehört auch die bessere Integration der Windturbinen in das Landschaftsbild. Für die Erhöhung des Realitätsgrades könnten andererseits Geräusche miteinbezogen werden, da sie laut den Resultaten des Fragebogens am meisten gefehlt haben. Weiter könnten nicht nur die Windturbinen und Wolken, sondern auch die Kamerasicht oder die Vegetation im Vordergrund leicht bewegt werden. Dabei muss aber sichergestellt sein, dass die Bewegungen gleichmässig sind.

Des Weiteren wurden im Experiment die drei Landschaftstypen im Sommer präsentiert. Für den Einfluss des Landschaftstyps auf die Präferenz wäre es spannend zu untersuchen, wie sich die Präferenzen aufgrund der Saison verändern würden. Im Gegensatz zu einer Sommerlandschaft verändert der Schnee in einer Winterlandschaft das Landschaftsbild stark, was bestimmt auch die visuelle Auswirkung der Windturbinen verändert. Vor allem in Hinblick auf Flims wäre es interessant, die Winterlandschaft weiterzuerfolgen, da dieser Standort durch Seilbahnen und Skilifte geprägt ist, die im Sommer eine ganz andere Wirkung auf die Wahrnehmung haben.

Die Messung der Hautleitfähigkeit als emotionale Reaktion auf die Landschaftstypen hat die Erregung der ProbandInnen gemessen. Dadurch konnte evaluiert werden, wie stark sie auf die Landschaftstypen im jeweiligen Präsentations- und Visualisierungstyp reagiert haben, dennoch sagt die Erregung nichts darüber aus, worauf reagiert wurde. Der Unterschied zwischen den Visualisierungstypen lag darin, dass sich in den Videos im Vergleich zu den statischen Bildern die Windturbinen bewegt haben. Deshalb bestand die Grundannahme, dass Unterschiede der gemessenen emotionalen Reaktion auf die Bewegung der Windturbinen zurückzuführen wären. Obwohl keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden wurden, könnten weitere Experimente die Messung der Hautleitfähigkeit mit der *Eye Tracker* Methode ergänzen. Durch die Blickverfolgung könnte beurteilt werden, wie sich der Fokus auf die bewegenden Windturbinen und damit auf die physiologische Reaktion auswirkt.

Während des Experiments wurden zwischen den Landschaftstyp Kombinationen für jeweils 10 Sekunden ein Fixierungskreuz gezeigt. Die Idee dahinter war, dass sich die Hautleitfähigkeitswerte zwischen den Kombinationspaaren erholen konnten. Damit sollte sichergestellt werden, dass sich die Hautleitfähigkeitswerte der Kombinationspaare nicht überlappen und damit beeinflussen. Durch statistische Auswertungen könnte geprüft werden, ob sich die Hautleitfähigkeitswerte tatsächlich genügend erholen konnten oder nicht. Falls nicht, sollte eine ausreichende Erholungsdauer für weitere Emotionsmessungen ermittelt werden.

Wie im Forschungskontext angetönt, gibt es eine Vielzahl an Präsentationsformen, die für Landschaftsvisualisierungen eingesetzt werden können. Für das Experiment wurde versucht, den Realitätsgrad so gut wie möglich umzusetzen und dafür auf die Interaktivität oder einen hohen Immersionsgrad zu verzichten. Für die Emotionsmessung wäre es spannend zu untersuchen, wie sich im Vergleich eine immersive Präsentationsform, zum Beispiel durch die Verwendung von HMD oder AR, auf die Emotion und Präferenzen auswirken würde.

LITERATUR

- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2011). *Multivariate Analysemethoden* (13th ed.). Berlin, Heidelberg: Springer-Lehrbuch, Springer.
- Benedek, M., & Kaernbach, C. (2010). A continuous measure of phasic electrodermal activity. *Journal of Neuroscience Methods*, 190(1), 80–91.
- Benson, J. F. (2005). The visualization of windfarms. In I. D. Bishop & E. Lange (Eds.), *Visualization in Landscape and Environmental Planning. Technology and Applications*. (pp. 184–192). New York, NY: Taylor & Francis.
- Bishop, I. (2013). Analysis of Sequential Landscape Experiences. In E. Buhmann, S. M. Ervin, & M. Pietsch (Eds.), *Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2013 at Anhalt University of Applied Science* (pp. 110–118). Berlin, Offenbach: Herbert Wichmann Verlag, VDE Verlag GmbH.
- Bishop, I. D. (2005). Introduction. In I. D. Bishop & E. Lange (Eds.), *Visualization in Landscape and Environmental Planning. Technology and Applications*. (pp. 163–165). New York, NY: Taylor & Francis.
- Bishop, I. D., & Lange, E. (2005b). Presentation style and technology. In I. D. Bishop & E. Lange (Eds.), *Visualization in Landscape and Environmental Planning. Technology and Applications*. (pp. 68–77). New York, NY: Taylor & Francis.
- Bishop, I. D., & Lange, E. (2005a). Visualization classified. In I. D. Bishop & E. Lange (Eds.), *Visualization in Landscape and Environmental Planning. Technology and Applications*. (pp. 23–34). New York, NY: Taylor & Francis.
- Borg, I., & Groenen, P. (1997). MDS Fit Measures, Their Relations, and Some Algorithms. In *Modern Multidimensional Scaling. Theory and Applications*. (pp. 199–205). New York: Springer Series in Statistics, Springer.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000). Measuring Emotion: Behaviour, Feeling, and Physiology. In D. R. Lane & L. Nadel (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion* (pp. 242–276). New York, NY: Oxford University Press.

-
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59.
- Braithwaite, J. J., Watson, D. G., Jones, R., & Rowe, M. (2013). A Guide for Analysing Electrodermal Activity (EDA) & Skin Conductance Responses (SCRs) for Psychological Experiments. *Psychophysiology*, 49(8), 1017–1034.
- Cabanac, M. (2002). What is emotion? *Behavioural Processes*, 60(2), 69–83.
- Critchley, H. D. (2002). Review: Electrodermal Responses: What Happens in the Brain. *The Neuroscientist*, 8(2), 132–142.
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., & DeFanti, T. A. (1993). Surround-screen projection-based virtual reality: The design and implementation of the CAVE. In *Proceedings of the 20th annual conference on Computer graphics and interactive techniques - SIGGRAPH '93* (pp. 135–142). New York, New York, USA: ACM Press.
- Damasio, A. R. (2000). A Second Chance for Emotion. In D. R. Lane & L. Nadel (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion* (pp. 12–23). New York, NY: Oxford University Press.
- Dhar, R. (1996). The Effect of Decision Strategy on Deciding to Defer Choice. *Journal of Behavioral Decision Making*, 9(4), 265–281.
- Duffy, E. (1951). The concept of energy mobilization. *Psychological Review*, 58(1), 30–40.
- Edsall, R. M., & Larson, K. L. (2009). Effectiveness of a Semi-Immersive Virtual Environment in Understanding Human–Environment Interactions. *Cartography and Geographic Information Science*, 36(4), 367–384.
- Ekman, P. (1992a). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, 6(3–4), 169–200.
- Ekman, P. (1992b). Are there basic emotions? *Psychological Review*, 99(3), 550–553.
- Field, A. P. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics and sex and drugs and rock “n” roll* (4th ed.). SAGE Publications.
- Figner, B., & Murphy, R. O. (2011). Using skin conductance in judgment and decision making research. In M. Schulte-Mecklenbeck, A. Kühberger, & R. Ranyard (Eds.), *A handbook of process tracing*
-

-
- methods for decision research. A critical review and user's guide* (pp. 163–184). New York, NY: Psychology Press.
- Friedman, A., & Kohler, B. (2003). Bidimensional regression: assessing the configural similarity and accuracy of cognitive maps and other two-dimensional data sets. *Psychological Methods*, 8(4), 468–491.
- Grübel, J., Weibel, R., Jiang, M. H., Hölscher, C., Hackman, D. A., & Schinazi, V. R. (2017). EVE: A Framework for Experiments in Virtual Environments. In Barkowsky T., H. Burte, & H. Hölscher, C. Schultheis (Eds.), *Spatial Cognition X. Spatial Cognition 2016, KogWis 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 10523* (pp. 159–176). Springer, Cham.
- Heilman, K. M. (2000). Emotional Experience: A Neurological Model. In D. R. Lane & L. Nadel (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion* (pp. 328–344). New York, NY: Oxford University Press.
- James, W. (1884). What is an Emotion? *Mind*, 9(34), 188–205.
- Jaworska, N., & Chupetlovska-Anastasova, A. (2009). A Review of Multidimensional Scaling (MDS) and its Utility in Various Psychological Domains. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 5(1), 1–10.
- Johnson, H., & Nelson, E. S. (1998). Using Flow Maps to Visualize Time-Series Data: Comparing the Effectiveness of a Paper Map Series, a Computer Map Series, and Animation. *Cartographic Perspectives*, (30), 47–64.
- Kienast, F., Huber, N., Hergert, R., Bolliger, J., Segura Moran, L., & Hersperger, A. M. (2017). Conflicts between decentralized renewable electricity production and landscape services – A spatially-explicit quantitative assessment for Switzerland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 397–407.
- Kreibig, S. D. (2010). Autonomic nervous system activity in emotion: A review. *Biological Psychology*, 84(3), 394–421.
- Kruskal, J. B. (1964). Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, 29(1), 1–27.
- Lang, P. J. (1980). Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: Computer applications.

-
- Lang, P. J. (1994). The varieties of emotional experience: A meditation on James-Lange theory. *Psychological Review*, *101*(2), 211–221.
- Lange, E. (2002). Visualization in Landscape Architecture and Planning: Where we have been, where we are now and where we might go from here. In *Trends in GIS and Virtualization in Environmental Planning and Design. Proceedings at Anhalt University of Applied Sciences*. (pp. 1–11).
- Lange, E., Schroth, O., Wissen, U., & Schmid, W. A. (2003). Anforderungen an Visualisierungstools zur Partizipation der Öffentlichkeit bei der Bewertung der Landschaftsentwicklung. In *CORP* (pp. 553–556). Wien.
- Lovett, A., Appleton, K., Warren-Kretzschmar, B., & Von Haaren, C. (2015). Using 3D visualization methods in landscape planning: An evaluation of options and practical issues. *Landscape and Urban Planning*, *142*, 85–94.
- Maehr, A. M., Watts, G. R., Hanratty, J., & Talmi, D. (2015). Emotional response to images of wind turbines: A psychophysiological study of their visual impact on the landscape. *Landscape and Urban Planning*, *142*, 71–79.
- Martin, D. W. (2008). *Doing Psychology Experiments* (7th ed.). Belmont: Wadsworth, Cengage Learning.
- Miller, D. R., Morrice, J. G., & Coleby, A. (2005). The provision of visualization tools for engaging public and professional audiences. In I. D. Bishop & E. Lange (Eds.), *Visualization in Landscape and Environmental Planning. Technology and Applications*. (pp. 175–183). New York, NY: Taylor & Francis.
- Nayar, S. K., & Mitsunaga, T. (2000). High dynamic range imaging: spatially varying pixel exposures. In *Proceedings IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR 2000 (Cat. No. PR00662)* (Vol. 1, pp. 472–479). IEEE Comput. Soc.
- Ode Sang, Å., Hägerhäll, C., Miller, D., & Donaldson-Selby, G. (2014). The Use of Visualised Landscapes in Order to Challenge and Develop Theory in Landscape Preference Research. In *Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2014 at ETH Zurich* (pp. 362–369). Berlin, Offenbach: Herbert Wichmann Verlag, VDE Verlag GmbH.
- Pfister, H.-R., Jungermann, H., & Fischer, K. (2017). *Die Psychologie der Entscheidung. Eine Einführung*. (4.). Berlin, Heidelberg: Springer.

- Piazza, C. C., Patel, M. R., Santana, C. M., Goh, H. L., Delia, M. D., & Lancaster, B. M. (2002). An evaluation of simultaneous and sequential presentation of preferred and nonpreferred food to treat food selectivity. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 35(3), 259–270.
- Piekarski, W., & Thomas, B. H. (2005). Future use of augmented reality for environmental and landscape planners. In I. D. Bishop & E. Lange (Eds.), *Visualization in Landscape and Environmental Planning. Technology and Applications*. (pp. 234–240). New York, NY: Taylor & Francis.
- Pihel, J., Ode Sang, Å., Hägerhäll, C., Nyström, M., & Sandström, E. (2014). Assessments and Eye Movements Compared between Photographs and Visualizations of Logged Forest Vistas – For What Kind of Assessments are Visualisations a Good Representation of Photographs? In U. Wissen Hayek, P. Fricker, & E. Buhmann (Eds.), *Peer Reviewed Proceedings of Digital Landscape Architecture 2014 at ETH Zurich* (pp. 344–351). Berlin, Offenbach: Herbert Wichmann Verlag, VDE Verlag GmbH.
- Präsenz Schweiz PRS (2017). Geografie – Fakten und Zahlen. URL:
<https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/de/home/umwelt/geografie/geografie---fakten-und-zahlen.html>, letzter Zugriff 22.02.2018.
- Raab-Steiner, E., & Benesch, M. (2015). *Der Fragebogen: von der Forschungsidee zur SPSS-Auswertung*. (4th ed.). Wien: Facultas, utb.
- Russell, J. A., & Barrett, L. F. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: Dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(5), 805–819.
- Russell, J. A., & Mehrabian, A. (1977). Evidence for a three-factor theory of emotions. *Journal of Research in Personality*, 11(3), 273–294.
- Schachter, S., & Singer, J. (1962). Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69(5), 379–399.
- Scherer, K. (2002). Emotion. In W. Stroebe, K. Jonas, & M. Hewstone (Eds.), *Sozialpsychologie* (pp. 165–213). Berlin, Heidelberg: Springer-Lehrbuch, Springer.
- Schroth, O. (2007). From Information to Participation. Interactive Landscape Visualization as a Tool for Collaborative Planning. In *Diss. ETH No. 17409*. ETH, Zurich.

-
- Shepard, R. N. (1980). Multidimensional Scaling, Tree-Fitting, and Clustering. *Science*, 210(4468), 390–398.
- Sheppard, S. R. J. (2001). Guidance for crystal ball gazers: developing a code of ethics for landscape visualization. *Landscape and Urban Planning*, 54(1–4), 183–199.
- Sheppard, S. R. J. (1989). Fundamentals and problems in simulation use. In S. R. J. Sheppard (Ed.), *Visual Simulation. A User's Guide for Architects, Engineers, and Planners*. (pp. 51–58). New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
- Sheppard, S. R. J. (2005). Validity, reliability and ethics in visualization. In I. D. Bishop & E. Lange (Eds.), *Visualization in Landscape and Environmental Planning. Technology and Applications*. (pp. 79–97). New York, NY: Taylor & Francis.
- SNF (2017). Energyscape – Landschaftsstrategie für erneuerbare Energiesysteme. URL: <http://www.nfp70.ch/de/projekte/ergaenzungsstudien/energyscape>, letzter Zugriff 24.04.2017.
- Spielhofer, R., Fabrikant, S. I., Vollmer, M., Rebsamen, J., Grêt-Regamey, A., & Wissen Hayek, U. (2017). 3D Point Clouds for Representing Landscape Change. *Journal of Digital Landscape Architecture*, (2), 206–213.
- Stauskis, G. (2014). Development of methods and practices of virtual reality as a tool for participatory urban planning: a case study of Vilnius City as an example for improving environmental, social and energy sustainability. *Energy, Sustainability and Society*, 4(1), 7.
- Tveit, M. S. (2009). Indicators of visual scale as predictors of landscape preference; a comparison between groups. *Journal of Environmental Management*, 90(9), 2882–2888.
- Tversky, B., Bauer Morrison, J., & Betrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(4), 247–262.
- van Dooren, M., (Gert-Jan) de Vries, J. J. G., & Janssen, J. H. (2012). Emotional sweating across the body: Comparing 16 different skin conductance measurement locations. *Physiology & Behavior*, 106(2), 298–304.

- Wissen Hayek, U., Waltisberg, D., Philipp, N., & Grêt-Regamey, A. (2016). Exploring Issues of Immersive Virtual Landscapes for the Support of Participatory Spatial Planning Support. *Journal of Digital Landscape Architecture*, (1), 100–108.
- Wissen, U., Schroth, O., Lange, E., & Schmid, W. A. (2008). Approaches to integrating indicators into 3D landscape visualisations and their benefits for participative planning situations. *Journal of Environmental Management*, 89(3), 184–196.
- Wolsink, M. (2007). Wind power implementation: The nature of public attitudes: Equity and fairness instead of “backyard motives.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(6), 1188–1207.

ANHANG

A. 3D Landschaftsvisualisierungen

Mittelland Standort Siselen



Jura Standort Champoz



Alpen Standort Flims



B. Fragebögen

Demographie und SAM

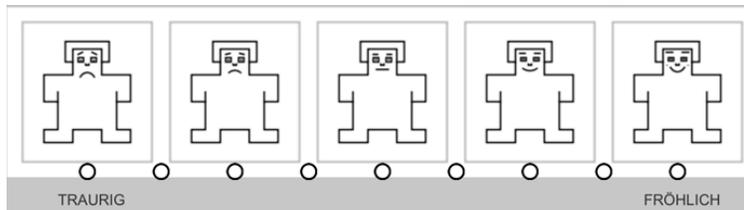
Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an:

- Männlich
- Weiblich
- Keine Antwort

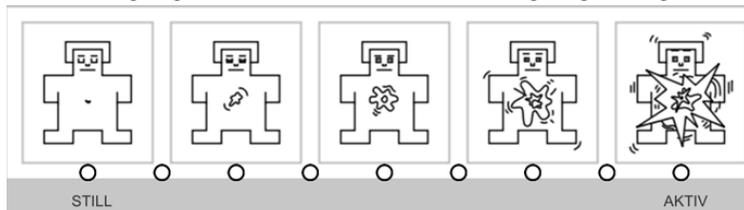
Bitte geben Sie Ihr Alter an:

Bitte geben Sie Ihren Wohnort (Stadt, Kanton: z.B. Oerlikon, ZH) an:

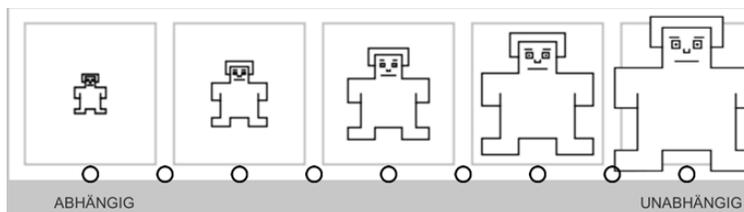
SAM Freude: Bitte beurteilen Sie, wie glücklich-unglücklich Sie sich im Moment fühlen.



SAM Erregung: Bitte beurteilen Sie, wie aufgeregt-ruhig Sie sich im Moment fühlen.



SAM Dominanz: Bitte beurteilen Sie, wie sehr „in Kontrolle“-„von Aussen kontrolliert“ Sie sich im Moment fühlen.



Präferenz

Welche Landschaft gefällt Ihnen besser?

Wahrnehmung und Emotion

Wie realistisch waren diese Landschaftsvisualisierungen?

Nicht
realistisch

Sehr
realistisch

-

Was hat Ihnen in den Landschaftsvisualisierungen gefehlt? (Mehrere Auswahlmöglichkeiten)

- Geräusche
- Bewegung
- Witterung
- Tiere
- Menschen
- Verkehr
- Nichts
- Anderes:

Wie sehr haben Sie die Windturbinen wahrgenommen?

Gar nicht

Sehr stark
wahrgenommen

-

Wie sehr wirken sich die Windturbinen auf die Landschaft aus?

Gar nicht

Sehr stark

-

Wie sehr haben Sie sich durch die Windturbinen emotional beeinflusst gefühlt?

Gar nicht

Sehr stark
beeinflusst

-

Wie schwierig war der Entscheid für die Präferenz zwischen jedem Paar der Landschaftsvisualisierungen?

Sehr leicht

Gerade
richtig

Sehr
schwierig

-

Welche Landschaftselemente und Objekte haben Sie während des Experiments gesehen?
(Mehrere Auswahlmöglichkeiten)

- Freileitungsmasten
- Seilbahn
- Landwirtschaftliche Nutzung
- Windturbinen
- Wolkenbewegung
- Brunnen
- Gebirge
- Wald
- Kühe
- See
- Dorf/ Siedlung
- Skilift
- Strassen/ Feldwege

Aus welchen Gründen hat Ihnen eine Landschaft besser gefallen als die andere? (Mehrere Auswahlmöglichkeiten)

- Erholungs- und Sportfunktion
- Schöne Natur und Umwelt
- Gewohnte Umgebung
- Weniger (Energie-)Infrastrukturen
- Farbgebung
- Harmonie
- Weder noch
- Anderes:

In welchem Landschaftstyp präferieren Sie Windturbinen?

- Jura



- Mittelland



- Alpen



Wo verbringen Sie Ihre Freizeit am häufigsten?

- Jura
- Mittelland
- Alpen

Was hat Sie am meisten in den Landschaften gestört?

- Windturbinen
- Freileitungsmasten/ Stromleitungen
- Seilbahn/ Skilift
- Farbgebung
- Nichts
- Anderes:

Wie beurteilen Sie die zeitliche Länge der Präsentation der Landschaftsvisualisierungen?

- Sehr kurz Genau richtig Sehr lang
-

Wie viel Erfahrungen haben Sie mit Landschaftsvisualisierungen?

- Keine Sehr viel
-

Haben Sie sich durch die Elektroden gestört gefühlt?

- Ja
- Nein

C. Rekrutierung der ProbandInnen

C.1 Experimenteinladung an die FAPS Mailingliste

Liebe Mitstudierende, Liebe Interessierte

Für das Experiment meiner Masterarbeit bin ich auf der Suche nach Teilnehmer/innen mit normalem Sehvermögen im Alter zwischen 18 und 40 Jahren mit guten Deutschkenntnissen.

Das Ziel des Experimentes ist die Untersuchung der emotionalen Reaktionen auf verschiedene Präsentationsformen von Landschaftsvisualisierungen. Das Experiment besteht aus kurzen Fragebögen und der Messung der emotionalen Reaktionen auf die Visualisierungen während der gesamten Experimentdauer. Die Dauer beträgt maximal 30 Minuten und als Aufwandsentschädigung erhaltet ihr 10 sFr. Das Experiment findet an der ETH Höggerberg im HIL Gebäude, Stockwerk H, Raum 35.3 statt. Alle Daten werden anonym aufgenommen und vertraulich behandelt.

Falls die oben genannten Kriterien auf euch zutreffen, meldet euch bitte unter dem Link <https://doodle.com/poll/42ddtuqushinguw2> mit eurer E-Mail Adresse für das Experiment an.

Ich freue mich auf eure Teilnahme!

Viele Grüsse
Corinne

Corinne Schweri
ETH Zürich
Institut für Raum- und Landschaftsentwicklung
Planung von Landschaft und Urbanen Systemen
Stefano-Franscini-Platz 5, HIL H 51.1
8093 Zürich
schweric@student.ethz.ch

Bemerkung: Der Link für die Anmeldung ist nicht mehr aktiv.

C.2 Erinnerungsmail für angemeldete ProbandInnen

Betreff: Experimenteinladung

Hallo ,*Vorname*'

Vielen Dank für deine Anmeldung zum Experiment!

Das Ziel des Experimentes ist die Untersuchung der emotionalen Reaktionen auf verschiedene Präsentationsformen von Landschaftsvisualisierungen.

Das Experiment besteht aus kurzen Fragebögen und der Messung der emotionalen Reaktionen auf die Visualisierungen während der gesamten Experimentdauer. Die Dauer beträgt 30 Minuten und als Aufwandsentschädigung erhaltet ihr 10 sFr. Das Experiment findet an der ETH Hönggerberg im HIL Gebäude, Stockwerk H, Raum 35.3 statt.

Du hast dich für ,*Wochentag*' ,*von*'-,*bis*' Uhr angemeldet.

Unter diesem Link <https://www.ethz.ch/de/campus/standorte-anreise/standorte-ZH/hoenggerberg.html> gibt es Informationen zur Anreise und ein Situationsplan der Gebäude.

Das HIL Gebäude ist von der Bushaltestelle ETH Hönggerberg direkt ersichtlich. Das HIL-Gebäude hat zwei Eingänge. Für den direkten Weg zum Raum H 35.3 wählst du am besten den ersten Eingang auf der rechten Seite in Laufrichtung. Wenn du im H Stock angekommen bist, befindet sich das Zimmer gerade nach den grauen Liften resp. gegenüber der Toiletten.

Falls du dazu Fragen hast, melde dich bitte.

Bitte erscheine pünktlich.

Vielen Dank und bis ,*Wochentag*'.

Liebe Grüsse

Corinne

D. Experiment

D.1 Verbales Skript

Schritt	Skript
Vorbereitung	<p>Das Original, die Kopie des Einwilligungsformulars sowie das Informationsblatt und einen Kugelschreiber auf dem Tisch bereit legen.</p> <p>Ablauf des Experiments sowie Experimentprotokoll beim PC bereit legen.</p> <p>Unity 3D und LabChart gemäss Ablauf.</p>
Teilnehmer ist hier	<p>Begrüssung.</p> <p>Du kannst hier auf diesem Stuhl Platz nehmen. Ich habe dir das Informationsblatt und das Einwilligungsformular bereit gelegt, das du gleich lesen und unterschreiben kannst.</p> <p>Hier auf diesem Blatt wird der Ablauf des Experiments erklärt. Bitte lies es sorgfältig durch.</p>
Experiment erklären	<p>Ich gehe nun das Experiment noch einmal kurz mit dir durch.</p> <p>Gemäss Ablauf des Experiments.</p> <p>Sobald du mit dem Experiment fertig bist, werde ich dir die Elektroden wieder abnehmen und du bekommst 10 CHF.</p> <p>Hast du soweit noch Fragen?</p>
Elektroden anbringen	<p>Sitzt du bequem? In den nächsten 15 min solltest du dich wenn möglich nicht bewegen.</p> <p>Ich befestige nun am Ring- und Zeigefinger die beiden Elektroden. Mit welcher Hand bedienst du die Maus? Leg deine Hand auf dem Handrücken ab und halte die Hand und die Finger danach komplett still, sonst wird die Messung beeinflusst.</p>
Experiment starten	<p>Gut, dann starten wir jetzt.</p>
Experiment läuft	<p>Fragen/ Bemerkungen/ Auffälligkeiten auf dem Experimentprotokoll notieren.</p>
Experiment beendet	<p>Du bist jetzt fertig mit dem Experiment. Ich nehme dir die Elektroden gleich wieder ab.</p>
Quittung unterschreiben	<p>Jetzt bekommst du noch die 10 CHF. Dafür bitte hier die Quittung unterschreiben.</p>
Teilnehmer geht	<p>Vielen Dank für deine Teilnahme. Kopie des Einwilligungsformulars mitgeben, falls gewünscht. Verabschiedung.</p>

D.2 Skript für den Ablauf der Messung

BEVOR DER PARTIZIPANT KOMMT:

1. **LabChart** und **Unity 3D** (documents > corinne_experiment > experiment > experiment.exe/ Auflösung 1920x1080 und Display 2 kontrollieren) öffnen.
2. In **Unity 3D** im Experiment Menu die Subject ID und unter Parameter die Experimentkonditionen sowie den Labchart file path eingeben.
3. In **LabChart** das Settings File öffnen, dann mit ‚save as‘ das File neu unter der Current Session ID abspeichern. Der Speicherpfad für das Dokument ist D1-P1: labchart files.
4. Dann in **Unity 3D** auf Start Experiment klicken.

PARIZIPANT IST HIER:

1. Der Partizipant liest das Informationsblatt.
2. Der Partizipant liest das Einwilligungsfomular.
Währenddessen in **LabChart** auf Channel EDA und dann auf GSR Amp klicken, dann Open Circuit Zero.
3. Der Partizipant hat das Einwilligungsfomular unterschrieben.
In **Unity 3D** Start drücken.
4. Dem Partizipanten die Elektroden an Ring (schwarz)- und Zeigefinger (rot) anlegen. Hinweis auf still halten.
5. Der Partizipant liest den Ablauf; gibt es Fragen?; kurze Zusammenfassung
6. In **LabChart**, sobald sich die Kurve beruhigt hat, auf Subject Zero klicken. Baseline für die Messung. Dann Ok.
7. In **Unity 3D** auf Start Measurement.

8. Experiment endet mit Thanks.
9. Elektroden vom Partizipant wegnehmen.
10. Partizipant erhält das Geld, unterschreibt die Quittung und geht.

PARTIZIPANT IST GEGANGEN:

1. In **Unity 3D** bei Thanks Ok klicken.
2. In **LabChart** auf Stop klicken.
3. In **Unity 3D** im Main Menu auf Evaluation Menu, dann Add Labchart comments.

4. In **LabChart** warten, bis alle Fenster aufgegangen und wieder geschlossen sind.
 - Nach links scrollen, um zu kontrollieren, ob alle Kommentare drin sind.
 - Speichern.
 - Exportieren ‚as labchart file text‘, der Dateiname muss die labchart file path sowie die Experimentkonditionen beschreiben
 - 1 Channel EDA
 - Clip values
 - Block header
 - Time
 - Always seconds
 - Comments
 - Event markers
 - Labchart file schliessen.
5. In **Unity 3D** auf Exit und wieder neu starten bevor der nächste Partizipant kommt.

Sonstiges

Das Licht abschalten, sobald das Experiment in Unity 3D startet.

D.3 Informationsblatt

Informationsblatt für Proband/Innen

Studie zu emotionalen Reaktionen auf verschiedene Präsentationsformen von 3D-Landschaftsvisualisierungen

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an der Studie.

Ziel: Das Ziel dieses Experiments ist die Untersuchung der emotionalen Reaktionen auf verschiedene Präsentationsformen von 3D-Landschaftsvisualisierungen.

Ablauf: Während den ersten Minuten werden Sie über Ihre Rechte und Verantwortlichkeiten als Studienteilnehmer/in aufgeklärt. Das Experiment beginnt mit drei Fragen zur Demographie. Danach werden Sie eine Geschichte lesen und darauffolgend drei Fragen zu Ihrem emotionalen Empfinden beantworten. Im Hauptteil des Experimentes werden Ihnen verschiedene Kombinationspaare von Landschaftsvisualisierungen präsentiert. Nach jedem Paar werden Sie gefragt, welche Landschaft Ihnen von beiden besser gefällt. Das Experiment endet mit einem Fragebogen zu Ihrer Wahrnehmung. Während des ganzen Experiments wird mit Elektroden, die an zwei Fingern befestigt werden, Ihre physiologische Reaktion auf die Landschaftsvisualisierungen aufgenommen. Nach dem Experiment können Sie Fragen zum Experiment stellen.

Dauer: Die Gesamtstudiendauer beträgt etwa 30 Minuten.

Bedingungen für die Studienteilnahme: Um an diesem Experiment teilzunehmen, müssen Sie zwischen 18 und 40 Jahren alt sein, ein normales oder korrigiertes Sehvermögen haben und keine akuten oder chronischen physischen Erkrankungen oder mental-psychische Störungen haben.

Entschädigung: Für Ihre Teilnahme erhalten Sie 10.- CHF. Die Vergütung für die Teilnahme wird finanziert durch das NFP 70-Projekt ENERGYSCAPE (Fördervertrag: 407040_173808 / 1).

Risiken: Es gibt keine direkten Vor- oder Nachteile aus der Teilnahme an diesem Experiment. Ein mögliches Risiko ist leichte Müdigkeit nach dem Ausführen von sich wiederholenden Aufgaben.

Rücktrittsrecht: Als Proband/in haben Sie das Recht, jederzeit und ohne Angabe von Gründen und ohne negative Konsequenzen von der Studie zurückzutreten.

Datenschutz: Ihre Antworten aus dem Experiment werden anonym aufgenommen und sicher aufbewahrt. Damit sind Rückschlüsse auf Ihre Person nicht möglich. Nur die verantwortliche Versuchsleitung und/ oder die Mitglieder der Ethikkommission werden unter strikter Vertraulichkeit Zugriff auf die Originaldaten haben.

Versicherungsschutz: Allfällige gesundheitliche Schäden, die direkt mit der Studie zusammenhängen und nachweisliche Verschulden der ETH sind, sind durch die allgemeine Haftpflichtversicherung der ETH Zürich (Versicherungspolicennr. 30/4.078.362 der Basler Versicherung AG) gedeckt. Darüber hinaus liegt die Krankenkasse und/ oder Unfallversicherung (z.B. für die An- und Rückreise zum/ vom Studienort) in der Verantwortung der Probandin/ des Probanden.

Kontaktperson: Falls Sie Fragen zu Ihrer Teilnahme an diesem Experiment haben, kontaktieren Sie bitte: Tyler Thrash, PhD in Psychologie, Lehrstuhl der Kognitionswissenschaft, Departement Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften, ETH Zürich, RZ E 22.2, Clausiusstrasse 59, 8092 Zürich, Tel. +41 44 632 72 33, E-Mail: tyler.thrash@gess.ethz.ch

D.4 Einverständniserklärung

Einverständniserklärung

- ⇒ Bitte lesen Sie dieses Formular sorgfältig durch.
- ⇒ Bitte wenden Sie sich an die Versuchsleitung oder die Kontaktperson, falls Sie Fragen haben.

Studientitel: Emotionale Reaktionen auf verschiedene Präsentationsformen von 3D-Landschaftsvisualisierungen

Studienort: Stefano-Franscini-Platz 5 (HIL H 35.3)

Vorname und Nachname der Hauptversuchsleitung: Prof. Dr. Adrienne Grêt-Regamey

Vorname und Nachname der Probandin/ des Probanden:

Der/ die Proband/in:

- ⇒ Ich nehme an dieser Studie freiwillig teil und kann jederzeit ohne Angabe von Gründen und ohne negative Konsequenzen von der Studie zurücktreten.
- ⇒ Ich wurde mündlich und schriftlich über die Ziele und Abläufe der Studie, Vorteile und Nachteile sowie potenzielle Risiken informiert.
- ⇒ Ich habe das Informationsblatt für Probanden gelesen. Meine Fragen bezüglich der Teilnahme an der Studie wurden zufriedenstellend beantwortet. Ich habe eine Kopie vom Informationsblatt für Probanden sowie von der Einverständniserklärung erhalten.
- ⇒ Ich hatte genügend Zeit, um mich über die Teilnahme an der Studie zu entscheiden.
- ⇒ Mit meiner Unterschrift bestätige ich, dass ich die Anforderungen für die Teilnahme an der Studie erfülle, die im Informationsblatt für Probanden erwähnt sind.
- ⇒ Ich wurde darüber informiert, dass allfällige gesundheitliche Schäden, die direkt mit der Studie zusammenhängen und nachweisliche Verschulden der ETH Zürich sind, durch die allgemeine Haftpflichtversicherung der ETH Zürich (Versicherungspolicenr. 30/4.078.362 der Basler Versicherung AG) gedeckt sind. Über das vorher beschriebene hinaus wird hingegen meine Krankenkasse und/ oder Unfallversicherung (z.B. für die An- und Rückreise zum/ vom Studienort) aufkommen.
- ⇒ Ich bin damit einverstanden, dass die verantwortliche Versuchsleitung und/ oder die Mitglieder der Ethikkommission unter strikter Vertraulichkeit Zugriff zu den Originaldaten haben.
- ⇒ Ich nehme zur Kenntnis, dass ich während der Studie die Anforderungen und Limitierungen befolgen muss, die im Informationsblatt für Probanden beschrieben sind. Im Interesse meiner eigenen Gesundheit kann mich die Versuchsleitung ohne gegenseitiges Einverständnis von der Studie ausschliessen.

Ort, Datum Unterschrift Proband/in

Ort, Datum Unterschrift Versuchsleitung.

D.5 Ablauf des Experiments

Als Vorbereitung auf das Experiment werden zwei Elektroden am Ring- und Zeigefinger angebracht. Diese Elektroden werden während des Experiments die Hautleitfähigkeit messen.

Das Experiment dauert etwa 20 Minuten und besteht aus drei Teilen:

1) Das Experiment startet mit Fragen zur Demographie. Dazu gehören Geschlecht, Alter und Wohnort. Danach werden Sie eine Geschichte lesen. Während dieser Zeit werden die Sensoren der Elektroden kalibriert und die Geschichte dient auch dazu, dass Sie sich entspannen und sich auf das Experiment fokussieren. Nach der Geschichte werden Fragen zu Ihrer momentanen Gefühlslage gestellt. Dazu gehören Freude, Erregung und Dominanz. Auf einer Skala mit Figuren können Sie Ihr emotionales Empfinden angeben. Genauere Erläuterungen zu den Figuren folgen im Experiment.

2) Im zweiten Teil geht es um die Landschaftsvisualisierungen. Zuerst erscheint ein Fixierungskreuz, das Sie fokussieren sollen. Danach wird Ihnen ein Kombinationspaar der Landschaftsvisualisierungen präsentiert. Dann folgt die Frage, welche Landschaft Ihnen von beiden besser gefällt. Sie sollen spontan darauf antworten, indem Sie auf der Tastatur die Taste 1 oder 2 drücken. Nachdem Sie geantwortet haben, erscheint wieder das Fixierungskreuz, das Sie fokussieren sollen. Danach folgt das nächste Kombinationspaar von Landschaftsvisualisierungen und der Ablauf ist wieder derselbe. Das heißt zuerst wird Ihnen ein Kombinationspaar präsentiert, danach werden Sie gefragt, welche Landschaft Ihnen von beiden besser gefällt und dann erscheint das Fixierungskreuz. Insgesamt gibt es sechs Kombinationspaare von Landschaftsvisualisierungen.

3) Im dritten Teil folgt zum Abschluss ein allgemeiner Fragebogen zu Ihrer Wahrnehmung und zum Experiment.

Nachdem das Experiment beendet ist, werden die Elektroden an den Fingern wieder abgenommen und Sie erhalten 10 sFr.

Zusammenfassung

<p>Teil 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fragen zur Demographie - Geschichte lesen - SAM Fragen 	<p>Teil 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zu Beginn Fixierungskreuz - Kombinationspaare der Landschaftsvisualisierungen - Frage: Welche Landschaft gefällt Ihnen besser? - Fixierungskreuz <p>Total 6 Kombinationspaare</p>	<p>Teil 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fragen zur Wahrnehmung und zum Experiment
--	--	---

D.6 Unity 3D Bildschirmausschnitte vom Experiment

SAM Dimension Freude

SAM Fragen

Die erste SAM Skala steht für glücklich-unglücklich und geht von Lächeln bis Stirnrunzeln.

An einem Extrem der glücklich bis unglücklich Skala könnten Sie sich glücklich, erfreut, zufrieden, wohl oder hoffnungsvoll fühlen. Falls Sie sich im Moment rundum wohl fühlen, könnten Sie die Figur ganz rechts auswählen. Am anderen Ende der Skala beschreibt es Sie, falls Sie sich gänzlich unglücklich, genervt, unzufrieden, melancholisch, verzweifelt oder gelangweilt fühlen. Falls Sie sich gänzlich unglücklich fühlen, könnten Sie die Figur ganz links auswählen. Falls Sie sich komplett neutral - weder glücklich noch unglücklich - fühlen, könnten Sie die Figur in der Mitte auswählen. Zudem könnten Sie die Zwischenschritte zwischen zwei Figuren auswählen.

Back Next

SAM Dimension Erregung

SAM Fragen

Die nächste SAM Skala steht für aufgeregt-ruhig.

An einem Extrem der Skala könnten Sie sich stimuliert, aufgeregt, rasend, nervös, hellwach oder aufgeweckt fühlen. Falls Sie sich im Moment sehr aufgeregt fühlen, könnten Sie die Figur ganz rechts auswählen. Am anderen Ende der Skala fühlen Sie sich komplett entspannt, ruhig, träge, matt, müde oder unerregt. Sie könnten angeben, dass Sie sich komplett ruhig fühlen, indem Sie die Figur ganz links auswählen. Falls Sie weder sehr aufgeregt, noch sehr ruhig sind, könnten Sie die Figur in der Mitte auswählen. Zudem könnten Sie die Zwischenschritte zwischen zwei Figuren auswählen.

Back Next

SAM Dimension Dominanz

SAM Fragen

Die letzte SAM Skala steht für "in Kontrolle"- "von Aussen kontrolliert".

An einem Extrem der Skala könnten Sie sich unwichtig, ausser Kontrolle oder eingeschüchtert fühlen, aber auch, als bestimme jemand anderes oder als ob Sie die Situation nicht handhaben könnten. Falls Sie sich im Moment so fühlen, dass Sie diese Situation nicht handhaben könnten, könnten Sie die Figur ganz links auswählen. Am anderen Ende der Skala fühlen Sie sich in Kontrolle, wichtig, als ob Sie von niemandem Hilfe bräuchten und die Situation handhaben könnten. Sie könnten angeben, dass Sie sich komplett in Kontrolle und in der Lage fühlen die Situation handzuhaben, indem Sie die Figur ganz rechts auswählen. Falls Sie weder sehr in Kontrolle, noch sehr von Aussen kontrolliert sind, könnten Sie die Figur in der Mitte auswählen. Zudem könnten Sie die Zwischenschritte zwischen zwei Figuren auswählen.

Back

Next

Fixierungskreuz (Dauer: 10 Sekunden)



**Präsentation der Landschaftsvisualisierungen für den simultanen Präsentationstyp
(Dauer: 20 Sekunden)**



**Präsentation der Landschaftsvisualisierungen für den sequentiellen Präsentationstyp
(Dauer: je 10 Sekunden)**



Bitte schauen Sie beide Landschaften an.

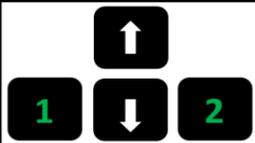


Landschaft 2

Präferenzabfrage

Welche Landschaft gefällt Ihnen besser?

Bitte entscheiden Sie sich, indem Sie "1" oder "2" drücken.

Landschaft 1  Landschaft 2

D.7 LabChart Kommentare

21.adicht: Comments			
Display channels:		1 Ch1: EDA	Filter:
Channel	Number	Time	Comment
1	2	0.041 s	End of scene LabchartStartScene0
1	3	0.25 s	Scene pre_stimuli.xml1 start
1	1	30.146 s	Scene LabchartStartScene0 start
1	9	46.208 s	Event Display QuestionSet b_story
1	10	4:22.172	Event Display QuestionSet c_SAM_deutsch
1	11	6:32.921	Event Display QuestionSet d_task_intro
1	4	6:42.763	End of scene pre_stimuli.xml1
1	5	6:43.157	Scene corinne_experiment2 start
1	12	6:43.368	Event Stimuli: D P
1	13	6:43.947	Event Start Fixation
1	14	6:53.955	Event Display D P:F C
1	15	7:13.967	Event Display Decision Screen
1	16	7:16.205	Event Choose 1
1	17	7:16.263	Event Start Fixation
1	18	7:26.212	Event Display D P:S C
1	19	7:46.222	Event Display Decision Screen
1	20	7:47.425	Event Choose 1
1	21	7:47.544	Event Start Fixation
1	22	7:57.435	Event Display D P:F S
1	23	8:17.446	Event Display Decision Screen
1	24	8:18.737	Event Choose 1
1	25	8:18.86	Event Start Fixation
1	26	8:28.74	Event Display D P:C F
1	27	8:48.752	Event Display Decision Screen
1	28	8:49.943	Event Choose 2
1	29	8:50.005	Event Start Fixation
1	30	8:59.947	Event Display D P:C S
1	31	9:19.957	Event Display Decision Screen
1	32	9:21.111	Event Choose 2
1	33	9:21.231	Event Start Fixation
1	34	9:31.12	Event Display D P:S F
1	35	9:51.131	Event Display Decision Screen
1	36	9:52.135	Event Choose 2
1	37	9:52.137	Event Completed Stimuli
1	6	9:52.183	End of scene corinne_experiment2
1	7	9:52.419	Scene post_stimuli.xml3 start
1	8	14:03.231	End of scene post_stimuli.xml3

E. Datenauswertung

Zuordnungstabelle für die Ereignismarker

Event Id	Event name		
1	Event Display QuestionSet b_story		
2	Display QuestionSet c_SAM_deutsch		
3	Start Fixation		
4	Display D P:C S		
5	Display Decision Screen		
6	Start Fixation		
7	Display D P:F C		
8	Display Decision Screen		
9	Start Fixation		
10	Display D P:S F		
11	Display Decision Screen		
12	Start Fixation		
13	Display D P:C F		
14	Display Decision Screen		
15	Start Fixation		
16	Display D P:F S		
17	Display Decision Screen		
18	Start Fixation		
19	Display D P:S C		
20	Display Decision Screen		

F. Resultate

F.1 Erhebung der Emotion durch SAM

Between-Subjects Factors

		N
parallel	.00	36
	1.00	38
static	.00	37
	1.00	37

Dimension Freude

Descriptive Statistics

Dependent Variable: pleasure

parallel	static	Mean	Std. Deviation	N
.00	.00	6.8333	1.04319	18
	1.00	6.4444	.92178	18
	Total	6.6389	.99003	36
1.00	.00	6.8947	1.24252	19
	1.00	6.8421	.95819	19
	Total	6.8684	1.09473	38
Total	.00	6.8649	1.13437	37
	1.00	6.6486	.94916	37
	Total	6.7568	1.04437	74

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pleasure

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.361 ^a	3	.787	.713	.547
Intercept	3372.812	1	3372.812	3055.865	.000
parallel	.974	1	.974	.882	.351
static	.901	1	.901	.816	.369
parallel * static	.523	1	.523	.473	.494
Error	77.260	70	1.104		
Total	3458.000	74			
Corrected Total	79.622	73			

a. R Squared = .030 (Adjusted R Squared = -.012)

Dimension Erregung

Descriptive Statistics

Dependent Variable: arousal

parallel	static	Mean	Std. Deviation	N
.00	.00	5.0556	1.62597	18
	1.00	4.1111	1.99673	18
	Total	4.5833	1.85742	36
1.00	.00	4.2632	1.91027	19
	1.00	4.6842	1.56534	19
	Total	4.4737	1.73574	38
Total	.00	4.6486	1.79840	37
	1.00	4.4054	1.78667	37
	Total	4.5270	1.78443	74

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: arousal

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9.934 ^a	3	3.311	1.042	.380
Intercept	1516.438	1	1516.438	477.057	.000
parallel	.222	1	.222	.070	.792
static	1.266	1	1.266	.398	.530
parallel * static	8.617	1	8.617	2.711	.104
Error	222.512	70	3.179		
Total	1749.000	74			
Corrected Total	232.446	73			

a. R Squared = .043 (Adjusted R Squared = .002)

Dimension Dominanz

Descriptive Statistics

Dependent Variable: dominance

parallel	static	Mean	Std. Deviation	N
.00	.00	6.8889	1.56765	18
	1.00	6.1111	1.99673	18
	Total	6.5000	1.81265	36
1.00	.00	6.6842	1.76549	19
	1.00	6.1053	1.72867	19
	Total	6.3947	1.74820	38
Total	.00	6.7838	1.65219	37
	1.00	6.1081	1.83763	37
	Total	6.4459	1.76838	74

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: dominance

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8.833 ^a	3	2.944	.939	.426
Intercept	3073.826	1	3073.826	980.486	.000
parallel	.205	1	.205	.065	.799
static	8.507	1	8.507	2.714	.104
parallel * static	.183	1	.183	.058	.810
Error	219.450	70	3.135		
Total	3303.000	74			
Corrected Total	228.284	73			

a. R Squared = .039 (Adjusted R Squared = -.003)

F.2 Einfluss der Präsentations- und Visualisierungstypen

Wie sehr haben Sie die Windturbinen wahrgenommen?

Skala: 1 gar nicht bis 7 sehr stark

Between-Subjects Factors

		N
parallel	.00	36
	1.00	38
static	.00	37
	1.00	37

Descriptive Statistics

Dependent Variable: perceive_turbines

parallel	static	Mean	Std. Deviation	N
.00	.00	5.8333	1.50489	18
	1.00	6.0556	1.05564	18
	Total	5.9444	1.28607	36
1.00	.00	6.3158	1.20428	19
	1.00	6.2632	.65338	19
	Total	6.2895	.95600	38
Total	.00	6.0811	1.36175	37
	1.00	6.1622	.86646	37
	Total	6.1216	1.13418	74

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: perceive_turbines

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.671 ^a	3	.890	.683	.565
Intercept	2766.849	1	2766.849	2122.889	.000
parallel	2.201	1	2.201	1.689	.198
static	.133	1	.133	.102	.750
parallel * static	.349	1	.349	.268	.606
Error	91.234	70	1.303		
Total	2867.000	74			
Corrected Total	93.905	73			

a. R Squared = .028 (Adjusted R Squared = -.013)

Wie sehr wirken sich die Windturbinen auf die Landschaft aus?

Skala: 1 gar nicht bis 7 sehr stark

Descriptive Statistics

Dependent Variable: impact_turbines

parallel	static	Mean	Std. Deviation	N
.00	.00	5.2222	1.47750	18
	1.00	5.3333	1.41421	18
	Total	5.2778	1.42651	36
1.00	.00	4.8421	1.50049	19
	1.00	4.2632	1.79016	19
	Total	4.5526	1.65541	38
Total	.00	5.0270	1.48111	37
	1.00	4.7838	1.68548	37
	Total	4.9054	1.58044	74

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: impact_turbines

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13.016 ^a	3	4.339	1.794	.156
Intercept	1786.478	1	1786.478	738.556	.000
parallel	9.721	1	9.721	4.019	.049
static	1.012	1	1.012	.418	.520
parallel * static	2.201	1	2.201	.910	.343
Error	169.322	70	2.419		
Total	1963.000	74			
Corrected Total	182.338	73			

a. R Squared = .071 (Adjusted R Squared = .032)

Wie sehr haben Sie sich durch die Windturbinen emotional beeinflusst gefühlt?

Skala: 1 gar nicht bis 7 sehr stark

Descriptive Statistics

Dependent Variable: emotion_turbines

parallel	static	Mean	Std. Deviation	N
.00	.00	4.1111	1.49071	18
	1.00	3.9444	1.73111	18
	Total	4.0278	1.59438	36
1.00	.00	3.5263	1.71167	19
	1.00	2.8421	1.77210	19
	Total	3.1842	1.75307	38
Total	.00	3.8108	1.61310	37
	1.00	3.3784	1.81585	37
	Total	3.5946	1.71950	74

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: emotion_turbines

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	17.852 ^a	3	5.951	2.104	.108
Intercept	961.533	1	961.533	339.961	.000
parallel	13.155	1	13.155	4.651	.034
static	3.346	1	3.346	1.183	.280
parallel * static	1.238	1	1.238	.438	.510
Error	197.985	70	2.828		
Total	1172.000	74			
Corrected Total	215.838	73			

a. R Squared = .083 (Adjusted R Squared = .043)

nSCR

Descriptive Statistics

Dependent Variable: nSCR

parallel	static	Mean	Std. Deviation	N
.00	.00	5.6963	3.26031	18
	1.00	4.4841	3.75546	18
	Total	5.0902	3.52010	36
1.00	.00	4.1600	2.43496	19
	1.00	3.7830	2.53110	19
	Total	3.9715	2.45715	38
Total	.00	4.9074	2.93088	37
	1.00	4.1241	3.16061	37
	Total	4.5157	3.05254	74

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: nSCR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	37.711 ^a	3	12.570	1.370	.259
Intercept	1517.999	1	1517.999	165.385	.000
parallel	23.135	1	23.135	2.521	.117
static	11.673	1	11.673	1.272	.263
parallel * static	3.224	1	3.224	.351	.555
Error	642.502	70	9.179		
Total	2189.201	74			
Corrected Total	680.213	73			

a. R Squared = .055 (Adjusted R Squared = .015)

*F.3 Korrelationen zwischen SAM, nSCR und Wahrnehmungsfragen***Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
pleasure	6.7568	1.04437	74
arousal	4.5270	1.78443	74
dominance	6.4459	1.76838	74
nSCR	4.5157	3.05254	74
realism	4.6351	1.53118	74
emotion_turbines	3.5946	1.71950	74
decisiveness	3.6216	1.41133	74

F.4 Ähnlichkeiten der nSCR Werte auf die Landschaftstypen

Emotionale Reaktion auf die Landschaftstypen, 2D MDS Lösung

Gruppe 1 statisch, simultan

Case Processing Summary		
Cases		6
Sources		19
Objects		3
Proximities	Total Proximities	57 ^a
	Missing Proximities	0
	Active Proximities ^b	57

a. Sum over sources of all strictly lower-triangular proximities.

b. Active proximities include all non-missing proximities.

Gruppe 2 statisch, sequentiell

Case Processing Summary		
Cases		6
Sources		18
Objects		3
Proximities	Total Proximities	54 ^a
	Missing Proximities	0
	Active Proximities ^b	54

a. Sum over sources of all strictly lower-triangular proximities.

b. Active proximities include all non-missing proximities.

Stress and Fit Measures	
Normalized Raw Stress	.00006
Stress-I	.00770 ^a
Stress-II	.80391 ^a
S-Stress	.00024 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.99994
Tucker's Coefficient of Congruence	.99997

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.000.

b. Optimal scaling factor = 1.000.

Stress and Fit Measures	
Normalized Raw Stress	.00007
Stress-I	.00847 ^a
Stress-II	.73416 ^a
S-Stress	.00029 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.99993
Tucker's Coefficient of Congruence	.99996

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.000.

b. Optimal scaling factor = 1.000.

	Final Coordinates	
	1	2
1.00	-.106	-.560
2.00	.551	.191
3.00	-.445	.369

	Final Coordinates	
	1	2
1.00	-.381	.431
2.00	-.195	-.535
3.00	.577	.104

Gruppe 3 animiert, simultan

Gruppe 4 animiert, sequentiell

Case Processing Summary

Cases	6	
Sources	19	
Objects	3	
Proximities	Total Proximities	57 ^a
	Missing Proximities	0
	Active Proximities ^b	57

a. Sum over sources of all strictly lower-triangular proximities.

b. Active proximities include all non-missing proximities.

Case Processing Summary

Cases	6	
Sources	18	
Objects	3	
Proximities	Total Proximities	54 ^a
	Missing Proximities	0
	Active Proximities ^b	54

a. Sum over sources of all strictly lower-triangular proximities.

b. Active proximities include all non-missing proximities.

Stress and Fit Measures

Normalized Raw Stress	.00006
Stress-I	.00761 ^a
Stress-II	.83831 ^a
S-Stress	.00023 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.99994
Tucker's Coefficient of Congruence	.99997

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.000.

b. Optimal scaling factor = 1.000.

Stress and Fit Measures

Normalized Raw Stress	.00007
Stress-I	.00860 ^a
Stress-II	.82935 ^a
S-Stress	.00029 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.99993
Tucker's Coefficient of Congruence	.99996

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.000.

b. Optimal scaling factor = 1.000.

Final Coordinates

	Dimension	
	1	2
1.00	.516	.269
2.00	-.497	.301
3.00	-.019	-.570

Final Coordinates

	Dimension	
	1	2
1.00	-.320	-.476
2.00	-.265	.507
3.00	.585	-.031

Emotionale Reaktion auf die Landschaftstypen, 1D MDS Lösung

Gruppe 1 statisch, simultan

Gruppe 2 statisch, sequentiell

Stress and Fit Measures

Normalized Raw Stress	.07431
Stress-I	.27261 ^a
Stress-II	.81541 ^a
S-Stress	.21736 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.92569
Tucker's Coefficient of Congruence	.96213

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.080.

b. Optimal scaling factor = .916.

Stress and Fit Measures

Normalized Raw Stress	.07554
Stress-I	.27485 ^a
Stress-II	.80030 ^a
S-Stress	.21579 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.92446
Tucker's Coefficient of Congruence	.96149

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.082.

b. Optimal scaling factor = .917.

Final Coordinates

	Dimension
	1
1.00	-.021
2.00	.691
3.00	-.669

Final Coordinates

	Dimension
	1
1.00	-.643
2.00	-.069
3.00	.712

Gruppe 3 animiert, simultan

Stress and Fit Measures

Normalized Raw Stress	.07881
Stress-I	.28074 ^a
Stress-II	.84178 ^a
S-Stress	.23243 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.92119
Tucker's Coefficient of Congruence	.95978

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.086.

b. Optimal scaling factor = .910.

Gruppe 4 animiert, sequentiell

Stress and Fit Measures

Normalized Raw Stress	.08455
Stress-I	.29077 ^a
Stress-II	.87219 ^a
S-Stress	.24791 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.91545
Tucker's Coefficient of Congruence	.95679

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.092.

b. Optimal scaling factor = .903.

Final Coordinates

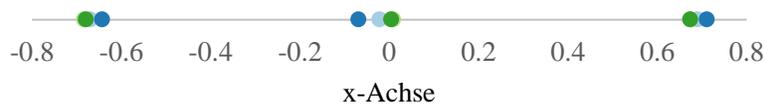
	Dimension
	1
1.00	-.683
2.00	.674
3.00	.009

Final Coordinates

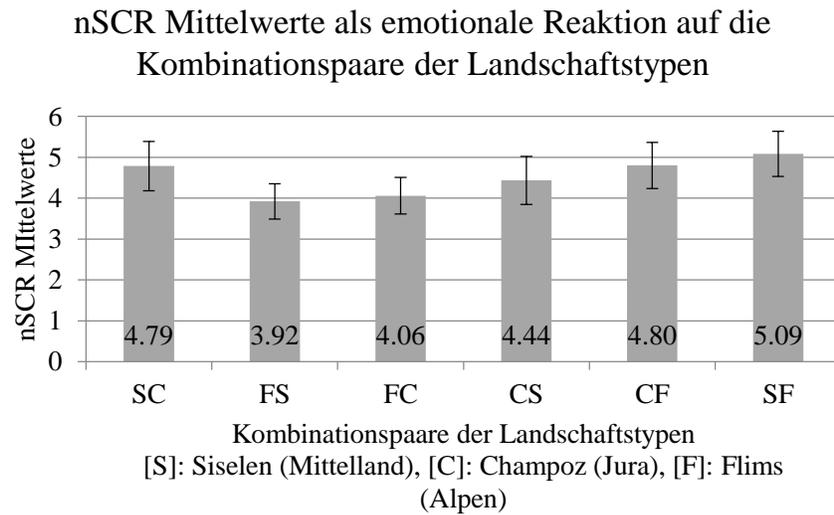
	Dimension
	1
1.00	.005
2.00	-.679
3.00	.674

1D Anordnung der Landschaftstypen gemäss den nSCR Werten

- Gruppe 1: statisch, simultan
- Gruppe 2: statisch, sequentiell
- Gruppe 3: animiert, simultan
- Gruppe 4: animiert, sequentiell



F.5 nSCR Mittelwerte der Landschaftstyp Kombinationspaare



Die Abfolge der Buchstaben widerspiegelt die Präsentation der Landschaftsvisualisierungen (links, rechts; als erstes, als zweites).

„SC“ bedeutet, dass Siselen in der Kombination mit Champoz beim simultanen Präsentationstyp links präsentiert wurde und Champoz rechts, während beim sequentiellen Präsentationstyp als erstes Siselen und als zweites Champoz präsentiert wurde.

	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler
SC	4.79	5.19	0.60
FS	3.92	3.72	0.43
FC	4.06	3.85	0.45
CS	4.44	5.06	0.59
CF	4.80	4.83	0.56
SF	5.09	4.74	0.55

F.6 Ähnlichkeiten der Präferenzen für die Landschaftstypen

Präferenzen der Landschaftstypen, 2D MDS Lösung

Gruppe 1 statisch, simultan

Cases		6
Sources		19
Objects		3
Proximities	Total Proximities	57 ^a
	Missing Proximities	0
	Active Proximities ^b	57

a. Sum over sources of all strictly lower-triangular proximities.

b. Active proximities include all non-missing proximities.

Gruppe 2 statisch, sequentiell

Cases		6
Sources		18
Objects		3
Proximities	Total Proximities	54 ^a
	Missing Proximities	0
	Active Proximities ^b	54

a. Sum over sources of all strictly lower-triangular proximities.

b. Active proximities include all non-missing proximities.

Normalized Raw Stress	.03679
Stress-I	.19181 ^a
Stress-II	2.42300 ^a
S-Stress	.12239 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.96321
Tucker's Coefficient of Congruence	.98143

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.038.

b. Optimal scaling factor = 1.018.

Normalized Raw Stress	.05369
Stress-I	.23172 ^a
Stress-II	13.59154 ^a
S-Stress	.17551 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.94631
Tucker's Coefficient of Congruence	.97278

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.057.

b. Optimal scaling factor = 1.028.

	Dimension	
	1	2
1.00	-.363	.408
2.00	-.259	-.456
3.00	.622	.048

	Dimension	
	1	2
1.00	-.180	-.520
2.00	.563	.112
3.00	-.383	.409

Gruppe 3 animiert, simultan

Cases		6
Sources		19
Objects		3
Proximities	Total Proximities	57 ^a
	Missing Proximities	0
	Active Proximities ^b	57

a. Sum over sources of all strictly lower-triangular proximities.

b. Active proximities include all non-missing proximities.

Gruppe 4 animiert, sequentiell

Cases		6
Sources		18
Objects		3
Proximities	Total Proximities	54 ^a
	Missing Proximities	0
	Active Proximities ^b	54

a. Sum over sources of all strictly lower-triangular proximities.

b. Active proximities include all non-missing proximities.

Normalized Raw Stress	.06810
Stress-I	.26096 ^a
Stress-II	4.02401 ^a
S-Stress	.21258 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.93190
Tucker's Coefficient of Congruence	.96535

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.073.

b. Optimal scaling factor = 1.037.

Normalized Raw Stress	.06024
Stress-I	.24544 ^a
Stress-II	2.79204 ^a
S-Stress	.18594 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.93976
Tucker's Coefficient of Congruence	.96941

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.064.

b. Optimal scaling factor = 1.032.

	Dimension	
	1	2
1.00	-.049	-.501
2.00	.549	.215
3.00	-.500	.286

	Dimension	
	1	2
1.00	-.186	-.464
2.00	-.423	.358
3.00	.609	.106

Präferenzen der Landschaftstypen, 1D MDS Lösung

Gruppe 1 statisch, simultan

Stress and Fit Measures

Normalized Raw Stress	.11278
Stress-I	.33583 ^a
Stress-II	.99047 ^a
S-Stress	.33237 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.88722
Tucker's Coefficient of Congruence	.94192

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.127.

b. Optimal scaling factor = .901.

Final Coordinates

	Dimension
	1
1.00	-.639
2.00	-.051
3.00	.690

Gruppe 2 statisch, sequentiell

Stress and Fit Measures

Normalized Raw Stress	.14819
Stress-I	.38495 ^a
Stress-II	1.15392 ^a
S-Stress	.40991 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.85181
Tucker's Coefficient of Congruence	.92294

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.174.

b. Optimal scaling factor = .901.

Final Coordinates

	Dimension
	1
1.00	-.011
2.00	.658
3.00	-.647

Gruppe 3 animiert, simultan

Stress and Fit Measures	
Normalized Raw Stress	.13457
Stress-I	.36683 ^a
Stress-II	1.09986 ^a
S-Stress	.38042 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.86543
Tucker's Coefficient of Congruence	.93029

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.155.

b. Optimal scaling factor = .919.

Gruppe 4 animiert, sequentiell

Stress and Fit Measures	
Normalized Raw Stress	.12365
Stress-I	.35164 ^a
Stress-II	1.04196 ^a
S-Stress	.34360 ^b
Dispersion Accounted For (D.A.F.)	.87635
Tucker's Coefficient of Congruence	.93613

PROXSCAL minimizes Normalized Raw Stress.

a. Optimal scaling factor = 1.141.

b. Optimal scaling factor = .922.

Final Coordinates

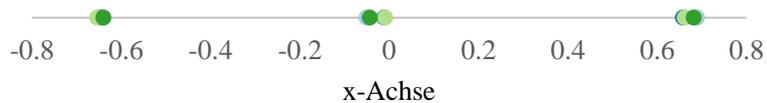
	Dimension
	1
1.00	-.009
2.00	.662
3.00	-.653

Final Coordinates

	Dimension
	1
1.00	-.043
2.00	-.640
3.00	.682

1D Anordnung der Landschaftstypen gemäss den Präferenzen

- Gruppe 1: statisch, simultan
- Gruppe 2: statisch, sequentiell
- Gruppe 3: animiert, simultan
- Gruppe 4: animiert, sequentiell



F.7 2D Regression nach Friedman und Kohler (2003)

Dependent		Predicted	
A	B	A'	B'
-0.363	.408	-0.31985	0.454725
-0.259	-.456	-0.24123	-0.51537
.622	.048	0.561077	0.060647
-0.180	-.520	-0.16646	-0.53456
.563	.112	0.543599	0.107494
-.383	.409	-0.37714	0.427064
-.049	-.501	-0.05157	-0.55612
.549	.215	0.501398	0.244214
-.500	.286	-0.44982	0.311911
-.186	-.464	-0.17251	-0.52531
-.423	.358	-0.37794	0.401456
.609	.106	0.550457	0.123851

Parameters - Euclidean										
Subject	r	Alpha1	Alpha2	Beta1	Beta2	Scale	Theta	DMax	D	DI
1	0.994	2.59E-17	-2.5E-17	-0.67953	-0.69978	0.975421	225.8412	0.981423	0.108759	11.082
2	0.999	2.95E-17	-3.5E-17	-0.50386	0.831477	0.972228	121.215	0.972767	0.033799	3.475
3	0.995	-8.9E-18	1.49E-17	-0.52063	-0.80724	0.960565	237.1799	0.965338	0.0963	9.976
4	0.994	-2.7E-18	3.99E-19	0.927446	0.260786	0.963414	15.70531	0.969397	0.108034	11.144

PERSÖNLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und die verwendeten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Corinne Schweri
Zürich, 27.04.2018