

BRAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Rainvilleterrasse 4
22765 Hamburg

Brand Design (B.A.)
6. Semester



brand university
of applied sciences

WHAT ARE YOU LOOKING AT? EVALUATION VON CINEMATIC VIRTUAL REALITY DURCH EYE TRACKING

Bachelorthesis

21. Juli 2023

Student:

Jonas Happ
Behringstraße 150
22763 Hamburg

Matrikel-Nr.: 1520 8351

Betreuer:

Maik Riggers

Zweitprüfer:

Prof. Dr. Sven Christiansen

Abstract

Spherics neue 360°-Kamera-Drohnen bieten erstmals die Möglichkeit, omnidirektionalen, bewegten Videocontent aus der Luft aufzunehmen und als Cinematic Virtual Reality in ihrem Produkt Skytrip in Head Mounted Displays anzuschauen. Dabei wird, anders als in bisherigen Studien, ein Vehikel als Bezugsobjekt zur Realität genutzt. Das Produkt Skytrip soll nun durch Marktforschung und neurowissenschaftliche Ansätze evaluiert und verbessert werden. In einer within-subject Studie werden die Phänomene Motion Sickness, Immersion und Fragen nach dem SOR-Modell abgefragt. Während Probanden Skytrip als Stimulus ansehen, werden Ihre Eye Tracking Daten erfasst. Dies geschieht im Labor sowie im Feldversuch mit mehr als 200 Probanden. Es wurden zielgruppenabhängige Werbewirkungseffekte und die Korrelation zwischen Videobewertung, Immersion und Motion Sickness gezeigt. Bei Analyse der Eye Tracking Daten wurde eine hohe Attentional Synchrony auf den erwarteten, bewegten Areas of Interest nachgewiesen sowie der Center Bias gezeigt. Durch die Ergebnisse können Rückschlüsse auf die Produktentwicklung gezogen werden; vor allem sollte an der Optimierung der Immersion gearbeitet werden. Die hohe nachgewiesene Attentional Synchrony bedeutet für 360° Videoproduzenten, dass Zuschauer durch den Raum geleitet werden können und die Gefahr, wichtige Teile der Story im 360° Raum zu verpassen, verringert werden kann.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1. Einleitung	1
1.1 Spherie und die 360° Videoproduktion	5
1.2 Problemstellung	7
1.3 Zielsetzung	10
1.4 Aufbau der Arbeit	12
2. Forschungsstand	13
2.1 Cinematic Virtual Reality	13
2.2 Bewegung im Raum	17
2.3 Immersion	21
2.4 Motion Sickness	24
2.5 Aufmerksamkeit und Eye Tracking in VR	29
2.6 Werbewirkung in VR	31
3. Theoretischer Hintergrund	33
3.1 SOR-Modell	33
3.2 Eye Tracking	35
3.2.1 Physiologie des Auges	36
3.2.2 Geschichte des Eye Trackings	38
3.2.3 Funktionsweise von Eye Tracking	39
3.2.5 Metriken und Visualisierung von Eye Tracking Daten	42
4. Methode	46
4.1 Die Stimuli	48
4.2 Umfrage	50
4.3 Eye Tracking	55
5. Ergebnisse	68
5.1 Wirkung des Skytrips auf Probanden	68
5.2 Blickverhalten der Probanden im Skytrip	75
6. Diskussion	84
6.1 Auswertung des Skytrips	84
6.2 Nutzen von Eye Tracking zur Analyse der CVR Videos	92
6.3 Limitationen	96
7. Fazit und Implementation	99
Literaturverzeichnis	VI
Anhang	XXI

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Coverbild Pygmalions Spectacles	2
Abb. 2:	Spherie Drohne im Schnee	3
Abb. 3:	Die Plattform am Messestand auf der ITB 2023	6
Abb. 4:	Zwei ZCams zum Filmen von CVR	7
Abb. 5:	Personen schauen den Skytrip in der Plattform	9
Abb. 6:	Long view of London From Bankside, W. Hollar, 1647	13
Abb. 7:	Zeichnung des Panorama Gebäudes	14
Abb. 8:	Equirectangulare Projektion	16
Abb. 9:	Cube Map.....	16
Abb. 10:	Rotations- und Translatorische Bewegungen visualisiert	17
Abb. 11:	Blick verschiedener Sitzpositionen der Plattform	20
Abb. 12:	SOR-Modell des Konsumentenverhaltens	34
Abb. 13:	Aufbau des Auges	36
Abb. 14:	Eye Tracking Setup am Desktop	40
Abb. 15:	Eye Tracking im HMD	41
Abb. 16:	Beispiel Scanpath	43
Abb. 17:	Beispiel Heatmap	44
Abb. 18:	Großer Saals der Elbphilharmonie	52
Abb. 19:	Eye Tracking Studie im Brand Research Lab	57
Abb. 20:	Beispiel einer Heatmap des Skytrips	63
Abb. 21:	Heatmap auf der Elefantenszene	64
Abb. 22:	Vergleich der Heatmaps für Namibia Stimulus	66
Abb. 23:	Limitationen der Heatmaps durch Drehung	67
Abb. 24:	Boxplot Szenenbewertungen Hamburg	73
Abb. 25:	Boxplot Szenenbewertungen Namibia	74
Abb. 26:	Namibia Eye Tracking Daten über gesamtes Video hinweg	75
Abb. 27:	Hamburg Eye Tracking Daten über gesamtes Video hinweg ...	76
Abb. 28:	Histogramme der beobachteten X- und Y-Mittelwerte	78
Abb. 29:	Boxplot der Y Werte Namibia	79

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	<i>Immersionfaktoren</i>	24
Tab. 2:	<i>Metriken im Eye Tracking</i>	42
Tab. 3:	<i>Durchgeführte Datenerhebungen</i>	46
Tab. 4:	<i>Datenbereinigung</i>	60
Tab. 5:	<i>Reliabilitäts-Statistiken Immersion</i>	69
Tab. 6:	<i>Reliabilitäts-Statistiken Motion Sickness</i>	70
Tab. 7:	Korrelationen der Variablen	71
Tab. 8:	<i>t-Test bei gepaarten Stichproben (Vorher/Nachher)</i>	74
Tab. 9:	<i>Höhenangst im Skytrip</i>	75
Tab. 10:	Aufbau Eye Tracking Datensatz	77
Tab. 11:	<i>X- und Y-Quartile der Blickrichtungen je Experiment</i>	80
Tab. 12:	<i>Games-Howell Test und Effektgrößen Single Player</i>	81
Tab. 13:	<i>Games-Howell Test und Effektgrößen Multiplayer</i>	82
Tab. 14:	<i>Vergleich von Single Player und Multiplayer</i>	83

Anmerkung: Gemäß der APA Vorgaben werden in allen Tabellen und Statistiken als Dezimaltrennzeichen Punkte und als Tausendertrennzeichen Kommata genutzt.

Abkürzungsverzeichnis

AMES	Stiftung Africa's Most Endangered Species
AR	Augmented Reality
AS	Attentional Synchrony
BU	Brand University
CVR	Cinematic Virtual Reality
df	Freiheitsgrade (Statistik)
DMO	Destinations Marketing Organisation
DoF	Degrees of Freedom (Virtual Reality Bewegungsarten)
HMD	Head Mounted Display
IPD	Interpupillary Distance
ITB	Internationale Tourismus Börse 2023, Messe in Berlin
M	Mittelwert
MS	Motion Sickness
OMR	Online Marketing Rockstars Festival, Messe in Hamburg
SD	Standardabweichung
SOR	Stimulus-Organismus-Reaktion-Modell
SSQ	Simulator Sickness Questionnaire
VIMS	Visually Induced Motion Sickness
VR	VR
VRHQ	VR Headquarter Hamburg (Eventfläche)

1. Einleitung

“I love VR. I'm not sure I love VR as a medium for telling a story but I do love VR for how it could release people to go places they will never in their lifetimes or be able to afford to go, you know see the Great Wall of China, be able to see the rainforests, to be able to even see the Grand Canyon if you're living in far-away places. I think it's going to be a boon to science and medicine and education especially. I'm not yet certain how I could make a movie in VR because I don't have as much control over where the audience is looking. I would have to really be clever to get them to pay attention to where I want them to pay attention, on what I want them to pay attention to, which is the story and the characters. They might be looking all around the world and taking their eye off the bouncing story ball.”¹

~ Steven Spielberg, 2018

Spätestens seit der Ankündigung des Apple Vision Pro Headsets ist das Thema Spatial Computing (CVR), Motion Sickness (MS), Immersion und die Technologie dahinter geben und einen Bezug zu aktuellen Herausforderungen des Unternehmens Spherie mit ihrem Produkt Skytrip herstellen, das in dieser Bachelorarbeit thematisiert wird.

Spätestens seit der Ankündigung des Apple Vision Pro Headsets ist das Thema Spatial Computing (Apple, 2023) in Virtual Reality (VR) wieder in aller Munde. Das Apple Vision Pro wird ein weiteres Display, das vor den Augen am Kopf angebracht wird. Diese Technik wird in der Literatur Head Mounted Display (HMD) genannt, umgangssprachlich ist die Rede von VR-Brillen (Doerner et al., 2022, S. 12). Beide Begriffe werden in dieser Arbeit synonym verwendet. HMDs gibt es bereits von vielen anderen Herstellern. Zu den bekanntesten zählen Meta, Sony und Pico von ByteDance, die im Jahr 2022 gemeinsam einen Anteil von 89,9 % am Absatz von HMDs haben (International Data Corporation, 2023).

Obwohl die Technologie hinter den VR-Brillen, wie wir sie heute kennen, in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht hat, ist die zugrunde liegende Idee keineswegs neu. Es gab sie, lange bevor die ersten HMDs

¹ (Interviewaussage zit. nach Bahr, 2018)

von Unternehmen wie Meta, Sony und ByteDance entwickelt wurden (Doerner et al., 2022, S. 23ff). Die Wurzeln dieser Technologie, liegen in der Welt der Wissenschaft und in der Science-Fiction. Die erste Idee stammt aus dem Jahr 1935:

Stanley Weinbaums Science-Fiction-Kurzgeschichte "Pygmalion's Spectacles" (1935, Abb. 1) ermöglicht dem Träger durch eine neu erfundene Brille, in eine andere, vollständig immersive Realität einzutauchen. In der Erzählung stimuliert die Erfindung des Protagonisten Professor Ludwig alle fünf Sinne und schafft so ein ganzheitliches sensorisches Erlebnis. Diese Brille zeigt er Dan, einem jungen Mann, der skeptisch ist. Schließlich könne jeder erkennen, was real sei und was nicht. Ludwig hingegen verspricht, er könne Träume real wirken lassen: "Suppose I make it so that you are in the story, you speak to the shadows, and the shadows reply [...], the story is all about you, and you are in it." (Weinbaum, 1935). So erklärt Professor Ludwig dem jungen Dan nach der Vorführung seiner frühen VR-Brille, dass er die Täuschung unter anderem durch seine Brille als Filmprojektor, haptische Attrappen aus Gummi, chemische Aromen und Düfte und elektronische Geräusche zum Leben erweckt hat. Zusätzlich nutzte er stereoskopische Fotografie bzw. Film: "I went around with the photographic apparatus strapped on my head, to keep the viewpoint always that of the observer." (Weinbaum, 1935). Daraus folgt in der fiktiven Geschichte, dass die virtuelle Welt vorherbestimmt und unveränderlich ist.

Abb. 1

Coverbild *Pygmalions Spectacles*



(Quelle: Medium.com, 2018)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass *Pygmalion's Spectacles* ein Konzept präsentiert, das bemerkenswert ähnlich der modernen VR-Idee ist. Die Technologie und Anwendungen der heutigen VR sind jedoch nicht so fortgeschritten oder idealisiert wie die Erfahrung, die in der Erzählung dargestellt wird. Dennoch bietet die Geschichte eine faszinierende frühe Vision des Potenzials der Technologie, immersive alternative Realitäten zu schaffen. Dieses Ziel verfolgen viele moderne VR-Systeme, wobei die meisten heutigen VR-Technologien hauptsächlich auf visuelle und auditive Stimulation abzielen (z. B. die HMDs von Pico, Sony und Meta).

Weinbaum nutzt stereoskopische Filmaufnahmen. Stereoskopie wurde erstmals 1838 von Charles Wheatstone vorgestellt (zu Hüningen, 2022) Er erkannte, dass beide Augen jeweils ein leicht unterschiedliches Bild sehen und dadurch räumliche Tiefe wahrnehmen. Für diese Art des Sehens wurden zunächst zwei Fotos aufgenommen und die Kamera um einen Augenabstand verschoben. Durch die Erfindungen von David Brewster kamen 1849 auch Kameras mit doppelten Objektiven auf den Markt. Dadurch konnte man erstmals 3D-Bilder, wie wir sie heute nennen würden, produzieren (zu Hüningen, 2022). Diese Technik wird heute in 3D-Kinos und auch in VR-Brillen genutzt. Die *Vuze+ 3D Stereoscopic 360 Camera* kann 3D-Bilder im passenden Format aufnehmen (Muklashy, 2019). Spherie kann mit seinen Drohnen (Abb. 2) bisher lediglich monoskopische Panoramabilder, sprich 2D, aufnehmen, da auf jeder Seite nur eine Kamera zur Verfügung steht (Hesselbarth & Chibac, 2017, S. 1ff).

Abb. 2

Spherie Drohne im Schnee



(Quelle: Eigene Abbildung)

In Bezug auf den Skytrip ist jedoch ein anderer Teil der Vision von Professor Ludwig wahr: Bei 360°-Videoaufnahmen ist die Story von Anfang an vorbestimmt und per se nicht interaktiv. Genau wie der Professor schnallen sich heutzutage Personen 360°-Kameras auf den Helm beim Mountainbiking und filmen ihr Erlebnis (GoPro, o. J.). Andere Personen schauen sich dann die Aufnahmen in einem HMD oder online an und erleben die gleiche Fahrt. Ähnlich funktioniert das Storytelling bei Spherie, nur sind hier sechs Kameras in eine Drohne eingebaut (Hesselbarth & Chibac, 2017, S. 1ff). Alle Videos werden später zu einem sogenannten equirectangularen Video zusammengesetzt (N. Giebel, persönliche Kommunikation, 20. März 2023).

Eine weitere Beobachtung, die sich aus der Geschichte erkennen lässt, ist das subjektive Gefühl, in VR vor Ort zu sein und sogar Teil des Geschehens zu sein. Heute nennen wir dieses Gefühl *Presence*. Die Presence wird verursacht durch die persönliche Wahrnehmung der *Immersion* (Rothe, 2020, S. 241). Immersion wiederum wird definiert als die technischen Merkmale eines virtuellen Systems, die dem Benutzer helfen, ein Gefühl der Presence zu erleben (Slater, 2018 zit. nach Wilkinson et al., 2021, S. 1101). Diese Definitionen werden im aktuellen Forschungsstand weiter beleuchtet, da sie allgemein gehalten sind und in ihrer aktuellen Form nicht vollständig und nicht messbar sind (siehe Kapitel 2.3).

Die in HMDs oder ähnlichen Systemen betrachteten 360°-Videoaufnahmen werden als Cinematic Virtual Reality (CVR) bezeichnet (Rothe, 2020, S. 11). Ein praktisches Problem in VR, das in Science-Fiction nie auftaucht, ist die sogenannte *Motion Sickness* (MS), auch als Bewegungskrankheit bekannt (Parker, o. J.). Dieses Phänomen haben viele Menschen bereits auf Schiffen als Seekrankheit oder in der letzten Reihe beim Busfahren erlebt, bei denen Übelkeit auftritt. Dies wird unter anderem durch gegensätzliche Reize der Sinne verursacht: Man sitzt statisch, das Auge nimmt jedoch eine Bewegung wahr (Parker, o. J.). Dies kann insbesondere bei den schnellen Drohnenvideos von Spherie auftreten, wenn keine Gegenmaßnahmen wie eine feste Sitzgelegenheit in CVR getroffen werden, wie die These von Spherie besagt.

Motion Sickness gibt es nicht erst seit VR. Der Begriff taucht erstmals 1881 auf, als Irwin den Begriff als Ergänzung für "*Sea-sickness*" (Irwin, 1881, S. 907) nutzt. Während des Zweiten Weltkriegs waren reihenweise Piloten der US-Luftwaffe betroffen, sowohl im Flug als auch in Flugsimulatoren, woraufhin erste wissenschaftliche Auswertungen der Symptome stattfanden (Money, 1970, S. 1).

Dass diese Forschung später für die Evaluation von CVR relevant werden würde, ahnte wohl niemand. Im folgenden Kapitel berichtet der Autor von seinen Erfahrungen und wie er daraus Forschungsideen entwickelte.

1.1 Spherie und die 360° Videoproduktion

In diesem Unterkapitel berichtet der Autor von seinen Erfahrungen und seiner Arbeit im Unternehmen. Er schildert Eindrücke aus der 360°-Videoproduktion, dem Einrichten der VR-Brillen und dem Vorzeigen des Endprodukts (Skytrip) auf Messen und in einer dem Unternehmen angeschlossenen VR-Erlebniswelt in Hamburg, dem VR Headquarter Hamburg (VRHQ). Gegen Ende des Kapitels wird beschrieben, welche Fragen den Autor in der täglichen Arbeit beschäftigen und wie er diese in die wissenschaftliche Forschung überträgt.

Spherie ist ein Entwickler und Hersteller von Drohnen, die 360°-Panoramabilder aufnehmen können. Durch die Anordnung verschiedener Kameras in einem kleinen Abstand zueinander im flügellosen Flugobjekt ist es möglich, möglichst nah an Objekten wie z. B. Häusern vorbeifliegen und diese problemlos aufzunehmen. Die Grundkonstruktion und die Rotoren der Drohne sind nicht im sichtbaren Bildbereich der Kameras, weshalb ein nahtloser Übergang zum Panoramabild und zum equirectangularen Video aus verschiedenen Einzelvideos möglich ist (Hesselbarth & Chibac, 2017, S. 2f; Spherie GmbH, 2023c).

Das Produkt *Skytrip* ist die VR-Erfahrung, die das Unternehmen Spherie produziert. Dabei geht es um Flüge über Szenen in VR, die mit den bereits beschriebenen Drohnen aufgenommen werden (Spherie GmbH, 2023a, S. 22). Es wird eine Kombination aus CVR-Video und einer realen Sitzgelegenheit genutzt, die intern Plattform genannt wird (Abb. 3).

Die Nutzer bzw. Gäste nehmen auf der Plattform Platz und erhalten eine kurze Einweisung durch das Personal zur Nutzung von VR-Brillen. Die Experience startet, indem zuerst die Plattform, in VR sichtbar wird und man sich in einer 360°-Umgebung über den Wolken befindet. Im Multiplayer-Modus, einem Spielmodus des Skytrips neben dem Einzelspielermodus (Single Player), kann man andere Personen als Avatare sehen und gemeinsam mit ihnen den Flug erleben. Der Skytrip startet, die Umgebung ändert sich zur CVR-Umgebung. Bisher verfügbar ist ein Flug durch die Semperoper in Dresden, eine Stadttour über Hamburg inklusive der Elbphilharmonie (im Folgenden: Skytrip Hamburg) und eine Safari in Namibia (im Folgenden: Skytrip Namibia).

Abb. 3

Die Plattform am Messestand auf der ITB 2023



(Quelle: Eigene Abbildung)

Der Namibia Skytrip wird aktuell auf Messen und im VRHQ gezeigt. Er dient als Stimulus für die in dieser Arbeit vorgestellten Experimente und wird mit dem Skytrip Hamburg verglichen. Es existiert auch eine Einzelspieler-Version, bei der die Gäste in einem anderen Vehikel, der sogenannten Libelle, stehen, welche eine Mischung aus Skilift, Helikopter und einer Aussichtsplattform darstellt. Ein vom Autor auf der ITB 2023 Messe produziertes Video zeigt den Skytrip von außen und einige Impressionen des Namibia Cinematic VR Videos mit der Plattform und Avataren (Spherie GmbH, 2023e).

Bei der Produktion von CVR-Videos setzt das Unternehmen grundlegend auf die Erfahrung und das Bauchgefühl der Drohnenpiloten und Videoproduzenten. In der Vorbereitung wird in der Regel ein Skript für das 360°-Video erstellt und darüber nachgedacht, wie die Dramaturgie des Videos gestaltet werden soll (P. Jürgens, Persönliche Kommunikation, 14.03.2023). Während der Produktion werden geeignete Kameras und Aufnahmemethoden für den immersiven Inhalt genutzt, wie zum Beispiel die Insta 360 TITAN (Insta360, 2023), zwei entgegengesetzte Z-Cams auf einem Stativ wie in Abb. 4 gezeigt, oder Spheries hauseigene Drohnen (Spherie GmbH, 2023b). Die Flugstrecke, die der Pilot der Spherie-Drohne

bestimmt, hat einen maßgeblichen Einfluss auf das 360°-Video (P. Jürgens, Persönliche Kommunikation, 14.03.2023).

Abb. 4

Zwei ZCams zum Filmen von CVR



(Quelle: Eigene Abbildung)

Die Personen, die das finale Endprodukt anschauen, fliegen also entweder mit dem Drohnenpiloten oder im Auto eine vorbestimmte Route. Hierbei bestehen nur wenige Möglichkeiten für einen Kameramann, in die Komposition einzugreifen und diese zu steuern. Ein Pilot ist kein Filmemacher, weshalb er, das Produktionsteam und alle, die mit den Kunden arbeiten, sich abstimmen müssen, um eine positiv wahrgenommene CVR-Erfahrung zu produzieren. Es gibt jedoch noch keinen konkreten Plan zur Auswertung der Drohnenvideos bzw. Skytrips zur kontinuierlichen Optimierung der Videos. Doch vorab stellt sich die Frage, wie ein CVR-Video überhaupt wahrgenommen wird. Welche Herausforderungen und Problemstellungen in der Praxis mit dem Skytrip einhergehen, wird im folgenden Kapitel beschrieben.

1.2 Problemstellung

Während der Arbeit auf Messen und im VRHQ im Rahmen seiner Werkstudierendentätigkeit bei der Spherie GmbH in Hamburg bemerkte der Autor, wie unterschiedlich Personen auf die gezeigten Inhalte in VR bzw. 360°-Videos reagierten. Die Reaktionen reichen von verunsicherten Personen, die befürchten, dass ihnen bei der Nutzung der VR-Brillen übel

wird, bis hin zu neugierig unvoreingenommenen Messebesuchern, die das Produkt unbedingt testen möchten (Feldnotizen ITB Messe, 07.-09.03.2023). Die Beobachtungen setzen sich fort in der Reaktion innerhalb der VR-Welt: Personen winken, möchten Fotos aufnehmen, schauen begeistert in alle Richtungen oder sitzen starr und schauen geradeaus. Einige Personen wollen das HMD sofort wieder absetzen, andere möchten nie wieder in die Realität zurückkehren. Es wird von Übelkeit und Schwindel berichtet, aber auch von vollständiger Faszination und einem Eintauchen in das Erlebte (Feldnotizen OMR Festival, 09.-10.05.2023).

Tourismus-Fachbesucher auf der Messe wollen vom Standpersonal wissen, ob sie CVR als Marketing-Tool für ihre Reiseprodukte nutzen können und welche Werbeeffekte CVR haben kann (Feldnotizen ITB Messe, 07.-09.03.2023), denn VR wird von den Messebesuchern als eine sehr relevante Zukunftstechnologie für den Tourismus, Destination Marketing Organisations (DMOs) und Location Based Entertainment Anbieter, wie Zoos und Entertainment Parks (LBEs) eingeschätzt. Ihrer Meinung nach erhöht der Skytrip das Interesse am Land, an dessen Kultur und steigert das Interesse an physischen Reisen (siehe Anhang 1).

Tierschützer der Stiftung Africa's Most Endangered Species (AMES) hingegen wollen durch CVR Aufmerksamkeit auf den Artenschutz erregen und zeigen, wie Tiere in der afrikanischen Wildnis leben (Feldnotizen AMES Sommerfest, 23.06.2023). Es wird angenommen, dass der Skytrip ein gutes Werbemittel darstellt, jedoch wurde dies nie durch Marktforschung verifiziert. Vom Unternehmen wird angenommen, dass durch eine höhere Immersion eine höhere Kundenzufriedenheit entsteht (Spherie GmbH, 2023a, S. 4ff).

Der Annahme nach verursacht Motion Sickness das Gegenteil, nämlich eine geringere Kundenzufriedenheit. Eine Annahme von Spherie ist es deshalb, dass die Plattform Motion Sickness reduziert, da man einen Bezugspunkt zur Realität hat (N. Chibac, Persönliche Kommunikation, 03.03.2023).

Eine weitere Frage stellt die Beliebtheit einzelner Szenen dar. Im Skytrip werden viele verschiedene Szenen und Orte gezeigt, aber wie reagieren die Kunden auf die einzelnen Szenen und wie beeinflusst das ihre Reaktion? Sollten manche Szenen ausgelassen werden, weil sie unbeliebt oder redundant sind? Welche Szenen kommen gut an und was macht sie aus? Wie kann man davon lernen und mehr solche Szenen in zukünftigen Skytrips einbauen?

Weitgehend unklar ist, wie Personen den Skytrip als 360°-Stimulus wahrnehmen (Abb. 5). Schauen die Personen lediglich in die vorgegebene Flugrichtung? Schauen sie sich kontinuierlich in alle Richtungen um? Ist das Blickverhalten auf einen bestimmten Bereich eingeschränkt, und hat das genutzte Vehikel einen Einfluss auf das Blickverhalten der Personen? Wie wirkt sich der Spielmodus *Multiplayer* mit anderen Personen auf das Blickverhalten aus? Sehen die Personen alle die von den Produzenten erwarteten und geplanten Areas of Interest?

Abb. 5

Personen schauen den Skytrip in der Plattform



(Quelle: Eigene Abbildung)

Ein Problem besteht auch darin, dass Cinematic Virtual Reality-Videos oft nur statische Kameras nutzen, wodurch die Bildkomposition leichter zu steuern ist und das Blickverhalten einfacher zu analysieren ist. (z.B. Drewes et al., 2021; Rothe et al., 2018; Škola et al., 2020). Spheres bewegtes 360°-Videomaterial bildet somit eine neue Herausforderung in der Auswertung.

Die Frage nach dem Blickverhalten innerhalb der Stimuli wirkt sich natürlich auf die möglichen Werbewirkungseffekte aus. Angenommen, eine Person schaut aufgrund ihrer Sitzposition im Vehikel nur nach hinten, sieht sie keine Tiere und reagiert anders auf den Stimulus als jemand, der sich in

alle Richtungen umschaute. Dadurch kann es zu unterschiedlichen Werbewirkungseffekten kommen. Im nächsten Kapitel sollen auf Grundlage bestehender Probleme und Annahmen Forschungsfragen und Hypothesen aufgestellt werden, die im Verlauf der Arbeit überprüft werden.

1.3 Zielsetzung

Das generelle Ziel für den Skytrip ist es, den Kunden ein positives Erlebnis des gezeigten Ortes zu ermöglichen und dadurch Werbewirkungseffekte wie eine erhöhte Kaufabsicht oder Spendenbereitschaft zu erzielen.

Demnach ist das Ziel der vorliegenden Arbeit, eine geeignete Methode zur Messung der Werbewirkungseffekte des Skytrips zu finden und anzuwenden, sowie den Stimulus Skytrip, insbesondere die Blickführung in 360°-Stimuli, besser zu verstehen. Dies erlaubt Rückschlüsse auf die Wahrnehmung der Stimuli zu ziehen. Ein angestrebtes Ziel ist es, aufbauend auf der Forschung die Effektivität der Stimuli zu verbessern und Empfehlungen für Optimierungen im Produktionsprozess auszusprechen.

Aus diesen Zielen ergeben sich zwei übergeordnete Forschungsfragen (F) mit jeweils drei bzw. fünf Hypothesen, die die Annahmen des Unternehmens (siehe Problemstellung) überprüfen sollen:

F1: Wie kann Spherie die Effektivität des Skytrips nachweisen und erhöhen?

H1: Der Skytrip löst messbare Werbewirkungseffekte aus.

H2: Immersion beeinflusst die Bewertung des Videos.

H3: Motion Sickness wirkt sich auf die Bewertung des Videos aus.

H4: Manche Szenen sind beliebter als andere.

Die Hypothesen H2 und H3 können nur überprüft werden, wenn eine zuverlässige Immersion und MS nachgewiesen wurden. Diese Aspekte sind entscheidend für die Untersuchung des Blickverhaltens und der Werbewirkung des Skytrips. Alle Hypothesen zielen auf die Auswertung des Skytrips durch Marktforschung ab, und die Ergebnisse könnten potenziell als Verkaufsargumente für den Skytrip dienen. Die Kunden werden als Gäste oder Teilnehmer des Skytrips betrachtet, während sich die Verkaufsargumente auf andere Unternehmen und Institutionen beziehen. Durch die Berücksichtigung der Perspektive der Gäste und die Nutzung der gewonnenen Erkenntnisse kann Spherie gezielte neue

Marketingstrategien entwickeln und den Skytrip als attraktives Angebot für andere Unternehmen und Institutionen positionieren.

Als Analysemethode wird ein sequenzielles bzw. within-subject Forschungsdesign basierend auf dem Stimulus-Organismus-Reaktion-Modell (SOR-Modell) durchgeführt, bei dem die Probanden jeweils vor und nach dem Stimulus eine Umfrage ausfüllen. Der Skytrip wird als Stimulus (S) betrachtet. Die Konstrukte MS und Immersion beeinflussen als intervenierende Variablen die Einstellungen im Organismus (O) und prägen die messbare Reaktion (R). Durch den quantitativen Nachweis der Einflüsse von MS und Immersion sowie der Beliebtheit einzelner Szenen kann Spherie Schlussfolgerungen ziehen, welche Verbesserungen am Skytrip vorgenommen werden müssen, um die Qualität des Erlebnisses weiter zu steigern.

F2: Wie wird der Skytrip als 360°-Stimulus von Kunden wahrgenommen?

H5: Kunden sehen alle vom Produzenten angenommene Areas of Interest.

H6: Angenommene Areas of Interest, z.B. Tiere sind besonders aufmerksamkeitsstark.

H7: Der Skytrip wird gemäß dem Medium in 360° wahrgenommen.

H8: Das genutzte Vehikel hat keinen Einfluss auf das Blickverhalten der Kunden.

H9: Der Spielmodus hat keinen Einfluss auf das Blickverhalten der Kunden.

Diese Hypothesen werden genutzt, um die Wahrnehmung eines 360°-Stimulus der Kunden näher zu beleuchten und zu messen. Im Speziellen wird die Blickrichtung der Kunden betrachtet. Dazu werden in verschiedenen Experimenten Eye Tracking Daten während der Betrachtung des Stimulus im HMD erfasst und ausgewertet. Es werden die Auswirkungen verschiedener Faktoren, wie dem Vehikel oder dem Spielmodus geprüft, was Annahmen des Unternehmens in Hinblick auf den Stimulus be- oder widerlegen kann und daraus mögliche Anpassungen im Produktionsprozess abgeleitet werden. Im folgenden Kapitel wird geschildert, wie der Autor vorgeht.

1.4 Aufbau der Arbeit

Zum Abschluss des ersten Kapitels wird ein Überblick über die allgemeine Vorgehensweise des Autors gegeben. Um alle Hypothesen zu testen und die Forschungsfragen zu beantworten, muss zunächst der Status quo der Wissenschaft überprüft werden. Im zweiten Kapitel, dem Forschungsstand, werden alle nötigen Begriffe und Konstrukte definiert und erklärt, sowie Items für Analysemethoden gesucht. Es wird eine Übersicht über bisherige Forschung im Bereich VR, MS und Immersion gegeben und Erkenntnisse wesentlicher Studien aus dem Forschungsfeld Eye Tracking in VR werden zusammengetragen.

Kapitel 3 bildet den theoretischen Hintergrund für die Forschung. Das SOR-Modell wird als Werbewirkungsmodell vorgestellt und seine Relevanz und sein Nutzen für die Auswertung des Skytrips aufgezeigt. Es wird ein Überblick über die Geschichte des Eye Trackings gegeben und dessen Funktionsweise allgemein und in HMDs erläutert. Der Hintergrund des Eye Trackings wird in der Physiologie der Augen beleuchtet und die Anwendung in dieser Studie samt Metriken erklärt.

Gerüstet mit den Metriken und Modellen des theoretischen Hintergrundes wird das Forschungsdesign und damit die Methodik der folgenden Experimente beschrieben. Vorab werden die Stimuli im Detail vorgestellt, um später auf einzelne Szenen Bezug zu nehmen. Der Methodenteil zur Umfrage wird unterteilt in die Fragebogengenerierung, den Pre-Test und die statistische Auswertung des Skytrips. Direkt im Anschluss wird die Vorgehensweise und Durchführung des Eye Trackings berichtet. Es wird entschieden, durch welche Methode jede Hypothese statistisch und/oder visuell geprüft werden kann.

Die Ergebnisse der Umfrage und Experimente werden im fünften Kapitel berichtet. In diesem Kapitel werden alle Hypothesen verifiziert oder falsifiziert, je nachdem, ob die Nullhypothesen abgelehnt oder angenommen werden. Im sechsten Kapitel werden die Ergebnisse interpretiert, nach möglichen Erklärungen gesucht sowie ein Rückbezug auf die bestehende Literatur hergestellt. Die Limitationen der Studie schließen das Kapitel ab, ehe das Fazit den Schluss der Arbeit bildet.

2. Forschungsstand

“Let's talk about VR. Unfortunately, talking about VR is like dancing about architecture. [...] So, it's difficult to explain. Why is it difficult to explain? It's difficult because it's a very experiential medium. You feel your way inside of it. It's a machine, but inside of it, it feels like real life, it feels like truth. And you feel present in the world that you're inside and you feel present with the people that you're inside of it with.”

~ Chris Milk (2015)

2.1 Cinematic Virtual Reality

Bevor überhaupt die Rede von Panoramen oder gar 360°-Bildern war, wurden sogenannte Weitwinkel-Bilder gemalt. Diese Art der Bilder ist bereits aus dem 16. Jahrhundert bekannt. Dabei erfolgte keine Verzerrung der Perspektive. (Boyle, 2013) Ein Beispiel für ein solches Bild ist der *Long view of London From Bankside* aus dem Jahr 1647 (Abb. 6).

Abb 6

Long view of London From Bankside, W. Hollar, 1647



(Quelle: Hollar, 1647)

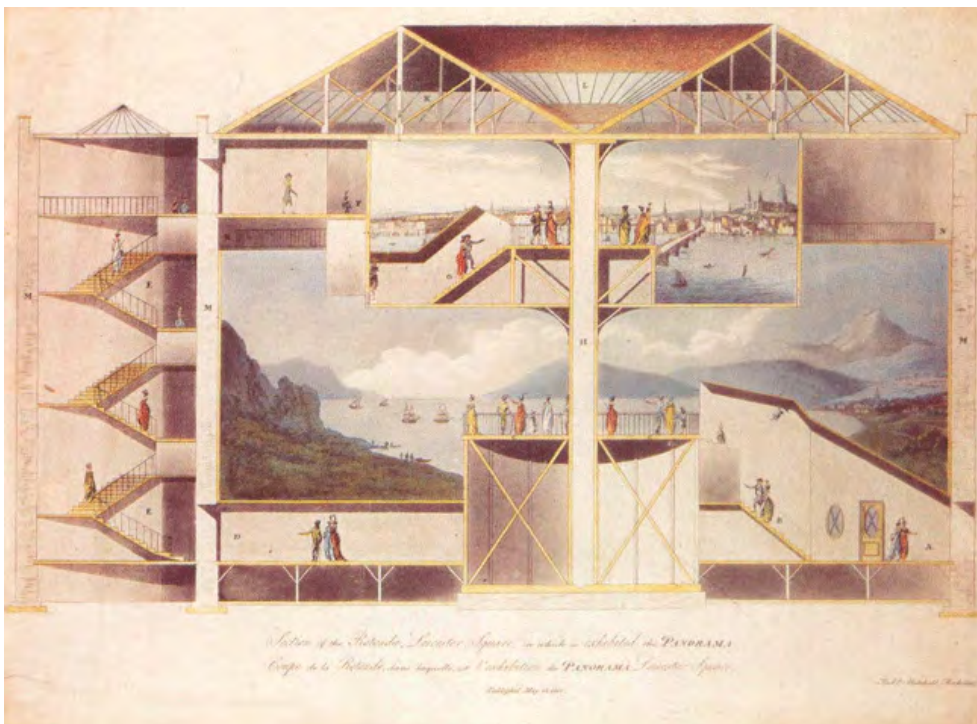
Die Idee, das gesamte Blickfeld des Betrachters mit einem Bild zu füllen und ihn so an einen anderen Ort zu bringen, wurde bereits im 18. Jahrhundert praktiziert. Manche nehmen dies als einen frühen Vorboten der heutigen 360°-Bilder (Boyle, 2013; Virtual Reality Society, o. J.).

Der erste bekannte Künstler, der Panoramas schuf und auch den Begriff des Panoramas prägte, war Robert Barker aus England. Er malte ein Bild der Stadt Edinburgh auf einer zylindrischen Oberfläche und stellte es 1792 als Panorama in London aus. Allerdings war dieses Bild nur halbkreisförmig, und es soll Barker geärgert haben, dass er es nicht auf 360 Grad bringen konnte (Boyle, 2013).

Später nutzte Barker ein ganzes Gebäude zur Ausstellung seiner Kunst (Abb. 7). Die Besucher wurden in der Mitte des Bildes auf einer erhöhten Plattform positioniert und befanden sich somit im Zentrum der Szene. Natürliches Licht drang durch Fenster in der Decke ein und beleuchtete die Gemälde (Boyle, 2013). "Barker unternahm viele Anstrengungen, um den Realismus seiner Szenen zu erhöhen. Um das Publikum vollständig in die Szene einzutauchen, waren alle Grenzen der Leinwand versteckt [sic]." (Boyle, 2013).

Abb. 7

Zeichnung des Panorama Gebäudes



(Quelle: Mitchell, 1801)

Das Konzept des Skytrips von Spherie ähnelt erstaunlich dem zuvor beschriebenen. Die Zuschauer befinden sich auf einer Plattform in der Mitte eines um sie herum angeordneten Bildes und können sich umschaun. Das Gefühl des Vor-Ort-Seins wird verstärkt, indem keine sichtbaren Grenzen der Fotoaufnahmen zu sehen sind, da sie durch das Stitching versteckt werden.

Es gibt jedoch einige Schritte und Unterscheidungen zwischen den Panoramen von früher und heute, die wichtig sind, um sie zu erklären und

abzugrenzen. Zum einen gibt es Fisheye-Linsen, die mit ihrer niedrigen Brennweite ein großes und nach außen hin verzerrtes Sichtfeld erfassen. Weiterhin gibt es Panoramabilder, die mit dem Handy durch Bewegung in horizontaler Achse aufgenommen werden können. Diese können, sofern die Software es erlaubt, bis zu 360 Grad um die eigene Achse aufgenommen werden, was als Panorama bezeichnet wird (P. Jürgens, Persönliche Kommunikation, 14.03.2023). Der Unterschied zum umgangssprachlichen 360°-Bild liegt darin, dass auch nach oben und unten weiter fotografiert wird. Dadurch sind 360 Grad auf der horizontalen Ebene sichtbar und auf der vertikalen Achse sind je 90 Grad über und unter dem Horizont zu sehen, was zu einem 360°-180°-Panorama führt. Dieses wird auch als vollsphärisch oder omnidirektional bezeichnet (Rothe, 2020, S. 11).

Heute werden die vollsphärischen 360-Grad-Bilder mit mehreren Kameras aufgenommen, wie bereits in Kapitel 1.1 beschrieben. Durch das Zusammenfügen der Einzelbilder im Stitching entsteht eine sogenannte equirectangulare Projektion (Abb. 8), die üblicherweise ein Format von 360°-180° Grad aufweist (Affinity Foto Help, o. J.). Diese Art der Projektionen nutzen auch andere Autoren, wie z.B. Rothe (2020, S. 119) oder Löwe et al. (2017, S. 60). Die equirectangulare Projektion ist marktüblich und wird von allen gängigen Video- und 3D-Programmen unterstützt.

Diese spielt im Skytrip eine tragende Rolle, denn um im Skytrip zwischen den verschiedenen Destinationen Hamburg, Namibia und Semperoper zu wechseln, wird lediglich das equirectangulare Video auf der Sphäre um die Plattform herum ersetzt, und es ist keine neue Programmierarbeit erforderlich (K. Bleicher, persönliche Kommunikation, 28.02.2023). Beim Betrachten eines equirectangularen Videos in einem HMD kann man lediglich den Kopf drehen, um unterschiedliche Ausschnitte zu sehen. Im Skytrip hingegen kann man auch auf der Plattform aufstehen und den Platz wechseln. Wie funktioniert das? Dazu betrachten wir die Bewegungsarten im Raum.

Andere Formate, wie z.B. die Cube Map (Abb. 9) sind zwar weniger verzerrt, sind jedoch schwerer in der Handhabung und weniger für Videos geeignet bringen keinen weiteren Mehrwert (Rothe 2020, S. 119).

Abb. 8

Equirectangulare Projektion

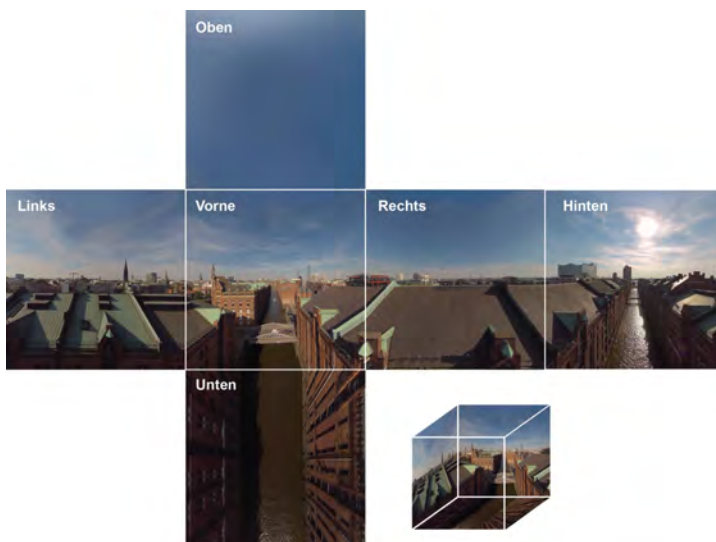


Anmerkung: Es wurde zur besseren Verdeutlichung der Richtungen ein Verzerrungs-Raster auf die Projektion gelegt. (Quelle: Eigene Abbildung unter Verwendung von Spherie GmbH, 2020, Min. 04:42; VIAR, 2020)

Allerdings kann man sich die Drohenvideos aus den Kameras als eine Cube Map vorstellen, die zur equirectangularen Projektion verarbeitet wird.

Abb. 9

Cube Map



(Quelle: Eigene Abbildung, Nutzung von Spherie GmbH, 2020, Min 04:42)

2.2 Bewegung im Raum

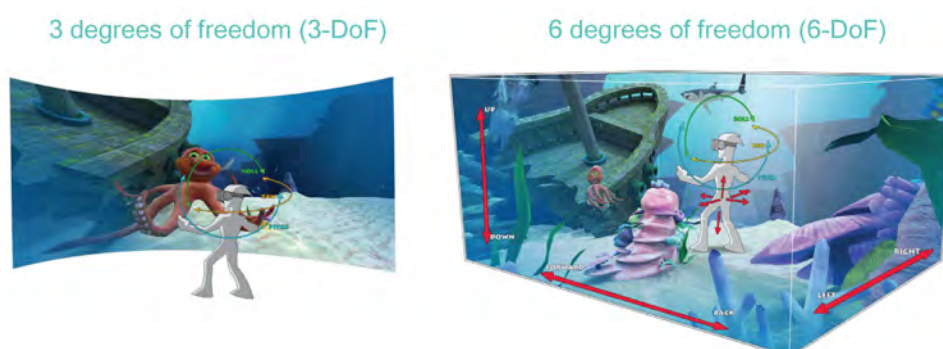
Wenn wir über VR sprechen, unterscheiden wir zwischen zwei verschiedenen Bewegungsarten, den sogenannten Degrees of Freedom (DOF). In VR unterscheiden wir zwischen 3-DOF-Systemen und 6-DOF-Systemen, die von VR-Geräten und Apps verwendet werden (Rossi et al., 2021, S. 1). Im ersten System, dem 3-DOF-System, misst das HMD die Rotation des Kopfes in den drei Achsen X, Y und Z. Dadurch kann der Nutzer nach rechts und links schauen (X-Achse), nach oben und unten (Y-Achse) und den Kopf seitlich drehen (Z-Achse). Die Bewegungen entlang dieser Achsen werden auch als Pitch, Yaw und Roll bezeichnet (Google for Developers, 2018). Eine andere Möglichkeit der Bezeichnung sind Drehen, Neigen und Gieren, welche als sogenannte Rotationsbewegungen zusammengefasst werden und somit 3-DOF bilden (Pico, 2022).

Das zweite System, das 6-DOF-System, erlaubt dem Nutzer alle eben erklärten Rotationsbewegungen, wie im 3-DOF-System, und lässt den Nutzer sich auch physisch bewegen wie in der Realität, um die individuelle Perspektive zu ändern. Diese sind die sogenannten Translatorischen Bewegungen (Pico, 2022). Rossi et al. (2021, S. 1) nennen Gehen und Springen als Beispiele. Dazu befinden sich im 3D Raum volumetrische Objekte, um die man z.B. herumlaufen kann.

Abb. 10 zeigt schematisch den Unterschied zwischen den Rotationsbewegungen und den Rotations- und Translatorischen Bewegungen in Kombination.

Abb. 10

Rotations- und Translatorische Bewegungen visualisiert



(Quelle: Qualcomm Technologies, Inc., 2017, S. 8)

In dieser Arbeit nutzen wir für das Eye Tracking lediglich die X- und Y-Achse des Videobildes und bezeichnen die Bewegungs- und Blickrichtungen wie im allgemeinen Sprachgebrauch als rechts, links, oben, unten und vorne bzw. hinten. Für die Experimente werden Pico 4 Enterprise HMDs genutzt, die 6-DOF unterstützen.

Ein Problem, auf das der Autor stößt, ist die Einordnung des Skytrips in eines der beiden DOF-Systeme. Dies wird durch die Natur der App deutlich, wie auch im Gespräch mit seinem Kollegen (K. Bleicher, persönliche Kommunikation, 19. April 2023) und bei der Benutzung der App im HMD ersichtlich wird.

In der Literatur wird zwischen den Arten der Bewegungen und verschiedenen Arten von HMD-Content unterschieden. Es gibt jedoch Mischformen. Zum Beispiel wird in 3D- und Spiele-Entwicklungsprogrammen wie Blender, Unity oder Unreal Engine eine 3D-Umgebung geschaffen, in der sich der Nutzer gemäß des 6-DOF-Systems bewegen kann. Für den Himmel wird jedoch oft eine 360°-Grafik, ein sogenannter Backdrop, genutzt. Diese Grafik ist häufig equirectangular und wird um die 3D-Szene als Sphäre platziert, ähnlich wie im 3-DOF-System. Sie dient als Füllelement für die Umgebung (Unreal Engine, o. J.).

Der spätere Nutzer des Spiels oder der VR-App ist in der Lage, sich frei in der Umgebung zu bewegen, und die Perspektive auf 3D-Elemente ändert sich entsprechend seiner Position. Zum Beispiel kann der Nutzer auf ein virtuelles Haus zulaufen und es erscheint größer. Oder der Nutzer läuft um eine Ecke des Hauses und sieht nun die linke Seite des Hauses. Dies entspricht dem 6-DOF-System. Der Himmel hingegen bleibt unverändert, egal wie weit der Nutzer in Richtung Horizont läuft. Dies liegt daran, dass sich die Himmelssphäre um den Nutzer herum bewegt (Unreal Engine, o. J.). Das gleiche Prinzip wird auch im Skytrip verwendet.

Der Skytrip besteht praktisch aus zwei Elementen: der physisch realen Plattform, auf der der Nutzer sitzen, stehen und sich bewegen kann (typischerweise 6-DOF), und der Videosphäre im HMD (3-DOF). Die Plattform ist auch in der VR sichtbar. Ein anderes Vehikel außer der Plattform sind die sog. Libelle (siehe Anhang 2). Dieses wird überwiegend im Singleplayer-Modus im Außendienst eingesetzt. Die letzte Option ist das reine Ansehen eines CVR-Videos ohne Vehikel, was in dieser Arbeit als Vergleichsstimulus genutzt wird (siehe Abb. Anhang 2).

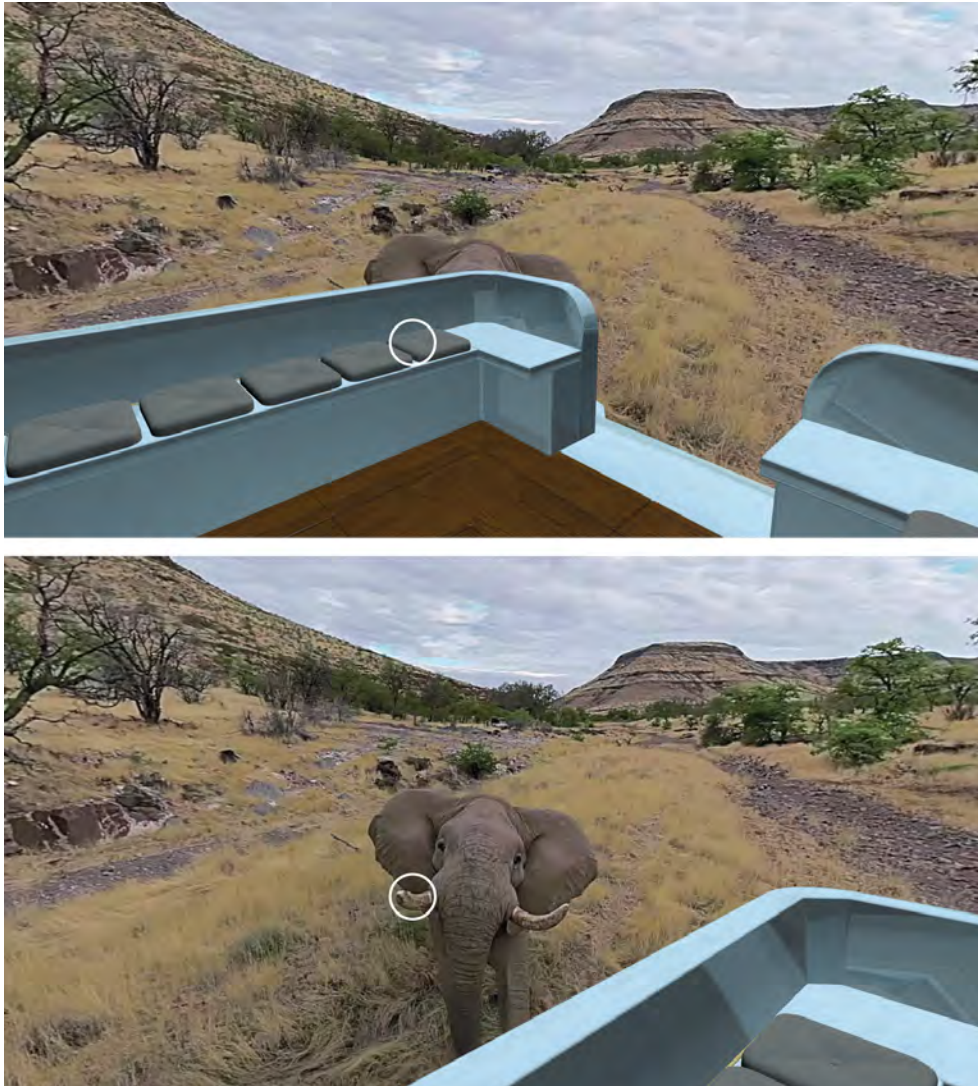
Das Problem der Einordnung besteht nun darin, dass der Nutzer sich zwar gemäß 6-DOF bewegen kann, aber das 360° Video innerhalb dieses Bewegungsraumes immer exakt gleich bleibt. Die Plattform als 3D-Element verdeckt lediglich bestimmte Bereiche des Videos oder lässt andere Blickwinkel zu. In der Plattform sind vier Positionen der Nutzer üblich, vorne, hinten, rechts und links. Je nach Sitzposition sieht man also unterschiedliche Dinge, mit Tendenz zur eigenen Seite (siehe Anhang 3). Die Sitzposition hat damit natürlich auch einen Einfluss darauf, wie viel der Plattform die Sicht verdeckt. Ebenso wird das später Konsequenzen im Eye Tracking haben, da in den Koordinaten manchmal nicht zwischen Plattform und CVR-Video unterschieden werden kann.

Abb. 11 verdeutlicht diese Problematik. Selbst wenn zwei Nutzer auf genau die gleiche Koordinate auf das equirectangulare Video schauen, können sie unterschiedliches sehen. In diesem Beispiel schaut ein Nutzer, der hinten rechts sitzt, auf eine Ecke der Plattform. Ein anderer Nutzer, der genau zum gleichen Zeitpunkt auf die gleiche Koordinate im 2D-Raum des equirectangularen Videos schaut, sieht einen Stoßzahn des Elefanten. Im Multiplayer wäre ebenfalls ein anderer Avatar denkbar, der die Sicht auf ein Objekt verdeckt, sofern er genau im Blickfeld sitzt. Der behinderte Nutzer könnte dann in der Plattform aufstehen (6 DOF) und einen Schritt nach vorne gehen.

Doch was bewirkt diese Sichtweise- und Bewegungsart in VR noch? Immersion. Das Gefühl, vor Ort zu sein, betrachten wir im nächsten Kapitel genauer.

Abb. 11

Blick verschiedener Sitzpositionen der Plattform



Anmerkung. Der weiße Kreis dient als Referenzpunkt und liegt an gleicher Stelle.

(Quelle: Eigene Abbildung)

2.3 Immersion

“Immersion is a metaphorical term derived from the physical experience of being submerged in water. We seek the same feeling from a psychologically immersive experience that we do from a plunge in the ocean or swimming pool: the sensation of being surrounded by a completely other reality, as different as water is from air, that takes over all of our attention, our whole perceptual apparatus”²

~ Janet H. Murray, 1997

Um den Begriff der Immersion und immersiver Erfahrungen kommt man nicht herum, wenn man über VR sprechen möchte. Allerdings ist der Begriff der Immersion leider nicht klar definiert, sondern es existieren viele unterschiedliche Definitionen. Immersive Erlebnisse sind nicht nur auf den Bereich der virtuellen Realität beschränkt, sondern können auch in den Bereichen Audio und Akustik, Musik, Filme, literarische Werke und Spiele auftreten und als immersiv empfunden werden (Agrewal et al., 2020, S. 404).

Wie bereits in der Einleitung festgestellt wurde, sind die Konzepte der Immersion und der Presence eng miteinander verknüpft. Immersion wird definiert als die technischen Merkmale eines Systems, während Presence das subjektive Gefühl des Vor-Ort-Seins oder die Qualität des Erlebnisses in der Virtualität beschreibt (Wilkinson et al., 2021, S. 1099). Diese Definitionen lassen vermuten, dass Presence eher subjektiv und Immersion eher objektiv ist. Allerdings sind beide Begriffe viel komplexer und erfordern daher eine eingehendere Betrachtung für diese Arbeit.

Aufgrund ihrer Ähnlichkeit werden die Begriffe Immersion und Presence oft synonym verwendet oder sogar verwechselt. Dies führt häufig zu Missverständnissen und verfälschten Forschungsergebnissen, da ein Begriff als Ausgangspunkt genutzt wird, aber die Items des anderen Begriffs für Messungen verwendet werden (Nilsson et al., 2016, S. 128).

Die Erforschung von Presence begann parallel zur Entwicklung von VR in den 1990er Jahren (Jennett et al., 2008, S. 643). Im Jahr 2000 wurde versucht, den Begriff Presence, als Kurzform von Telepresence, zu beschreiben. Presence wird demnach als psychologischer Zustand

² (Murray, J., 1997, S. 99, zitiert nach (Agrewal et al., 2020, S. 405)

definiert, bei dem ein Teil oder die Gesamtheit der gegenwärtigen Erfahrung einer Person durch vom Menschen geschaffene Technologie erzeugt und/oder gefiltert wird, jedoch die Person kognitiv die Rolle der Technologie nicht mehr erkennt oder wahrnimmt. Mit anderen Worten, die Person vergisst, dass sie sich in einer Simulation befindet. Dies kann in unterschiedlichem Maße für verschiedene Medien ausgeprägt sein. Ein Zeitungsartikel ist demnach weniger von Presence geprägt als ein Kinofilm, und dieser wiederum weniger als ein VR-Erlebnis (International Society for Presence Research, 2000).

Slater und Wilbur (1997, S. 1) beschreiben: "Presence is a state of consciousness that may be concomitant with immersion, and is related to a sense of being in a place." Immersion hingegen beschreiben sie als: "[...] a description of a technology, and describes the extent to which the computer displays are capable of delivering an inclusive, extensive, surrounding and vivid illusion of reality to the senses of a human participant." (Slater & Wilbur, 1997, S. 3). Demnach unterscheiden sie zwischen der eher psychologischen Sichtweise von Presence und der technischen Sichtweise von Immersion.

Nach Jennett et al. (2008, S. 642) bilden die Attribute Vergessen der Zeit, Vergessen der realen Umgebung und die Ausführung einer Aufgabe in VR die Grundlage für Immersion. Presence sei nur ein kleiner Teil der Spielerfahrung.

Dede (2009, S. 66) beschreibt Immersion als ein subjektives Gefühl, an einem realistischen Geschehen teilzuhaben. Für ihn sind aktionsbezogene, symbolische und sensorische Faktoren entscheidend für das Erlebnis. Sensorische Faktoren beziehen sich darauf, die Bewegung, den visuellen Eindruck, Geräusche und Vibrationen so realistisch wie möglich zu gestalten. Symbolische Faktoren beziehen sich auf das kognitive und inhaltliche Erleben, zum Beispiel die Furcht in Horrorspielen. Aktionsbezogene Faktoren ermöglichen neue Bewegungsformen wie Fliegen oder Superkräfte, die zu einem intensiven Erlebnis beitragen können (Dede, 2009, S. 66).

Es gibt immersive Medien, die ohne ein Gefühl der Presence auskommen. So wird z.B. als Beispiel das Spiel Tetris genannt, bei dem man durchaus die Zeit vergessen kann, doch nicht denkt, selbst in einem Spiel mit fallenden Blöcken zu sein. Hier ist sicherlich mehr für Immersion nötig, als die Auflösung des Displays. Genauso ist es möglich, das Gefühl der Immersion ohne das Gefühl der Presence hervorzurufen, hier wird das Ausführen einer langweiligen Aufgabe in einer virtuellen Umgebung

genannt (Jennett et al., 2008, S. 643). Was also steckt wirklich hinter den Begriffen?

In einem Versuch der Vereinheitlichung der Definitionen von Immersion und Presence schlagen Nilsson et al. (2016, S. 129) vor, die beiden Begriffe mit Unterkategorien zu beschreiben. Immersion kann aus drei Perspektiven betrachtet werden: als technische Eigenschaft eines Systems (objektiv messbar durch Auflösung des HMD oder Videoqualität), als subjektive Reaktion auf die Narration oder als subjektive Reaktion auf Aufgaben innerhalb der virtuellen Umgebung, z. B. in Spielen. Die subjektiven Eigenschaften der Immersion sind durch ein hohes Maß an Aufmerksamkeit auf die Ereignisse in der virtuellen Welt gekennzeichnet (Nilsson et al., 2016, S. 128f).

Agrewal et al. (2020, S. 407) stellen in ihrem Literaturüberblick fest, dass Immersion nicht an ein technisches Gerät gebunden sein muss. Viele der Definitionen, die Immersion als technisches Merkmal eines Systems beschreiben, stammen daher aus der Forschung zu HMDs. Stattdessen schlagen Agrewal et al. (2020, S. 407) eine allgemeine Definition vor:

“Immersion is a phenomenon experienced by an individual when they are in a state of deep mental involvement in which their cognitive processes (with or without sensory stimulation) cause a shift in their attentional state such that one may experience disassociation from the awareness of the physical world.” (Agrewal et al., 2020, S. 407)

Zusätzlich ergänzen Agrewal et al. (2020, S. 407f) ihre Definition um eine Übersicht der Kategorien von Immersion, in der Sie in zwei Kategorien differenzieren. Die Übersicht trennt zwischen der psychologischen Verfassung eines Individuums als Einflussfaktor auf die Immersion und den Eigenschaften des technischen Systems, durch das eine immersive Erfahrung ermöglicht wird.. Fünf Faktoren werden identifiziert, die die Immersion beeinflussen: das technische System, der vermittelte Inhalt, die Umgebung der Erfahrung, persönliche Faktoren und die Interaktion zwischen dem Nutzer und dem System (Agrewal et al., 2020, S. 407f).

Diese Faktoren sind sehr allgemein und nicht gut in einer Multi-Item-Messung zur Erfassung der Immersion umsetzbar. Daher haben sich andere Autoren in qualitativen Studien mit der Herausforderung beschäftigt, Faktoren für spätere quantitative Forschung durch Umfragen zu identifizieren. Ein Beispiel hierfür ist die Arbeit von Winkler et al. (2020, S. 1512f), die gezielt nach Faktoren suchen, die die Immersion in VR

beeinflussen. Dafür führten sie zwölf semi-strukturierte Interviews unmittelbar nachdem die Probanden ein VR-Spiel mit einer angenommenen hohen Immersion gespielt hatten. Vorab wurde eine Vorauswahl basierend auf der Literatur getroffen (Winkler et al., 2020, S.1512f). Neun von elf Immersionsfaktoren wurden durch die Interviews als relevante Faktoren bestätigt, und zwei Faktoren, *shared experience* und *translating actions from the physical to VR*, wurden neu entdeckt (Winkler et al., 2020, S. 1516). Tabelle XX stellt die Immersionsfaktoren als Ergebnisse der Forschung von Winkler et al. (2020, S. 1516) dar.

Tab. 1

Immersionfaktoren

Kategorie	Immersion-Faktor in VR
	Visual and auditory inclusion
Physical and physiological aspects	Translating actions from physical to VR
	Transportation
	Distracting aspects of VR
	Concentrated attention
Cognitive and affective aspects	Losing sense of time
	Affective involvement
	Control

(Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Winkler et al. 2020, S.1516)

Winkler et al. (2020) nennen lediglich die herausgefundenen Faktoren, stellen jedoch keine Gewichtung oder Skalen für die Auswertung per Umfrage zur Verfügung. Demnach gibt es noch keine Referenzstudien, welche genau diese Items nutzen.

2.4 Motion Sickness

Die Bewegungskrankheit, oft bekannt unter dem Namen Reisekrankheit oder Seekrankheit, ist ein bekanntes Leiden bei der Nutzung von VR. Im Englischen wird diese als Motion Sickness (MS) bezeichnet. Das Phänomen ist keineswegs neu. Der Begriff taucht erstmals im Jahr 1881 auf, als Irwin in einem Artikel die damals bekannte Seekrankheit als Motion Sickness bezeichnet und die Ursachen dafür generalisiert. Statt nur den Bewegungen der rauen See zu, sagt er, auch andere Bewegungen wie

rückwärts, nach unten fallende oder schwingende Bewegungen wären Ursachen für die Krankheit (Irwin, 1881, S. 907). Bekannt wurde der Begriff erst durch Sir Frederick Banting, der während des 2. Weltkrieges Seekrankheit und Flugkrankheit unter den Soldaten als Problem erforschte (Money, 1970, S. 1). Bereits damals gab es erste Hinweise darauf, dass auch visuelle Bewegungen bzw. Reize ähnliche Symptome auslösen können. Das heißt, die Augen oder die Umgebung bewegen sich, wobei Kopf und Körper der betroffenen Person still bleiben. Noch umstritten war damals, ob dieses Phänomen auch zu Motion Sickness zählen soll (Tyler & Bard, 1949, S. 311). Zu den damals häufigsten Symptomen von MS gehören "Malaise, Pallor, Cold Sweating, Nausea and Vomiting" (Money, 1970, S. 1).

Die genauen Ursachen von MS sind unbekannt, sie wird jedoch als multifaktorielles Syndrom angesehen. Eine oft zitierte Theorie ist die sensorische Konflikttheorie, die besagt, dass Probleme entstehen, wenn sensorische Wahrnehmungen inkonsistent sind, wie zum Beispiel widersprüchliche visuelle und Gleichgewichtsreize. Aber diese Theorie kann nicht alle Aspekte von Cybersickness erklären und das Ausmaß der Symptome lässt sich schwer vorhersagen. Andere Theorien, wie die der posturalen Instabilität, gehen davon aus, dass Menschen Schwierigkeiten haben, mit ungewohnten Situationen umzugehen, was zu einer Störung der Körperhaltung und weiteren Symptomen führt (Doerner & Steinicke, 2022, S. 60f). Andere Theorien gehen davon aus, dass MS, speziell die Übelkeit, eine Schutzreaktion gegen mögliche Vergiftungen ist. Wahrgenommene Bewegungen stimmen nicht mit den Erwarteten Bewegungen überein, was der Körper als potenzielle Vergiftung erkennt. Erbrechen soll die Gifte dann aus dem Magen bringen (Moyer, 2022).

Neben den bisher ungelösten, eben genannten natürlichen Ursachen für MS gibt es auch einige technische Ursachen für MS. Diese sind z.B. die Latenz und die Bildwiederholungsrate. Werden also die eigenen Bewegungen in der VR Umgebung verzögert dargestellt, kann es leicht zu MS kommen. Lösungen sind bisher nicht in Sicht (Bezmalinovic, 2022).

Messbarkeit von Motion Sickness. Zur Eignung von Soldaten wurden später Flugsimulatoren und Flugtrainings genutzt, die erwartete Motion Sickness wird mit Fragebögen wie dem Pensacola Motion Sickness Questionnaire ausgewertet (Hutchins & Kennedy, 1965). Viele Erweiterungen der Umfragen werden auf Basis des bestehenden Wissensstandes veröffentlicht, z.B. das Motion Sickness Assessment Questionnaire nach (Gianaros et al., 2001).

Die meisten Studien nutzen das 1993 durch Kennedy et al. eingeführte Simulator Sickness Questionnaire (SSQ), abgeleitet von den genutzten Flugsimulatoren der Luftwaffe der USA (Kennedy et al., 1993). Zur Entwicklung des SSQ nutzen Kennedy et al. (1993) Daten aus 1.100 Pensacola Motion Sickness Questionnaires aus Navy-Flugsimulationen, von denen laut Kennedy nicht alle Items für Simulator Sickness relevant waren.

Der Autor hatte, mit Ausnahme des Abstracts, keinen Zugriff auf die Originalliteratur, weshalb er sich auf eine Erklärung von Walter et al. (2019) und Bimberg et al. (2020) bezieht. Beim SSQ werden 16 Items mit einer 4-Punkt Skala der Symptomstärke (Keine = 0, Leicht = 1, Mäßig = 2, Stark = 3) abgefragt und in eine der drei Kategorien *Übelkeit*, *Störungen der Augenbewegungen* und *Orientierungslosigkeit* einsortiert. Diese Kategorien werden je aufsummiert und mit Gewichtungsfaktoren (*Übelkeit* = 9.54, *Störungen der Augenbewegungen* = 7.58, *Orientierungslosigkeit* = 13.92) zu Scores der Unterkategorien multipliziert. Die Produkte werden erneut summiert und mit dem Faktor 3.74 multipliziert, um den Gesamtscore des SSQ zu erhalten. Der Test wird nur nach der Nutzung des Flugsimulators durchgeführt (Bimberg et al., 2020, S. 1ff; Walter et al., 2019, S. 1).

Den finalen Score kann man mit einer Tabelle der Originalliteratur vergleichen und so feststellen, wie hoch die Symptome bei Nutzung des Simulators auffallen: “negligible (< 5), minimal (5 – 10), significant (10 – 15), and concerning (15 – 20) symptoms. A simulator resulting in total scores above 20 is considered ‘bad’.” (Kennedy et al., 1965 zitiert nach Bimberg et al. 2020, S. 1).

Es wird kritisiert, dass im Originalartikel in der Formel der Gesamtbewertung Klammern und Summanden fehlen, ehe diese multipliziert werden (Bimberg et al., 2020, S. 2; Walter et al., 2019, S. 1). Weiterhin kritisieren Bimberg et al. (2020, S. 2f) ein doppeltes Auftauchen mancher Items in zwei Kategorien und somit ungleich stärkerer Wertung, eine nicht der Gesamtbevölkerung entsprechende Stichprobe aus Militärpiloten, fehlende Grundwerte vor der Nutzung des Simulators wie z.B. bereits existierende Kopfschmerzen, Subjektive Einschätzungen und damit unterschiedliche Interpretationen der Symptome, unterschiedliche Berechnungen in verglichenen Studien, die Durchführung nur nach Nutzung im Vergleich zu Vor- und Nach Nutzung in aufbauenden Studien und einem sehr unterschiedlichen Darstellen der Ergebnisse in Studien, die mit dem SSQ arbeiten (Bimberg et al., 2020, S. 2).

Ein Literature Review, welches Studien mit dem SSQ untereinander vergleicht, kommt zu ähnlichen Erkenntnissen. Der Mittelwert aller Studien, inklusive militärischer und nichtmilitärischer Stichproben, ergab für das SSQ einen Wert von 28.00 (95 %-Konfidenzintervall 24.66-31.35) und wird damit bereits als sehr schlecht bewertet (Saredakis et al., 2020, S. 9).

MS im Kontext von VE wird in der Literatur auch als Cyber Sickness bezeichnet (CS). Vier Jahre nach Veröffentlichung des SSQs publizieren Stanney et al. (1997) ein Paper, welches Simulator Sickness und Cyber Sickness vergleicht. Demnach erschien CS erst ähnlich der Simulator Sickness, weist allerdings andere Eigenschaften auf. Bei CS sind Symptome wie Orientierungslosigkeit dominanter als Überanstrengung der Augen und die durchschnittliche Symptomatik sei bis zu dreimal stärker bei CS als im Vergleich zur Simulator Sickness. Dies erklärt auch hohe Werte verschiedener Studien, die das SSQ nutzen (Stanney et al., 1997).

Rothe (2020, S. 132) nutzt in Ihrer Dissertation ebenfalls einen Fragebogen, der auf Kennedy et al. (1993) basiert. Ihr Stimulus sind CVR Videos. Rothe kürzt den Fragebogen auf Grund fehlender Relevanz mancher Items für CVR. Sie nutzt die Items "allgemeines Unbehagen, Müdigkeit, Kopfschmerzen, Augenbelastung, Fokussierungsschwierigkeiten, Übelkeit, Konzentrationsschwierigkeiten." (Rothe, 2020, S. 132). Durch das Entfallen einiger Items ist keine Berechnung der gewichteten SSQ-Werte nach Kennedy et al. (1993) möglich (Rothe, 2020, S. 132).

In den folgenden Jahren wird genauer differenziert und der Begriff der Visually Induced Motion Sickness (VIMS) eingeführt. In Abgrenzung zu Motion Sickness fehlt bei der VIMS die physische Bewegung der Person, Verursacher der Symptome sind lediglich visuelle Reize wie z.B. in VR. (Bos et al., 2008; Keshavarz et al., 2023). Dieser ist somit auch für die vorliegende Studie relevant.

Einfluss des richtigen Sitzes eines HMDs auf Motion Sickness. Die Interpupillardistanz (IPD), auch genannt Augenabstand, misst den Abstand der Mittelpunkte beider Pupillen. Die durchschnittliche IPD liegt für erwachsene Frauen bei 62.31 mm und für erwachsene Männer bei 64.67 mm mit einem Gesamtwert von rund 63 mm. Laut Literatur sollte der Großteil aller Erwachsenen ein IPD zwischen 50 - 75 mm haben (Dodgson, 2004). Die IPD ist relevant für das räumliche Sehvermögen, da das linke und das rechte Auge unterschiedliche Seheindrücke verarbeiten und so z.B. Tiefen, Entfernungen und Formen erkennen können. Dieses Prinzip nutzen auch VR-Headsets. Falsch eingestellte IPDs könnten ein Grund für

eine Überanstrengung der Augen sein, was wiederum Kopfschmerzen verursacht (Pape, 2021).

Verschiedene Paper beschäftigen sich mit dem Einfluss des Augenabstandes, Englisch Interpupillary Distance (IPD) auf VIMS (z.B. Doty et al., 2023; Stanney, Fidopiastis, et al., 2020). Doty et al. (2023) führten Experimente zum Einfluss von IPD-Anpassungen auf VIMS durch und fanden keine Korrelation zwischen der falsch eingestellten IPD und VIMS (Doty et al., 2023, S. 3). Dieses steht im Gegensatz zu anderen Studien, die die falsche eingestellte IPD als einen der Treiber für VIMS sehen (Stanney, Fidopiastis, et al., 2020, S. 15). Frauen erleben demnach mehr VIMS, da bei ihnen durch technische Limitationen der HMDs die IPD öfter nicht passend einstellbar ist. Ist hingegen die IPD überall ideal eingestellt, sind keine Differenzen zwischen Geschlechtern zu erwarten (Stanney, Fidopiastis, et al., 2020, S. 15).

Doch nicht nur die IPD beeinflusst das Empfinden der HMDs. Auch der richtige Sitz der VR-Geräte trägt zu einer guten Verträglichkeit bei. "When the visual displays in a VR are not positioned in front of each eye properly, normal visual accommodation and binocular vision are challenged, leading to perceptual distortion, eyestrain, headache, etc." (Stanney, Lawson, et al., 2020, S. 1786). Dies deckt sich mit Erfahrungen des Autors von Messen, da oftmals Personen über unscharfe Bilder klagen, weil ihre Brillen deutlich zu tief hängen (Feldnotizen, 9.-10.05.2023).

Weil die bestehenden Umfragen zur Anfälligkeit auf MS, wie das Motion Sickness Susceptibility Questionnaire (MSSQ) und das Visually Induced Motion Sickness Susceptibility Questionnaire (VIMSSQ) sehr umfangreich sind, entwickelten Golding et al. (2021) eine kurze Version des Fragebogen, in dem Sie lediglich sechs Symptome (nausea, headache, fatigue, dizziness, and eye-strain) auf einer 4-Punkte-Skala von Never (0) bis Often (3) abfragen (Golding et al., 2021, S. 3).

In dieser Arbeit wird der Autor generell von Motion Sickness (MS) im Kontext von Virtuellen Umgebungen, speziell CVR, sprechen. Motion Sickness ist damit ein Oberbegriff für Simulator-, Cyber- oder (Visually Induced) Motion Sickness.

In dieser Studie bezieht sich auf die am häufigsten auftretenden Symptome nach Golding et al (2021, S. 3) und Keshavarz et al. (2023, S.121): eyestrain, fatigue, headache, dizziness, and nausea. Außerdem werden diese Items zur Messung von Motion Sickness in der Umfrage

herangezogen. Zusätzlich wird das Element Höhenangst in dieser Auswertung abgefragt, da dieses Wunsch des Unternehmens Spherie war.

2.5 Aufmerksamkeit und Eye Tracking in VR

Genau wie Spielberg in der Einleitung, fürchten viele Filmemacher, ihre Zuschauer könnten wichtige Elemente für die Story des Filmes verpassen. Das Erlebnis könnte durch die Angst, etwas nicht zu sehen, negativ beeinflusst werden (Rothe et al., 2019, S. 17).

Breathnach (2016) führte ein Experiment mit einem Filmclip durch und verglich die Blickrichtungen bei wiederholtem Betrachten der Szenen. Zu Beginn stellte er gemäß der 2010 von Smith und Henderson vorgeschlagenen Attention Theory eine hohe Synchronität der Blicke der Probanden fest. Ebenso stellte er fest, dass die Synchronität zwischen den horizontalen Augenbewegungen größer war als die zwischen den vertikalen Augenbewegungen (Breathnach, 2016, S. 11). Diese Synchronität der Aufmerksamkeit zwischen verschiedenen Nutzern wird als Attentional Synchrony (AS) bezeichnet.

Es sind zwei Betrachtungsmodi in VR zu beobachten. Einerseits gibt es eine konzentrierte Aufmerksamkeit, die durch lange Fixationen und wenige Sakkaden gekennzeichnet ist. Andererseits gibt es eine erneute Orientierung in der Szene, die durch eine schnelle Findung von AOs (Areas of Interest) gekennzeichnet ist. Diese erneute Orientierung erfolgt durch die Erfassung von visuellen Hinweisen über die periphere Vision, insbesondere nach Schnitten im Video (Sitzmann et al., 2016, S. 8).

Dieses Verhalten wurde auch in einer anderen Studie untersucht. Farmer et al. (2021, S. 30) zeigen eine hohe AS zu Beginn jeder Szene in VR, die jedoch nach und nach auseinanderdriftet. Ähnliches wurde auch in Studien am Desktop festgestellt. Demnach nimmt ein Nutzer in VR einen großen Teil der Szenen mit der peripheren Vision wahr, die sehr empfänglich für Reize durch Bewegungen ist (Farmer et al., 2021, S. 31). Um die Aufmerksamkeit zu lenken, wird empfohlen, wenige visuelle Reize abseits der gewünschten AOs zu erzeugen bzw. zu zeigen. Ebenso sollte, wenn eine Änderung der Blickrichtung zwischen den Szenen gewünscht ist, ein Szenenübergang anstelle eines harten Schnitts verwendet werden, um die Nutzer stärker zur erneuten Orientierung zu motivieren (Farmer et al., 2021, S. 32).

In natürlichen, dynamischen Szenen wurde oft eine hohe AS gefunden, wenn dort viel Bewegung stattgefunden hat. Statische Szenen, wie z.B.

Standbilder, weisen eine geringere AS auf. Bei einer gegebenen Aufgabe während des Betrachtens von VR Szenen lässt die AS stark nach (Smith & Mital, 2013, S. 19). Obwohl in VR eine Vielzahl von Blickbewegungen möglich ist, was zu einer hohen Varianz im Blickverhalten führen könnte, wurde das Gegenteil festgestellt. Eine erhöhte Realitätsnähe in den dynamischen Szenen führt zu einer verstärkten AS (Smith & Mital, 2013, S. 19). Ebenso wurde eine hohe AS für Szenen beobachtet, in denen neue Elemente in die Szene eingeführt werden. Als Beispiel wird eine Gruppe von Personen genannt, die von links neu in die Szene eintritt (Smith & Mital, 2013, S. 19).

Es wurden bereits verschiedene Einstellungen der Kamerahöhe in VR untersucht. Nutzer empfinden eine Kamerahöhe, die ihrer natürlichen Blickhöhe entspricht, als am angenehmsten, gefolgt von niedrigeren Kamerahöhen als ihrer eigenen (Rothe et al., 2018, S. 9). Wenn die Kamera höher positioniert ist, berichten Probanden häufiger von einem seltsamen Gefühl (Rothe et al., 2018, S. 7). In traditionellen Filmen ist dies kein Problem, da die Videos aus einer Außenperspektive betrachtet werden (Rothe et al., 2018, S. 1). Es ist jedoch unbekannt, wie sich die Kamerahöhe beim Skytrip auswirkt, da sich die Drohnenaufnahmen grundsätzlich über der normalen Blickhöhe befinden. Ebenfalls stellt sich die Frage nach der Höhenangst.

Jun et al. (2022) kritisieren, dass viele Studien lediglich einen einzigen VR-Stimulus zur Auswertung verwenden und nicht das Nutzerverhalten über mehrere Stimuli hinweg betrachten. Sie fanden heraus, dass die 360°-Erkundung der Stimuli mit einer höheren Anzahl von betrachteten Stimuli abnimmt (Jun et al., 2022, S. 8). Gleichwohl berichten sie, dass 40% der Probanden in den ersten 20 Sekunden die Szene in 360° erfassen und dass 70% der Nutzer wenigstens die Hälfte der Szene betrachtet (Jun et al., 2022, S. 9).

Sie stellen auch fest, dass Nutzer, sobald sie ein interessantes AOI in CVR gefunden haben, dabei bleiben (Jun et al., 2022, S. 8). Die Rolle der Vorerfahrung mit VR beeinflusst auch die Spannbreite der Blickpunkte. Eine höhere Vertrautheit mit VR korreliert daher stark mit einer intensiveren Erkundung der Szene (Jun et al., 2022, S. 6). Diese Fragen können auch in der vorliegenden Arbeit für den Skytrip beantwortet werden: Reagieren die Probanden genauso und bleiben bei gefundenen AOIs hängen? Schauen sich Nutzer mit mehr Vorerfahrung mit HMDs intensiver in VR um?

Löwe et al. (2017) befassen sich in einem Konzeptpapier mit der Analyse von Eye Tracking in VR. Sie schlagen vor, neben einer equirectangularen

Projektion des Videos auch eine Projektion einer Nutzerperspektive aus dem VR-Stimulus zu verwenden, da die Verzerrungen des Videos nahe den Polen stark zunehmen und die Interpretation erschweren können. Darüber hinaus schlagen sie eine mathematische Dimensionsreduktion und Clustering der Eye Tracking Daten vor, um die AS zu vergleichen (Löwe et al., 2017, S. 61). Häufig werden jedoch nur Heatmaps und andere statistische Verfahren zur Analyse verwendet (Vgl. Farmer et al., 2021; Rothe et al., 2018; Sitzmann et al., 2016).

Einige Studien beschreiben einen *Center Bias* oder auch *Equator Bias* (Sitzmann et al., 2016, S. 3) für das Blickverhalten in Videos und CVR. Das bedeutet, dass Nutzer in CVR überwiegend in die Mitte eines Panoramabildes schauen, sowohl horizontal als auch vertikal. Dies könnte durch einen deutlich sichtbaren Horizont bedingt sein, den viele virtuelle Umgebungen gemeinsam haben.

Judd et al. (2010, S. 2110) beschreiben neben dem Center Bias auch Low-, Mid- und High-Level-Ebenen, auf die sich die Aufmerksamkeit richtet. Auf der niedrigsten Ebene sind Farben, Kontraste und Formen zu finden. Der Horizont-Bias liegt auf der mittleren Ebene. Danach schauen Menschen oft auf den Horizont und nicht nach oben, da die meisten für Menschen relevanten Objekte sich am Boden befinden. Ein großer Bias auf der High-Level-Ebene besteht für Gesichter, die viel Aufmerksamkeit erregen.

2.6 Werbewirkung in VR

Es wurden bereits vereinzelte Studien zu den Werbewirkungseffekten von VR-Stimuli durchgeführt (z.B. Kim et al., 2020; Lo & Cheng, 2020). Das SOR-Modell wird auch im Kontext von VR in Studien verwendet. Mentale Prozesse führen dabei zu verhaltensbezogenen Reaktionen (Kim et al., 2020). In ihrer Studie bestand der Stimulus aus einer VR-Tourismus-Experience, welche definiert wurde als “the use of VR devices to play, enjoy, experience, travel, and explore information by looking at pictures, gaming, watching 3D 360-degree videos, watching drone videos, looking at holographic images, and other tourism-related activities” (Kim et al., 2020, S. 26). Das Gefallen an der VR-Aktivität, emotionale Beteiligung und ein Flow-Zustand werden als innere Prozesse des Organismus betrachtet. Die kognitiven und affektiven Reaktionen werden auf der Grundlage des Organismus gemessen, einschließlich der emotionalen Verbundenheit mit dem gezeigten Ort und der Absicht, den Ort zu besuchen (Kim et al., 2020, S. 33f).

Lo und Cheng (Lo & Cheng, 2020) beschäftigten sich genauer mit dem Einfluss von Presence auf die Kaufabsichten von Kunden im Tourismus. Immersion war eine von sechs angenommenen Dimensionen der Presence, neben Realismus, dem Gefühl, in der virtuellen Welt zu sein, zwischenmenschlicher Interaktion, der Wahrnehmung des Mediums und Social Richness, was bedeutet, dass das Medium als herzlich und sozial bewertet wird (Lombard & Ditton, zit. nach Lo & Cheng, 2020, S. 545f). Sie führten eine Umfrage vor ihrem Stimulus durch und teilten dann die Teilnehmer in drei Gruppen auf, die den gleichen Stimulus über unterschiedliche Medienformen erlebten: Blogpost, 360°-Video auf dem Handy und 360°-HMD-Video. Sie konnten zeigen, dass Presence einen positiven Effekt auf die Einstellung der Konsumenten gegenüber dem gezeigten Stimulus (einem Hotel) hatte. Diese Einstellung hatte wiederum einen positiven Einfluss auf die Kaufabsicht der Kunden (Lo & Cheng, 2020, S. 556). Sie konnten auch ihre Hypothese bestätigen, dass die VR-Technologie die Wahrnehmung der Werbeanzeige der Nutzer beeinflusst, indem sie von der Realität in eine erzählte Welt transportiert werden (Lo & Cheng, 2020, S. 557).

Immersive 360°-Videos haben auch ein großes Potenzial für die Wissensvermittlung. Insbesondere aufgrund der vorhandenen Immersion führt dies zu gesteigerter Freude bei der Nutzung von VR, erhöhter Motivation der Lernenden und einem insgesamt höheren Engagement der Personen (Lampropoulos et al., 2021, S. 20). Gleiches berichtet auch Dede (2009, S. 67).

Es liegt nahe anzunehmen, dass diese Lerneffekte auch im Skytrip auftreten können und Wissen über das Leben der Tiere in Afrika oder Sehenswürdigkeiten in Hamburg vermitteln. Neues Wissen kann möglicherweise auch zu nicht direkt beobachtbaren Effekten im Organismus führen und zu veränderten Einstellungen zu verschiedenen Sachverhalten führen. Eine Überprüfung dieser Effekte wird in der Umfrage durchgeführt, die auf den genannten Faktoren MS, Immersion und Wahrnehmung des Skytrips basiert und sich auf das SOR-Modell stützt.

3. Theoretischer Hintergrund

In diesem Kapitel wird das SOR-Modell als allgemeines Modell zur Messung der Werbewirkung detailliert vorgestellt. Es dient als Grundlage für die Messung der Wirkung unserer spezifischen Stimuli, den CVR-Videos. Die beschriebene Theorie wird im weiteren Verlauf des sequenziellen Studiendesigns angewendet und unterstützt die Messung der Effektivität unserer Stimuli. Das SOR-Modell trägt somit wesentlich dazu bei, die Frage zu beantworten, wie die Auswertung des Skytrips durch Marktforschung erfolgen kann und wie verschiedene Zielgruppen auf denselben Stimulus reagieren.

Darüber hinaus wird das Eye Tracking als neurowissenschaftliche Methode vorgestellt, um Erkenntnisse über das Konsumentenverhalten zu gewinnen. Diese Methode wird speziell im Zusammenhang mit VR betrachtet. Eye Tracking ist besonders nützlich, um die zweite Forschungsfrage zu beantworten, die den Nutzen von Eye Tracking für CVR untersucht. Da es sich um einen dynamischen Stimulus handelt, ist bisher unklar, wohin Konsumenten genau schauen. Ebenso ist ungewiss, welcher Bereich des Stimulus innerhalb der virtuellen Umgebung besonders beachtet wird.

3.1 SOR-Modell

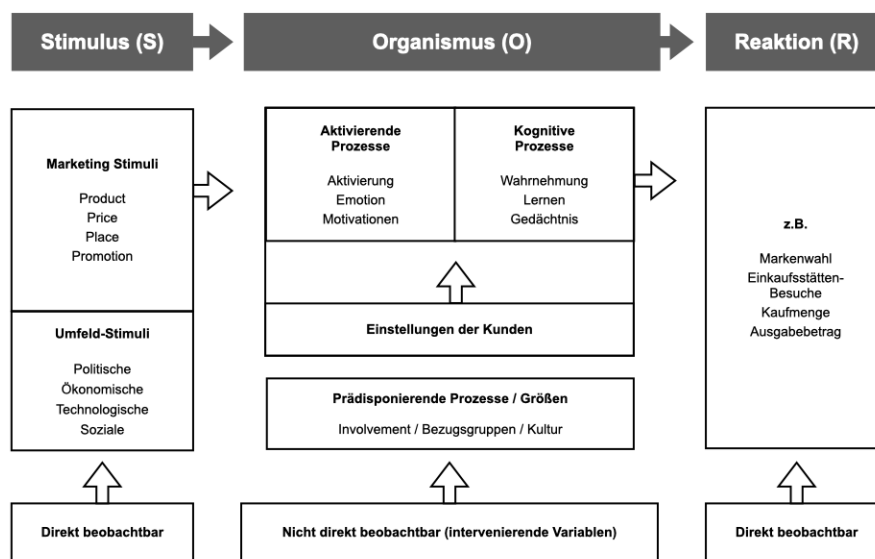
Menschliche Verhaltensmuster, speziell zum Thema Marketing und Kaufentscheidungen durch Werbung werden mit verschiedenen Modellen beschrieben. Diese gehören zur Werbewirkungsforschung. Dabei gibt es behavioristische Erklärungsansätze und neobehavioristische Erklärungsansätze (Meffert et al., 2019, S. 90).

Ein von Skinner 1935 vorgeschlagenes Modell ist das Stimulus-Reaktion-Modell (SR-Modell), welches nur beobachtbare und messbare Variablen des Käuferverhaltens wie z.B. der Verpackung (Stimulus) und dem Kauf eines Produktes (Meffert et al., 2019, S. 90) betrachtet. Das Modell geht davon aus, dass jede Person gleich auf Reize reagiert und beachtet keine inneren Vorgänge und intervenierende Variablen, wie z.B. Einstellungen des Konsumenten zu einem Produkt oder Alter und Geschlecht (Foscht et al., 2015b, S. 29; Meffert et al., 2019, S. 90). Somit reicht das SR Modell nicht aus, um Kaufentscheidungen zu erklären. Warum kauft der eine Kunde, der andere nicht, wobei doch beide die gleiche Werbeanzeige gesehen haben (Foscht et al., 2015, S. 29)? "In diesem Zusammenhang wird häufig auch von Black-Box-Modellen oder S-R-Modellen gesprochen. Das Verhalten des Menschen wird als Reaktion (R – Response) auf beobachtbare Stimuli (S) interpretiert." (Meffert et al., 2019, S. 90).

Das Stimulus-Organismus-Reaktion-Modell (SOR-Modell) ist ein neobehavioristisches Modell, welches ursprünglich von Robert S. Woodworth im Jahr 1929 als Ergänzung zum damals bestehenden SR-Modell eingeführt wurde. Dabei werden die Reize von einem Organismus auf Grundlage verschiedener affektiver und kognitiver Prozesse bearbeitet, ehe die Reaktion erfolgt. Abb. 12 zeigt ein strukturelles Konzept des SOR-Modells.

Abb. 10

SOR-Modell des Konsumentenverhaltens



(Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Swoboda, 2010)

Die Einstellung eines Nachfragers zu einem Produkt kann durch eine Werbeanzeige (Stimulus) positiv oder negativ verstärkt werden. Dies lässt sich nicht nur auf Produkte beziehen, sondern auf viele mögliche Entscheidungen, die Empfänger des Stimulus treffen, z.B. ihre Spendenbereitschaft (Meffert et al., 2019, S. 91).

Für die vorliegende Arbeit wird das SOR-Modell genutzt, um den Stimulus CVR Videos auszuwerten. Wie empfinden die Probanden das Produkt? Hat ihnen der Skytrip gefallen? Wollen Sie die Elbphilharmonie eher besuchen, nachdem sie diese im 360° Video gesehen haben, oder wollen Sie eine Reise nach Namibia machen, nachdem Sie den Stimulus gesehen haben? Steigt ihre Spendenbereitschaft für den Afrikanischen Tierschutz nach dem Schauen der VR Safari? Diese Fragen sind allesamt relevant für die Vermarktung von CVR-Videos an Destinations-Marketing-Organisationen

(DMOs), wie z.B. Hamburg Tourismus GmbH oder gemeinnützige Organisationen, wie AMES, die sich für Tierschutz einsetzen.

Es könnte einen Unterschied machen, ob eine Person die ganze Zeit starr geradeaus schaut oder ob sie sich konstant in 360° umschaute und so viel mehr relevante oder irrelevante Dinge sieht (Feldnotizen, 07.-09.03.2023). Dies ist bisher nur bedingt beobachtbar. Per Eye Tracking in CVR möchte der Autor der vorliegenden Arbeit Rückschlüsse darüber gewinnen, was genau die Probanden überwiegend angesehen haben und was die Stimuli waren, die die Reaktionen der Individuen, wie in der Umfrage gemessen, verursacht haben.

3.2 Eye Tracking

“Eye-tracking, or gaze registration, generally refers to tracking the movement of the human eye. The procedure is used to record and evaluate the course of a person’s gaze.” (Grimm et al., 2022, S. 136). Grimms allgemeine Beschreibung des Eye Trackings ist anwendbar auf verschiedene visuelle Stimuli und Studientypen, die mit der Eye Tracking analysiert werden.

Tobii, einer der Marktführer im Bereich Eye Tracking Hard- und Software, veröffentlichte in diesem Jahr, 2023, seinen Annual Research Report für 2022. Demnach lassen sich drei übergeordnete Gruppen an Branchen festlegen, die Eye Tracking nutzen: Die erste Gruppe ist die am weitesten etablierte Gruppe mit den Branchen Psychologie, Neurowissenschaften, User Experience, Verbraucherstudien und Unternehmensforschung. In der zweiten Gruppe findet man Branchen wie z.B. Computer Science, Fahrzeugführung, Simulation, medizinische Forschung, Bildung, Ingenieurwesen und Architektur. Gruppe drei wird gebildet aus kleineren Branchen, wie z.B. Kommunikation, Sport und Musik (Tobii, 2023a, S. 6). Aktuell werden rund 64% der Eye Tracking Studien in kontrollierten Laborbedingungen am PC und Desktop durchgeführt, 25% entfallen auf tragbare Eye Tracking Brillen und rund etwa 11% auf die Forschung in VR Brillen (Tobii, 2023a, S. 7). Damit ist das Feld der vorliegenden Studie noch vergleichsweise wenig erforscht.

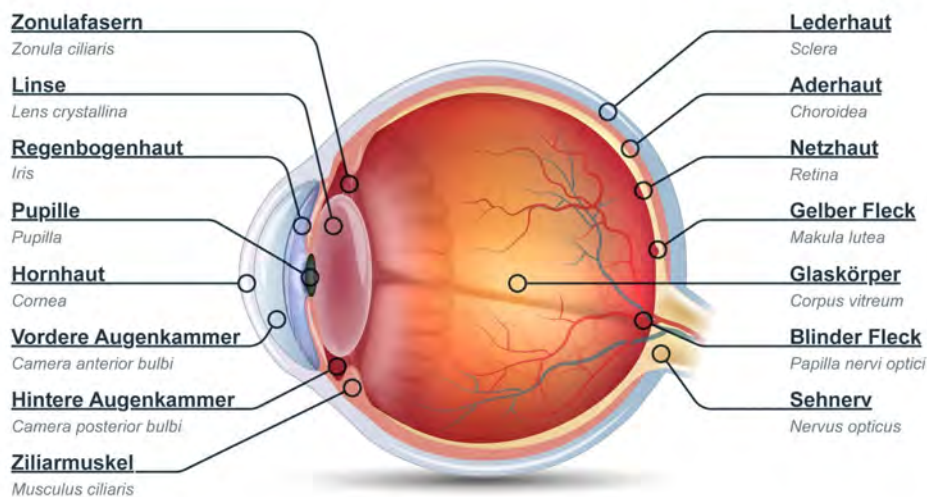
Um Eye Tracking und die damit verbundenen Herausforderungen und Herangehensweisen zu verstehen, muss man das Auge an sich verstehen, daher soll es im nächsten Kapitel um die Physiologie des Auges gehen.

3.2.1 Physiologie des Auges

Grundlage allen Sehens ist das menschliche Auge. Betrachtet eine Person ein Bild, fällt Licht durch eine Linse auf die sogenannte Netzhaut. Dort wird das Licht von Rezeptoren, den Stäbchen für Helligkeit und den Zapfen für Farben wahrgenommen und über den Sehnerv zur Verarbeitung an das Gehirn weitergeleitet. Genau genommen sind Netzhaut und Sehnerv bereits ein Teil des Gehirns (Wesermann, o. J.). Abbildung XXX zeigt einen schematischen Aufbau des Auges.

Abb. 13

Aufbau des Auges



(Quelle: Wesermann, o. J.)

Das Licht fällt dabei durch die Hornhaut in das Auge, welche das Licht bricht und bündelt. Der Ziliarmuskel steuert die Eigenschaften der Linse und somit das Sehen von nahen oder fernen Objekten. Durch die Iris und die Pupille, welche in der Mitte der Iris liegt, wird die Lichtmenge gesteuert. Bei großer Helligkeit verringert sich der Umfang der Pupille und lässt weniger Licht ins Innere und umgekehrt. Die Iris dient als Blende und verhindert zusätzliches Eindringen von Licht (Wesermann, o. J.).

Die Pupille reagiert nicht nur auf Licht, sondern auch auf die Emotionen der Person, so kann sie z.B. bei Freude geweitet sein (Wesermann, o. J.). Dieses erfassen manche Eye Tracking Systeme als zusätzliche Fixationen und Sakkaden. Durch die Pupillenerweiterung lassen sich emotionale Erregtheit, die kognitive Belastung, Stress oder Müdigkeit und Anstrengung des Auges messen (Tobii, 2023a).

Die lichtempfindlichen Stellen befinden sich in der Mitte der Netzhaut, weshalb wir dort besonders detailliert sehen. Außerhalb des Zentrums nimmt die Anzahl an Stäbchen und Zapfen ab, weshalb wir am Rande unseres Sichtfeldes unschärfer sehen. Deshalb ist das Auge über die Lederhaut mit Muskeln verbunden, welche den Augapfel in verschiedenen Achsen bzw. Blickrichtungen bewegen können. Zu diesen Bewegungen zählen die Fixationen und Sakkaden, die als einziges für das Eye Tracking interessant sind (Grimm et al., 2022)

Während der sogenannten Fixationen wird das Betrachtete aufgenommen und analysiert. Fixationen dauern in der Regel zwischen 50 und 600 ms, wobei die Dauer Rückschlüsse auf den kognitiven Aufwand zur Informationserfassung und -verarbeitung zulässt. Fixationen werden im Eye Tracking analysiert durch die Zeit, die auf ein bestimmtes Area of Interest (AOI) geschaut wird (Fixation Duration oder Gaze Duration), wie oft auf das AOI geschaut wird (Fixation Count) und wie lange es initial dauert, bis der Betrachter seine Aufmerksamkeit dorthin verlagert (Tobii, 2023b).

Sakkaden bilden den Übergang zwischen zwei Fixationen. Beide Augen bewegen sich nahezu in die gleiche Richtung. Sie sind die schnellste Bewegung, die der menschliche Körper ausführen kann und dauern zwischen 20 und 40 ms. Hat eine Sakkade einmal angefangen, kann die Richtung nicht mehr geändert werden. Sie werden freiwillig durch die Person oder unfreiwillig durch einen externen Reiz ausgelöst (Tobii, 2023b).

Augenbewegungen, die relevant sind für die Wahrnehmung beweglicher Stimuli sind *Vergence Eye Movements*, *Smooth Pursuit* und der *Vestibular Ocular Reflex*. Bei den Vergence Movements handelt es sich um eine Augenbewegung zum Einstellen der Entfernung zum Fokuspunkt. Dies ist wichtig, wenn man sich auf ein Objekt zu- oder davon wegbewegt. *Smooth Pursuit*, zu deutsch weiche Verfolgung, dient dem Fixieren eines beweglichen Objektes ohne Sakkaden. Diese Bewegung wird unfreiwillig ausgelöst und ist langsamer als Sakkaden, während der Bewegung behalten wir den Fokus und können weiterhin Informationen über den Fixationspunkt sammeln. Der Vestibular Ocular Reflex ist eine Ausgleichsbewegung für Körper- und Kopfbewegungen. Dabei bewegt sich das Auge in die Gegenrichtung zur Körperbewegung, um den Fokuspunkt beizubehalten (Tobii, 2023b).

Das Zusammenspiel beider Augen ermöglicht das Sehen von Dreidimensionalität, der Stereoskopie, wie in der Einleitung bereits beschrieben (zu Hüning, 2022).

3.2.2 Geschichte des Eye Trackings

Eye Tracking wurde in der Vergangenheit als erstes vom französischen Augenarzt Louis E. Javal durchgeführt, der im Jahr 1879 durch Beobachtung des Auges feststellte, wie das Auge beim Lesen sprunghaft zwischen verschiedenen Fixationen wechselt. Einige Jahrzehnte später, 1908, experimentierte Edmund Huey mit einem Gerät zum Verfolgen der Augenbewegungen mit Hilfe einer Kontaktlinse. Nochmals knapp drei Jahrzehnte später veröffentlichte Buswell seine Forschungsergebnisse, die nahelegten, dass Probanden ihre Augen beim Lesen anders bewegen, wenn sie laut oder leise lesen. Diese Erkenntnisse erlangte er durch die Videoaufzeichnung der Augen der Probanden (EyeSee, 2014).

Einer der einflussreichsten frühen Wissenschaftler im Bereich des Eye Trackings war Alfred L. Yarbus mit seinem Werk *Eye Movements and Vision*. Darin beschreibt er unter anderem Fixationen und Sakkaden und wie sie zusammen agieren (Yarbus, 1967).

Fixationen werden heute definiert als die am häufigsten verbreitete Art der Augenbewegung, oder besser: keine Bewegung. Während einer Fixation bewegen sich die Augen nicht, sondern lassen den aktuellen Bereich und das fokussierte Objekt auf der Netzhaut stehen. In dieser Zeit verarbeitet das Gehirn das Bild und nimmt detaillierte Informationen auf. Die Fixation lässt damit Rückschlüsse auf kognitive Prozesse und die Aufmerksamkeit eines Probanden zu (Tobii, 2023b). Verschiedene Wissenschaftler stellten bereits vor Yarbus fest, dass sich die Augen während einer Fixation minimal bewegen und Sakkaden daher nicht als Punkt, sondern als kleines Areal gemessen werden. (Yarbus, 1967, S. 107f). Diese Bewegungen sind jedoch sehr klein und ändern nicht den Fokuspunkt unserer Aufmerksamkeit, weshalb sie zu einem Fixationspunkt zählen (Tobii, 2023b).

Sakkaden hingegen dienen dem schnellen Wechseln der Fixationen: “The main function of saccades is to change the points of fixation, to direct the most sensitive region of the retina (the fovea) to a particular element of the object of perception.” (Yarbus, 1967, S. 129). Dabei werden Sakkaden gekennzeichnet durch eine “identical and simultaneous very rapid rotation of the eyes” (Yarbus, 1967, S. 103). Durch die hohe Geschwindigkeit der Sakkaden stehen die Augen zu ca. 95% der Zeit still in Fixationen (Yarbus, 1967, S. 129).

Neben seiner Monografie ist Yarbus besonders bekannt für die Entwicklung einer Technik zur präzisen Aufzeichnung von Augenbewegungen unter Verwendung von Saugnäpfen auf den Augen. Diese bildete die Grundlage

von Yarbus' Studie, die in seiner Monographie zusammengefasst wurde. Yarbus' Saugnäpfe ermöglichen zuverlässige Aufzeichnungen der Augenposition über längere Zeiträume. (Tatler et al., 2010, S. 10).

Die Intrusivität der Eye Tracker nahm durch die Entwicklung von Lichtreflex- und videobasierten Verfahren in den 1970ern und 1980ern ab. Die Genauigkeit wurde erhöht und die Fähigkeit, zwischen Kopf- und Augenbewegungen zu unterscheiden, wurde verbessert. Psychologische Theorien begannen, die Zusammenhänge zwischen kognitiven Funktionen und Eye-Tracking-Daten zu untersuchen. Videobasierte Eye-Tracker konnten in der Mensch-Computer-Interaktion eingesetzt werden, als Computer in den 1980er Jahren in der Lage waren, Augen in Echtzeit zu beobachten (EyeSee, 2014).

Gegen Ende der 1990er Jahre begannen Wissenschaftler und Unternehmen wie z.B. große Werbeagenturen, Eye Tracking für die Auswertung von Online Medien wie Navigationsgrafiken, Animationen und Werbeanzeigen zu nutzen. Die Auswertung von Webseiten kam erst etwas später hinzu, da die meisten Web Designer annahmen, sie müssten die Best Practices aus Zeitungslayouts online nachahmen (EyeSee, 2014).

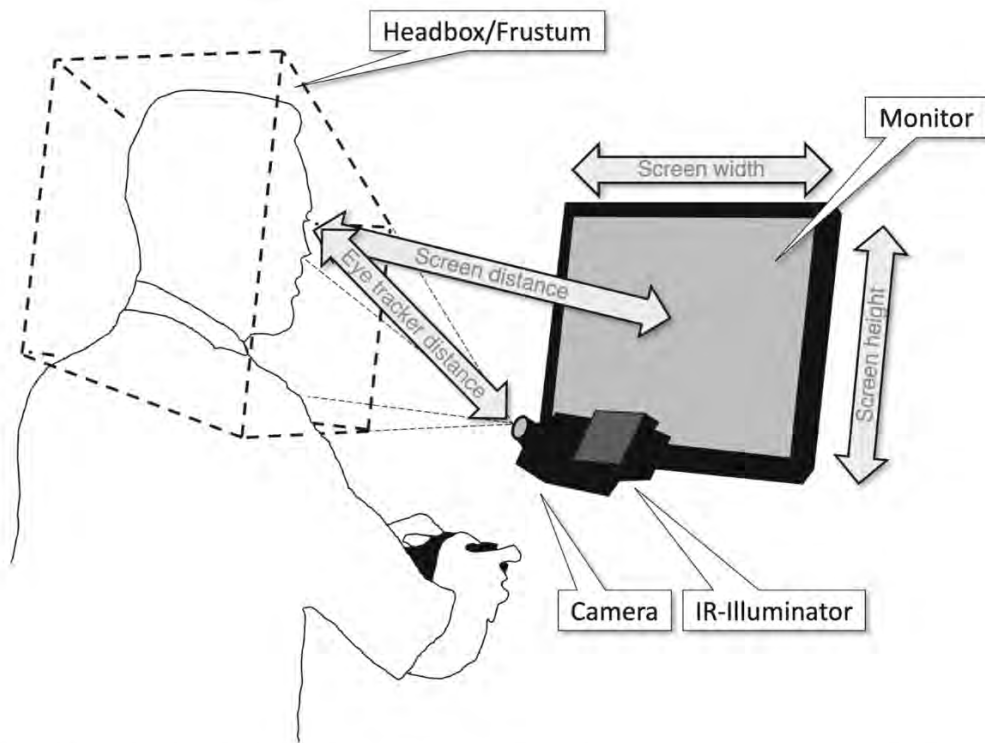
3.2.3 Funktionsweise von Eye Tracking

Die meisten Eye Tracking Studien werden unter Laborbedingungen am stationären Bildschirm durchgeführt (Tobii, 2023a, S. 7). Ein beispielhaftes Setup zeigt Abb. 14. Es wird unterschieden in invasive, z.B. mit Kontaktlinsen, und nicht-invasiven Methoden. Nicht invasive Methoden basieren auf einer Videoaufzeichnung des Auges und einer Auswertung über Bildanalyse-Algorithmen. Als Referenzpunkte wird das Auge entweder mit sichtbaren oder unsichtbaren Licht angestrahlt, welches je nach Winkel von der Iris und der Lederhaut reflektiert wird (Dark Pupil Technique) oder von der Netzhaut reflektiert wird (Bright Pupil Technique). Dieses Vorgehen ist bekannt als aktives Anstrahlen der Augen. Im Gegensatz dazu wird bei dem passiven Anstrahlen das Umgebungslicht von den Bestandteilen des Auges reflektiert (Grimm et al., 2022, S. 138).

Bei der Bright Pupil Technique wird durch das aufgezeichnete Bild vereinfacht ausgedrückt die Kontur der Pupille, die Mitte der Pupille und die Differenzen zwischen den Reflexionspunkten und der Mitte berechnet. Darüber kann man als Rückschluss die Blickrichtung und somit die Koordinaten der Fixation erhalten. Die Sakkaden erhält man durch die Differenz der unterschiedlichen Fixationen und der Zeit. Diese Technik wird auch oft in HMDs angewendet. (Grimm et al., 2022, S. 139f)

Abb. 14

Eye Tracking Setup am Desktop



(Quelle: Holmqvist et al., 2023, S. 378)

Bevor eine Eye Tracking Studie durchgeführt wird, muss das System kalibriert werden. Die Kalibrierung dient dem Abgleich zwischen den realen Augenbewegungen bzw. Fixationen und den und den aufgezeichneten Koordinaten. In der Regel geschieht dies durch ein aufeinanderfolgendes Fixieren vorgegebener Punkte durch den Probanden (Grimm et al., 2022, S. 140).

Im Annual Report ab Seite 9 verweist Tobii auf einige der aktuellsten Publikationen (Tobii, 2023a, S. 9), u.A. zum Thema Durchführung und Reporting von Eye Tracking Studien von Holmqvist et al. (Tobii, 2023a, S. 13). Diese Empfehlungen nutzt auch der Autor als Grundlage für das Reporting seiner Eye Tracking Studie im folgenden Kapitel.

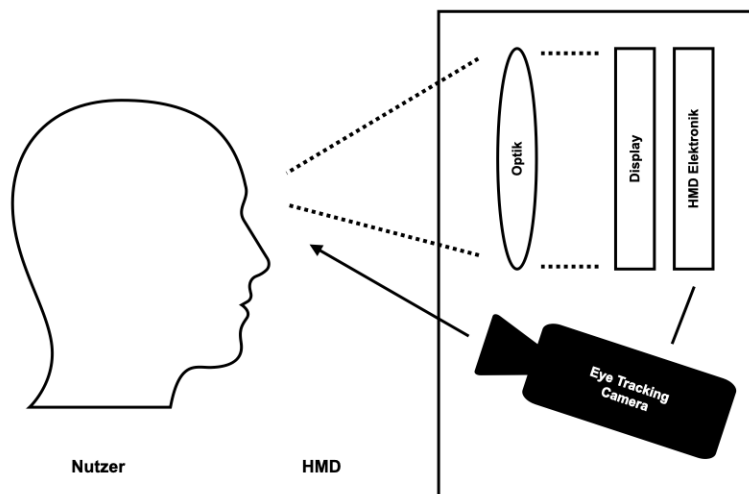
Wie wird Eye Tracking in VR durchgeführt? In einem HMD erfolgt das Eye Tracking Prinzipiell genauso, wie in einem Labor Setup am PC (Abb. 14), nur ist der Maßstab wesentlich kleiner und sowohl künstliche Beleuchtung

des Eye Trackers als auch das Bild aus dem HMD können als Tracking Referenzpunkte genutzt werden (Abb. 15, Grimm et al., 2022, S. 141f).

Aus den in Kapitel 2 beschriebenen Problemen der Perspektiven von 3 DOF und 6 DOF im Skytrip ergeben sich auch Implikationen für die Auswertung des Skytrips. Dieses Phänomen macht die Auswertung bzw. den Vergleich zweier Eye Tracking Perspektiven in 6 DOF von Probanden schwierig. Rossi et al. (Rossi et al., 2021, S. 3ff) beschreiben in ihrer Forschung eine Methode, wie man den Overlap, also die Anzahl gleicher Punkte der 3D Elemente im Blickfeld von Nutzern vergleichen kann. Jedoch sagen sie in der Diskussion der gleichen Arbeit, dass diese Berechnung extrem rechenaufwendig und nicht einfach durchzuführen ist. Aus diesem Grund wird in dieser Studie lediglich das equirectangulare Video als Eye Tracking Fläche genutzt und das Vehicle in der visuellen Analyse ignoriert.

Abb. 15

Eye Tracking im HMD



(Quelle: Eigene Abbildung in Anlehnung an Grimm et al., 2022, S. 142)

3.2.4 Metriken und Visualisierung von Eye Tracking Daten

Für die Auswertung von Eye Tracking gibt es verschiedene Metriken und Visualisierungsmethoden, welche in Tab. 2 benannt und erklärt werden.

Übliche Visualisierungen für Eye Tracking Daten lassen sich unterscheiden in Einzelbetrachtungen von Probanden oder Zusammenfassungen aller Testergebnisse.

Tab. 2

Metriken im Eye Tracking

Begriff	Erklärung	Nutzen und Hinweise
Area of Interest (AOI)	Festgelegter, geometrischer oder inhaltlicher Bereich eines Stimulus oder Set von X- und Y-Koordinaten	Grundlage für Quantitative Analyse
Fixation Duration	Durchschnittliche Zeit einer Fixation	Level of Engagement, Hohe Fixation Duration = Hohes Interesse
Dwell Time	Verbrachte Zeit in einem AOI während der gesamten Studie, Fixationen und Sakkaden und erneute Betrachtungen	Messung des Interessenlevels eines AOIs, Messung der Informationsverarbeitung, Hohe Dwell Time = Hohes Interesse
Number of Fixations	Gesamtzahl aller Fixationen in einem AOI während Studie	Starke Korrelation mit Dwell Time, daher nur Dwell Time angeben
Sequenz	Reihenfolge der Fixationen verschiedener AOIs	“relative prominence of each AOI within the context of a given task.”
Time to First Fixation	Vergangene Zeit bis zum erstmaligen Fixieren eines AOIs	Stärke des anziehenden Reizes eines AOI, Je länger, desto weniger aufmerksamkeitsstark ist das AOI
Revisits	Rückkehrrate zu bestimmten AOIs	“Stickiness” des AOIs

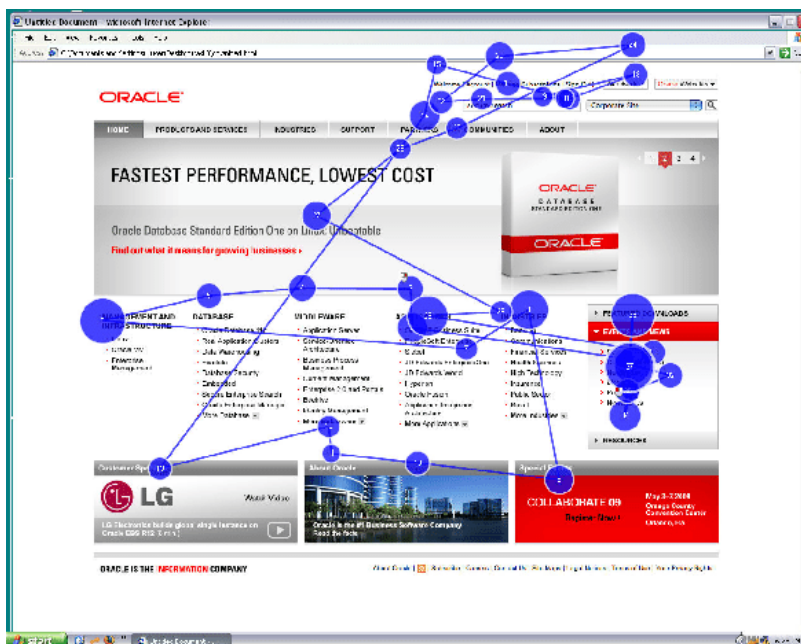
Hit Ratio	Prozentzahl der Probanden, die AOI mindestens einmal gesehen haben
Timestamp	Zeitpunkt der Fixation oder Aufnahme

(Quelle: Eigene Darstellung nach Albert et al., 2013, S. 171ff)

Scanpaths sind ein Beispiel für die individuelle Betrachtung eines Ergebnisses, dabei werden alle Fixationen der Reihe nach nummeriert und als Kreis dargestellt. Die Kreisgröße gibt die Fixationsdauer an. Linien bilden die Sakkaden zwischen den Fixationen. Aus der Gesamtheit dessen ergibt sich der Scanpath, welcher auf das ursprüngliche Bild des Stimulus gelegt wird, wie in Abb. 16 dargestellt (Albert et al., 2013, S. 169).

Abb. 16

Beispiel Scanpath



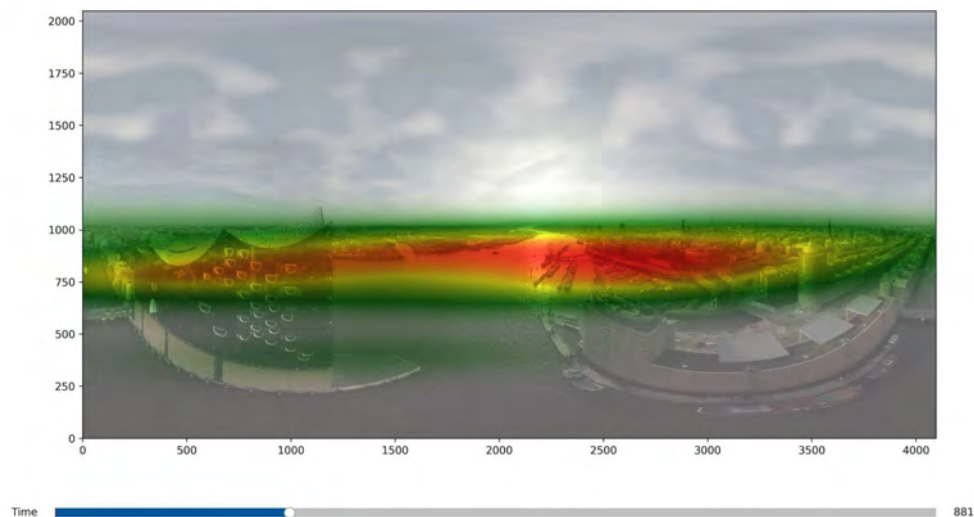
(Quelle: Goldberg & Helfman, 2010, S. 204)

Heatmaps (Abb. 17) bilden im Gegensatz zum Scan Path die Gesamtheit aller Nutzer ab. Dabei wird die Fixationsdichte durch Farbverläufe, üblicherweise von transparent über grün zu gelb bis hin zu rot abgebildet. Dieses erlaubt dem Forscher, Rückschlüsse über die Aufmerksamkeitsstärker verschiedener AOIs zu ziehen. Ist eine Heatmap transparent

oder farblos, so deutet dies auf eine Stelle hin, die nicht von Nutzern wahrgenommen wird. Ist die Heatmap auf dem betreffenden AOIs hingegen orange oder rot, so deutet dies auf ein wichtiges und Aufmerksamkeitsstarkes Areal hin. Eine komplementäre Darstellung einer Heatmap ist eine sogenannte Focus Map, welche aufmerksamsstarke Bereiche farbig zeigt und andere Areale mit abnehmender Aufmerksamkeit bis zur Transparenz verblässen lässt. Damit lassen sich Aufmerksamkeitsstarke Bereiche leichter identifizieren, da keine Farbe überlagert, doch man erkennt nicht mehr, welche Bereiche vom Nutzer übersehen wurde (Albert et al., 2013, S. 169).

Abb. 17

Beispiel Heatmap



Anmerkung. Es wird eine Szene aus dem Skytrip Hamburg gezeigt, das Hafenpanorama mit Elbphilharmonie, Flugrichtung Landungsbrücken (Quelle: Eigene Darstellung unter Nutzung von Spherie GmbH, 2020, Min 1:27)

Eine Heatmap für einen einzelnen Nutzer ist auch möglich, dabei werden alle Fixationen während des Stimulus Zeitraumes zu einer Heatmap berechnet. Voraussetzung dafür ist jedoch eine hohe Anzahl an Datenpunkten und ein statischer Stimulus (z.B. ein Plakat). Bewegt sich der Stimulus, wird jede Veränderung als ein neuer Stimulus gewertet und eine Heatmap ergibt keinen Sinn mehr (Albert et al., 2013, S. 175).

Wie im folgenden Methodenkapitel beschrieben wird, sind viele der üblichen Metriken und Methoden für das vorliegende Experiment nur schwer anwendbar. Ursachen dafür liegen einerseits in den technischen Spezifikationen des verwendeten Eye Trackers der Pico 4 Enterprise VR-Brille, im dynamischen Stimulus (Bsplw. 3-DOF / 6-DOF Problem) und im Forschungsumfeld (z.B. Messesituation). Mit Hilfe von Heatmaps wird der Autor die vorliegenden Stimuli unter Berücksichtigung der Limitationen und Feldnotizen auswerten.

4. Methode

Im Methodenteil geht es um die Stimuli, technische Spezifikationen der HMDs inklusive des Eye Trackings und das Within-subject Forschungsdesign. Die Vorbereitung des Eye Tracking HMDs für die Messung und das BU Experiment, sowie die Fragebogenerstellung sind Teil davon. Es werden auch statistische und visuelle Analysemethoden festgelegt. Mit ihrer Hilfe werden die Daten ausgewertet und Hypothesen getestet. Der Methodenteil teilt sich in drei Kapitel, zuerst werden die Stimuli vorgestellt. Als zweites wird die Entwicklung und Durchführung der Umfrage betrachtet und zuletzt das Vorgehen beim Eye Tracking berichtet.

Die Datenerhebung der vorliegenden Arbeit verteilt sich auf verschiedene Orte, Zeitpunkte und Beeinflussungsfaktoren. Tab. 3 gibt eine Übersicht über alle durchgeführten Experimente und Datenerhebungen.

Tab. 3

Durchgeführte Datenerhebungen

Experiment	Umfrage	ET	Vehicle	Spielmodus	Probanden und Anmerkung	n
ITB 07.-09.03.2023	X		Plattform	Single-player	Fachbesucher Tourismus, kein ET möglich	NA: 80
OMR 09.-10.05.2023		X	Plattform	Single-player	Fachbesucher Online Marketing	NA: 206
Brand University, VRHQ 01.06.2023, 06-07.06.2023	X	X	Ohne	Single-player	Studierende, Reines CVR Video	NA: 21/30 HH: 22/30
AMES Foundation 23.06.2023		X	Libelle	Single-player	Fachpublikum Tierschutz in Afrika	NA: 40
VRHQ 23.05.2023- 05.07.2023		X	Plattform	Multi Player	Kunden VRHQ, Dauerhafte Erhebung	NA: 286 HH: 31

Anmerkung. X = Wurde erhoben, ET = Eye Tracking, NA / HH = Namibia / Hamburg Stimulus, n = Probandenzahl, (Quelle: Eigene Darstellung)

Tab. 3 zeigt fünf Datenerhebungen, die im Folgenden gemäß der Orte bzw. Events der Aufzeichnung benannt werden: Spherie Stand der Internationalen Tourismus Börse Berlin (*ITB*, Messe), Spherie Stand des Online Marketing Rockstars Festivals (*OMR*, Messe), Brand University (*BU*), Sommerfest der Stiftung Africa's Most Endangered Species (*AMES*) und dem VR Headquarter, (*VRHQ*). Aus ressourcenbasierten Gründen werden nicht alle Daten aus jeder Erhebung für die Auswertung genutzt und intensiv betrachtet, z.B. werden Daten des AMES-Erhebung nur für den statistischen Vergleich der verschiedenen Vehikel genutzt und die Umfrage der ITB nur auszugsweise berichtet, da die Datenqualität bzw. Aussagekraft einiger Fragen unzureichend ist.

Warum wurden so viele Datenerhebungen gewählt? Die Datenerhebung ergibt sich aus unternehmensinternen Vorgaben von Spherie. Die ITB und OMR Messen, der AMES Abend und das VRHQ sind Orte, an denen der Skytrip regulär vorgeführt wird und sie bilden verschiedene Zielgruppen (Tourismus, Marketing, Tierschützer, Entertainment Konsumenten) ab.

Zum Zeitpunkt der ITB Messe sollte unternehmensintern eine Auswertung des Skytrips vorgenommen werden, mit der der Autor betraut wurde. Damals lagen noch kaum Erkenntnisse der Literatur vor, weshalb die meisten Fragen noch ohne Literaturbezug gestellt wurden und die Interessen des Unternehmens widerspiegeln. Die ITB Umfrage wird nur auszugsweise in dieser Arbeit verwendet. Sie erlaubt allgemeine Rückschlüsse über das Empfinden und Einstellungen von Fachbesuchern auf den Skytrip Namibia (siehe Anhang 1).

Nach erfolgreichen Tests im April wurde das Feature Eye Tracking zum OMR Festival im Mai neu eingeführt und von jedem Messebesucher wurden zur unternehmensinternen Auswertung die Eye Tracking Daten erfasst. Eine genaue Beschreibung der Stichprobe ist nicht möglich, es wird ein überwiegend deutsches, urban geprägtes Publikum im Alter von 18-45 angenommen.

Die Stichprobe der BU Studie besteht aus 24 Studierenden und sechs Testpersonen aus dem VRHQ (15 weiblich, Alter 24.9 Jahre; Standardabweichung 7.94 Jahre), allesamt aus Hamburg und Umgebung. Vorerfahrungen mit VR und HMDs wurden nicht vorausgesetzt und abgefragt, laut Gesprächen mit den Probanden haben die meisten nur eine geringe Vorerfahrung oder nutzen zum ersten Mal VR (Feldnotizen, 01.06.2023).

4.1 Die Stimuli

Um die Forschungsfragen mit Hilfe von Experimenten zu beantworten, wird im Folgenden erklärt, welche Stimuli genutzt werden. Auf dieser Grundlage lassen sich inhaltsspezifische Fragen für die Umfrage formulieren, welche z.B. Werbewirkungseffekte messen. Ebenfalls ist das Wissen über die Stimuli relevant, um die Ursachen und Einflussfaktoren auf Motion Sickness und Immersion zu verstehen. Zuletzt werden die Stimuli vorgestellt, damit bei der Betrachtung der Ergebnisse des Eye Trackings bekannt ist, was die Probanden gesehen haben.

Es werden zwei Stimuli genutzt: Skytrip Namibia und Skytrip Hamburg. Beide bestehen aus einem CVR-Video, das die Probanden anschauen. Je nach Testumgebung befinden sich die Teilnehmer in einem der Vehikel, die bereits ausführlich im Abschnitt Bewegung im Raum im Forschungsstand beleuchtet wurden.

Die Vehikel wurden bereits in Kapitel 2.2, Bewegung im Raum eingeführt (siehe S. 17 und Anhang 2). Je nach Experiment bzw. Studienort wird als Vehikel die Plattform, die Libelle oder kein Vehikel genutzt. Die Unterscheidung dient dem Nachweis möglicher positiver oder negativer Effekte der Vehikel auf das Blickverhalten und der Analyse des Blickverhaltens je nach Verdeckung des Bildbereiches durch das Vehikel.

Im VRHQ hingegen können alle VR-Interessierten sich einen Slot buchen und durch Personal angeleitete VR-Experiences als Entertainment nutzen. Dazu gehört Spherics Skytrip in der Plattform im Spielmodus Multiplayer, wann immer er nicht auf Messen genutzt wird. Durch diese Daten wird ein Vergleich zwischen Single- und Multiplayer möglich.

Die BU Studie führte der Autor als einziges komplett unabhängig von Spherie durch, um eine längere Umfrage durchführen zu können. Dadurch werden einerseits statistische Tests zu Werbewirkung und Korrelationen zwischen Motion Sickness und Immersion möglich, andererseits ist dies das einzige Experiment, welches ein zweites Video, Hamburg, als Stimulus bei der gleichen Zielgruppe zeigt und vergleicht.

Auf der ITB wird lediglich eine Umfrage durchgeführt. Der Autor konnte ebenfalls Feldnotizen anfertigen, um einige Erlebnisse der Kunden festzuhalten und für die Entwicklung von Forschungsfragen zu nutzen. Bei der OMR und AMES wird nur Eye Tracking durchgeführt. Unternehmensintern waren keine Umfragen abseits der ITB möglich, da keine Ablenkung von Kundengesprächen stattfinden sollte.

Im Folgenden erfolgt eine Synopse der beiden Filme mit der Nennung von Kernszenen. Alle genannten Szenen werden mit zusätzlichen Informationen aus dem Off von Sprechern unterlegt. Eine ausführliche Szenenbeschreibung befindet sich auch in der Beschreibung der visuellen Analyse des Eye Trackings. Zum Wahren einer logischen Chronologie wird auf diese erst im Ergebniskapitel verwiesen.

Namibia: Der Zuschauer fliegt über verschiedene Gebiete Namibias und besucht virtuell bekannte Orte und sieht wild lebende Tiere in der namibischen Savanne, Wüste und am Wasser. Der Skytrip startet tief über einem Wasserloch und ein Sprecher heißt den Zuschauer willkommen. Als erstes fliegt man über eine winkende Gruppe Menschen (Das Produktionsteam, was nicht im Film erklärt wird) und startet in die Safari. Ein Geier erscheint im Bild, gefolgt von einer Szene rennender Giraffen. Danach folgt ein Blick über die Savannenlandschaft und Felsformationen. Die Passagiere setzen ihren Weg fort, fliegen durch eine Lodge und entdecken hinter dem Haus einen Elefanten. Ein weiterer Elefant kommt den Besuchern ganz nah. Eine Antilopenherde galoppiert unter den Passagieren und Häuser tauchen am Rande einer Felsklippe zu einem Tal auf. Flusspferde nehmen ein Bad im Wasserloch, und Impalas sind rechts zu sehen. Es folgt eine lange Szene mit einem Löwenweibchen, welches rechts entlangläuft und darauf ist ein Löwe im Schatten des Gebüschs zu sehen. Die nächste Szene ist geprägt von grüner Landschaft. Der Sprecher weist die Zuschauer auf Mount Etjo weit hinter ihnen zurück und ermutigt sie zum Umdrehen. Die nächste Location ist die Namib-Wüste, die direkt an den Ozean grenzt und über die Vögel fliegen. Ein Auto fährt zunächst links durch die Dünen und danach in frontaler Blickrichtung am Wasser entlang. Ein Schwarm Pelikane fliegt unterhalb der Flugplattform und am Stand liegen tausende Seebären. In der vorletzten Szene fliegen die Zuschauer über ein gestrandetes und verwildertes Schiff, bevor ein Sonnenuntergang das Ende des Skytrips einläutet.

Hamburg: Als erstes erscheint bei diesem Skytrip das Logo von Spherie und eine Sprecherin begrüßt die Zuschauer in Hamburg. Ein Anflug auf die Elbphilharmonie aus Richtung Speicherstadt bildet die erste Szene. Durch einen Schnitt im Video springt der Zuschauer nah an das Konzerthaus und fliegt durch einen Balkon ins innere Treppenhaus. Als nächstes fliegt der Zuschauer durch den großen Konzertsaal. Die Passagiere fliegen über die Elbe, sehen rechts die Stadt und links den Hafen sowie die Werft Blohm & Voss. Weiter geht der Rundflug direkt über einem Containerterminal, wo man hinter sich einen Kran in Aktion sehen kann. Von dort aus wird wieder auf die Nordseite der Elbe gesprungen und die Reise geht über den Fischmarkt und Park Fiction bis hin zur Michaeliskirche. Die Außenalster

und der anliegende Park werden als guter Ort zum Laufen oder Rudern beschrieben. Vorbei an der Fontäne in der Mitte der Binnenalster geht es weiter in Richtung Jungfernstieg. Zuletzt fliegt man durch die historische Speicherstadt, bevor die Elbphilharmonie bei Sonnenuntergang das Ende des Skytrips einleitet.

4.2 Umfrage

In diesem Kapitel geht es um die Methodik zur Messung des Einflusses der Stimuli auf die Nutzer. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Forschung und dem theoretischen Hintergrund, speziell dem SOR-Modell, lässt sich ein sequenzielles Studiendesign als eine gute Forschungsmethode ableiten. Der Methodenteil zur Umfrage wird in drei Abschnitte unterteilt: Die Fragebogenerstellung, den Pre-Test, und die Methodik für die statistische Auswertung des Skytrips inklusive Hypothesen.

Fragebogenerstellung

Der erste Schritt zur Umfrage ist die Fragebogenerstellung und dessen Validierung durch die Literatur und einen Pre-Test. Im hier dargestellten Fall sehen die Probanden einen Stimulus, verarbeiten diesen und antworten mit einer Reaktion, wie es im SOR-Modell bereits beschrieben wurde. Nicht direkt beobachtbare Prozesse sind in unserem Kontext Motion Sickness und Immersion, welche einen Einfluss auf die Einstellungen des Nutzers haben. Aktivierende Prozesse, wie z.B. Emotionen und Motivationen, sowie kognitive Prozesse wie beispielsweise die Wahrnehmung und Lernen finden im Organismus statt und bilden die Einstellungen des Nutzers zum Produkt. Sie prägen somit die Reaktion, die wiederum messbar ist durch beispielsweise eine Abfrage der Reiseabsicht.

Der gesamte Fragebogen (siehe Anhang 4) wurde in Google Forms erstellt und an MacBooks im Safari Browser ausgefüllt. Er besteht aus zwei Teilen, dem Pre-Stimulus Teil und dem Post-Stimulus Teil. Der Fragebogen blieb am Rechner während der Betrachtung der Stimuli geöffnet und wurde später fortgeführt. Über wiederkehrende Fragen vor und nach dem Stimulus werden Änderungen der Einstellungen der Personen gemessen. Es wird jeweils auf einer 5-Punkt-Likert-Skala nach der Zustimmung (1 = stimme gar nicht zu / 5 = stimme voll und ganz zu) gefragt.

Nach dem Stimulus wurde ergänzend gefragt, ob die Personen in beiden Videos etwas Neues über den Ort gelernt haben, ob das Video eine spannende Story erzählt und ob sie genug Zeit hatten, sich alles anzusehen.

Nicht direkt beobachtbare Prozesse sind u.A. Motion Sickness und Immersion, die möglicherweise einen Einfluss auf die Einstellungen der Konsumenten auf die Reaktion haben. Da es sich hierbei um keine konkret messbaren Werte handelt, werden die Konstrukte durch Multi-Item-Skalen erfasst.

Als Items für Motion Sickness werden: Übelkeit, Kopfschmerzen, Schwindel, Müdigkeit und Überanstrengung der Augen nach Golding et al (2021, S. 3) und Keshavarz et al. (2023, S.121) herangezogen und auf einer 5-Punkt-Likert-Skala nach Stärke (1 = überhaupt nicht, 5 = sehr stark) beurteilt. Auf Wunsch des Unternehmens Spherie wurde ebenso Höhenangst abgefragt, auch wenn dies kein Symptom der MS ist.

Für Immersion wurden die Items von Winkler et al. (2020, S. 1516) genutzt (Vgl. Tab. 1, S. 28). Die Items *Social interaction and shared experience* (1. *Interaction between users*, 2. *Perception of other avatars* 3. *Shared experience*) wurden nicht angefragt, da der Stimulus keine Multiplayer Funktionalität aufweist und folglich alle Werte null ergeben müssten. Ähnlich argumentierte Rothe (2020, S. 132) bei der Reduzierung des SSQ nach Kennedy und ließ Items wegen mangelnder Relevanz weg.

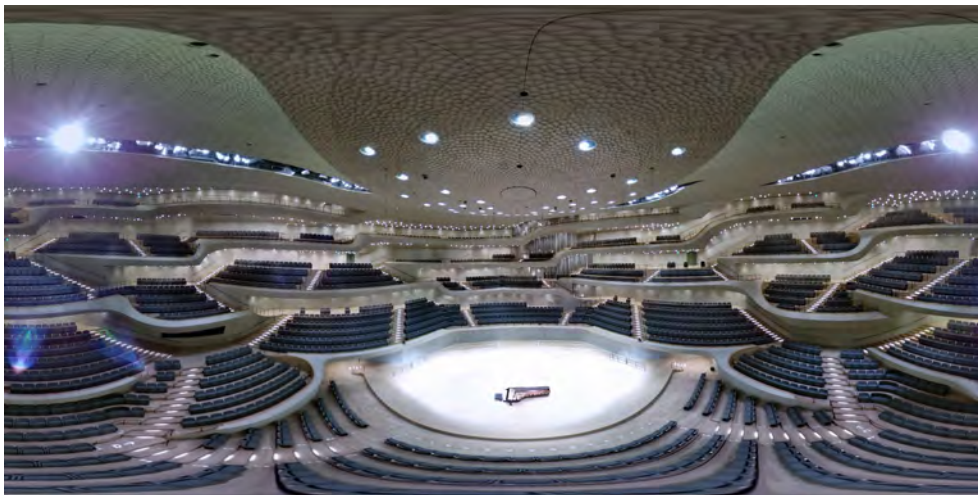
Alle Items wurden auf Grundlage der Erklärung der Items nach Winkler et al. (2020) zu einer zustimmungsbasierten Frage umformuliert und (siehe Anhang 4). Unter *Distracting aspects of VR* wird bei Winkler et al. auch Motion Sickness verstanden, hier wird es als physische Ablenkung gesehen (Druck, Unschärfe, Verrutschen, etc.), da Motion Sickness ebenfalls abgefragt wird. Das Item Kontrolle ist schwierig zu übertragen, da es aus dem Videospiele Kontext kommt, und Kontrolle über das Spiel meint, die bei CVR nicht gegeben ist: "An important antecedent to both focus and affective reaction was given by interviewee's level of control over their interaction with VR." (Winkler et al., 2020, S. 1515).

Um zu erfahren, welche Szenen der Skytrips am beliebtesten sind, wurden die Teilnehmer gebeten, jede Szene auf einer 10-Punkt-Skala zu bewerten. Ihnen wurde auch die Option gelassen, mit 0 zu antworten, wenn sie sich nicht an die Szene erinnern. Für jede Szene wurde ein repräsentatives 360° Standbild in der Umfrage gezeigt, wie z.B. in Abb. 16 der Große Saal der Elbphilharmonie in Hamburg. Außerdem wurde nach einem Gesamteindruck auf gleicher Skala, ohne die Null-Option, gefragt, um perspektivisch Vergleichsdaten für weitere Skytrips zu haben und Rückschlüsse auf das Storytelling ziehen zu können: Welche Szenen sind unbeliebt und können ausgelassen werden? Wovon wollen die Gäste mehr sehen? Was macht die beliebten Szenen aus?

Als weitere ergänzende Fragen wollten die Autoren wissen, ob die Stimuli subjektiv gesehen eine spannende Geschichte erzählen, ob Probanden Neues über Hamburg und Namibia gelernt haben und ob sie genug Zeit hatten, alles anzuschauen. Diese Items dienen als Vergleichsvariablen für Korrelationen zu z.B. der Beliebtheit und dem Storytelling, dem Vergleich beider Videos im Schnitt vs. Zeit, alles anzuschauen und der Korrelation zwischen Lerneffekten in den SOR-Fragen und der eigenen Wahrnehmung der Probanden.

Abb. 18

Großer Saal der Elbphilharmonie



(Quelle: Spherie GmbH, 2020, Min. 01:07)

Pre-Test

Ein Pre-Test wurde für die Umfrage durchgeführt, um Verständnis-, Logik- und technische Probleme zu erkennen. Der Pre-Test wurde jedoch nicht am Ort der Studie durchgeführt, sondern im Büro des Autors, weshalb einige spätere auftretende Probleme nicht ausreichend geprüft werden konnten (z.B. WLAN Verbindung für Laptops). Es wurde mit lediglich drei Personen getestet, da der Umfang des Experiments beträchtlich ist und rund 20 Minuten in Anspruch nimmt. Probleme, die während des Pre-Tests identifiziert wurden, führten zu folgenden Anpassungen:

Die Frage nach dem Wohnort wurde entfernt, da bei der Stichprobe an der Uni davon ausgegangen wird, dass alle Teilnehmer in Hamburg oder Umgebung wohnen. Die Fragen zu Aktivitäten in Hamburg wurden um eine zeitliche Komponente ergänzt, um die Absicht der Teilnehmer zu erfragen,

diese Aktivitäten innerhalb der nächsten 12 Monate durchzuführen. Weiterhin wurde die Frage nach Übelkeit in vergleichbaren Situationen um die Option Busfahren erweitert, die bei manchen Personen auftritt.

Die Teilnehmer waren von der Frage nach Kontrolle alleine verwirrt, daher wurde der Zusatz *z.B. durch eine andere Blickrichtung* erklärend hinzugefügt.

Die Frage *Ich wurde durch Übelkeit oder die VR-Brille an sich abgelenkt* wurde überarbeitet zu *Die VR-Brille hat mich nicht gestört*. Dadurch wird lediglich die Beeinträchtigung durch die Brille erfragt. Außerdem wird durch die Änderung Zustimmung positiv bewertet, was zu durchweg positiven Zustimmungswerten und einem entsprechend positiven Immersions-Wert führt.

Die Fragestellung zur Bewertung des Hamburg-Videos, *Bitte geben Sie an, wie sehr sie den Aussagen in Bezug auf das Hamburg Video zustimmen bzw. wie wahrscheinlich sie Dinge tun würden*, wurde vereinfacht, um gegensätzliche Interpretationen einer Frage zu vermeiden; es wird nun ausschließlich die Zustimmung erfragt.

Die Spendenabsicht für die Tierschutzorganisation Africa's Most Endangered Species (AMES) wurde verallgemeinert zu einer Frage nach der Spendenbereitschaft für den afrikanischen Tierschutz. Dies spart Zeit, die sonst für die Vorstellung von AMES und deren Zusammenarbeit mit Spherie aufgewendet würde. Die Antworten des Pre-Tests wurden nicht in die Auswertung der Umfrage aufgenommen. Auf Grundlage des nun vorliegenden Fragebogens und der Stimuli wurde die Studie durchgeführt und später statistisch ausgewertet, worum es im nächsten Abschnitt geht.

Statistische Auswertung

Der nun konstruierte Fragebogen lässt verschiedene statistische Auswertungsmethoden zu, z.B. Paarweise t-Tests, Analysen über den Spearman-Korrelationskoeffizienten oder eine Berechnung von Cronbach's Alpha als Reliabilitätsmaß für die Multi-Item-Skalen. Ebenso lassen sich Rückschlüsse über die Beliebtheit der Videos und einzelne Szenen ziehen. Eine Korrelation zu MS und Immersion ergibt nur Sinn, wenn diese auch ein signifikantes Cronbach's Alpha aufweist.

Über paarweise t-Tests zwischen den Vorher-Nachher-Ergebnissen lässt sich eine mögliche Änderung der Einstellungen der Personen nach dem SOR-Modell prüfen. Es wird vorab ein Test auf Normalverteilung der Daten durchgeführt. Mit einer Stichprobe von 30 Personen, einem

angenommenen Alpha-Fehlerniveau von 0.05, einer statistischen Power von 0.8 und einem zweiseitigen Test lassen sich Effekte ab einer Stärke von Cohen's $d = 0.53$ berechnen, sprich vor allem größere Effekte (Hemmerich, 2016b). Für kleinere Effekte wäre eine entsprechend größere Stichprobe notwendig. Innerhalb der Stichprobe werden keine weiteren Gruppen gebildet.

Es wird für jede der Hypothesen eine Nullhypothese und eine Alternativhypothese aufgestellt, welche in der statistischen Auswertung beibehalten oder abgelehnt werden. Die Nullhypothese geht von keinem Effekt aus, die Alternativhypothese hingegen schon. Für eine bessere Übersichtlichkeit werden Null- und Alternativhypothesen hier nicht dargestellt, sondern ergeben sich logisch aus der Ausgangshypothese H1-H9. Mit den gesammelten Daten der SOR-Fragen lässt sich über einen paarweisen t-Test H1 beantworten. Cohen's d gibt Aufschluss über die Effektstärke der beobachteten signifikanten Ergebnisse.

H1: Der Skytrip löst messbare Werbewirkungseffekte aus.

Zur Auswertung der Immersion wird in SPSS Cronbach's Alpha als Reliabilitätsmaß berechnet und alle Ergebnisse der Probanden erneut zu neuen Variablen *Immersion Hamburg* und *Namibia* berechnet. Dazu werden die Items aufsummiert und durch die Anzahl der Items zu Mittelwerten geteilt. Mit der neuen Variable können Korrelationen zwischen Immersion und Videobewertungen durchgeführt werden. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass zuverlässig eine Immersion gemessen wird.

H2: Immersion beeinflusst die Bewertung des Videos.

Die Items zu Motion Sickness werden in SPSS je Proband wie bei der Immersion als neue Variablen *MS Hamburg* und *MS Namibia* zusammengefasst und damit Korrelationen zwischen MS und Videobewertungen berechnet. Eine Berechnung von Cronbach's Alpha als Reliabilitätsmaß für MS wird versucht. Die Aussagekraft dieser Größe ist jedoch fraglich, da Symptome für jede Person unterschiedlich ausfallen können (siehe 3.4 Motion Sickness) und somit eventuell nicht ein Konstrukt gemessen werden kann.

H3: Motion Sickness wirkt sich auf die Bewertung des Videos aus.

Für alle Szenen können ebenso statistische Auswertungen durchgeführt werden, da diese auf der 10-Punkte-Skala bewertet wurden: Wie werden

die einzelnen Szenen bewertet (siehe H4)? Welche Szenen kommen am besten an? Dies erlaubt inhaltliche Rückschlüsse auf den Stimulus.

H4: Manche Szenen sind beliebter als andere.

Für die Auswertung von H4 wird eine einfaktorielle ANOVA zwischen den einzelnen Szenen der Stimuli angewendet. Ebenso wird ein t-Test zwischen der Videobewertung und einer neuen Variable, dem Mittelwert aller Szenenbewertungen durchgeführt.

Aus den Umfragedaten lassen sich weitere Tests ableiten: Wie hängen Motion Sickness und Immersion in den vorliegenden Beispielen zusammen? Ebenso werden Korrelationen zwischen den Einstellungen der Personen und dem Empfinden des Videos durchgeführt: Haben Probanden, die das Video positiv bewerten, eine höhere Reiseabsicht? Haben Personen, die nach eigener Einschätzung etwas neues über Namibia gelernt haben, auch die SOR-Fragen anders beantwortet? Führt ein gutes Storytelling zu einer höheren Gefälligkeit der Stimuli? Bei welchem der Videos haben Probanden gefühlsmäßig eher alles gesehen? Schnelle, kurze Szene wie in Namibia, oder langsame und längere Szenen in Hamburg? Welches der beiden Videos ist generell beliebter? Verursachen die Videos gleiche Höhenangst? Für diese wurden aus einer Priorisierung heraus keine eigenen Hypothesen gebildet.

An Stelle der Bewertung einzelner Szenen kommt auch das Eye Tracking ins Spiel, mit dessen Hilfe man genau sehen kann, welche Punkte und Areale die Probanden angeschaut haben. Wie wird der Stimulus überhaupt wahrgenommen? Sehen alle Probanden das gleiche, oder schauen sich die Personen in alle Richtungen unterschiedlich um?

4.3 Eye Tracking

Im folgenden Kapitel geht es um die methodischen Überlegungen zum Eye Tracking in dieser Studie. Zuerst werden technische Details berichtet, danach die Anweisungen für die Teilnehmer, dann Details zu den einzelnen Studienorten. Es werden soweit möglich die Reporting-Standards nach Holmqvist et al. (2023, S. 402) genutzt. Zuletzt wird die Datenbereinigung beschrieben und welche statistischen und visuellen Analysen zur Überprüfung der Hypothesen herangezogen werden.

Technische Details

Um überhaupt Eye Tracking Daten zu erheben, muss der Skytrip darauf ausgelegt werden. Hierzu tauschte sich der Autor mit einem seiner

Kollegen ab April 2023 zur Nutzung von Eye Tracking im Skytrip aus. Eye Tracking war zur ITB noch nicht als Funktion im Skytrip möglich. Die dafür notwendige Unreal Engine Development Kit Version 2.1.4 wurde erst am 06. März 2023 veröffentlicht, einen Tag vor Messebeginn (Pico Developer, 2023b). Für alle Experimente wurde das HMD Pico 4 Enterprise mit Software Version 5.4.0 verwendet. Der Skytrip wurde in der Unreal Engine von Epic Games mittels des passenden Software Development Kits (SDK) 2.1.4 vom 06.03.2023 (Pico Developer, 2023) als VR-Experience programmiert. Kevin Bleicher von Spherie/SpiceVR war für die Implementierung der Eye Tracking-Funktion verantwortlich.

Die Aufnahmegeometrie bestand aus dem HMD und den sich aus den Spezifikationen ergebenden Abständen zwischen Auge, Linse und Eye Tracking Kameras (Pico, 2023). Die Pico 4 Enterprise Brille ist mit zwei inneren Kameras ausgestattet, die am unteren, äußeren Rand der Linsen angebracht sind (Pico, 2023). Die Auflösung und Refresh-Rate der Kameras sind nicht bekannt. Ein Gespräch mit einem Mitarbeiter von Pico ergab, dass die Eye Tracking-Technologie in der Pico 4 Enterprise gegenüber der Vorgängerversion Pico Neo3 Pro Eye schlechter sei, ohne technische Daten zu nennen (Persönliche Kommunikation, Pico Mitarbeiter auf dem OMR Festival, 09.05.2023). Die Pico Neo3 Pro Eye ist mit zwei Kameras à 400x400 Pixel Auflösung und einer Refresh Rate von 120 Hz ausgestattet. Das genaue Eye Tracking-Verfahren bleibt unklar, da von Pico dazu keine Informationen zu finden sind (Pico Developer, 2023).

Im Skytrip werden die Eye Tracking-Punkte mit einer Frequenz von 10 Punkten pro Sekunde (10 Hz) erfasst, bedingt durch die technischen Limitationen der Pico 4 Enterprise. Dies liegt deutlich unter den Mindeststandards für videobasiertes Eye Tracking, die zwischen 30 und 2000 Hz liegen (Holmqvist et al., 2023, S. 387).

Datenqualität: Eine statistische Angabe der Validität und Reliabilität der Pico 4 Enterprise Eye Tracker ist nicht möglich, da diese Daten nicht von Pico herausgegeben werden bzw. eine Kalibrierung nötig wäre, die nicht stattfinden konnte. Die Eye Tracking Daten wurden im Skytrip-Quellcode auf die X/Y-Fläche des equirectangularen Videos umgerechnet, sodass die Trackingdaten genau mit der Fläche des Videos übereinstimmen, damit die Heatmap im richtigen Format ausgegeben werden kann.

Erst nach dem Pico Softwareupdate auf Version 5.5.0 wurde eine Kalibrierung des Pico Eye Trackers möglich. Diese ist eine 9 Punkt Kalibrierung, welche als Gütekriterium eine Vorschau des Ergebnisses

angibt, indem ein Kreis den Augenbewegungen folgt (Pico Developer, 2023a).

Die beiden equirectangularen Stimulus Videos haben eine Auflösung von 8K, 8192 x 4096 Pixel, bei 60 bzw. 30 Bildern pro Sekunde. Skytrip Namibia dauert 06:26 Min und Hamburg 5:30 Min. Beide sind als MP4 Video formatiert (Spherie GmbH, 2020, 2023d).

Ablauf der BU Studie

Im Brand Research Lab der BU bestand das Setup aus den Probanden, der Pico 4 Enterprise und den Controllern. Die Teilnehmer standen während der Skytrip Experience ca 1.5 Meter voneinander entfernt in der Mitte des Raumes, ohne Nutzung von Kopf-Stabilisierungen oder Stühlen (Abb. 19). Die Studie wurde in einer ruhigen Umgebung durchgeführt.

Abb. 19

Eye Tracking Studie im Brand Research Lab



(Quelle: Eigene Abbildung)

Die Teilnehmer kamen zur Studie und wurden als erstes über das Studienvorhaben informiert. Ihnen wurde erklärt, dass es sich um ein sequenzielles Studiendesign handelt und deswegen Teile der Umfrage vor und nach dem VR Stimulus stattfinden werden (Siehe auch: Umfragen). Als erstes mussten die Studienteilnehmer ihr Einverständnis erklären und einige demographische Angaben machen. Nach dem ersten Teil der

Umfrage, die am Laptop per Google Forms durchgeführt wurde, gingen die Teilnehmer zum Nachbarraum und erhielten Anweisungen zur VR Brille. Ihnen wurde einerseits gezeigt, wie die Brille korrekt aufgesetzt wird, wo das Kopfband fixiert wird (Rädchen hinten am Kopfstück) und wo sich die Lautstärketasten befinden. Es wurde keine Aufgabe gegeben, die Probanden sollten sich frei umschauchen, wie es ihnen den Sinn kommt, weil dies den realen Einsatz der VR Brillen widerspiegelt. Lediglich der Hinweis, dass man sich in 360° auch in alle Richtungen, oben, unten, rechts, links, vorne und hinten umschauchen kann, wurde gegeben, weil dies oft als erster Impuls zur Nutzung nötig ist (Feldnotizen, 07.-09.03.2023). Es gab keine Anweisung zur Kommunikation zwischen den Probanden. Daraus resultierte, dass manche Gruppen komplett still blieben, andere kommentierten und redeten über die Videos (Feldnotizen 01.06.2023).

Die Probanden setzten die VR-Brillen selbständig auf und die Brille wurde für sie angeschaltet. Falls ein Spielbereich bestätigt werden sollte, bekamen die Probanden einen Controller und entsprechende Anweisungen. Die IPD-Messung erfolgte bei manchen Probanden, bei der Mehrzahl jedoch wurde diese nicht automatisch aktiviert, was ein technischer Fehler war. Daher wurde einige Probanden lediglich einen durchschnittlichen IPD-Wert genutzt. Der Stimulus startet automatisch. Bei zwei Brillen startete Hamburg zuerst, bei den anderen beiden Namibia, dadurch werden Reihenfolgeeffekte ausgeschlossen. Nach ca. 12 Minuten VR durften die Teilnehmer die VR-Brillen wieder absetzen und wurden gefragt, ob es ihnen gefallen hätte. Im nächsten Schritt wurden die Teilnehmer zum zweiten Teil der Umfrage gebeten (siehe 4.2 Umfrage) und alle VR Brillen gereinigt.

Ablauf der anderen Experimente

Die Anweisungen für die Probanden in Hinblick auf die Nutzung von VR sind für jedes Experiment im Wesentlichen die gleichen. Im Folgenden werden die Unterschiede der anderen Experimente zur BU Studie beschrieben.

Im Gegensatz zu der BU Studie wussten die Nutzer auf der OMR Messe und im VRHQ nicht, dass eine anonymisierte Eye Tracking Datenerhebung stattfindet. Es entsteht keine bewusste oder unterbewusste Beeinflussung der Blicke der Probanden. Dabei werden keine personenbezogenen Daten erfasst, sondern ausschließlich anonyme Blickkoordinaten gespeichert. Auch Rohdaten der Augen werden nicht gespeichert (Hinweis in Einstellungen der Pico Brillen, 2023).

Im Falle der ITB und der OMR kamen die Messebesucher zum Standpersonal oder stellten sich vor der Plattform in einer Schlange an, je nach Auslastung. Sobald ein Platz frei wurde, durften sich die Besucher setzen und ihnen wurde die VR-Brille erklärt, ebenso wie in der BU Studie. Die Plattform wurde als Vehikel vorgestellt, in welchem der Skytrip stattfindet und erläutert, dass man diese auch in VR sehen wird, damit die Personen aufstehen und sich wieder setzen können. Hier entfiel die Einrichtung eines Spielbereiches und die IPD-Anpassung komplett, da der Spielbereich im Programmiercode mit der Plattform verbunden ist und eine IPD Anpassung bisher bei Spherie als zu viel Aufwand im Vergleich zum Nutzen der Durchschnittswerte empfunden wurde. Der Stimulus startete automatisch. Das Eye Tracking während des regulären Betriebs der statt, was durch laute Außengeräusche gekennzeichnet war.

Im VRHQ wurden grundsätzlich die gleichen Anweisungen wie auf den Messen gegeben, jedoch nicht vom Autor und den Kollegen von Spherie, sondern vom Team des VRHQ. Dieses kümmert sich um die Eventfläche und Besucherbetreuung und leitet die VR Stationen nach Anweisung von Spherie an. Da es sich hierbei um einen Multiplayer handelt und die Personen sich gegenseitig in der Gondel als Avatare sehen können, landen Besucher automatisch im Wartebereich, der aus der Plattform besteht. Das Servicepersonal prüft am Bildschirm des PS-Servers, ob alle Gäste in der Gondel sind und startet den Skytrip manuell. Hierbei wird immer zuerst Namibia abgespielt. Im VRHQ erlebten die Teilnehmer den Skytrip in einer etwas leiseren Umgebung als auf den Messen, jedoch gab es Hintergrundmusik und Spielgeräusche der anderen Stationen.

Zum Sommerfest von AMES führte Spherie ebenso den Skytrip vor. In einem belebten Raum sahen die Gäste den Skytrip über Namibia in der Libelle. Sie erhielten gleiche Anweisungen und Einführungen wie bei der BU Studie, durften sich jedoch aussuchen, ob sie Sitzen oder Stehen wollten. Besonders ältere Personen bevorzugten es zu sitzen.

Datenverarbeitung

Im Teil der Datenverarbeitung werden alle Schritte von den Rohdaten bis zur Auswertung der Heatmaps und Statistiken beleuchtet und die Reporting Standards nach den Punkten 7 und 9 von Holmqvist et al. (2023, S. 402) eingehalten. Ebenfalls abgedeckt werden die Datenbereinigung und die Transformation zu in SPSS nutzbaren Daten. Alle Eye Tracking Tabellen wurden nach den jeweiligen Experimenten vom internen Speicher der HMDs ausgelesen und an einen PC übertragen. Die Daten jeder Skytrip Session und jeden Videos (Hamburg / Namibia) werden in einer .csv Datei gespeichert. Diese enthält drei Spalten und unterschiedlich viele Zeilen. In

den Spalten werden je timestamp, x und y gespeichert. Je Sekunde werden gemäß Aufnahmefrequenz zehn Datenpunkte gespeichert, die je zwischen 0-8192 Pixel horizontal und 0-4096 Pixel vertikal liegen.

Nicht alle aufgenommenen Daten waren gültig, weil z.B. Personen vor Ende des Videos das HMD absetzen, weil ihnen unwohl ist oder sie genug gesehen haben. Ebenso gilt ein Ergebnis als ungültig, das zum Prüfen der Funktionsfähigkeit oder zum Reinigen des Gerätes verursacht wurde. Invalide Datensätze erkennt man an kleineren Dateigrößen, da sie früh abbrechen. Speziell bei den Feldforschungen auf der Messe, im VRHQ oder bei AMES liegen unvollständige Daten vor. Tab. 4 zeigt die Datenbereinigung aller Ergebnisse.

Eine Toleranz von 2 KB wurde gewählt, da durch z.B. Blinzeln oder kurzfristiges Anschauen des Brillenrandes bereits Datenpunkte fehlen können. Rund 2% des Datenverlustes bei Eye Trackern sind durch Blinzeln erklärbar und bis zu 3% Datenverlust haben auch die besten Eye Tracking Systeme (Holmqvist et al., 2023, S. 389).

Tab. 4

Datenbereinigung

Studie / Stimulus	Vollständig	n(Gesamt)	Aussortiert unter	n(Gültig)
AMES Namibia	36 KB	84	35 KB	40
OMR Namibia	61 KB	499	59 KB	205
BU Namibia	61 KB	31	60 KB	21
BU Hamburg	52 KB	32	50 KB	22
VRHQ Namibia	61 KB	416	60 KB	286
VRHQ Hamburg	52 KB	119	50 KB	30

(Quelle: Eigene Darstellung)

Bei der BU Studie fehlten durch einen technischen Fehler je 10 Eye Tracking Datensätze für beide Stimuli. Zum Ausgleich wurden 10 weitere Teilnehmer außerhalb der Universität gebeten, an der Studie teilzunehmen, dadurch kommen wir auf 20 Eye Tracking- und 30 Umfrageergebnisse. Ein bzw. zwei zusätzliche Eye Tracking Datensätze aus dem Pre-Test wurden hinzugefügt, da die Personen die gleichen Voraussetzungen erfüllten. Mit

den finalen gültigen Werten können Heatmaps generiert und paarweise t-Tests durchgeführt werden, wie im nächsten Abschnitt dargelegt wird.

Statistische und Visuelle Analyse

Es folgen die methodischen Überlegungen zur Auswertung der Eye Tracking Datensätze, die Entwicklung der Heatmap Algorithmen und Heatmap Generierung sowie die visuelle und statistische Nachbereitung und Auswertung.

Für die Auswertung von Eye Tracking bieten sich die im theoretischen Hintergrund genannten Methoden und Metriken nach Albert et al. (2013, S. 169ff) an. Jedoch stieß der Autor auf technische Limitationen des genutzten HMDs und dessen Eye Trackers. Diese führen zu einer ausschließlichen Betrachtung von Heatmaps, wie im Folgenden ausführlich hergeleitet wird. Für die Betrachtung von Fixationen und Sakkaden wäre eine weitaus höhere Sampling-Rate des Eye Trackers nötig. Zusätzlich möchte der Autor nur einen Gesamtüberblick aller Teilnehmer über die Stimuli erfassen, wofür eine Heatmap das passende Forschungstool ist (Albert et al., 2013, S. 169). Diese Entscheidung hilft auch bei der Auswertung, denn die genutzte Aufnahme-Rate von 10 Hz ist angemessen für die Generierung der Heatmaps in 4K+ Auflösung. Einige Renderings der Datensätze dauerten über 48 Stunden (Speziell der OMR und der VRHQ Namibia Datensatz). Eine höhere Eye Tracking Sampling Rate von bspw. 100 Hz würde zu einem zehnfach höheren Datenvolumen und Rechenaufwand führen, was die Rechenkapazität des genutzten Systems überlasten würde.

Nachdem alle validen Daten nun in Ordnern als einzelne Tabellen vorliegen, beginnt die Analyse. Da fünf Datensätze mit bis zu 250+ einzelnen CSV Tabellen Eye Tracking Daten von 3000+ Timestamps in SPSS unhandlich sind und nur schwer als gesamtes analysiert werden können, entschied sich der Autor zu einer Mittelwertanalyse. Dazu wurde mit Hilfe eines Python Algorithmus (siehe Anhang 5) jeder Datensatz eingelesen und für jeden Timestamp die Mittelwerte (mean) und Standardabweichungen (SD) aller X und Y Daten gebildet (Variablen meanX, meanY, SdX, SdY).

Die fünf resultierenden Tabellen wurden in SPSS importiert. Durch die Aggregation der Daten gehen sämtliche Details der Einzelergebnisse verloren, doch die berechneten Werte lassen sich als Durchschnitts-Blickpunkte und deren Standardabweichung analysieren. Erkenntnisse, die daraus gewonnen werden können, sind z.B. der Einfluss des Vehikels auf die durchschnittliche Blickhöhe (Y-Werte) oder durch Betrachtung der Standardabweichung der X Werte die jeweilige

Konzentration oder Streuung von Blicken in Rechts-Links Achse. Diese Daten und berechnungen helfen bei der Prüfung der Hypothesen H7-H9:

H7: Der Skytrip wird gemäß dem Medium in 360° wahrgenommen.

Diese Frage wird mit Hilfe der deskriptiven Statistik, Histogrammen, Boxplots sowie der Heatmap angeschaut.

H8: Das genutzte Vehikel hat keinen Einfluss auf das Blickverhalten der Kunden.

Fragen zum Vehikel werden über eine einfaktorielle ANOVA und die Heatmap betrachtet.

H9: Der Spielmodus hat keinen Einfluss auf das Blickverhalten der Kunden.

Der Einfluss des Spielmodus wird mit Hilfe von unabhängigen t-Tests und der Heatmap geprüft. Zur Überprüfung der Voraussetzungen für einen t-Test wird auf Normalverteilung geprüft. Doch auch bei einem signifikanten Shapiro-Wilk Test wird der Autor t-Tests und einfaktorielle Varianzanalysen (ANOVAs) nutzen, da diese robust gegenüber einer Verletzung der Normalverteilungsannahme sind (Hemmerich, 2016a). Ebenso wird auf Varianzhomogenität geprüft (Levene Test), um zu beurteilen, ob t- oder Welch-Test und Welch-ANOVA ausgewertet werden. Über Post-hoc Tests und Effektgrößenberechnungen wird die Stärke des Unterschieds zwischen den Gruppen nach Cohen interpretiert (Hemmerich, 2016a, 2018b, 2018a).

Durch die Entscheidung für die Nutzung eines t-Tests bzw. dem Ignorieren der Voraussetzung der Normalverteilung ergeben sich mögliche Testoptionen. Um zu schauen, welche Tests interessant sind, hilft eine Rückbesinnung auf die Forschungsfragen der Kategorie Eye Tracking und eine Aufstellung von Nullhypothesen.

Neben den statistischen Analysen wird eine visuelle Analyse der Eye Tracking Daten vorgenommen, welche vor allem bei der Prüfung der Hypothesen 5 und 6 hilft.

H5: Kunden sehen alle vom Produzenten angenommene Areas of Interest.

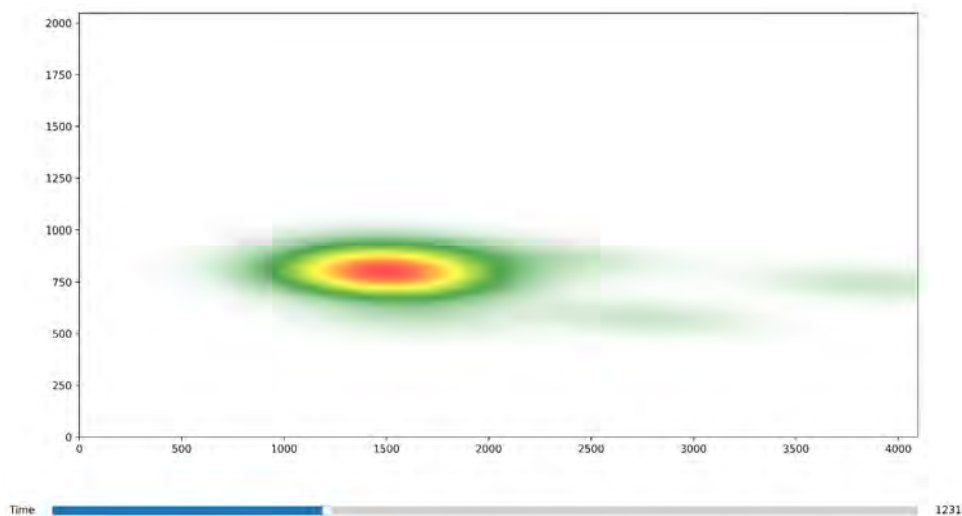
H6: Angenommene Areas of Interest, z.B. Tiere sind besonders aufmerksamkeitsstark.

Für den visuellen Teil entschied sich der Autor für Heatmaps, da diese ein ideales Tool zur Visualisierung von Areas of Interest darstellen und ermöglichen, viele Datensätze gesammelt zu betrachten (Albert et al., 2013, S. 169f). Einzelbetrachtungen erscheinen bei der vorliegenden Datenmenge nicht sinnvoll. Scanpaths sind ebenfalls nicht möglich, da einerseits das Datenniveau keine exakten Fixationen und Sakkaden erlaubt, andererseits weil sich das Stimulus Bild bewegt und ein Scanpath nur bei statischen Bildern funktioniert.

Es ist möglich, sich einen Timestamp herauszusuchen (z.B. die Elefanten-Szene in Namibia, Min. 02:03 Frame 5, Heatmap Timestamp 1231, Datensatz: OMR) und auf das equirectulare Bild aus allen 205 Timestamps an Stelle 1231 die entsprechende Heatmap zu generieren (Abb. 20).

Abb. 20

Beispiel einer Heatmap des Skytrips



(Quelle: Eigene Abbildung)

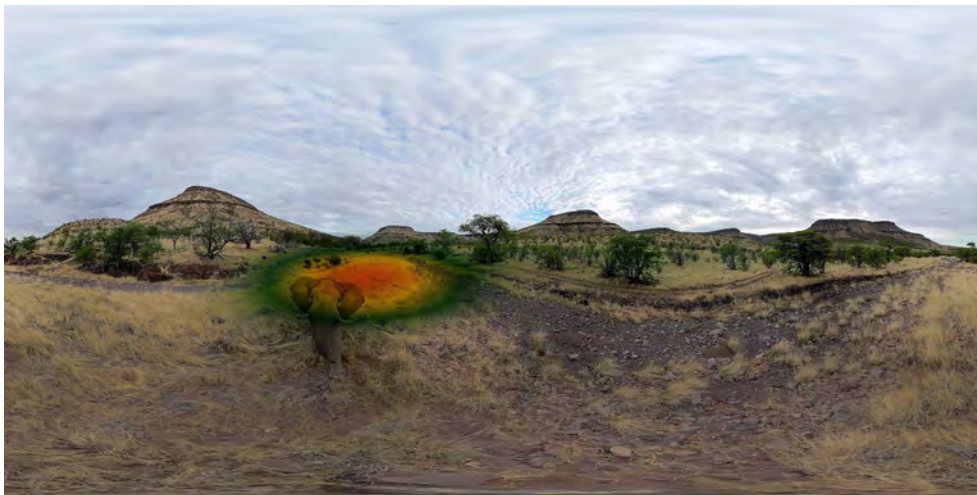
Die Heatmap wurde mit Python Code generiert, den der Autor über Chat GPT 4.0 generiert hat (siehe Anhang 6). Der Code liest einen definierten Ordner .CSV Tabellen ein und erstellt für den gewünschten timestamp eine Heatmap. Dazu wird aus der Scipy Library, eine Library für mathematische Funktionen und Statistik, die `scipy.stats.gaussian_kde` Funktion genutzt, welche wiederum eine Kerndichtefunktion ist. Damit wird auf Grundlage der bestehenden Daten die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der ein Nutzer an die gegebene Stelle schaut und entsprechend eingefärbt (Scipy API

Refrence, 2023). Sämtliche Einstellungen wurden auf den Standardwerten gelassen, wie Albert et al. empfehlen (2013, S. 170).

Aus der Heatmap können wir eine Verteilung der Blicke ablesen, jedoch fehlt die Referenz zum Originalbild. Die Heatmap wird als nächstes im Videoprogramm durch Überlagerungen auf das Originalbild gesetzt. Dazu wird der Ebenenmodus Multiplikation genutzt, welcher die Rot, Grün und Blau Werte des Bildes und der Heatmap miteinander multipliziert. Dadurch wird das Bild dunkler, doch die Heatmap erscheint auf dem Bild (Abb. 21). Gegen die Dunkelheit können nun diverse Filter und Ebenenmodi verwendet werden (z.B. Transparenz reduzieren, Belichtung erhöhen, Kontraste anpassen etc.). Die jeweiligen Funktionen sind in Adobe Photoshop zu finden. In der vorliegenden Arbeit werden die genannten Schritte in Adobe Premiere Pro durchgeführt, die Heatmap so auf den Original Skytrip gelegt. Der passende Frame wird als JPEG exportiert.

Abb. 21

Heatmap auf der Elefantenszene



(Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung von Spherie GmbH, 2023d, Min. 02:03)

Daraus können wir bereits erkennen, dass ein Großteil der Personen auf dem OMR Festival auf den Elefanten schaut, aber keine Bewegungsmuster sehen. Was passiert vorher? Wo schauen die Leute unmittelbar nach der Szene hin? Die Heatmap wird im Videoformat benötigt, um die Videos wie den einzelnen Frame überlagern zu können. Also wird im Python Code eine Loop (Anhang 6) hinzugefügt, der bei Frame 1 startet und dann eine Heatmap für jeden weiteren Frame berechnet und in einen gewählten

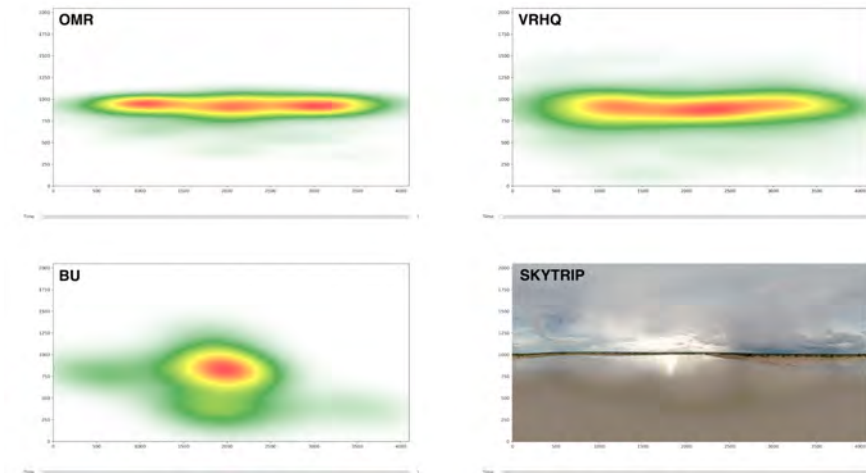
Ordner exportiert. Danach werden die 3875 Bilder als Sequenz in den Adobe Media Encoder geladen und mit einer Framerate von 10 FPS ausgegeben.

Das entstandene Video ist eine bewegte Heatmap. Jedoch ist das ausgegebene Video nicht flüssig, sondern ruckelt. Ein Standard für eine flüssige Videowiedergabe ist eine Framerate von 30 Bildern pro Sekunde (Frames Per Second, FPS). Da nur 10 Eye Tracking Bilder je Sekunde vorliegen, wird zwischen den einzelnen Bildern per Frame Mix Methode interpoliert, wobei Adobe After Effects oder Premiere Pro zwischen zwei Bildern zwei neue generieren, um auf 30 FPS zu skalieren. Da lediglich weiche Verläufe in der Heatmap genutzt werden, ergibt sich daraus kein Qualitätsverlust. Erneut exportiert und mit der Multiplikationsmethode auf den Skytrip angewendet, liegt nun ein Video mit Heatmap vor, welches analysiert werden kann. Die gleichen Schritte werden für jeden Eye Tracking Datensatz vollzogen, sodass am Ende sechs Heatmap Videos zum Vergleichen verfügbar sind. Aus den Videos lassen sich wiederum Standbilder zur genauen Analyse einzelner Szenen ausgeben.

Diese Heatmaps werden parallel zueinander abgespielt und visuell verglichen (Abb. 22). Alle auffälligen Unterschiede werden notiert und interpretiert. Eine Ausnahme davon bildet die AMES Heatmap, welche nicht parallel zu den anderen abgespielt wird, da es sich um eine gekürzte Fassung des Stimulus handelt. Betrachtet werden für Namibia die Heatmaps: *OMR Plattform Single Player vs. VRHQ Plattform Multiplayer vs. BU No Vehikel Single Player*. Für Hamburg entsprechend die Heatmaps: *VRHQ Plattform Multiplayer vs. BU No Vehicle Single Player*.

Abb. 22

Vergleich der Heatmaps für Namibia Stimulus



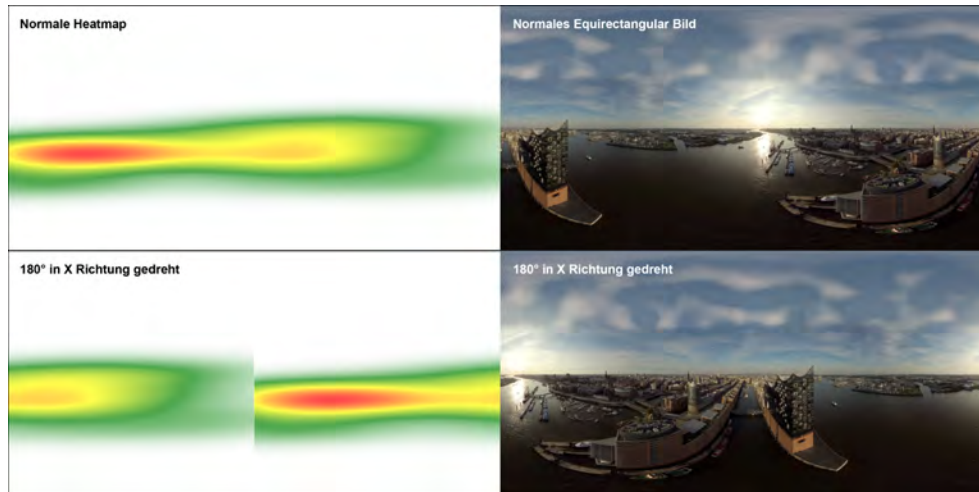
(Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung von Spherie GmbH, 2023, Min. 0:01)

Zusätzlich wurden Heatmaps aus dem gesamten Datensatz in einem Bild generiert, um allgemeine Unterschiede in der Blickrichtung, Verteilung und Ausdehnung zwischen den verschiedenen Settings zu erkennen. Dafür wurde auch ein Python Script genutzt (siehe Anhang 7).

Zwar bildet die Gaussian_KDE Funktion sehr gut die Heatmap in der Mitte des Videos ab, doch ist sie an den äußeren rechten und linken Rändern ungenau (Abb. 23). Durch die Natur der 360°-Projektion wird außer Acht gelassen, dass der linke Rand einen nahtlosen Übergang zum rechten Rand bildet und die Heatmap nicht unterbrochen werden dürfte. Um dies im Code zu implementieren, müsste man zwei Duplikate des jeweiligen Randes rechts und links einfügen, was für diese Arbeit zu aufwändig gewesen wäre.

Abb. 23

Limitationen der Heatmaps durch Drehung



(Quelle: Eigene Darstellung unter Verwendung von Spherie GmbH, 2020, Min. 1:36)

Wie wir in Abb. 23 sehen, existiert eine Naht in der Heatmap, die im equirectagonalen Bild nicht zu sehen ist. Der Algorithmus müsste wie vorgeschlagen angepasst werden. Ohne die Anpassung wird in der 360° Ansicht jeweils die Naht bei der 180° hinten Position zu sehen sein und muss bei der Interpretation als Limitation bedacht werden.

5. Ergebnisse

In diesem Teil werden die Ergebnisse der Umfrage und Eye Tracking Experimente berichtet. Zuerst werden die Werbewirkungseffekte des Skytrips an den Beispielen Hamburg und Namibia betrachtet. Danach erfolgen die Auswertungen der Faktoren Motion Sickness, Immersion und Videobewertung. Abschließend werden die Ergebnisse der Eye Tracking Experimente präsentiert.

5.1 Wirkung des Skytrips auf Probanden

Kapitel 5.1 widmet sich der ersten Forschungsfrage: *Wie kann Spherie die Effektivität des Skytrips nachweisen und erhöhen?* Die Frage wurde durch Hypothesen 1-4 operationalisiert, welche in diesem Kapitel beantwortet werden. Dazu werden die Werbewirkungseffekte nach dem SOR-Modell statistisch berechnet und Korrelationen zwischen der Videobewertung und der Variablen MS und Immersion berichtet.

H1: Der Skytrip löst messbare Werbewirkungseffekte aus.

Alle Werbewirkungseffekte wurden aus den Within-Subject-Daten über paarweise t-Tests berechnet (siehe Anhang 8). Es liegen teils signifikante Unterschiede vor. Für Hamburg ist die Frage danach, wie gut sich Probanden in Hamburg auskennen, mit einem mittleren Effekt signifikant ($p = .004$, $d = .570$) und nach dem Stimulus um .467 Einheiten höher. Alle weiteren Hamburg fragen zeigen keine Unterschiede im Antwortverhalten.

Für Namibia ergaben Fragen eins und fünf keine Signifikanz, das Interesse und das Engagement der Probanden für Tier- und Umweltschutz ist nicht gestiegen oder gesunken.

Die Beliebtheit von Zoos ist nach dem Stimulus um .2 Einheiten gesunken ($p = .031$, $d = -.413$). Auch das Wissen über das Leben der afrikanischen Tiere in der Wildnis ist um .667 Einheiten gestiegen ($p < .001$, $d = .754$). Der stärkste Anstieg ist bei der Reiseabsicht zu beobachten, diese stieg um .833 Einheiten ($p < .001$, $d = .768$). Zuletzt ist ein Anstieg der Spendenbereitschaft der Probanden um .500 Einheiten nach Stimulus zu beobachten ($p = .007$, $d = .533$).

Hypothese 1: *Der Skytrip löst messbare Werbewirkungseffekte aus.* gilt damit als belegt, jedoch muss der Unterschied zwischen den Stimuli Hamburg und Namibia noch diskutiert werden (siehe Kapitel 6).

H2: Immersion beeinflusst die Bewertung des Videos.

H3: Motion Sickness wirkt sich auf die Bewertung des Videos aus.

Zuerst wird per Cronbach's Alpha die Reliabilität der Immersions-Items für jeweils Hamburg und Namibia gemessen. Der Wert für Hamburg liegt bei der ersten Berechnung bei .572 bei acht Items, ein mangelhafter Wert. Durch Weglassen der ersten beiden Items konnte Cronbachs' Alpha auf .619 angehoben werden, dieser ist immer noch zweifelhaft (Gebhardt, 2021). Für die Korrelationen wird mit dem Mittelwert aller Items gerechnet, da der Wert mit Weglassen noch immer zweifelhaft ist und bei Namibia ebenso mit allen Items gerechnet wird, denn der Wert für Cronbach's Alpha der Immersion für Namibia liegt bei akzeptablen .730. Er konnte durch das Weglassen von Items nicht weiter erhöht werden (Tab. 5). Shapiro-Wilk-Tests verifizierten eine Normalverteilung für die Variable Immersion Namibia und Hamburg ($p = .406$; $p = .206$).

Tab. 5

Reliabilitäts-Statistiken Immersion

Reliabilitäts-Statistiken Immersion	Item	M	SD	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Hamburg	01 - Visual and auditory inclusion	2.800	1.031	.597
	02 - Translating actions from physical to VR	2.300	1.119	.604
	03 - Transportation	1.833	1.315	.476
	04 - Distracting aspects of VR	2.700	.915	.546
	05 - Concentrated attention	2.933	.907	.507
	06 - Losing sense of time	2.433	1.040	.507
	07 - Affective involvement	2.233	1.165	.515
	08 - Control	3.400	.932	.531
Namibia	01 - Visual and auditory inclusion	2.767	1.006	.702
	02 - Translating actions from physical to VR	2.433	1.251	.718
	03 - Transportation	2.300	1.418	.656
	04 - Distracting aspects of VR	2.600	1.102	.720
	05 - Concentrated attention	3.067	.868	.707
	06 - Losing sense of time	2.533	1.196	.691
	07 - Affective involvement	3.100	1.029	.720
	08 - Control	3.367	.850	.701

Anmerkung. $n = 30$, M = Mittelwert, SD. = Standardabweichung
(Quelle: Eigene Darstellung)

Der Gesamtwert der Immersion zwischen den beiden CVR-Videos unterscheidet sich, Namibia weist einen um .192 Einheiten höheren Wert auf ($t(29) = 2.605$, $p < .001$, $d = .476$).

Ein paarweiser t-Test der acht Immersions-Items ergab lediglich für zwei Fragen signifikante Unterschiede: 03 - Ich habe vergessen, in Realität in der Uni zu sein. ($t(29) = -2.311, p < .028, d = -.422$) und 07 - Die Experience hat mich emotional bewegt / Die Story hat mich gefesselt. ($t(29) = -4.069, p < .001, d = -.743$). Die Item-Werte für Namibia sind jeweils signifikant höher.

Als nächstes wird der Prozess für die Items Motion Sickness wiederholt und in Tab. 6 zusammengefasst. Für Hamburg ist das gemessene Cronbach's Alpha .532 und damit mangelhaft, für Namibia akzeptabel mit .724. Für die Korrelationen wird mit allen Items weitergerechnet und keine Items weggelassen, da dieses für Hamburg keinen Wert über .700 bewirken würde.

Tab. 6

Reliabilitäts-Statistiken Motion Sickness

Reliabilitätsstatistiken Motion Sickness	Item	M	SD	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Hamburg	01 - Übelkeit	.633	.928	.452
	02 - Kopfschmerzen	.233	.430	.467
	03 - Schwindel	1.067	.828	.453
	04 - Müdigkeit	.133	.346	.567
	05 - Überanstrengung der Augen	.967	.928	.390
Namibia	01 - Übelkeit	.467	.730	.624
	02 - Kopfschmerzen	.267	.521	.689
	03 - Schwindel	1.100	1.185	.723
	04 - Müdigkeit	.233	.430	.698
	05 - Überanstrengung der Augen	.833	.834	.652

Anmerkung. n = 30, M = Mittelwert, SD. = Standardabweichung
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Korrelationen werden als nächstes ermittelt. Dazu wird der Spearman-Korrelationskoeffizient zwischen den Variablen Videobewertung, den Mittelwerten der einzelnen Szenenbewertungen, MS und der Immersion berechnet (Tab. 7). Für Hamburg wurde eine signifikante, mittlere positive Korrelation zwischen der Videobewertung und Immersion, als auch der Szenenbewertungen und Immersion nachgewiesen. Für Namibia wurde eine signifikante, große positive Korrelation zwischen Videobewertung und Immersion, als auch der Szenenbewertungen und Immersion nachgewiesen. Die Korrelation ist für den zweiten Stimulus, Namibia, höher.

Tab. 07

Korrelationen der Variablen

Spearman Korrelationskoeffizient		Video-	M Szenen-	Immer-	MS
<i>Gefallen / Immersion / Motion Sickness</i>		bewertung	bewertungen	sion	
Hamburg	Videobewertung			.401*	-.411*
	M Szenebewertungen			.453*	-.502**
	Immersion	.401*	.453*		
	MS	-.411*	-.502**		
Namibia	Videobewertung			.549**	-.401*
	M Szenenbewertungen			.566**	-.370*
	Immersion	.549**	.566**		
	MS	-.401*	-.370*		

Anmerkung. Die Werte wurden je Stimulus berechnet und in einer Tabelle zusammengefasst.

** . $p < 0.01$ (zweiseitig).

* . $p < 0.05$ (zweiseitig).

(Quelle: Eigene Darstellung)

Hypothese 2: Immersion beeinflusst die Bewertung des Videos. wurde somit belegt, da eine positive Korrelation zwischen der Immersion und der Videobewertung nachgewiesen werden konnte. Je höher die Immersion ist, desto höher die Bewertung des Videos und der einzelnen Szenen.

Ebenfalls in Tab. 7 zu entnehmen sind die Korrelationen zwischen Video- und Szenenbewertungen und MS. Stimulus Hamburg weist eine mittlere bis hohe signifikante, negative Korrelation zwischen MS und Video- bzw. Szenenbewertung auf. Für Namibia wurde eine mittlere negative Korrelation gefunden.

Hypothese 3: Motion Sickness wirkt sich auf die Bewertung des Videos aus. konnte demnach ebenso bestätigt werden. Es gibt eine negative Korrelation zwischen beiden Variablen. Je höher also die MS ist, desto geringer fällt die Video- und Szenenbewertung aus.

H4: Manche Szenen sind beliebter als andere.

Generell wurden beide Videos als positiv bewertet (Hamburg 7.467 Punkte, SD = 1.925, Namibia 8.833 Punkte, SD = .913, auf einer Skala von 1-10). Dabei ist der Durchschnitt der Szenenbewertungen jeweils niedriger als die Gesamtbewertung.

Für alle Szenen Hamburgs wurde eine Differenz von -.626 Punkten im Vergleich zur Videobewertung festgestellt ($t(29) = -3.951$, $p < .001$, $d = -.721$). Für Namibia beträgt diese Differenz -1.353 Punkte ($t(29) = -6.918$, $p < .001$, $d = -1.263$). Hier lagten ein mittlerer und ein sehr großer Effekt vor. Unterscheiden sich nun auch die einzelnen Szenen untereinander?

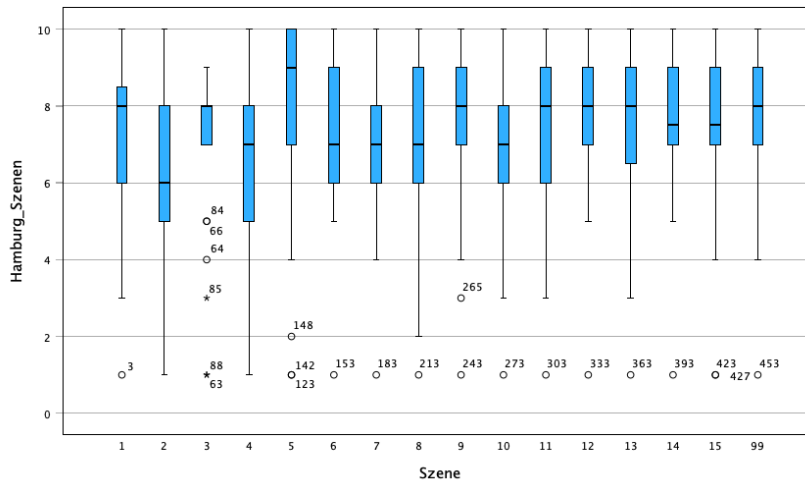
Hamburg: Ein Shapiro-Wilk-Test ergibt für alle Szenenbewertungen Hamburgs inkl. der Videobewertung eine Signifikanz von $<.001$, demnach wird keine Normalverteilung angenommen. Auch innerhalb der einzelnen Szenen liegen keine Normalverteilungen vor, z.B. $p(\text{Szene Hamburg}_04) = .012$, $p(\text{Szene Hamburg}_05) < .001$. Über einen Levene-Test wird eine Varianzhomogenität der Gruppen festgestellt ($p = .683$). Bei Vernachlässigung der Voraussetzung der Normalverteilung wird für die Hamburg Szenen eine ANOVA ausgewertet: Die Berechnung ergibt keinen signifikanten Unterschied in der Bewertung der einzelnen Szenen, $F(15, 443) = .994$, $p = .460$. Möglicherweise ergibt eine ANOVA mit Messwiederholung, bei der jede Szene als Stimulus mit wiederholter Messung angenommen wird, ein anderes Ergebnis, denn t-Tests zwischen einzelnen Szenen zeigen durchaus Unterschiede. Dieses wird jedoch nicht in dieser Arbeit durchgeführt.

Die Szene mit dem höchsten Mittelwert war der Flug durch den Großen Saal der Elbphilharmonie, Szene 5, $M = 7.83$, $StD = 2.791$. Den niedrigsten Mittelwert hatte die Szene 2, der Einflug in die Elbphilharmonie, $M = 6.310$, $StD = 2.436$. Ein gepaarter t-Test zwischen diesen beiden Szenen ist signifikant und zeigt einen Unterschied von $t(29) = -3.079$, $p = .005$, bei einer mittleren Effektgröße von $d = -.562$. Auch eine visuelle Analyse von Boxplots der einzelnen Szenen zeigt Unterschiede in den Szenen (Abb. 24). Eine t-Test zwischen dem Mittelwert aller Szenenbewertungen und der Videobewertung ergibt einen signifikanten Unterschied ($t(29) = -3,951$, $p < .001$). Demnach ist die Videobewertung um .627 Bewertungseinheiten höher. Dies ist ein mittlerer Effekt ($d = -.721$).

Namibia: Ein Shapiro-Wilk-Test ergibt auch für alle Szenen Namibias inkl. der Videobewertung eine Signifikanz von $<.001$, demnach wird ebenso keine Normalverteilung angenommen. Auch innerhalb der einzelnen Szenen liegen keine Normalverteilungen vor, z.B. $p(\text{Szene 02-05}) < .001$. Anders als bei den Hamburger Skytrip Szenen wird eine fehlende Varianzhomogenität der Gruppen festgestellt ($p < .001$). Bei Vernachlässigung der Voraussetzung der Normalverteilung wird für die Namibia Szenen eine Welch-ANOVA ausgewertet und ergibt einen signifikanten Unterschied in der Bewertung der Szenen, Welch-Test $F(25, 256.680) = 5.901$, $p < .001$.

Abb. 24

Boxplot Szenenbewertungen Hamburg



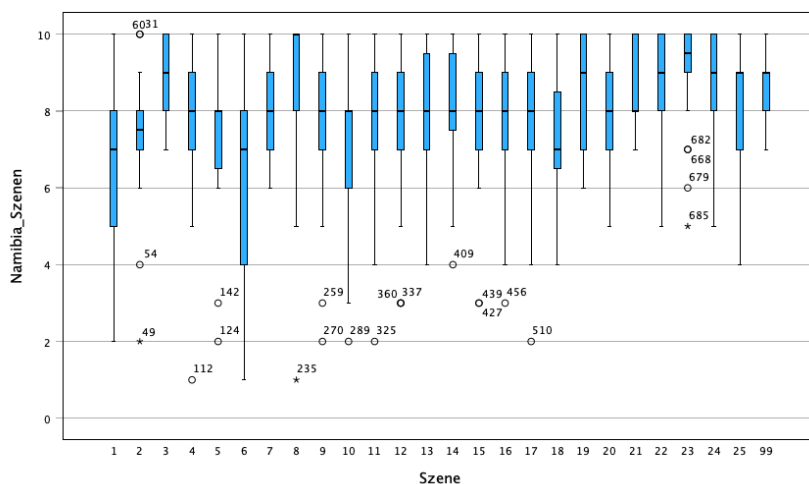
*Anmerkung. Szene 99 = Videobewertung
Eine Person bewertete jede Szene mit Wert 1.
(Quelle: Eigene Darstellung)*

Auch für Namibia wurde eine grafische Darstellung der Szenebewertung ausgegeben (Abb. 25) Die Szene mit der höchsten Beliebtheit war Nr. 23, die Seebären am Strand, $M = 9.10$, $SD = 1.296$. Den niedrigsten Mittelwert der Flug durch die Lodge (6), $m = 5.759$, $SD = 2.695$. Ein t-Test zwischen diesen beiden Szenen zeigt einen sehr großen Unterschied, $t(29) = -7.532$, $p < .001$, $d = -1.375$.

Eine t-Test zwischen dem Mittelwert aller Szenenbewertungen und der Videobewertung ergibt auch hier einen signifikanten Unterschied, $t(29) = -6.918$, $p < .001$. Demnach ist die Videobewertung um 1.353 Bewertungseinheiten höher. Nach Cohen's d ist dieser Effekt sehr groß, $d = -1.263$. Ein gepaarter t-Test der Videobewertung zwischen beiden Skytrips zeigt einen deutlichen Unterschied, $t(29) = -3.727$, $p < .001$, $d = -.681$. Demnach ist der Namibia Skytrip bei einem mittleren Effekt um 1.367 Einheiten beliebter. *Hypothese 4: Manche Szenen sind beliebter als andere.* kann demnach teilweise statistisch verifiziert werden.

Abb. 25

Boxplot Szenenbewertungen Namibia



*Anmerkung. Szene 99 = Videobewertung
(Quelle: Eigene Darstellung)*

Es wurden auch einige Statistiken erhoben, die nicht unmittelbar Teil der Konstrukte sind, jedoch für das Verständnis der Nutzereinstellungen von Vorteil sein können (Tab. 8).

Tab. 8

t-Test bei gepaarten Stichproben (Vorher/Nachher)

Frage	Item	(N)	M	SD
Hamburg	Spannende Story		2.03	1.098
	Neues Gelernt		1.70	1.236
	Anschauen Zeit		2.73	1.048
Namibia	Spannende Story		3.23	.858
	Neues Gelernt		3.60	.498
	Anschauen Zeit		2.77	1.006
Motion Sickness im Alltag	Übelkeit bei Turbulenzen im Flugzeug	28	.200	.407
	Übelkeit auf Booten / Seekrankheit	30	.500	.882
	Übelkeit Achterbahn	29	1.033	1.377
	Übelkeit Bus	29	1.069	1.307

Anmerkung. M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, genutzte Werte zur Berechnung 0-4
(Quelle: Eigene Darstellung)

Auch die Höhenangst wurde abgefragt (Tab. 9)

Tab. 9

Höhenangst im Skytrip

Leiden Sie unter Höhenangst?	Ja 20 %, Nein 80%					
	M	SD	überhaupt nicht (0)	ein wenig (1)	ziemlich (2)	sehr stark (3)
Hamburg	.700	.952	16	9	4	1
Namibia	.533	.937	20	6	3	1

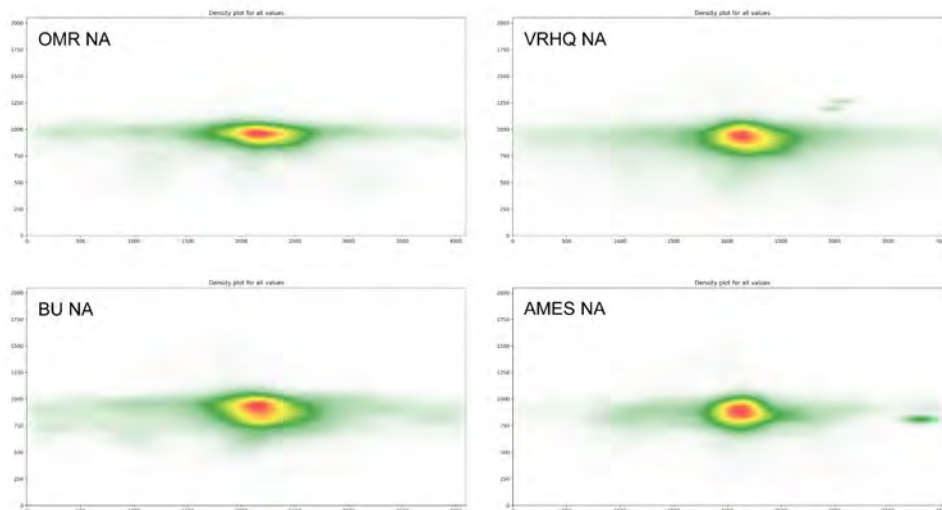
(Anmerkung. M = Mittelwert, SD = Standardabweichung
Quelle: Eigene Darstellung)

5.2 Blickverhalten der Probanden im Skytrip

In diesem Teil des Ergebnisberichts geht es um die zweite übergeordnete Forschungsfrage: *Wie wird der Skytrip als 360°-Stimulus von Kunden wahrgenommen (H5-9)?* Um einen ersten Eindruck vom Blickverhalten zu bekommen, wurden aus allen Datensätzen alle Einzelergebnisse über ein Python Script (Anhang 6) zu einer Heatmap zusammengefasst. Abb. 26 zeigt die vier Heatmaps aller Namibia-Stimulus Experimente, OMR, VRHQ, BU und AMES.

Abb. 26

Namibia Eye Tracking Daten über gesamtes Video hinweg

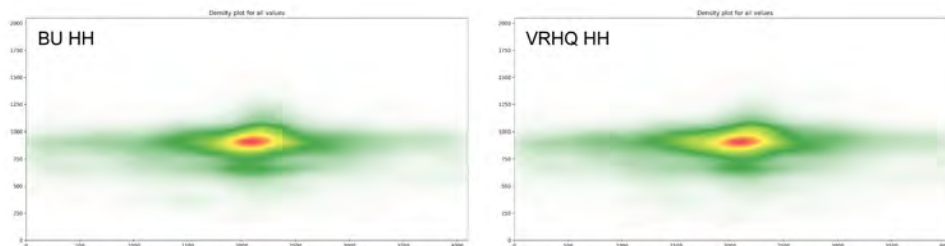


(Quelle: Eigene Darstellung)

Abb. 27 zeigt parallel zur vorherigen Grafik die Ergebnisse für die Hamburg Datensätze BU und VRHQ über den Verlauf des Skytrips hinweg.

Abb. 27

Hamburg Eye Tracking Daten über gesamtes Video hinweg



(Quelle: Eigene Darstellung)

H5 und H6 werden durch eine visuelle Analyse der Heatmap Videos analysiert (siehe Anhang 10). Die einzelnen Szenen werden anhand der Videos und von Standbildern des Videos (die gleichen, wie in der Umfrage) betrachtet und die Ergebnisse verschriftlicht. Ergebnisse des Namibia Stimulus werden in Anhang 11 und 12 dargestellt. Ergebnisse des Namibia Stimulus werden in Anhang 13 und 14 dargestellt. Im Ergebnisteil und der Diskussion wird oft auf einzelne Szenen verwiesen (z.B. S14 für Szene 14).

H7-H9 werden sowohl statistisch als auch visuell analysiert. Bei der visuellen Analyse wird überwiegend der Stimulus Namibia betrachtet, da hier die meisten Vergleiche möglich sind.

Wie bereits unter 4.3 im Abschnitt der statistischen Auswertung beschrieben, wurden von allen fünf Datensätzen jeweils alle Timestamps zu Mittelwerten aggregiert und die Standardabweichungen gebildet. Das Resultat ist eine wie in Tab. 10 dargestellter Datensatz:

Alle statistischen Analysen werden auf Grundlage der in Tab. 10 gezeigten Struktur in SPSS durchgeführt. Als Gruppierungsvariable für paarweise und unabhängige T-Tests werden die Experiment-Kürzel genutzt (*OMR_NA*, *VRHQ_NA*, *VRHQ_HH*, *BU_NA*, *BU_HH* und *AMES_NA*).

Tab. 10

Aufbau Eye Tracking Datensatz

time-stamp	Mean x	SD x	Mean y	SD y	Vehicle	Play-mode	Experiment
1	4162	1815	1799	225	Ohne	Single	OMR_NA
2	4161	1816	1791	234	Ohne	Single	OMR_NA
3	4157	1826	1784	238	Ohne	Single	OMR_NA
...
3875	4422	642	2020	94	Ohne	Single	OMR_NA

Anmerkung. Gerundet, Werte in Pixel besitzen keine Dezimalstellen
(Quelle: Eigene Darstellung)

H5: Kunden sehen alle vom Produzenten angenommene Areas of Interest.

Bis auf wenige Ausnahmen, wie z.B. den Löwen im Schatten des Gebüschs, (S17), sehen alle Probanden die angenommenen AOIs, welche oftmals Tiere, Häuser oder besondere Landschaften sind. Es ist immer möglich, dass einzelne Personen als Ausreißer durch die Gegend und z.B. nur nach Hinten schauen, doch hält der Autor das für unwahrscheinlich. Nach den meisten Cuts zieht sich die Aufmerksamkeit der gesamten Gruppe wieder in Flugrichtung, genau in die Mitte der Szene zusammen (z.B. S1, S3, S4, S5, S6, S11, ...) oder direkt zum nächsten AOI (z.B. S7, S8, S9, S12, S15, ...). Eine Ausnahme bildet S14, hier sehen viele Personen keine Tiere, doch das AOI ist auch überwiegend der Wassergraben. Auch den zweiten Elefanten, S8, scheint mindestens eine Person im BU Datensatz nicht zu sehen, stattdessen schaut sie in die andere Richtung, 180° weiter. Dennoch liegt der Großteil der Aufmerksamkeit, nachgewiesen durch die Heatmap, auf den angenommenen AOIs. H5 gilt somit als belegt.

H6: Angenommene Areas of Interest, z.B. Tiere sind besonders Aufmerksamkeitsstark.

Auch Hypothese 6 lässt sich ohne Probleme belegen. Es finden sich zahlreiche Szenen, bei denen die gesamte Aufmerksamkeit aller Gruppen (Attentional Synchrony) konzentriert auf die AOIs war (z.B. S2, S4, S7, S8, ..., S21, S22, S23, S24). Einzig Objekte, die weit oder durch andere Bedingungen versteckt sind, scheinen weniger Aufmerksamkeitsstark zu

sein, z.B. der versteckte Löwe, die Tiere neben dem Wassergraben oder der Gipfel des Berges, der links zu hoch neben einem ist.

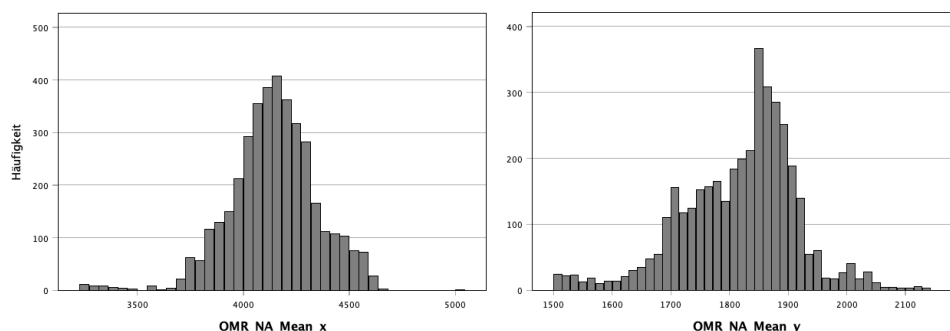
H7: Der Skytrip gemäß dem Medium in 360° wahrgenommen.

Zum Prüfen der Hypothese schauen wir uns die Häufigkeiten aller Blickpositionen für X und Y an. Exemplarisch wird hier der OMR Datensatz genutzt. Abb. 26 zeigt ein Histogramm für alle X-Werte, sprich die horizontale Achse für die Richtungen Rechts-Vorne-Links-Hinten. Darin erkennbar ist eine Mehrheit der Werte zwischen ca. 3750-4750 Pixel mit einem Hochpunkt bei ca. 4200 Pixel mit über 400 Sichtungen. Umgerechnet in Grad entsprechen 1000 Pixel einem mittleren Blickfeld von rund 44 Grad. Vereinzelt sind auch im Bereich von 3200-3750 Pixeln sichtbar und ein Ausreißer liegt bei 5000 Pixel.

Für die Y-Werte, der horizontalen Blickachse, (Abb. 26) lässt sich der Großteil der Werte im Bereich von 1680-1930 Pixel (Über 100 Sichtungen) finden. Das entspricht einer Spannweite von 250 Pixeln, die umgerechnet rund 11 Grad entspricht. Die volle Spannweite der beobachteten mittleren Y-Werte entspricht dem Bereich von 1500-2150, also 650 Pixeln und rund 28.6 Grad.

Abb. 28

Histogramme der beobachteten X- und Y-Mittelwerte



Anmerkung: Es handelt sich exemplarisch um den OMR Datensatz.
(Quelle: Eigene Darstellung)

Durch die Mittelwertbildung kann es natürlich sein, dass ein Teil der Probanden oft stark links und ein anderer Teil stark rechts schaut, was einen Mittelwert in frontale Richtung bedeuten würde. Gleiches wäre der Fall, wenn alle Probanden zu einem Zeitpunkt deutlich nach oben schauen, in einer anderen Szene stark nach unten. Um dies auszuschließen,

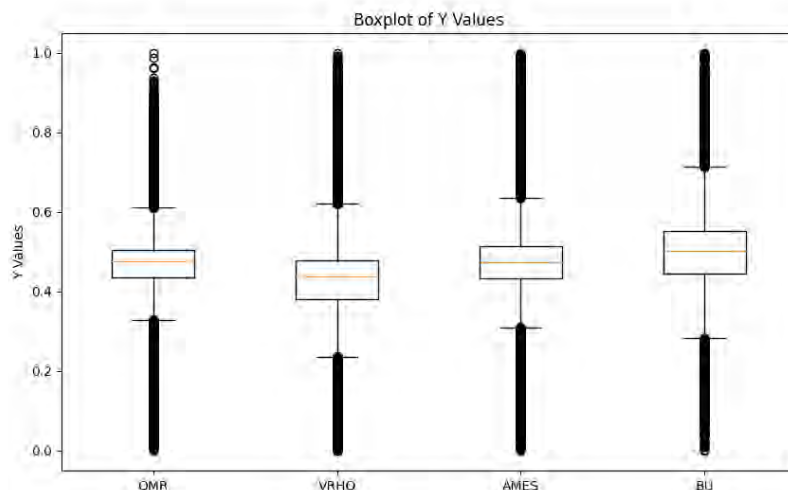
schauen wir uns die SDs an. über den Verlauf der Zeit (Anhang 9) und die Heatmaps (Anhang 10) an

Anhand der Betrachtung der Mittelwerte und Standardabweichungen im Verlaufe der Zeit sehen wir einen durchschnittlichen Mittelwert X von 4000-5000 Pixeln, Mittelwert Y von rund 1800-2200 Pixeln und deren Standardabweichungen. Diese ist für X stark schwankend ausgeprägt, für Y auch, jedoch in einer kleineren Spannweite (Anhang 8). Eine hohe SD bedeutet, das Probanden an diesem Zeitpunkt sehr gestreut geschaut haben, eine niedrige SD deutet auf hohe Konzentration bzw Attentional Synchrony auf ein AOI hin, z.B. bei Timestamp 1250, Personen stark nach Links (X) und unten (Y) schauen und die SDs gering sind. Die Heatmap der entsprechenden Stelle zeigt: Alle schauen nach links unten auf den Elefanten. Eine andere spannende Szene ist die der Giraffen, deutlich erkennbar an einer hohen Standardabweichung für X zu Timestamp 500. Zu diesem Zeitpunkt schauen die Gäste zu den Giraffen links und rechts von sich, entsprechend groß ist die SD.

Boxplots aller Namibia-Datensätze Y zeigen die Verteilungen in Quartilen mit vielen Ausreißern (Abb. 27). Darin erkennbar sind unterschiedliche Mediane für Y zwischen den Gruppen. Da hierbei die Ausreißer nicht eingerechnet werden, ergeben Quartile einen aussagekräftigen Mittelwert der Blicke (Tab. 11).

Abb. 27:

Boxplot der Y Werte Namibia



Anmerkung: Die Skala wurde normalisiert. Die schwarzen Balken sind von SPSS identifizierte Ausreißer. (Quelle: Eigene Darstellung)

Speziell bei der Betrachtung der verschiedenen Quartile und Mediane (Tab. 11) wird ein teilweise großer Unterschied festgestellt.

Tab. 11:

X- und Y-Quartile der Blickrichtungen je Experiment

Variable	Experiment Mittelwerte	Quartile		
		25	50	75
x	OMR	4041.29	4153.99	4268.61
	VRHQ	4061.18	4207.00	4401.07
	AMESx	3945.63	4183.02	4507.62
	BU	3916.60	4255.43	4549.05
y	OMR	1761.01	1847.34	1886.61
	VRHQ	1675.81	1754.25	1793.05
	AMES	1618.09	1693.58	1779.57
	BU	1634.58	1761.43	1851.72

Anmerkung: Es handelt sich um die Namibia Stimuli / Experimente.
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die visuelle Analyse zeigt, dass im Namibia Skytrip hohe AS auf den angenommenen AOIs liegt und die Nutzer, sofern die Plattform den Bildbereich nicht verdeckt, die Objekte in 360° verfolgen (Bsplw. Elefanten und Geländewagen Szene, Schiffswrack, Giraffen)

Hypothese 7: *Der Skytrip wird auch in 360° wahrgenommen, d.h. Kunden schauen sich überall um.* kann demnach belegt werden. Der Stimulus leitet die Personen dazu, in andere Richtungen zu schauen, wenn ein AOI sich in diese Richtung bewegt. Ist ein AOI frontal ausgerichtet, wird auch nur dieses angeschaut und das Erlebnis von 360° ist je nach umliegenden Content unterschiedlich hoch (Hamburg) oder gering (Namibia)

H8: Das genutzte Vehikel hat keinen Einfluss auf das Blickverhalten der Kunden.

Zur Beantwortung dieser Frage wird eine einfaktorielle ANOVA zwischen den Datensätzen Namibia OMR, BU und AMES und zusätzlich VRHQ (trotz Multiplayer) genutzt, wobei hier der unterschiedliche Stichprobenumfang zur Generierung der verwendeten Mittelwerte nicht beachtet wird. Tests auf Normalverteilung fallen für alle x- und y-Variablen signifikant aus, dementsprechend muss die Nullhypothese abgelehnt werden und es liegt keine Normalverteilung vor (Shapiro-Wilk $p < .001$). Die ANOVA wird

dennoch weitergerechnet, da sie weitestgehend robust gegen die Verletzung der Normalverteilungs-Voraussetzung ist. Tests auf Varianzhomogenität fallen ebenso bei allen Variablen signifikant aus (Levene's F Test $p < .001$), damit liegt keine Varianzhomogenität vor und es wird eine robustere Welch-ANOVA durchgeführt und interpretiert. Die Berechnung ergibt ein signifikantes Ergebnis für X-Werte: Welch-Test $F(2, 4703.559) = 30.549$, $p < .001$, $\Omega^2 = .004$. Das Ergebnis für Y-Werte ist ebenso signifikant: Welch-Test $F(2, 5414,608) = 865.254$, $p < .001$, $\Omega^2 = .115$. Nach Cohen liegt für X kein Effekt und für Y ein mittlerer Effekt vor (zitiert nach Hemmerich, 2018a).

Da eine Signifikanz zwischen den Gruppen vorliegt, wird ein post hoc Test (Games-Howell) durchgeführt. Ebenso wurde zur Bestimmung der Effektgröße Cohen's d berechnet (Tab. 12).

Tab. 12:

Games-Howell Test und Effektgrößen Single Player

Abhängige Variable	Vehicle I	Vehicle II	Mittelwertsdifferenzen (I-II)	p	Cohen's d
Mean X	Ohne	Libelle	-18.316	.334	-.035
	Ohne	Plattform	47.191	<.001	.111
	Libelle	Plattform	65.508	<.001	.206
Mean Y	Ohne	Libelle	28.253	<.001	.174
	Ohne	Plattform	-91.820	<.001	-.646
	Libelle	Plattform	-120.072	<.001	-1.037

Anmerkung: Berechnungen mit umgekehrter Reihenfolge ergeben die gleichen Ergebnisse mit anderen Vorzeichen.

Die Ergebnisse aus Tab. 12 sind wie folgt zu lesen: Ein Vergleich des Mittelwertes von X zwischen keinem Vehikel und der Libelle ergibt keinen signifikanten Unterschied ($p = .334$). Ein Vergleich zwischen keinem Vehikel und der Plattform ergibt einen signifikanten Unterschied ($p < .001$). Die Mittelwertsdifferenz i.H.v. 47 Pixeln, sprich mehr bei der Libelle, ist jedoch kein nachgewiesener Effekt ($d = .111$). Im Mittelwertvergleich von X von Libelle und Plattform ist ein signifikanter Unterschied ($p < .001$) aufgetreten. Mit einer Differenz von 66 Pixeln ist dies ein kleiner Effekt ($d = .206$).

Im Mittelwertvergleich der Y-Werte sind alle Berechnungen mit $p < .001$ signifikant ausgefallen. Die Differenzen betragen 28 Pixel (ohne Vehikel vs. Libelle, $d = .174$), -92 Pixel (ohne Vehikel vs. Plattform, $d = -.646$) und -120

Pixel (Libelle vs. Plattform, $d = -1.037$). Am geringsten war der Effekt beim ersten Vergleich, am höchsten beim letzten Vergleich.

Sofern bei der ANOVA der Datensatz VRHQ_NA als Multiplayer Stimulus mit eingerechnet wird, ergeben sich folgende Ergebnisse: $F(3, 6454.994) = 74,025$, $p < .001$, $\Omega^2 = .006$ Das Ergebnis für Y-Werte ist ebenso signifikant: Welch-Test $F(3, 6822482) = 759,382$, $p < .001$, $\Omega^2 = .102$. Die Effektgrößen, sofern der Multiplayer eingerechnet wird, zeigt Tab. 13.

Tab. 13:

Games-Howell Test und Effektgrößen Multiplayer

Abhängige Variable	Vehicle I	Vehicle II	Mittelwertsdifferenzen (I-II)	p	Cohen's d
Mean X	Plattform (Multiplayer)	Ohne	36.059	.002	-.080
		Libelle	17.742	.324	.049
		Plattform	83,250	<.001	.324
Mean Y	Plattform (Multiplayer)	Ohne	.294	1.000	.002
		Libelle	28,547	<.001	.205
		Plattform	-91,526	<.001	-.870

(Quelle: Eigene Darstellung)

Wird also die Plattform im VRHQ (Multiplayer) Datensatz betrachtet, ergibt sich für sie kaum bzw. nur ein geringer Unterschied im mittleren Blickverhalten zwischen dem Datensatz und dem Blickverhalten bei BU_NA und AMES_NA. Der Vergleich zur Einzelspieler-Plattform wird im folgenden Abschnitt berichtet.

Für beide ANOVA Berechnungen ergibt sich eine sehr geringe Effektstärke, was eigentlich für eine Beibehaltung der Nullhypothese spricht, sprich es existiert kein Unterschied im Blickverhalten der Vehikel. Da wir nur mit Mittelwerten arbeiten, prüfen wir alles mit der visuellen Analyse.

Diese ergab ...

Hypothese H8: *Das genutzte Vehikel hat keinen Einfluss auf das Blickverhalten der Kunden.* wird damit abgelehnt, da ein signifikanter Unterschied im Blickverhalten auf Grund des Vehikels nachgewiesen werden konnte, z.B. zwischen OMR_NA gegen BU_NA (-91 Pixel Differenz Y) oder AMES_NA (-120 Pixel Differenz Y).

H9: Der Spielmodus hat keinen Einfluss auf das Blickverhalten der Kunden.

Um H9 zu prüfen, werden die Datensätze VRHQ Namibia und OMR Namibia verglichen, da hier ausschließlich der Spielmodus geändert wurde. Probanden sitzen ebenfalls auf der Plattform und sehen den gleichen Stimulus. Der t-Test für unabhängige Stichproben (Tab. 14) bietet sich an, da er mögliche Unterschiede zwischen dem gemittelten Blickverhalten nachweist.

Tab. 14:

Vergleich von Single Player und Multiplayer

t-Test bei unabhängigen Stichproben		T	df	p	Differenz M VRHQ-OMR	Cohen's d
VRHQ	Mittelwert X	-14.277	6,966	<.001	83	-.324
vs. OMR	SD_X	-3.344	7,748	<.001	21	-.076
	Mittelwert Y	38.000	7,661	<.001	-92	.870
	SD_Y	-62.673	7,716	<.001	91	-1.424

Anmerkung. VRHQ = Multiplayer, OMR = Single Player.

Es wird der Welch-Tests berichtet. df wurde bedingt durch die Größe gerundet und ohne Dezimalstellen dargestellt.

(Quelle: Eigene Darstellung)

Tabelle 14. zeigt durchgängig signifikante Unterschiede für die Variablen. Demnach ist die mittlere horizontale Blickrichtung im Multiplayer (VRHQ) 83 Pixel weiter rechts im Vergleich zum Singleplayer. Die SD ist im Multiplayer um 21 Pixel signifikant größer, jedoch ist hier die Effektstärke zu klein ($d = -.076$). Personen im Multiplayer schauen durchschnittlich 92 Pixel weiter nach unten, dies entspricht einem großen Effekt ($d = .870$). Die SD unterscheiden sich um 91 Pixel, sprich die Personen im Multiplayer schauen deutlich ($d = -1.424$) mehr nach oben und unten als im Single Player. Die visuelle Analyse ergab für den Namibia Stimulus (VRHQ vs. OMR) einen Unterschied in beiden Modi (Anhang 10, 11, 12).

Statistisch gesehen ist Hypothese 9 damit widerlegt, da Unterschiede im Blickverhalten der Probanden auf Grundlage des Spielmodus gefunden wurden. Dies gilt jedoch eingeschränkt für den Namibia Stimulus, bei Hamburg legt die visuelle Analyse keine Unterschiede nahe, was statistisch in neuen Experimenten mit isolierten Variablen geprüft werden muss.

6. Diskussion

Die Diskussion dieser Arbeit soll alle Ergebnisse zusammenfassen, bewerten, in den Kontext der bestehenden Literatur einordnen und interpretieren. Es werden die Fragen beantwortet, wie die Ergebnisse zu deuten sind und welche Relevanz die Ergebnisse für das Unternehmen und das Produkt haben. Ebenso wird darüber reflektiert, was die vorliegende Arbeit anders gemacht hat als die bestehende Literatur und welche Ergebnisse sich decken oder widersprechen. Zum Schluss werden, neben der Implikation für das Unternehmen, Limitationen diskutiert. Zuerst betrachten wir die Auswertung des Skytrips an sich.

Wie kann Spherie seine CVR-Videos auswerten und deren Effektivität nachweisen? Diese Frage stellte sich der Autor nach vielen Produktvorstellungen und Gesprächen mit Kunden auf der ITB Messe. Wie können wir die Experience Skytrip für die Nutzer verbessern und somit die neu geschaffene Drohnentechnologie optimal nutzen? Ergeben sich z.B. Chancen für die Reiseindustrie, lässt sich durch das Produkt effektiv eine Destination vermarkten? Schaffen wir durch CVR-Visualisierungen Aufmerksamkeit für bestehende Probleme oder können wir einen Beitrag in der Bildung leisten? Diese Fragen leiten durch diese Arbeit. Bisher basiert jegliche Auswertung des Skytrips auf persönlichem Feedback von Kunden und der Erfahrung bzw. Einschätzung des Teams.

Diese Arbeit ist ein Vorschlag, die Auswertung des Skytrips quantitativ vorzunehmen und z.B. über mehrere verschiedene Anwendungsbereiche von CVR hinweg zu beurteilen. Aufbauend auf einer umfangreichen Literaturrecherche wurde das SOR-Modell als Grundlage für einen Studienaufbau genutzt, der gemäß dem Modell Einstellungsänderungen bzw. Reaktionen der Konsumenten prüft. Immersion und Motion Sickness, sowie die Videozufriedenheit wurden als einfließende Variablen ebenfalls abgefragt. Die für Spherie neue Eye Tracking Technologie sollte genutzt werden, um das Kundenverhalten in VR besser zu verstehen und zu wissen, was sprichwörtlich hinter den Kulissen im Kopf der Nutzer passiert, wohin die Nutzer schauen und was sie interessiert. Das bringt uns zu den Stimuli.

6.1 Auswertung des Skytrips

Ursprünglich sollte nur ein Stimulus, Namibia, als Musterproduktion eines Skytrips ausgewertet werden. Der Autor entschied sich dazu, einen zweiten Stimulus als Vergleichswert zu prüfen. Wie Jun et al. (2022) feststellen, arbeiten die meisten Studien nur mit einem einzigen CVR Stimulus, jedoch nimmt die Exploration der 360° Szenen mit der Anzahl gesehener Stimuli

ab. Die beiden Stimuli Hamburg und Namibia wurden deshalb in gemischter Reihenfolge gezeigt, um Reihenfolgeeffekte zu vermeiden. In der Umfrage wurde lediglich eine Reihenfolge abgefragt, was einen Effekt haben könnte, da sich z.B. Teilnehmer weniger an Szenen aus dem Namibia Video erinnern, weil die Abfrage später erfolgt und sie Namibia als erstes gesehen haben.

Werbewirkungseffekte im Skytrip. Die SOR-Modell bezogenen Fragen beinhalten jeweils kognitive und affektive Fragen, die auf die Reaktion des Nutzers Einfluss nehmen. Beginnen wir mit Hamburg. Alle Probanden der Stichprobe kommen aus Hamburg und Umgebung. Den Ergebnissen nach (Tab. XX) zeigt lediglich die Frage nach dem Auskennen in Hamburg einen signifikanten Unterschied bei einer mittleren Effektgröße ($M + .467$). In der Interpretation ergeben sich hier zwei Möglichkeiten. Einerseits wurde den Probanden bewusst, dass sie sich schon in Hamburg auskennen, oder sie haben durch das Video etwas Neues gelernt und kennen sich jetzt besser aus. In dieser Hinsicht wurde die Frage nicht gekonnt formuliert. Das Interesse an der Stadt und das Wissen um Sehenswürdigkeiten blieb unverändert hoch, was vermutlich an der Hamburger Stichprobe an sich liegt. Das Interesse, die Elbphilharmonie zu besuchen und für Hafen- oder Busrundfahrten, stellte sich ebenfalls als konstant heraus. Interessant ist, dass die drei Angebote unterschiedlich bewertet werden, die Elbphilharmonie zeigt die größte Nachfrage, gefolgt von Hafen und Stadtrundfahrt. Also beeinflusst die Voreinstellung nicht die Effektgröße des Skytrips und macht z.B. unbeliebte Stadtrundfahrten beliebter. Ein Flug durch den Großen Saal oder über die Containerterminals weckt demnach kein erhöhtes Interesse an den Angeboten. Das macht den Skytrip, zumindest für eine lokale Zielgruppe, zu keinem effektiven Werbemittel für Vor-Ort-Angebote. Haben die Personen wenigstens etwas Neues aus dem Video gelernt? Teils, teils: 30% der Personen haben eher zugestimmt oder voll und ganz zugestimmt, 56.7% geben an, nichts gelernt zu haben. Auch hier liegt die Vermutung nahe, dass Hamburger bereits viel über die Stadt wissen. Wie sieht es beim zweiten Stimulus, Namibia, aus?

Es wird angenommen, dass die Stichprobe wenig Vorwissen zu Namibia und eine geringe Reiseabsicht hat. Den Beobachtungen nach schauten die Probanden den Skytrip Namibia viel ruhiger und gespannter im Vergleich zum Hamburg Video, wo die Probanden oft das Gesehene kommentierten und auf Dinge, die sie kennen, hinweisen (Feldnotizen, 01.06.2023). Das Interesse für Tier- und Umweltschutz blieb unverändert vor und nach dem Skytrip. Eine Erhöhung des Interesses wäre zu erwarten gewesen, jedoch zielt das Video nicht auf ein erhöhtes Interesse für diese Faktoren ab. Es nutzt keine Elemente wie z.B. Aufzeigen von Wilderei oder

Umweltverschmutzung, wie es eine NGO tun würde, und fördert auch nicht zum Handeln auf, weshalb das Ergebnis logisch nachvollziehbar ist. Ebenso sieht es beim eigenen Engagement für Tier- und Umweltschutz aus. Beide Werte sind von Beginn an relativ hoch, weshalb nur eine kleinere Steigerung, wenn überhaupt, zu erwarten ist. Ein großer Werbewirkungseffekt lässt sich für die Spendenbereitschaft der Probanden nachweisen. Vorab scheint diese tendenziell geringer zu sein, was bedingt durch die studentisch geprägte Stichprobe nicht überraschend ist. Nach dem Stimulus steigt die Spendenbereitschaft um ca 28%, wobei dies lediglich die Bereitschaft aussagt, nicht die Höhe der Spende. Für NGOs scheint der Skytrip daher ein gutes Werbemittel zu sein, um subtil höhere Spenden einzusammeln. Der Effekt könnte eventuell erhöht werden, wenn mit Call-to-Actions oder stärkeren Reizen, wie Bildern von Wilderei gearbeitet wird, analog zu Chris Milk's CVR-Film *Clouds over Sidra* für die Schaffung von Aufmerksamkeit für syrische Flüchtlinge in Jordanien, der beim WEF in Davos gezeigt wurde (Milk, 2015). Ein Nachteil davon wäre die Brechung der generell positiven Stimmung des Namibia Videos, was zu geringeren Beliebtheitswerten führen könnte. Dies könnte man in Zukunft weiter erforschen. Soweit zu den Spenden für Tiere in Afrika. Wie sieht es vor Ort aus?

Die beste Möglichkeit, in Deutschland die gezeigten Tiere zu sehen, sind Zoos. Diese sind eher unbeliebt in der BU-Stichprobe. Eine Person äußert sich kritisch beim Ausfüllen der Umfrage: "Als ob hier jemand angibt, gerne in den Zoo zu gehen?" (Feldnotizen, 01.06.2023). Der Skytrip verursachte hier einen leicht negativen Effekt. Nach dem Stimulus gingen die Probanden noch weniger gerne in den Zoo, vermutlich, weil sie nun mehr über das Leben der Tiere in Afrika wissen als vorher. Die Zustimmung, über das Leben der Tiere in Afrika Bescheid zu wissen, stieg um rund 32% ($p < .001$, $d = .754$). Ein Bias der Stichprobe gegen Zoos ist möglich. Auf Zoobesucher hätte das Video möglicherweise ganz anders gewirkt. Dies wird sich zeigen, sobald Spherie den Namibia Skytrip als Safari Edition in Zoos ausstellt.

Auf der ITB wollten Reiseanbieter jedoch wissen, ob man CVR als Tool für die Vermarktung ihrer Hotels und Reisen nutzen kann (Feldnotizen 07.-09.03.2023). Eine ähnliche Idee hatten zwei Afrika-Fans beim AMES-Abend, die Touristen den Besuch der Lodges in Namibia und Südafrika ermöglichen (Feldnotizen 23.06.2023). Die ersten Eindrücke von Gästen des Skytrips nach Absetzen der VR-Brille bestätigten den Nutzen: Viele äußerten den Wunsch, nun nach Namibia reisen zu wollen (Feldnotizen 07.-09.03. und 09.-10.05.2023). Die Umfrage bestätigte diese Vermutung. Die Reiselust stieg nach dem Stimulus um ganze 37 %

($p < .001$, $d = .768$). Kombiniert mit dem erhöhten Wissen um den zu bereisenden Ort stellen die kognitiven und affektiven Aspekte hier eine klare Reaktion dar. Eer Skytrip lässt sich gut als ein Werbemittel für den Verkauf von Reisen nutzen. Bedenkt man noch die höhere Spendenbereitschaft, lässt das auf eine höhere Bereitschaft schließen, Geld auszugeben und ggf. sogar auf spezielle Angebote wie die im Video gezeigten nachhaltigen und umweltfreundlichen Lodges in Namibia einzugehen (Szenen 6 und 10).

Zusammenfassend lässt sich der Skytrip gut als Werbemittel nutzen, doch spielen die Zielgruppe und der Kontext eine große Rolle. So wirkt das gleiche Video anders, wenn man es vor einem Fachpublikum Tourismus (ITB Messe), Tierschützern (AMES Abend) oder Studierenden zeigt. Die Rolle des Vorwissens (Nicht beobachtbare Effekte gem. SOR-Modell) um die präsentierte Gegend scheint ebenso eine Rolle zu spielen, wie der Unterschied zwischen Hamburg und Namibia zeigt.

Die Rolle der Immersion. Spherie setzt auf die durch VR erzeugte Immersion als verstärkenden Faktor der Wirkung des Videos. Ebenso, wie es Chris Milk (2015) im Video über das Flüchtlingslager demonstriert. Sein TED Talk heißt ganz provokant *How virtual reality can create the ultimate empathy machine*. Welche Rolle spielt also die Immersion im Skytrip, wie ist sie nachweisbar und beeinflusst sie, wie CVR wahrgenommen wird?

Dazu bediente sich der Autor an die Faktoren nach Winkler et al. (2020, S. 1516). Für den Hamburg-Skytrip wurde ein zweifelhafter Cronbach's Alpha Wert gemessen (Alpha = .619) und auch für Namibia liegt der Wert nur in einem akzeptablen Bereich mit Alpha = .730. Trotzdem wurde mit allen Items weitergerechnet, da der Wert durch Weglassen nicht in einen besseren Bereich von Alpha $> .800$ gehoben werden konnte.

Der Unterschied in der Immersion beider Videos lässt ich mit den beiden signifikant unterschiedlichen Variablen *Ich habe vergessen, in Realität in der Uni zu sein.* und *Die Experience hat mich emotional bewegt / Die Story hat mich gefesselt.* erklären, in denen das Namibia-Video jeweils besser abschnitt und für eine höhere Immersion sorgte, da die Probanden eher das Gefühl hatten, in einer anderen Welt zu sein und durch die Story gepackt wurden. Dies deckt sich mit der bereits genannten Beobachtung, dass die Probanden während des Namibia-Videos ruhiger waren und das Video weniger kommentierten, eben als wären sie abgekoppelt von der Universität. Dies wird gestützt durch die Definition für das Phänomen Immersion nach Agrewal et al., als "[...] deep mental involvement in which their cognitive processes [...] cause a shift in their attentional state such

that one may experience disassociation from the awareness of the physical world.” (Agrewal et al., 2020, S. 407).

Der Unterschied in der Immersion lässt sich somit u.a. auf das Empfinden der erzählten Story zurückführen. Der Einschätzung der Probanden nach, war die Story des Namibia Videos um 1.2 Punkte spannender, was einen Unterschied von rund 59% darstellt.

Um nun den Einfluss der Immersion zu testen, wurde eine Korrelation mit der Beliebtheit des Videos berechnet. Zwar wurde eine positive Korrelation vermutet, doch sie fiel stärker aus als gedacht: Für Hamburg betrug der Spearman-Korrelationskoeffizient .401 für die Videobewertung und bei .453 für den Mittelwert der Szenebewertungen ($p < .05$). Für Namibia respektive .549 und .566 ($p < .01$). Nach Cohen liegt hier demnach eine mittlere und starke Korrelation vor (Cohen, J., 1988, zit. nach Hemmerich, o. J.). Die nachgewiesene Korrelation bedeutet, dass den Personen das Video umso besser gefällt, je mehr sie das Gefühl der Immersion spüren und in der anderen Welt sind. Das Ergebnis ist kongruent zu den Ergebnissen von Lo und Cheng, die auch einen positiven Effekt der Immersion auf die Einstellung der Kunden zu einem Produkt nachweisen (2020, S. 556).

Für das Unternehmen bedeutet dies, dass fortlaufend an einer Verbesserung der Immersion gearbeitet werden sollte. So sollte immer die bestmögliche Technik für eine gute Qualität genutzt werden, wie Nilsson et al. vorschlugen, als sie technische Komponenten der Immersion erklärten (Nilsson et al., 2016, S. 129). Weiterhin möglich ist das optimieren der Immersion durch z.B. Berücksichtigung der bisher ausgelassen Immersions-Attribute nach Winkler et al: *Social Interaction* und *Shared Experience* (2020, S. 1516).

Ein Multiplayer-Modus bietet demnach eine große Chance, das Produkt Skytrip weiter zu verbessern. Dadurch können sich Nutzer gegenseitig sehen (Perception of other Avatars), miteinander interagieren (Interaction between users) und die Erfahrung gemeinsam erleben (Shared Experience). Spherie ist bereits auf einem guten Weg, diese Aspekte zu implementieren. Im VRHQ läuft bereits eine Multiplayer-Version mit Avataren und Hand-Tracking, sprich Nutzer können ihre Handbewegungen in VR sehen und z.B. auf Tiere zeigen. Andere Personen sehen dies dann. Zusätzlich bieten Avatare den Vorteil, sehen zu können, wo die anderen Personen auf der Plattform stehen bzw. sitzen - dadurch bleiben Personen weniger auf ihrem Platz sitzen und wechseln auch mal den Platz (Feldnotizen während der Arbeit des Autors im VRHQ, persönliche

Kommunikation mit dem Servicepersonal). Das wiederum ermöglicht andere Perspektiven von der Plattform, wie wir im Teil Eye Tracking besprochen haben.

Für zukünftige Studien würde der Autor vorschlagen, auch Presence zu messen, da hier keine technologischen Aspekte der HMDs in die Betrachtung einfließen, welche sich nicht beeinflussen lassen, und die Literatur eher vergleichbare Studien für Presence aufzeigt (Agrewal et al., 2020, S. 407).

Auftreten von Motion Sickness im Skytrip. Doch was ist nun mit den Personen, die bereits Vorerfahrungen mit VR gemacht haben und dabei Symptome von MS erlebt haben? Tritt die Krankheit auch beim Skytrip auf, oder können diese Personen guten Gewissens auch die Erfahrung ausprobieren? Schließlich wäre es schade, eine ganze Gruppe von Personen durch negative Vorerfahrungen von CVR und dem Skytrip auszuschließen.

In unserer Studie sind Symptome von MS aufgetreten. Jedoch war dies zu erwarten, da kein Vehikel genutzt wurde und die Probanden demnach unmittelbar in der Luft fliegen. Personal des VRHQs berichtete dem Autor, dass dort fast nie Schwindel, Übelkeit oder Ähnliches auftritt (persönliche Kommunikation mit Servicepersonal). Daher besteht die Vermutung, dass die Plattform Motion Sickness effektiv verringert.

Im unabhängigen t-Test zwischen der ITB Umfrage (NA, Einzelspieler und Plattform) und der BU Umfrage (NA, Einzelspieler und kein Vehikel) wurden die Items Übelkeit (1), Schwindel (2) und Höhenangst(3) miteinander verglichen. Erstaunlicherweise gab es bei keinem der Items einen signifikanten Unterschied ($df = 112$, $t_1 = .336$, $p_1 = .737$ / $t_2 = -1.695$, $p_2 = .093$, $t_3 = -.384$, $p_3 = .702$). Das bedeutet, dass alle Symptome von Motion Sickness auftreten, egal ob ein Vehikel genutzt wird oder nicht. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Videos Hamburg und Namibia in der Beurteilung von MS, gleiches gilt für die Daten der ITB. Die Vermutung des Unternehmens, dass Personen im Hamburg Video eher Höhenangst empfinden, ist demnach nicht verifizierbar.

Eine mögliche Begründung für die Aussage der VRHQ-Mitarbeiter ist, dass die Symptome wie Schwindel oder Höhenangst zwar auftreten, jedoch nur in geringem Maße. Die Kunden berichten möglicherweise nicht von den Symptomen, weil diese nicht stark genug sind oder sie vor den Mitarbeitern nichts Negatives über das Produkt sagen wollen. Ebenso könnte es sein, dass die Mitarbeiter unter MS etwas anderes verstehen als der Autor und

nur starke Symptome (Erbrechen, Taumeln, direktes Absetzen der Brille) in ihrer Aussage berücksichtigen.

Der Einfluss von MS auf die Videobewertung wurde jedoch belegt. Es besteht eine mittlere bis große negative Korrelation (Tab. 7). Für Hamburg betrug der Wert -0.411 für die Videobewertung ($p < .05$) und -0.502 für den Mittelwert der Szenebewertungen ($p < .01$). Für Namibia wurden Werte von -0.401 und -0.307 ($p < .05$) nachgewiesen. Das bedeutet, je mehr Motion Sickness ein Gast erlebt, desto schlechter bewertet er das gesehene Video. Dies ist nicht überraschend.

Da MS anscheinend weder vom Inhalt des Videos noch von der Plattform beeinflusst wird, müssen wir uns damit abfinden. Das Einzige, was Spherie tun kann, ist die technischen Aspekte wie Bildrate und Latenz möglichst hoch zu halten, wie von Bezmalinovic (2022) vorgeschlagen. Dabei sind wir jedoch durch die Leistung der HMDs, die Editing-Software und Kameras begrenzt. Im Falle des Skytrips sprechen wir von Prozess-Datenmengen im Terabyte-Bereich für ein Video.

Aber wie gut gefallen den Kunden die Videos? Der Einfluss von MS und Immersion auf das Video ist nun bekannt. Ebenso, welche Werbewirkungseffekte durch das Video erzielt werden. Doch wie haben den Gästen die Videos inhaltlich gefallen?

Generell wurden beide Videos als positiv bewertet (Hamburg 7.467 Punkte, Namibia 8.833 Punkte auf einer Skala von 1-10), Namibia kam jedoch besser an. Den Unterschied erklärt der Autor überwiegend mit der Stichprobe. Hamburger kennen alle der gezeigten Szenen und folgen weniger der Story an sich, sondern verbringen mehr Zeit mit der Erkundung der Gegend: "Schau mal, da wohne ich!", "Ich bin Hamburger, mich interessieren die unbekannteren Dinge mehr", "Den Michel sehe ich aus meiner Küche", "Kann ich [bis] nach Horn schauen?" oder "Da unten ist Überquell!" (Feldnotizen, 01.06.2023), sind Kommentare der Probanden während des Skytrips. Noch deutlicher ist der Kommentar einer Studierenden: "Ich habe die ganze Zeit mit euch [den anderen aus der Gruppe] geredet, ich habe gar nicht zugehört." (Feldnotizen, 01.06.2023). In der Analyse des Blickverhaltens lässt sich dies nicht erkennen bzw. zeigt sich im VRHQ ein ähnliches Muster, da viele der Besucher aus Hamburg kommen.

Zwischen den einzelnen Szenen zeigen sich Unterschiede in der Bewertung. Für das Hamburg-Video pendeln die Mediane zwischen 7 und 8. Damit kann Spherie zufrieden sein. Eine einfaktorielle ANOVA ergibt

keinen Unterschied zwischen den Szenen. Die einzigen Ausnahmen sind die beliebteste Szene, der Große Saal, und der Flug in die Elbphilharmonie. Daraus lassen sich jedoch keine Entscheidungen für Änderungen am Video ableiten. Es scheint nicht effektiv zu sein, mehr vom großen Saal zu zeigen, da die Szene dann bekannt ist. Ebenso ergibt es keinen Sinn, die unbeliebte Szene wegzulassen, da sie eine wesentliche Rolle für die Story spielt. Sie bildet den Übergang von draußen nach drinnen und die Sprecherin erzählt den Hintergrund, wodurch eine Spannungskurve aufgebaut wird. Es sind anscheinend keine weiteren Anpassungen am Video nötig.

Für das Namibia-Video ergibt sich ein ähnliches Bild. Eine ANOVA zeigt signifikante Unterschiede zwischen den Szenen, weshalb wir uns den Boxplot genauer anschauen. Die Boxen befinden sich überwiegend zwischen 7-9 Punkten, einige erreichen sogar die Maximalpunktzahl, was auf sehr beliebte Szenen deutet. Besonders in den ersten Hälfte des Videos erreichen die Antennen Werte im unteren Viertel. Am unbeliebtesten sind die Szenen Werte bis zu 1 und einige Ausreißer sind erkennbar. Was hat den Personen nicht gefallen? Die unbeliebtesten Szenen sind Nummer 1, 2, 5, 6, 10 und 18. Szenen 1 und 2 sind eigentlich eine lange Szene. Vielleicht zu lang? Es dauert ganze 25 Sekunden, bis die Zuschauer den Rand des Wasserlochs erreichen. Diese könnte man kürzen und weniger Zeit zum ersten AOI verstreichen lassen. Der Berg Spitzkoppe bildet die Szene fünf. Die Personen schauen zwar teilweise den Berg hoch, doch der Großteil schaut auf den Rand des Berges frontal im Bild oder in die karge Landschaft. Das Bild ist vielleicht zu monoton und könnte durch ein spannenderes ersetzt oder weggelassen werden. Direkt im Anschluss folgt der Flug durch die Lodge, Szene 6. Diese bricht den Flug durch die Natur und die Personen sehen überwiegend einen dunklen Einflug und einen unmittelbaren Flug zurück ins Helle. Ein kleiner Teil sieht die Person hinter der Theke, doch zum Umschauen ist die Szene mit rund sechs Sekunden zu kurz. Sie sollte ausgelassen werden oder durch eine längere ersetzt werden, sofern es das Schnittmaterial hergibt. Szene 10 ist ein 26 Sekunden dauernder Flug in Richtung Häuser und an ihnen vorbei. Erst im zweiten Abschnitt an den Häusern vorbei kann man Details erkennen. Während dem Anflug schweifen die ersten durch die Gegend und schauen sich um. Der Autor schlägt vor, beide Teile der Szene jeweils zu kürzen. Die letzte unbeliebte Szene ist Nummer 18, in der Tiere nur entfernt zu sehen sind und die grüne Landschaft, mit Ausnahme des Hügels, ziemlich ähnlich aussieht. Dem Hinweis, hinter sich Mount Etjo zu sehen, versuchen viele zu folgen, schauen jedoch nach links statt rechts hinten und verpassen ihn. Hier sollte man überlegen, die Instruktion klarer

zu formulieren, z.B. *In Richtung der untergehenden Sonne sehen Sie hinter sich Mount Etjo in der Ferne!*

Eine Abfrage der Beliebtheit der Szenen könnte Spherie in Zukunft nutzen, um die besten Szenen für größere Produktionen auszuwählen und repetitive oder visuell weniger ansprechende Szenen auszusortieren.

Aktuell wird noch kein Arbeitsprozess zur Bewertung der Szenen in der Produktion genutzt. Bisher entscheidet allein der Verantwortliche der Post-Produktion nach seiner visuellen Erfahrung und nach seinem Bauchgefühl. Die erstellte Umfrage stellt einen Vorschlag dar, wertvolles Kundenfeedback zur Beliebtheit einzelner Szenen einzuholen. Im Idealfall sollte sie durch mündliches Feedback zur Erklärung der Bewertungen ergänzt werden. Doch neben der Szenenbewertung ist das Eye Tracking ein aufschlussreiches Tool, wie im folgenden diskutiert wird.

6.2 Nutzen von Eye Tracking zur Analyse der CVR Videos

Das aktuelle Kapitel wertet die Eye-Tracking-Ergebnisse der Studie aus und beschreibt sowohl Vorteile, Nachteile, als auch die Implikationen im unternehmerischen Alltag. Geleitet wird das Kapitel von der Frage, inwiefern Eye-Tracking bei der Auswertung von CVR-Videos hilft (Forschungsfrage 2) und der daraus resultierenden Hypothese: Sehen Kunden alle vom Produzenten angenommenen AOIs? Sind angenommene AOIs, wie z.B. Tiere, besonders aufmerksamkeitsstark? Wird der Skytrip in 360° wahrgenommen? Und welchen Einfluss haben Vehikel und Spielmodus auf das Blickverhalten der Kunden?

Die Eye Tracking Daten zeigen die Augenbewegungen und in der Heatmap sind Bewegungen wie z.B. Smooth Pursuit sichtbar, die Augen verfolgen langsam und ohne Sakkaden ein bewegendes Objekt, z.B. bei den Giraffen, S3 (Wesermann, o. J.). Welche Bewegungen wann genau vorliegt, lässt sich aus den Heatmaps nicht ablesen.

Zuerst wurden die Heatmaps der verschiedenen Datensätze und beider Stimuli angeschaut. Für Namibia wurde eine hohe Deckung der Aufmerksamkeit auf den angenommenen AOIs beobachtet, unabhängig von der Gruppe. Während einiger Szenen wurde eine komplette AS, z.B. S2, S4, S7, S8 beobachtet. Die Aufmerksamkeit der Personen bleibt an den AOIs hängen (Jun et al., 2022, S. 8). Da die AOIs in der Regel Tiere sind, sind diese auch besonders aufmerksamkeitsstark. Szenen, in denen lediglich Landschaft gezeigt wird, zeigen etwas weniger übereinstimmende Blicke. Besonders starke AS weist z.B. die erste Elefantenszene (S6, S7)

auf, alle Blicke verteilen sich über einen horizontalen Abschnitt von lediglich 20° und einen vertikalen Abschnitt von ca. 10°. Die Synchronität ist somit höher vertikal als horizontal, was sich mit den Ergebnissen von Breathnach deckt (2016, S. 11). Direkt über und unter dem Elefanten sind jedoch Himmel und karger Boden, dies ist nicht sonderlich interessant und kann diese Differenz erklären. Sobald man jedoch am Elefanten vorbeifliegt, wird dieser von der BU-Gruppe verfolgt und in den anderen beiden Gruppen bleibt ein großer Teil im Zentrum der Flugrichtung, ohne den Elefanten weiter zu sehen. Eine logische Erklärung dafür ist das Vehikel. Es verdeckt bei den rechten und mittleren Sitzplätzen den Blick auf den Elefanten (Abb. 9). Ein ähnliches Phänomen ist bei der Wüstenszene sichtbar, als Personen der BU-Gruppe den Geländewagen verfolgen und die anderen beiden Gruppen zu einem signifikanten Teil in der Mitte bleiben. Eine Implikation, die sich daraus ergibt, ist, dass wichtige Objekte nicht vom Vehikel verdeckt werden sollten.

Im Hamburg Skytrip herrscht über die Gruppen hinweg eine auffällig hohe Deckungsgleichheit. Zwischenzeitlich fragt man sich, ob nicht die gleichen Heatmaps abgebildet werden.

Weniger wichtige Objekte können verdeckt bleiben, denn auch einige Ausnahmen existieren immer: Personen, die sich gerade in alle Richtungen umschauchen. Diese haben wir in der Auswertung als Grundrauschen bzw. Ausreißer bezeichnet. Vielleicht interessiert sie die aktuelle Szene nicht oder etwas anderes hat ihre Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Ziel von CVR ist schließlich, die Möglichkeit der Exploration zu bieten. Wer diese nutzt, sollte entweder durch ein sich bewegendes AOI angeregt werden oder entscheidet sich zum Abweichen von der Norm, zum Umschauchen. Die Angst, etwas zu verpassen und sich deshalb umzuschauen (Rothe et al., 2019, S. 17), konnte nicht beobachtet werden.

Besonders zu Beginn der Szenen orientieren sich Personen neu, oftmals auch in Flugrichtung, in der Mitte. Durch die periphere Vision erkennen Nutzer schnell neue AOIs und springen durch Sakkaden zur neuen Position, dies deckt sich mit den Beobachtungen von Farmer et al. (2021, S. 30f). Sich bewegende AOIs werden besonders schnell gefunden und halten die Aufmerksamkeit (S16, S9, S7). Dies sind oft Tiere oder auch Menschen (S2, S11, S21), wie bereits Smith und Mital beschrieben (2013, S. 19). Auch Sitzmann (2016, S. 8) beschreibt das schnelle Auffinden der AOIs und die darauf folgenden AS. Ein Abdriften der Aufmerksamkeit im Verlauf der Szene (Farmer et al., 2021, S. 30) wurde nicht festgestellt.

Der Center Bias (Judd et al., 2010, S. 2110; Sitzmann et al., 2016, S. 3) konnte stark beobachtet werden. Dies liegt auch daran, dass viele wichtige AOs absichtlich in die Mitte gesetzt wurden. Ebenso wurde der Horizont-Bias (z.B. letzte Szene) und der Gesichter-Bias festgestellt (Judd et al., 2010, S. 2110), z.B. in der Lodge (S6). Zuletzt wurde vor allem im Hmburg Video (Szene Großer Saal, Außenalster und Szene Jungfernstieg) festgestellt, dass Personen von kontrastreichen AOs unbewusst angezogen werden (Judd et al., 2010, S. 2110). Sie schauen nach Szenenwechsel direkt auf die hellen und anders geformten Stellen, wenn sie in ihrer peripheren Sicht liegen.

Für Namibia nicht bestätigt wurde hingegen die These nach Jun et al. (2022, S. 8), dass 40% aller Nutzer in den ersten 20 Sekunden die gesamten 360° erkunden. Dies mag für statische Stimuli stimmen, nicht jedoch in diesem Fall. Für Hamburg schauen sich die Personen jedoch in vielen Szenen über die gesamten 360° hinweg um und nutzen die Möglichkeit des Mediums.

Personen im VRHQ und auf der OMR unterscheiden sich in ihrem Blickverhalten. Personen im VRHQ schauen sich mehr in 360 Grad um und folgen stärker den AOs (S5, S17, S18) als Personen auf der OMR. Es kann jedoch nicht genau gesagt werden, ob dies am Multiplayer liegt und sich Personen gegenseitig auf AOs aufmerksam machen durch die Avatare, oder ob Personen im VRHQ eine höhere Vorerfahrung in VR haben und sich deshalb mehr umschauchen, wie von Jun et al. (2022, S. 6) beschrieben wird. Dass sich Personen in der BU-Gruppe noch stärker umschauchen, deutet auf die Rolle des Vehikels hin, welches die Flugrichtung für unerfahrene Nutzer als Blickrichtung vorgibt. In der BU-Gruppe ist dieses nicht vorhanden und nur die AOs leiten die Aufmerksamkeit. Der Autor denkt, dass sich mit gesteigerter Vorerfahrung im VRHQ die Nutzer eher von der Norm der Plattform lösen und sich umschauchen.

Hypothesen 8 und 9 ergaben signifikante Unterschiede, sowohl im Vehikel als auch im Spielmodus, und wurden abgelehnt. Das Vehikel beeinflusst das Blickverhalten - sei es Ohne, Libelle oder die Plattform. Libelle und kein Vehikel verdecken weniger des Geschehens auf dem Boden und sorgen dafür, dass die Nutzer mehr nach unten schauen. Im Falle der Plattform wurde ein Unterschied von durchschnittlich -92 Pixeln für die Variante ohne Vehikel und -120 Pixeln weiter für die Libelle festgestellt. Der Unterschied zwischen Libelle und keinem Vehikel beträgt 28 Pixel, was umgerechnet jedoch nur 1.2° sind. Dies hält der Autor für vernachlässigbar, da nach Cohen kein Effekt vorliegt ($d < 0.2$). Sowohl bei Libelle als auch ohne schauen die Nutzer durchschnittlich einige Grad weiter nach rechts. Dies

könnte auch durch die Plattform bedingt sein, deren Vorderseite leicht nach links gedreht ist und die sich damit nicht gerade in Flugrichtung bewegt. Für den Hamburg Skytrip ergibt sich erneut ein Gegenteiliges Bild. Nutzer schauen sich unabhängig vom Vehikel und Spielmodus gleich um. Daher ist in Bezug auf das Vehikel ist der Unterschied im Inhalt an sich wichtig zu erwähnen. Während in Namibia teils starke Differenzen zwischen den Vehikeln auftreten, so sind beide Hamburg Datensätze nahezu deckungsgleich. Dies könnte daran liegen, dass die AOIs im Hamburg Video anders ausgebaut sind. Sie liegen generell höher und erstrecken sich über einen größeren Raum, z.B. der Große Saal der Elbphilharmonie ist im Ganzen ein AOI, Nutzer schauen sich um, anstelle auf einem AOI wie dem Auto in Namibia (S 20) zu verharren. Hamburg motiviert die Nutzer eher dazu, sich Umzuschauen z.B. Szene 12, der Blick über die Binennalster im Vergleich zu Namibia Szene 9, wo außer der Antilopenherde nur karge, uninteressante Landschaft zu sehen ist.

Im Vergleich zwischen Single- und Multiplayer ergeben sich ebenfalls Differenzen der durchschnittlichen Blickrichtungen. So schauen die Personen im Multiplayer um 83 Pixel weiter nach rechts ($p < .001$, $d = .324$) und 92 Pixel weiter nach unten ($p < .001$, $d = .870$). Anhand der jeweiligen SD können wir erkennen, dass die VRHQ Multiplayer Gruppe generell weiter vom Mittel abweicht und sich damit mehr umschaute. Dieser Unterschied kann von den Avataren verursacht sein, da sich die Nutzer gegenseitig anschauen oder sich auf AOIs abseits der Mitte hinweisen. Eine weitere Möglichkeit, diese Beobachtung zu erklären, liegt in der Vorerfahrung der Nutzer mit VR. Diese geht stark mit einer höheren Exploration der Szene einher, wie Jun et al. (2022, S. 6) berichten. Es wird angenommen, dass die Nutzer im VRHQ mit VR vertrauter sind, da sie vor dem Skytrip in der Regel einige andere VR-Stationen durchlaufen. Vermutlich wird es eine Mischung aus beidem sein. Für einen akkuraten Nachweis des Effekts hätte die Stichprobe der OMR in zwei Hälften geteilt werden müssen: einerseits mit und andererseits ohne Multiplayer. Dies war jedoch im Messe-Alltag sowie technisch nicht möglich.

Die vorliegende Studie hat als eine der ersten bewegende CVR Videos genutzt, bei denen die Kamera nicht fest auf einem Stativ installiert ist. Sie konnte bereits vorher festgestellte Effekte (z.B. den Center Bias) per Eye Tracking verifizieren und nachweisen, auf welche AOIs die Nutzer schauen. Der Einfluss des Vehikels auf die Blickführung konnte nachgewiesen werden. Weitere Fragestellungen sowie Implementierungen ergeben sich aus den Aspekten Immersion und Multiplayermodus. Immersion, MS und Werbewirkungseffekte wurden erstmals quantitativ im Skytrip nachgewiesen, und die Umfrage bietet einen Vorschlag, um in Zukunft

weitere große VR-Produktionen wie Spherics vorab zu testen. Wie Anhand der Einordnung des Syktrips in eines der DOF-Systeme im Forschungsstand, wurden bereits einige Schwierigkeiten der Arbeit gesehen. Daher soll es im Folgenden um die Einschränkungen der aktuellen Arbeit gehen.

6.3 Limitationen

Die vorliegende Arbeit unterliegt einigen Limitationen, sowohl technischer als auch praktischer Natur. Daher soll dieses Kapitel aufzeigen, was der Autor und zukünftige Forscher besser machen und beachten sollten.

Technisch gesehen ist eine der gravierendsten Limitationen die unzureichende Aufnahme Frequenz des Eye Trackers und eine fehlende Kalibrierung des Pico Headsets. Hinzu kommen die fehlenden Reliabilitäts- und Akkuratheitsmaße. Bis zur Einführung der Kalibrierung war zudem nicht bekannt, dass Brillengestelle möglicherweise die Kamera des Eye Trackers blockieren und die Aufnahmen dadurch verfälscht sein könnten. 67% der Deutschen sind Brillenträger, wobei 38.1% sie ständig tragen (Berufsverband der Augenärzte Deutschlands e.V., o. J.). Würde das auf die Stichprobe übertragen werden, wären mindestens 38,1% der Ergebnisse ungültig und müssten aussortiert werden.

Des Weiteren ergibt sich aus dem Skytrip eine große Anzahl zu unterscheidender Variablen (Vehikel, Spielmodus, Fassung des Videos, Zielgruppe usw.). Diese erschwert eine exakte Trennung einzelner Testmodifikationen. Unternehmensbedingt war es beispielsweise nicht möglich, beim AMES-Abend die lange Fassung zu zeigen, um eine bessere Vergleichbarkeit zu erzielen oder die Zielgruppe auf der OMR oder im VRHQ zu bestimmen.

Die Zielgruppe auf der OMR bestand überwiegend aus jungen, urban geprägten, intellektuellen und gut bezahlten Europäern mit wenig Vorerfahrung in VR. Im VRHQ hingegen waren es Familien und Jugendliche, denen vorher bereits andere VR-Stationen gezeigt wurden. Dies legt die Vermutung nahe, dass sie geübter in VR sind und den Stimulus deswegen gestreuter anschauen, nicht wegen des getesteten Multiplayer-Modus. Die Umfrage wurde ebenfalls nur von jungen Europäern, speziell aus Hamburg, ausgefüllt. Hätte eine ähnliche Zielgruppe aus beispielsweise Österreich anders auf die Hamburg-bezogenen Fragen geantwortet? Möglich. Noch zugespitzter gefragt, hätte eine südafrikanische Zielgruppe genauso auf die

Namibia-bezogenen Fragen geantwortet? Vielleicht nicht, es ist schließlich das Nachbarland.

Immersion ist und bleibt ein schwierig zu quantifizierendes Konstrukt mit jeweils eigenen Einflussfaktoren wie Presence, Flow oder Concentrated Attention, die jeweils mehrere eigene Items zur Messung aufweisen. Auch die technischen Gegebenheiten des Systems und individuelle Reaktionen zählen dazu. Die in dieser Studie genutzten Items wurden in dieser Kombination noch nicht bestätigt oder mit Gewichtungen versehen. Zudem fehlten drei der Items der ursprünglichen Quelle, da diese sich auf Multiplayer-Systeme bezogen und beim getesteten Skytrip nicht zutrafen.

Ähnliches gilt für Motion Sickness. Das für Flugsimulatoren genutzte SSQ wird zwar oft kritisiert, ermöglicht aber die beste Vergleichbarkeit zwischen Studien. Es war mit über 20 Items jedoch zu lang für diese Studie. Künftig sollte vermehrt mit Umfragen gearbeitet werden, die auf VR ausgelegt sind, beispielsweise dem VIMS Susceptibility Questionnaire nach Keshavarz et al. (2023, S. 122). So berichteten Teilnehmer oft von allgemeinem Unwohlsein, was jedoch nicht Teil der Umfrage-Items war (Feldnotizen 01.06.2023).

Für kleine bis mittlere Effekte nach Cohen hat eine Stichprobe von 30 Probanden bei der Umfrage nicht genügend statistische Power. Dementsprechend müssten eventuell einige Ergebnisse als nicht gültig betrachtet werden.

Für die Eye-Tracking-Ergebnisse liegen für die BU-Studie ebenfalls nicht mehr Daten vor. Die durchgeführte Mittelwertberechnung berücksichtigt diese unterschiedlichen Stichprobengrößen nicht. Für die t-Tests und ANOVA liegen jeweils so viele Datenpunkte wie Timestamps (ca. 3800 für Namibia) vor. Dies könnte möglicherweise alle Berechnungen beeinflussen. Für die visuelle Analyse gilt das Gleiche. Möglicherweise sind beispielsweise die Ergebnisse BU vs OMR nur durch Zufall entstanden, da sich die Probandenzahl um einen Faktor 10 unterscheidet und die BU-Stichprobe möglicherweise nicht die Grundgesamtheit repräsentiert. Ebenso müsste für den Nachweis des gesteigerten Werbewirkungseffekts eine Kontrollgruppe gebildet werden, um den Einfluss von CVR mit einem inhaltlich gleichen Stimulus in einem konventionellen, linearen Video (z.B. TV-Spot) zu vergleichen: Unterscheiden sich die Differenzen der Post-Stimulus-Ergebnisse signifikant? Durch einen ungepaarten t-Test wäre dies gut zu überprüfen.

Bachelorthesis: What are you looking at?

Was kann nun aus dieser Arbeit mitgenommen werden? Im Fazit beschreibt der Autor alle möglichen Implikationen und fasst die Arbeit zusammen.

7. Fazit und Implementation

Was kann die Wissenschaft und was kann das Unternehmen Spherie aus der vorliegenden Arbeit lernen? Wie kann Spherie die Effektivität des Skytrips erhöhen und inwiefern hilft Eye Tracking bei der Evaluation des Nutzerverhaltens in Cinematic Virtual Reality?

Es konnten abhängig vom Stimulus signifikante Werbewirkungseffekte in einer Within-Subject-Studie nach dem SOR-Modell nachgewiesen werden (H1), woraus sich Skytrip-Verkaufsargumente für die Reiseindustrie und den Tierschutz ableiten lassen. Je nach Zielgruppe und Zweck (Entertainment? Spenden sammeln? Reisen verlaufen?) sollte über spezifische Anpassungen und Call-to-Actions nachgedacht werden.

Die gemessene Immersion wirkt sich positiv auf die Videobewertung aus (H2). Im Rahmen der Immersion gibt es noch offenes Potenzial im Bereich des Multiplayers und dem gemeinsamen Erleben des Skytrips. Die Forschung deutet darauf hin, dass die Immersion dadurch noch erhöht werden kann (Winkler et al., 2020, S. 1516). Der Spielmodus Multiplayer bewirkt eine stärkere Verteilung der Blicke (H9), was mutmaßlich durch Avatare und Interaktionen verursacht wird. Die Messung der Immersion sollte deshalb mit Hilfe der Umfrage im VRHQ stattfinden und mit den bisherigen Ergebnissen verglichen werden.

Symptome von Motion Sickness sind negativ korreliert mit der Videobewertung der Kunden (H3). Auch Motion Sickness bildet somit eine Stellschraube, anhand derer das Produkterlebnis optimiert werden kann. Entgegen der Erwartung bleibt Motion Sickness trotz der Plattform ein auftretender Effekt, dessen Wirkungsweise noch erforscht werden muss. Hier kann Spherie lediglich die technischen Aspekte optimieren, nicht jedoch die psychologischen.

Eye Tracking Daten erlauben Rückschlüsse auf das Kundenverhalten und können in Kombination mit den Szenenbewertungen genutzt werden, um Verbesserungen am Skytrip vorzunehmen, indem schlechter bewertete Szenen begutachtet und ggf. abgeändert werden (H4). Dies ist als Vorgehensweise für zukünftige, kostenintensive Produktionen von neuen Skytrip-Videos als Pre-Test bzw. Marktforschung der ersten Videoverionen zu empfehlen.

Zukünftig können mit der konzipierten Umfrage und Eye-Tracking-Technik auch weitere Stimuli getestet werden, um Aussagen zu Motion Sickness, Immersion und das Blickverhalten über mehrere Stimuli hinweg für

allgemeingültig zu erklären oder Widersprüche zu finden. Anders als ursprünglich angenommen, haben das genutzte Vehikel und der Spielmodus einen Einfluss auf das Blickverhalten der Kunden (H8 und H9). Das Vehikel öffnet die Perspektive nach unten oder verdeckt einige Elemente und zieht Blicke durchschnittlich eher nach oben und in die Mitte. Dies sollte bei zukünftigen Produktionen bedacht werden und lieber nicht zu hoch mit der Sphäre-Drohne über AOIs geflogen werden, da dann die Sicht in der Plattform verdeckt ist.

Durch Eye Tracking beider Stimuli in unterschiedlichen Test-Settings wurde gezeigt, dass Kunden alle angenommenen AOIs sehen (H5) und dass die Tiere als bewegte AOIs besonders aufmerksamkeitsstark sind, wie von den Produzenten angenommen (H6). Nach Szenenwechseln orientieren sich die Nutzer neu und werden auf neue AOIs in ihrer peripheren Sicht aufmerksam. Ungünstig wäre, ein AOI auf der entgegengesetzten Seite des vorherigen AOIs zu positionieren. Wird es in der peripheren Sicht positioniert, müssen Produzenten weniger Sorge haben als angenommen, dass Kunden dauerhaft die Story-Elemente durch die 360°-Natur des Contents verpassen. Stattdessen kann mit den einzigartigen Bedingungen in vollsphärischem Content gespielt werden, um das Potential von 360°-Videos auszunutzen (H7). Verschiedene weniger story-relevante AOIs in einer Szene sind möglich, sodass nicht jeder Kunde komplett das gleiche sieht und sich Kunden gegenseitig auf Objekte hinweisen oder sich über ihre Entdeckungen austauschen können. Hier kommt erneut der soziale Aspekt der Immersion zur Geltung. Dies jedoch unter der Voraussetzung, dass alle Kunden genügend Zeit zur Exploration der Szenen haben.

Speziell in der Bildmitte lag die Aufmerksamkeit aller Gruppen, der Center Bias und der Horizont Bias funktionieren somit auch bei bewegten Stimuli wie dem Skytrip (Vgl. Judd et al., 2010, S. 2110; Sitzmann et al., 2016, S. 3). Hier sollten also besonders relevante Objekte und Story-Elemente positioniert werden. Sofern Kunden bewegte AOIs verfolgen, kann auch das nächste AOI an der gleichen Stelle eingesetzt werden wie das vergangene, wie in beiden Elefanten-Szenen demonstriert wurde, um die Attentional Synchrony aufrechtzuerhalten.

Spannende Fragen, die sich aus den Experimenten ergeben, sind z.B. der Einfluss von Aufgaben auf das Blickverhalten. Was passiert mit dem Blickverhalten, wenn man z.B. Spielelemente in den Skytrip einbaut? Schließlich stellte bereits Alfred Yarbus, Mitbegründer des Eye Trackings, in seinem Grundlagendwerk *Eye Movements and Vision* aufgabenbezogene Unterschiede im Blickverhalten fest (Yarbus, 1967, S. 192)) Wird die Attentional Synchrony komplett aufgehoben, wie einige Autoren

feststellen (Smith & Mital, 2013, S. 19)? Wird die Immersion steigen? Oder bewegen sich die Personen mehr und erfahren dadurch eher Motion Sickness? Oder wird das Apple Vision Pro HMD so gut und natürlich wirken, dass Personen nie wieder unter Motion Sickness leiden? Die Versprechungen der Technologie für die Zukunft bleiben hoch und Spherie trägt durch die Drohnentechnik zur Aufnahme von CVR-Videos seinen Teil dazu bei.

Zu Beginn der Arbeit wurde Steven Spielberg nach Bahr (2018) zitiert. Seine Bedenken bezüglich der Herausforderungen beim Storytelling in der virtuellen Realität (VR) erscheinen berechtigt, doch diese Arbeit möchte darauf antworten: Nein. Die Zuschauer wissen intuitiv, wohin sie schauen sollen und folgen den relevanten Objekten. Wir sollten ihnen zutrauen, der Story zu folgen. Es geht bei der Cinematic Virtual Reality nicht um *“[...] looking all around the world and taking [the] eye off the bouncing story ball [...]”* (zit. nach Bahr, 2018), sondern darum, sich die Eigenheiten des Mediums zu Nutzen und damit zu spielen. Wir sollten Story Elemente für den Zuschauer logisch nachvollziehbar im Raum positionieren, mit entsprechend subtilen Hinweisen versehen und interagieren lassen, um neue, immersive Welten des Storytellings zu öffnen.

Literaturverzeichnis

Affinity Foto Help. (o. J.). *Equirectangulare Projektionen*. Equirectangulare Projektionen. Abgerufen 18. Juli 2023, von <https://affinity.help/photo2/de.lproj/index.html?page=pages/LiveProjection/equirectangular.html?title=Equirectangulare%20Projektionen>

Agrewal, S., Simon, A. M. D., Bech, S., Bærentsen, K. B., & Forchammer, S. (2020). Defining Immersion: Literature Review and Implications for Research on Audiovisual Experiences. *Journal of the Audio Engineering Society*, 68(6), 404–417. <https://doi.org/10.17743/jaes.2020.0039>

Albert, B., Tullis, T., & Albert, W. (2013). *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*. Elsevier Science & Technology. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/brand-university/detail.action?docID=1204543>

Apple. (2023). *Apple Vision Pro*. Apple. <https://www.apple.com/apple-vision-pro/>

Bahr, L. (2018). *Steven Spielberg Reflects On Experiential Promise, Storytelling Limitations of VR*. SHOOTonline. <https://www.shootonline.com/news/steven-spielberg-reflects-%C2%A0experiential-promise-storytelling-limitations-%C2%A0vr>

Berufsverband der Augenärzte Deutschlands e.V. (o. J.). *BVA Presse—Brillen*. Abgerufen 16. Juli 2023, von <https://www.augeninfo.de/offen/index.php?themenseite=Brillen->

Bezmalinovic, T. (2022, November 16). *Motion Sickness: Was ist das und*

wie kann ich es verhindern? MIXED.

<https://mixed.de/motion-sickness-guide/>

Bimberg, P., Weissker, T., & Kulik, A. (2020). On the Usage of the Simulator Sickness Questionnaire for Virtual Reality Research. *2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, 464–467.

<https://doi.org/10.1109/VRW50115.2020.00098>

Bos, J. E., Bles, W., & Groen, E. L. (2008). A theory on visually induced motion sickness. *Displays*, 29(2), 47–57.

<https://doi.org/10.1016/j.displa.2007.09.002>

Boyle, L. (2013). *Die Barker-Familie: Panorama-Maler*. JaneAusten.co.uk.

<https://janeausten.co.uk/de/blogs/authors-artists-vagrants/the-barker-family-panorama-painters>

Breathnach, D. (2016). Attentional Synchrony and the Affects of Repetitive Movie Viewing. In D. Greene, B. M. Namee, & R. Ross (Hrsg.), *Proceedings of the 24th Irish Conference on Artificial Intelligence and Cognitive Science* (Bd. 1751, S. 260–271). CEUR.

https://ceur-ws.org/Vol-1751/#AICS_2016_paper_57

Dede, C. (2009). Immersive Interfaces for Engagement and Learning.

Science, 323(5910), 66–69. <https://doi.org/10.1126/science.1167311>

Dodgson, N. A. (2004). Variation and extrema of human interpupillary

distance. *Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XI*, 5291, 36–46. <https://doi.org/10.1117/12.529999>

Doerner, R., Broll, W., Jung, B., Grimm, P., Göbel, M., & Kruse, R. (2022).

Introduction to Virtual and Augmented Reality. In R. Doerner, W.

Broll, P. Grimm, & B. Jung (Hrsg.), *Virtual and Augmented Reality (VR/AR): Foundations and Methods of Extended Realities (XR)* (S. 1–37). Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-79062-2_1

Doerner, R., & Steinicke, F. (2022). Perceptual Aspects of VR. In R.

Doerner, W. Broll, P. Grimm, & B. Jung (Hrsg.), *Virtual and Augmented Reality (VR/AR): Foundations and Methods of Extended Realities (XR)* (S. 39–70). Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-79062-2_2

Doty, T., Kelly, J., Dorneich, M., & Gilbert, S. (2023). *Does interpupillary distance (IPD) relate to immediate cybersickness?* 661–662.

<https://doi.org/10.1109/VRW58643.2023.00173>

Drewes, H., Müller, E., Rothe, S., & Hussmann, H. (2021). Gaze-Based

Interaction for Interactive Storytelling in VR. In L. T. De Paolis, P. Arpaia, & P. Bourdot (Hrsg.), *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics* (Bd. 12980, S. 91–108). Springer International

Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4_8

EyeSee. (2014). Eye Tracking Through History. *Medium*.

<https://medium.com/@eyesee/eye-tracking-through-history-b2e5c7029443>

Farmer, H., Bevan, C., Green, D., Rose, M., Cater, K., & Stanton Fraser, D.

(2021). Did you see what I saw?: Comparing attentional synchrony during 360° video viewing in head mounted display and tablets. *Journal of Experimental Psychology. Applied*, 27(2), 324–337.

<https://doi.org/10.1037/xap0000332>

Foscht, T., Swoboda, B., & Schramm-Klein, H. (2015a). Bezugsrahmen zur

Analyse der Kaufprozesse bei Konsumenten. In T. Foscht, B.

Swoboda, & H. Schramm-Klein (Hrsg.), *Käuferverhalten:*

Grundlagen—Perspektiven—Anwendungen (S. 19–36). Springer

Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-08549-0_4

Foscht, T., Swoboda, B., & Schramm-Klein, H. (2015b).

Kaufentscheidungen von Konsumenten und Organisationen. In T.

Foscht, B. Swoboda, & H. Schramm-Klein (Hrsg.), *Käuferverhalten:*

Grundlagen—Perspektiven—Anwendungen (S. 11–16). Springer

Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-08549-0_3

Gebhardt, L. (2021). *Cronbachs Alpha verständlich erklärt! Bachelorprint.de*

<https://www.bachelorprint.de/statistik/cronbachs-alpha/>

Gianaros, P. J., Muth, E. R., Mordkoff, J. T., Levine, M. E., & Stern, R. M.

(2001). A Questionnaire for the Assessment of the Multiple

Dimensions of Motion Sickness. *Aviation, space, and environmental*

medicine, 72(2), 115–119.

Goldberg, J., & Helfman, J. (2010). *Visual scanpath representation.*

203–210. <https://doi.org/10.1145/1743666.1743717>

Golding, J. F., Rafiq, A., & Keshavarz, B. (2021). Predicting Individual

Susceptibility to Visually Induced Motion Sickness by Questionnaire.

Frontiers in Virtual Reality, 2.

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2021.576871>

Google for Developers. (2018). *Degrees of freedom | Google VR.* Google

for Developers. Abgerufen 12. Juli 2023, von

<https://developers.google.com/vr/discover/degrees-of-freedom>

- GoPro. (o. J.). *GoPro MAX wasserdichte 360°-Actionkamera mit Stabilisierung*. GoPro.com. Abgerufen 26. Juni 2023, von <https://gopro.com/de/de/shop/cameras/max/CHDHZ-202-master.html>
- Grimm, P., Broll, W., Herold, R., Hummel, J., & Kruse, R. (2022). VR/AR Input Devices and Tracking. In R. Doerner, W. Broll, P. Grimm, & B. Jung (Hrsg.), *Virtual and Augmented Reality (VR/AR): Foundations and Methods of Extended Realities (XR)* (S. 107–148). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-79062-2_4
- Hemmerich, W. A. (o. J.). *Spearman-Korrelation: Ergebnisse interpretieren* | *StatistikGuru.de*. Abgerufen 17. Juli 2023, von <https://statistikguru.de/spss/spearman-korrelation/ergebnisse-interpretieren-2.html>
- Hemmerich, W. A. (2016a). *Gepaarter t-Test: Normalverteilung verletzt – Gegenmaßnahmen* | *StatistikGuru.de*. <https://statistikguru.de/spss/gepaarter-t-test/normalverteilung-verletzt-2.html>
- Hemmerich, W. A. (2016b). *Stichprobengröße für den gepaarten t-Test berechnen* | *StatistikGuru.de*. <https://statistikguru.de/rechner/stichprobengroesse-gepaarter-t-test-berechnen.html>
- Hemmerich, W. A. (2018a). *Effektstärken für die einfaktorielle ANOVA berechnen* | *StatistikGuru.de*. <https://statistikguru.de/rechner/einfaktorielle-anova-effektstaerken.html>
- Hemmerich, W. A. (2018b). *Einfaktorielle ANOVA: Interpretation bei mangelnder Varianzhomogenität* | *StatistikGuru.de*.

<https://statistikguru.de/spss/einfaktorielle-anova/interpretation-bei-mangelnder-varianzhomogenitaet.html>

Hesselbarth, J., & Chibac, N. (2017). *DPMAREgister | Recherchierbarer Text—DE102015119065A1* (Patent 10 2015 119 065.6).

<https://register.dpma.de/DPMAREgister/pat/PatRechercheSchrifteneinsicht?docId=DE102015119065A1&page=1&dpi=300&lang=de>

Hollar, W. (1647). Long view of London From Bankside, W. Hollar 1647.

Wikimedia Commons.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1647_Long_view_of_London_From_Bankside_-_Wenceslaus_Hollar.jpg

Holmqvist, K., Örbom, S. L., Hooge, I. T. C., Niehorster, D. C., Alexander, R. G., Andersson, R., Benjamins, J. S., Blignaut, P., Brouwer, A.-M., Chuang, L. L., Dalrymple, K. A., Drieghe, D., Dunn, M. J., Ettinger, U., Fiedler, S., Foulsham, T., van der Geest, J. N., Hansen, D. W., Hutton, S. B., ... Hessels, R. S. (2023). Eye tracking: Empirical foundations for a minimal reporting guideline. *Behavior Research Methods*, 55(1), 364–416.

<https://doi.org/10.3758/s13428-021-01762-8>

Hutchins, C. W. Jr., & Kennedy, R. S. (1965). *THE RELATIONSHIP BETWEEN PAST HISTORY OF MOTION SICKNESS AND ATTRITION FROM FLIGHT TRAINING.*

<https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD0620375>

Insta360. (2023). *Insta360 TITAN*. Insta360 TITAN | Professionelle 11K VR Panoramakamera | Dynamisches 360°-Stitching in Echtzeit | Für höchste Ansprüche in der Filmproduktion und bei Live-Streams |

FlowState Stabilisierung.

<https://www.insta360.com/de/product/insta360-titan>

International Data Corporation. (2023). *AR/VR Headset Shipments Slow in*

Q1 2023 as the Market Awaits Wide Availability of Next Gen

Headsets, According to IDC. IDC: The premier global market

intelligence company. Abgerufen 26.06.2023. von

<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS50776923>

International Society for Presence Research. (2000). *The concept of*

presence: Explication statement. Presence defined.

<https://ispr.info/about-presence-2/about-presence/>

Irwin, J. A. (1881). THE PATHOLOGY OF SEA-SICKNESS. *The Lancet*,

118(3039), 907–909.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)38129-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)38129-7)

Jennett, C., Cox, A. L., Cairns, P., Dhoparee, S., Epps, A., Tijs, T., &

Walton, A. (2008). Measuring and defining the experience of

immersion in games. *International Journal of Human-Computer*

Studies, *66*(9), 641–661. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.04.004>

Judd, T. M., Ehinger, K. A., Durand, F., & Torralba, A. (2010). Learning to

predict where humans look. *IEEE*.

<https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/62546>

Jun, H., Miller, M. R., Herrera, F., Reeves, B., & Bailenson, J. N. (2022).

Stimulus Sampling With 360-Videos: Examining Head Movements,

Arousal, Presence, Simulator Sickness, and Preference on a Large

Sample of Participants and Videos. *IEEE Transactions on Affective*

Computing, *13*(3), 1416–1425.

<https://doi.org/10.1109/TAFFC.2020.3004617>

Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993).

Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203–220.

https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3

Keshavarz, B., Murovec, B., Mohanathas, N., & Golding, J. F. (2023). The

Visually Induced Motion Sickness Susceptibility Questionnaire (VIMSSQ): Estimating Individual Susceptibility to Motion Sickness-Like Symptoms When Using Visual Devices. *Human Factors*, Volume 65, Issue 1, 107–124. [https://doi.org/DOI: 10.1177/00187208211008687](https://doi.org/DOI:10.1177/00187208211008687)

Kim, M. J., Lee, C.-K., & Jung, T. (2020). Exploring Consumer Behavior in

Virtual Reality Tourism Using an Extended Stimulus-Organism-Response Model. *Journal of Travel Research*, 59(1), 69–89. <https://doi.org/10.1177/0047287518818915>

Lampropoulos, G., Barkoukis, V., Burden, K., & Anastasiadis, T. (2021).

360-degree video in education: An overview and a comparative social media data analysis of the last decade. *Smart Learning Environments*, 8(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00165-8>

Lo, W. H., & Cheng, K. L. B. (2020). Does virtual reality attract visitors? The

mediating effect of presence on consumer response in virtual reality tourism advertising. *Information Technology & Tourism*, 22(4), 537–562. <https://doi.org/10.1007/s40558-020-00190-2>

Löwe, T., Stengel, M., Förster, E.-C., Grogorick, S., & Magnor, M. (2017).

Gaze Visualization for Immersive Video. In M. Burch, L. Chuang, B. Fisher, A. Schmidt, & D. Weiskopf (Hrsg.), *Eye Tracking and Visualization* (S. 57–71). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-47024-5_4

Medium.com. (2018, Februar 5). Pygmalion's Spectacles: Using Berkeley's Immaterialism to Understand the Potential for Telepresence....
Medium. Abgerufen 18.07.2023, von
<https://medium.com/@musingsofamariominion/pygmalions-spectacles-using-berkeley-s-immaterialism-to-understand-the-potential-for-telepresence-46b9e46eba42>

Meffert, H., Burmann, C., Kirchgeorg, M., & Eisenbeiß, M. (2019).
Marketing (H. Meffert, Hrsg.; 13.). Springer Gabler.

Milk, C. (2015). *Chris Milk: How virtual reality can create the ultimate empathy machine* | TED Talk.
https://www.ted.com/talks/chris_milk_how_virtual_reality_can_create_the_ultimate_empathy_machine

Mitchell, R. (1801). *Plans and views in perspective, the building of Barker's Panorama*. [Papier]. Abgerufen 30.06.2023, von
<https://janeausten.co.uk/de/blogs/authors-artists-vagrants/the-barker-family-panorama-painters>

Money, K. E. (1970). Motion sickness. *Physiological Reviews*.
<https://doi.org/10.1152/physrev.1970.50.1.1>

Moyer, M. W. (2022, September 2). Why We Get Motion Sick, and How to Stop It. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2022/09/01/well/live/motion-sickness-tips.html>

Muklashy, W. (2019). *Review: Vuze+ 3D Stereoscopic 360 Camera*.

DPRReview. <https://www.dpreview.com/reviews/review-vuze-3d-stereoscopic-360-camera>

Nilsson, N. C., Nordahl, R., & Serafin, S. (2016). Immersion Revisited: A review of existing definitions of immersion and their relation to different theories of presence. *Human Technology*, 12(2), 108–134. <https://doi.org/10.17011/ht/urn.201611174652>

Pape, K. (2021, März 26). *Eine Frage der IPD: Mehr Klarsicht & Komfort in VR-Headsets*. <https://www.aspekteins.com/eine-frage-der-ipd-mehr-klarsicht-komfort-in-vr-headsets/>

Parker, Donald. E. (o. J.). *Motion Sickness*. Abgerufen 19. Juni 2023, von <http://www.hitl.washington.edu/projects/motnsick.html>

Pico. (2022). *Pico 4 Benutzerhandbuch*. Abgerufen 20.06.2023, von <https://p16-platform-static-va.ibyteimg.com/tos-maliva-i-jo6vmmv194-us/ae723dcf5efe77849bb06a1cdd4ee77b.pdf>

Pico. (2023). *PICO 4 Enterprise All-In-One VR Headset | PICO Global*. Abgerufen 15.05.2023, von <https://www.picoxr.com/global/products/pico4e>

Pico Developer. (2023a). *Eye tracking—PICO Developer*. Abgerufen 01.07.2023, von <https://developer-global.pico-interactive.com/document/unreal/eye-tracking/>

Pico Developer. (2023b). *Release notes for 2023—PICO Developer*. Abgerufen 01.07.2023, von <https://developer-global.pico-interactive.com/document/unreal/release-notes-2023/>

Qualcomm Technologies, Inc. (2017, August).

Presentation_-_on-device_motion_tracking_for_immersive_vr.pdf

[Präsentationsfolien]. On-device motion tracking for immersive mobile VR. Abgerufen 19.07.2023, von https://www.qualcomm.com/content/dam/qcomm-martech/dm-assets/documents/presentation_-_on-device_motion_tracking_for_immersive_vr.pdf

Rossi, S., Viola, I., Toni, L., & Cesar, P. (2021). *From 3-DoF to 6-DoF: New Metrics to Analyse Users Behaviour in Immersive Applications* (arXiv:2112.09402). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.09402>

Rothe, S. (2020). *Konzepte und Guidelines für Applikationen in Cinematic Virtual Reality*. 1. Ludwig-Maximilians-Universität München. <https://doi.org/10.5282/edoc.26559>

Rothe, S., Buschek, D., & Hußmann, H. (2019). Guidance in Cinematic Virtual Reality-Taxonomy, Research Status and Challenges. *Multimodal Technologies and Interaction*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/mti3010019>

Rothe, S., Kegeles, B., & Hußmann, H. (2018). *Camera Heights in Cinematic Virtual Reality: How Viewers Perceive Mismatches Between Camera and Eye Height*. <https://doi.org/10.1145/3317697.3323362>

Saredakis, D., Szpak, A., Birkhead, B., Keage, H. A. D., Rizzo, A., & Loetscher, T. (2020). Factors Associated With Virtual Reality Sickness in Head-Mounted Displays: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2020.00096>

Scipy API Reference. (2023). *scipy.stats.gaussian_kde—SciPy v1.11.1*

Manual. Abgerufen 08.07.2023, von [https://docs.scipy.org/](https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.stats.gaussian_kde.html)

[doc/scipy/reference/generated/scipy.stats.gaussian_kde.html](https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.stats.gaussian_kde.html)

Sitzmann, V., Serrano, A., Pavel, A., Agrawala, M., Gutiérrez, D., &

Wetzstein, G. (2016). Saliency in VR: How Do People Explore

Virtual Environments? *IEEE Transactions on Visualization and*

Computer Graphics, PP.

<https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2793599>

Škola, F., Rizvić, S., Cozza, M., Barbieri, L., Bruno, F., Skarlatos, D., &

Liarokapis, F. (2020). Virtual Reality with 360-Video Storytelling in

Cultural Heritage: Study of Presence, Engagement, and Immersion.

Sensors, 20(20), Article 20. <https://doi.org/10.3390/s20205851>

Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A Framework for Immersive Virtual

Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in

Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual*

Environments, 6(6), 603–616.

<https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>

Smith, T. J., & Mital, P. K. (2013). Attentional synchrony and the influence of

viewing task on gaze behavior in static and dynamic scenes.

Journal of Vision, 13(8), 16. <https://doi.org/10.1167/13.8.16>

Spherie GmbH. (2023a). *Spherie: Immersive Flighseeing for Immersive*

Entertainment & Destination Marketing. [Messebroschüre]

Spherie GmbH (2020). *Spherie Skytrip Hamburg*. [Internes Video] Spherie

GmbH. (2023b). *Drones—Spherie GmbH*. Abgerufen 01.05.2023, von

<https://www.spherie.com/drones>

Spherie GmbH. (2023c). *Spherie GmbH - Capturing Reality*.

- Abgerufen 01.05.2023, von <https://www.spherie.com/>
- Spherie GmbH. (2023d). *Spherie Skytrip Namibia*. [Internes Video]
- Spherie GmbH. (2023e, April 18). *Spherie @ ITB2023: Skytrip Namibia Showcase [Video]*. YouTube. Abgerufen 16.06.2023, von <https://www.youtube.com/watch?v=B0lhYyaDsUg>
- Stanney, K. M., Fidopiastis, C., & Foster, L. (2020). Virtual Reality Is Sexist: But It Does Not Have to Be. *Frontiers in Robotics and AI*, 7. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2020.00004>
- Stanney, K. M., Kennedy, R. S., & Drexler, J. M. (1997). Cybersickness is Not Simulator Sickness. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 41(2), 1138–1142. <https://doi.org/10.1177/107118139704100292>
- Stanney, K. M., Lawson, B. D., Rokers, B., Dennison, M., Fidopiastis, C., Stoffregen, T., Weech, S., & Fulvio, J. M. (2020). Identifying Causes of and Solutions for Cybersickness in Immersive Technology: Reformulation of a Research and Development Agenda. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 36(19), 1783–1803. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1828535>
- Swoboda, B. (2010, April 6). *Definition: Käufer- und Konsumentenverhalten*. Gabler Wirtschaftslexikon; Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/kaeufer-und-konsumentenverhalten-38232/version-143922>
- Tatler, B. W., Wade, N. J., Kwan, H., Findlay, J. M., & Velichkovsky, B. M. (2010). Yabus, eye movements, and vision. *i-Perception*, 1(1), 7–27. <https://doi.org/10.1068/i0382>

Tobii. (2023a). *Annual Research Report 2022—Scientific publications*.

Abgerufen 01. Juli 2023, von

<https://www.tobii.com/resource-center/reports-and-papers/annual-research-report>

Tobii. (2023b, Juni 1). *Types of Eye Movements*. Tobii Connect. Abgerufen

02.07.2023 von <https://connect.tobii.com/s/>

[article/types-of-eye-movements?language=en_US](https://connect.tobii.com/s/article/types-of-eye-movements?language=en_US)

Tyler, D. B., & Bard, P. (1949). Motion sickness. *Physiological Reviews*,

29(4), 311–369. <https://doi.org/10.1152/physrev.1949.29.4.311>

Unreal Engine. (o. J.). *HDRi Backdrop*. Abgerufen 29. Juni 2023, von

<https://docs.unrealengine.com/4.26/en-US/BuildingWorlds/LightingAndShadows/HDRIBackdrop/>

VIAR. (2020, August 18). How to turn 360-degree images into 360-degree

videos? *Viar360*. Abgerufen 20. Juli 2023, von

<https://www.viar360.com/turn-360-degree-images-into-interactive-360-degree-videos/>

Virtual Reality Society. (o. J.). History Of Virtual Reality. *Virtual Reality*

Society. Abgerufen 26. Juni 2023, von

<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

Walter, H., Li, R., Munafo, J., Curry, C., Peterson, N., & Stoffregen, T.

(2019). *APAL Coupling Study 2019* [dataset]. Data Repository for the University of Minnesota (DRUM).

<https://doi.org/10.13020/XAMG-CS69>

Weinbaum, S. G. (1935). *Pygmalion's Spectacles*. Continental Publications

Inc. Abgerufen 26. Juni 2023, von

<https://www.gutenberg.org/files/22893/22893-h/22893-h.htm>

Wesermann, W. (o. J.). ▷ *Das Auge: Aufbau & Funktion • Kuratorium Gutes*

Sehen e. V. Abgerufen 2. Juli 2023, von <https://www.sehen.de/>

[sehen/rund-ums-auge/das-auge-aufbau-und-funktion/](https://www.sehen.de/sehen/rund-ums-auge/das-auge-aufbau-und-funktion/)

Wilkinson, M., Brantley, S., & Feng, J. (2021). A Mini Review of Presence and Immersion in Virtual Reality. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 65(1), 1099–1103.

<https://doi.org/10.1177/1071181321651148>

Winkler, N., Roethke, K., Siegfried, N., & Benlian, A. (2020, Januar 1). *Lose*

Yourself in VR: Exploring the Effects of Virtual Reality on Individuals'

Immersion. 53rd Hawaii International Conference on System

Sciences, Hawaii. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2020.186>

Yarbus, A. L. (1967). *Eye Movements and Vision* (1. Aufl.). Springer US.

<https://doi.org/10.1007/978-1-4899-5379-7>

zu Hünigen, J. (2022, März 30). *Stereoskop*. Das Lexikon der Filmbegriffe.

<https://filmlexikon.uni-kiel.de/doku.php/s:stereoskop-898>

Anhang

A1	ITB Umfrage Ergebnisse.....	XXII
A2	Die Vehikel im Vergleich.....	XXV
A3	Weitere mögliche Sitzpositionen in der Plattform.....	XXVI
A4	Fragebogen BU Studie.....	XXVII
A5	Code: Zusammenfügen der CSVs für Analyse.....	XXXIV
A6	Code: Heatmap Frame Generierung (Für Video Heatmaps) .	XXXVII
A7	Code: Heatmap Generierung eines gesamten Datensatzes.....	XLI
A8	Paarweiser t-Test der SOR Fragen Vorher und Nachher.....	XLIII
A9	Eye Tracking Daten nach Timestamp und Stimulus.....	XLIV
A10	Heatmap Videos.....	XLVII
A11	Heatmap Bilder Namibia.....	XLVIII
A12	Visuelle Analyse der Heatmaps Namibia.....	LXI
A13	Heatmap Bilder Hamburg.....	LXXI
A14	Visuelle Analyse der Heatmaps Hamburg.....	LXXIX

Anhang 1

ITB Umfrage Ergebnisse

Stichprobe: Fachpublikum Tourismus, Messebesucher direkt nach Erleben des Skytrips Namibia

54 Pers. füllten die Umfrage auf Deutsch aus, 28 auf Englisch.

n = 84,

Alter M = 32,3, SD = 11,2 Jahre, Min. 19, Max 64

Geschlecht: 31 männlich, 48 weiblich, 1 divers, 2 keine Angabe

2 Ungültige Umfrageergebnisse wurden entfernt
(immer maximale Antwortmöglichkeit gewählt, direkt hintereinander).

Tab. 14

Wirkung des Skytrips auf Fachpublikum

Wie sehr stimmen Sie den folgenden Statements zu Virtuellen Erfahrungen zu oder nicht zu?

Erhöht Interesse für ...

	Kultur des Landes		Das Land an sich		Physische Reisen	
	n	%	n	%	n	%
stimme gar nicht zu	1	1.2	0	0	1	1.2
stimme eher nicht zu	2	2.4	0	0	2	2.4
neutral	5	6.1	2	2,4	2	2.4
stimme eher zu	32	37.8	29	35.5	32	39.0
stimme voll und ganz zu	43	52.4	52	62.2	45	54,9

(Quelle: Eigene Darstellung)

Tab. 15:

Einschätzung der Relevanz von VR

Als wie relevant schätzen Sie Virtual Reality als Zukunftstechnologie in den folgenden Branchen ein?

	nicht relevant	wenig relevant	neutral	relevant	sehr relevant
Tourismus	2 (2.4 %)	0 (0 %)	7 (8.5 %)	30 (36.6 %)	43 (52.4 %)
Destinations-Marketing-Organisations	1 (1.2 %)	2 (2.4 %)	2 (2.4 %)	25 (30.5 %)	49 (59.8 %)
Location Based Entertainment (Zoos, Themenparks, ...)	2 (2.4 %)	3 (3.7 %)	10 (12.2 %)	32 (39.0 %)	35 (42.7 %)
Architektur	2 (2.4 %)	1 (1.2 %)	12 (14.6 %)	28 (34.1 %)	39 (47.6 %)
Marketing	1 (1.2 %)	5 (6.1 %)	8 (9.8 %)	22 (26.8 %)	46 (56.1 %)
Entertainment	1 (1.2 %)	2 (2.4 %)	7 (8.5 %)	17 (20.7 %)	55 (67.1 %)
Bildung	3 (3.7 %)	4 (4.9 %)	14 (17.1 %)	20 (24.4 %)	41 (50.0 %)

(Quelle: Eigene Darstellung)

Tab. 16:

Auftreten von (Motion Sickness) Symptomen

Wurde Ihnen bei der Experience übel oder schwindelig,
oder hatten Sie Höhenangst?

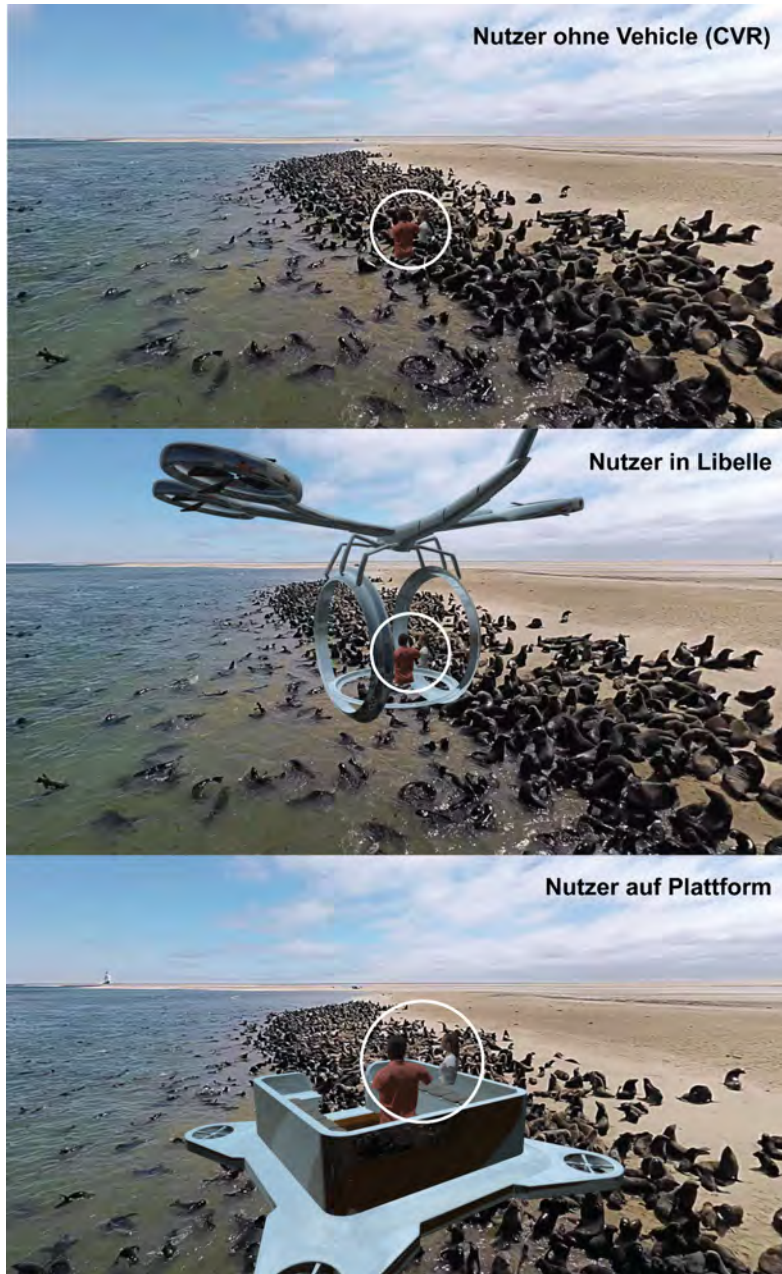
(0 - überhaupt nicht, 1 = ein wenig, 2 = ziemlich, 3 = stark, 4 = sehr stark)

	n	M	SD
Übelkeit	82	.451	.891
Schwindel	82	.622	.951
Höhenangst	82	.336	.852

(Quelle: Eigene Darstellung)

Anhang 2

Die Vehikel im Vergleich



Anmerkung. Die weißen Kreise wurden zur Hervorhebung der Avatare, stellvertretend für Perspektive und Ort der Nutzer, eingefügt. Avatare sind lediglich im Spielmodus Multiplayer (VRHQ) sichtbar.

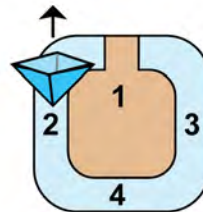
(Quelle: Eigene Abbildung unter Nutzung von Spherie GmbH 2023, Min. 5:30, Screenshots aus Unreal Engine)

Anhang 3

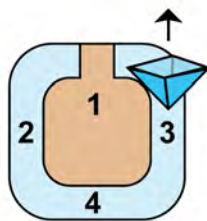
Weitere mögliche Sitzpositionen in der Plattform



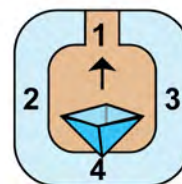
Schematisch



Schematisch



Schematisch



Anmerkung: Die schematischen Abbildungen zeigen jeweils, wo der Nutzer, dargestellt als blaues Icon, auf der Plattform sitzt oder steht. Daneben ist abgebildet, wie der jeweilige Sichtbereich in Namibia aussieht.

(Quelle: Eigene Abbildung unter Nutzung von Spherie GmbH 2023, Min. 2:10, Screenshots aus Unreal Engine)

Anhang 4

Fragebogen BU Studie

Anmerkung: Durch die within-subject Vorgehensweise wiederholen sich einige Fragen. Diese werden hier nur einfach dargestellt und mit beiden Fragen Nummern im Titel versehen (Vgl. Frage 2 / Frage 10).

Frage 1: Einverständniserklärung [ja / nein]

Frage 2: SOR-Fragen Pre Stimulus Hamburg / Frage 10: SOR-Fragen Post Stimulus Hamburg

Bitte geben Sie an, wie sehr sie den Aussagen **zustimmen**.

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	neutral	stimme eher zu	stimme voll und ganz zu
Ich interessiere mich für Hamburg.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kenne mich gut in Hamburg aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kenne Hamburger Sehenswürdigkeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich plane den Besuch der Elbphilharmonie in den nächsten 12 Monaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich plane den Besuch einer Hafentour in den nächsten 12 Monaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bachelorthesis: What are you looking at?

Ich plane den Besuch einer Bus-Standrundfahrt in den nächsten 12 Monaten

Frage 3: SOR-Fragen Pre Stimulus Namibia / Frage 15: SOR-Fragen Post Stimulus Namibia

Bitte geben Sie an, wie sehr sie den Aussagen **zustimmen**.

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	neutral	stimme eher zu	stimme voll und ganz zu
Ich interessiere mich für Tier- und Umweltschutz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich besuche gerne Zoos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich weiß, wie Tiere in der Afrikanischen Wildnis leben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich möchte nach Namibia Reisen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich möchte mich für Tier- Umweltschutz einsetzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin bereit, für afrikanischen Tierschutz zu spenden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Frage 4: Leiden Sie unter Höhenangst?

[ja / nein]

Frage 5: Motion Sickness im Alltag

Bachelorthesis: What are you looking at?

Geben Sie bitte an, wie stark sie in den folgenden Situationen an Übelkeit leiden.

	überhaupt nicht	ein wenig	ziemlich	stark	sehr stark	nicht bekannt
Turbulenzen im Flugzeug	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Boots- / Schifffahrt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Achterbahn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Busfahren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Frage 6: Wie alt sind Sie?

[Eingabefeld]

Frage 7: Welchem Geschlecht fühlen Sie sich zugehörig?

[m / w / d]

— **Unterbrechung des Fragebogens nach Frage 7, Schauen des Stimulus, dann Fortfahren mit Frage 8** —

Frage 8: Motion Sickness Hamburg / Frage 13: Motion Sickness Namibia

Bitte geben Sie an, wie stark die folgenden Beschwerden, die unter Motion Sickness fallen, während und nach der Anwendung von Virtual Reality bei Ihnen auftraten.

F8: Bitte beziehen Sie sich auf Ihr Erlebnis während des **Hamburg** Videos

F13: Bitte beziehen Sie sich auf Ihr Erlebnis während des **Namibia** Videos

	überhaupt nicht	ein wenig	ziemlich	stark	sehr stark
Übelkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kopfschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwindel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Müdigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Überanstrengte Augen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Höhenangst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Allgemeines Unwohlsein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Frage 9: Immersion Hamburg / Frage 14: Immersion Namibia

F9: Bitte geben Sie an, wie sehr sie den Aussagen in Bezug auf das **Hamburg Video** zustimmen:

F14: Bitte geben Sie an, wie sehr sie den Aussagen in Bezug auf das **Namibia Video** zustimmen:

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	neutral	stimme eher zu	stimme voll und ganz zu
Ich konnte nur sehen und hören, was über die VR Brille vermittelt wurde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich konnte mich wie in der Realität bewegen und verhalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe vergessen, in Realität in der Uni zu sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die VR Brille hat mich nicht gestört.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Experience hat meine gesamte Konzentration gefordert/eingenommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe mein Zeitgefühl verloren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Experience hat mich emotional bewegt / Die Story hat mich gefesselt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich konnte die Experience selbst kontrollieren, z.B. durch eine andere Blickrichtung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Frage 10: SOR-Fragen Post Stimulus Hamburg (Entspricht Frage 2)

Frage 11: Generelles Feedback zum Hamburg Video / Frage 16: Generelles Feedback zum Namibia Video

Bitte geben Sie an, wie sehr sie den folgenden Statements in Bezug auf das Hamburg Video zustimmen: / das Namibia Video zustimmen:

	stimme gar nicht zu	stimme eher nicht zu	neutral	stimme eher zu	stimme voll und ganz zu
Das Video erzählt eine spannende Story.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe durch das Video etwas neues über Hamburg / Namibia gelernt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich hatte genug Zeit, alles anzuschauen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Frage 12: Szenenbewertung Hamburg / Frage 17: Szenenbewertung Namibia

Wie gut hat Ihnen die Szene gefallen?

(Geben Sie bitte 0 an, wenn Sie sich nicht an die Szene erinnern können)

0 = gar nicht gut // 1 = sehr gut

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Szene 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Szene 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Szene 15 / 25 (NA)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesamt- bewertung	x	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anmerkung: Bei der Gesamtbewertung war es nicht mehr möglich, "0" auszuwählen, da angenommen wurde, dass sich jeder an den Stimulus erinnert

Frage 13: Motion Sickness Namibia (siehe Frage 8)

Frage 14: Immersion Namibia (siehe Frage 9)

Frage 15: SOR Fragen Namibia Post Stimulus (siehe Frage 10)

Frage 16: Generelles Feedback zum Namibia Video (siehe Frage 11)

Frage 17: Szenenbewertung Namibia (Siehe Frage 12)

[Ende der Umfrage, Beantwortung von Fragen der Probanden, Dank]

Anhang 5

Code: Zusammenfügen der CSVs für Analyse

Der folgende Code sammelt alle .CSV Tabellen aus einem gegebenen Order (Datensatz) und berechnet daraufhin für jeden Timestamp die durchschnittlichen X und Y Werte, sowie deren Standardabweichungen. Alle Ergebnisse werden in einer neuen .CSV Tabelle gespeichert, die wiederum in SPSS eingelesen wird. Es werden zusätzlich alle Werte grafisch im Verlauf der Zeit des Videos dargestellt.

```
import os
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from collections import defaultdict

def process_eye_tracking_data(directory):
    data = defaultdict(lambda: defaultdict(list))

    for filename in os.listdir(directory):
        if filename.endswith(".csv"):
            try:
                df = pd.read_csv(os.path.join(directory, filename), sep=None, engine='python')
                df.columns = df.columns.str.strip()
                for index, row in df.iterrows():
                    data[row['timestamp']]['x'].append(row['x'])
                    data[row['timestamp']]['y'].append(row['y'])
```



```
except UnicodeDecodeError:
    continue

processed_data = defaultdict(list)
for timestamp, values in data.items():
    processed_data['Timestamp'].append(timestamp)
    processed_data['OMR_NA_Mean_x'].append(round(pd.Series(values['x']).mean(), 2))
    processed_data['OMR_NA_Std_dev_x'].append(round(pd.Series(values['x']).std(), 2))
    processed_data['OMR_NA_Mean_y'].append(round(pd.Series(values['y']).mean(), 2))
    processed_data['OMR_NA_Std_dev_y'].append(round(pd.Series(values['y']).std(), 2))

return pd.DataFrame(processed_data)

def save_to_csv(df, output_directory):
    df.to_csv(os.path.join(output_directory, 'eye_tracking_data_OMR_NA.csv'), index=False)

def generate_visualizations(df, output_directory):
    plt.figure(figsize=(10,6))
    plt.plot(df['Timestamp'], df['OMR_NA_Mean_x'], color='skyblue', label='OMR_NA_Mean x', linewidth=1)
    plt.plot(df['Timestamp'], df['OMR_NA_Std_dev_x'], color='navy', label='OMR_NA_Std Dev x', linewidth=1)
    plt.plot(df['Timestamp'], df['OMR_NA_Mean_y'], color='salmon', label='OMR_NA_Mean y', linewidth=1)
    plt.plot(df['Timestamp'], df['OMR_NA_Std_dev_y'], color='darkred', label='OMR_NA_Std Dev y', linewidth=1)
    plt.legend()
    plt.xlabel('Timestamp')
    plt.ylabel('Values')
```

```
plt.title('Eye tracking data over time OMR_NA')
plt.savefig(os.path.join(output_directory, 'eye_tracking_data_OMR_NA.png'), dpi=300)

# Usage
directory = '/inputPath/'
output_directory = '/outputPath/'

df = process_eye_tracking_data(directory)
save_to_csv(df, output_directory)
generate_visualizations(df, output_directory)
```

Anmerkung: Der Code wurde durch Chat GPT 4.0 auf Grundlage eines initialen Prompts generiert. Sämtliche Fehlercodes wurden kopiert und zurück an das Sprachmodell gegeben und iteriert. Der Code wurde vom Autor in Visual Studio Code ausgeführt und getestet. Der Code arbeitet mit dem Kürzel OMR_NA, hat also den OMR Datensatz berechnet.

Anhang 6

Code: Heatmap Frame Generierung (Für Video Heatmaps)

Der folgende Code sammelt alle .CSV Tabellen (Eye Tracking Rohdaten) aus einem gegebenen Order (Datensatz) und berechnet daraufhin für jeden Timestamp eine Heatmap per Gaussian_KDE aus der Scipy Library. Die berechnete Heatmap wird als Bilddatei gespeichert und manuell über Adobe After Effects, Premiere Pro und den Media Encoder weiterverarbeitet.

```
#Test Output Image Resolution

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.colors as mcolors
import numpy as np
import glob
from matplotlib.widgets import Slider
from scipy.stats import gaussian_kde
import os

# define directory of csv files
data_dir = '/inputPath/allCSVs/'

# Output directory for png files
output_dir = '/outputPath/PNGs/'
```

```
# create list to hold dataframes
dfs = []

# read all csv files and append to dfs
for file in glob.glob(data_dir + '*.csv'):
    dfs.append(pd.read_csv(file))

# concatenate all dataframes
df = pd.concat(dfs)

# create density color map
cmap = mcolors.LinearSegmentedColormap.from_list("mycmap", ['white', 'green', 'yellow', 'red'])

# get min and max timestamps
min_time = df['timestamp'].min()
max_time = df['timestamp'].max()

# create figure and slider
fig, ax = plt.subplots(figsize=(16, 8)) # figure size in inches, this will result in 2:1 aspect ratio
slider_ax = plt.axes([0.1, 0.01, 0.8, 0.03])
slider = Slider(slider_ax, 'Time', min_time, max_time, valinit=min_time)

# function to update density plot
def update(val):
    timestamp = round(slider.val) # Round the slider value to nearest integer
```

```
data = df[df['timestamp'] == timestamp]

x = data['x']
y = data['y']

# perform Gaussian KDE at half resolution
kde = gaussian_kde(np.vstack([x, y]))
yi, xi = np.mgrid[0:4096:2048j, 0:8192:4096j] # scale to half of input size
zi = kde(np.vstack([xi.flatten(), yi.flatten()]))

# clear current plot and draw new one
ax.clear()
ax.imshow(zi.reshape(xi.shape), origin='lower', aspect='equal', extent=[0, 4096, 0, 2048], cmap=cmap, alpha=.7)
ax.set_xlim([0, 4096j])
ax.set_ylim([0, 2048j]) # Set y limit to match original data range
ax.set_aspect('auto')
ax.set_title(f'Time: {timestamp}')
fig.canvas.draw_idle() # add this line

# set slider to update plot
slider.on_changed(update)

# define start timestamp
start_timestamp = 1
```

Bachelorthesis: What are you looking at?

```
# iterate over all timestamps and save png for each
timestamps = df['timestamp'].unique()

for timestamp in timestamps:
    if timestamp < start_timestamp:
        continue
    slider.set_val(timestamp) # Set slider value to current timestamp
    plt.pause(0.1) # Pause to allow plot to update
    fig.savefig(os.path.join(output_dir, f'2ddensityplot_[Stimulus]_[ExperimentOrt]_8k_{timestamp:04d}.png'), dpi=512)
    # use dpi to adjust resolution

# show plot with initial timestamp
update(min_time)
plt.show(block=True)
```

Anmerkung: Der Code wurde durch Chat GPT 4.0 auf Grundlage eines initialen Prompts generiert. Sämtliche Fehlercodes wurden kopiert und zurück an das Sprachmodell gegeben und iteriert. Der Code wurde in Visual Studio Code ausgeführt und getestet.

Anhang 7

Code: Heatmap Generierung eines gesamten Datensatzes

Der folgende Code sammelt alle .CSV T abellen (Eye Tracking Rohdaten) aus einem gegebenen Order (Datensatz) und berechnet daraufhin für alle Timestamps gemeinsam eine Heatmap per Gaussian_KDE aus der Scipy Library. Die berechnete Heatmap wird als Bilddatei gespeichert und repräsentiert das gesamte Blickverhalten einer Testgruppe in einem Bild.

```
#Single Heatmap Creator Python Code

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.colors as mcolors
import numpy as np
import glob
from scipy.stats import gaussian_kde
import os

# define directory of csv files
data_dir = '/input_of_all_CSVs_/Path/Folder/'

# create list to hold dataframes
dfs = []

# read all csv files and append to dfs
for file in glob.glob(data_dir + '*.csv'):
dfs.append(pd.read_csv(file))

# concatenate all dataframes
df = pd.concat(dfs)
```

```
# create density color map
cmap = mcolors.LinearSegmentedColormap.from_list("mycmap", ['white', 'green', 'yellow', 'red'])

x = df['x']
y = df['y']

# perform Gaussian KDE
kde = gaussian_kde(np.vstack([x, y]))
yi, xi = np.mgrid[0:4096:2048j, 0:8192:4096j] # scale to half of input size
zi = kde(np.vstack([xi.flatten(), yi.flatten()]))

# create figure
fig, ax = plt.subplots(figsize=(16, 8)) # figure size in inches, this will result in 2:1 aspect ratio
ax.imshow(zi.reshape(xi.shape), origin='lower', aspect='equal', extent=[0, 4096, 0, 2048], cmap=cmap, alpha=.7)
ax.set_xlim([0, 4096])
ax.set_ylim([0, 2048]) # Set y limit to match original data range
ax.set_aspect('auto')
ax.set_title('Density plot for all values')

fig.savefig('/output_path/Dateiname.PNG', dpi=512)
plt.show()
```

Anmerkung: Der Code wurde durch Chat GPT 4.0 auf Grundlage des fertigen Heatmap Codes und Änderungsanweisungen im Prompt generiert. Sämtliche Fehlercodes wurden kopiert und zurück an das Sprachmodell gegeben und iteriert. Der Code wurde in Visual Studio Code ausgeführt und getestet.

Anhang 8 Paarweiser t-Test der SOR Fragen Vorher und Nachher

		Mittelwerte		Gepaarte Differenzen		Signifikanz		Cohen's d	
		Vorher	Nachher	M	SD	df	T	Zweiseitiges p	Punktschätzung
Hamburg	PostInteresseHamburg - PreInteresseHamburg	3.20	3.03	-.167	.592	29	-1.542	.134	-.281
	PostAuskennenHamburg - PreAuskennenHamburg	2.33	2.80	.467	.819	29	.3.120	.004	.570
	PostSehenswürdigkeiten - PreSehenswürdigkeiten	3.00	3.07	.067	.740	29	494	.625	.090
	PostElbphilharmonie - PreElbphilharmonie	2.07	1.80	-.267	1.112	29	-1.313	.199	-.240
	PostHafenrundfahrt - PreHafenrundfahrt	1.37	1.27	-.100	1.296	29	-.423	.676	-.077
	PostStadtrundfahrt - PreStadtrundfahrt	0.67	0.53	-.133	.629	29	-1.161	.255	-.212
	Namibia	PostTierInteresse - PreTierInteresse	2.73	2.78	.100	.548	29	1.000	.326
PostZoo - PreZoos		1.60	1.40	-.200	.484	29	-2.262	.031	-.413
PostWissensstand - PreWissensstand		2.10	2.77	.667	.884	29	4.130	<.001	.754
PostReiselust - PreReiselust		2.20	3.03	.833	1.085	29	4.205	<.001	.768
PostTierEinsatz - PreTierEinsatz		2.30	2.37	.067	.640	29	.571	.573	.104
PostSpendenbereitschaft - PreSpendenbereitschaft		1.73	2.23	.500	.938	29	2.921	.007	.533

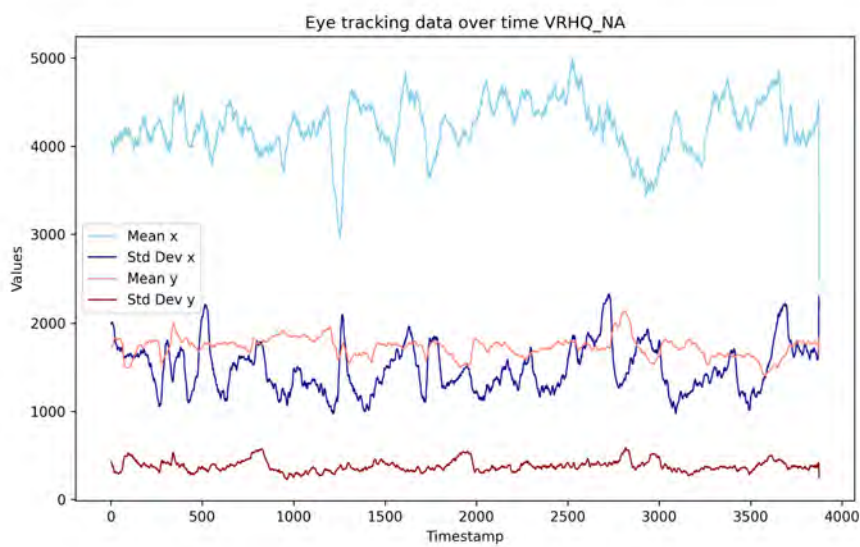
(Quelle: Eigene Darstellung)

Anhang 9

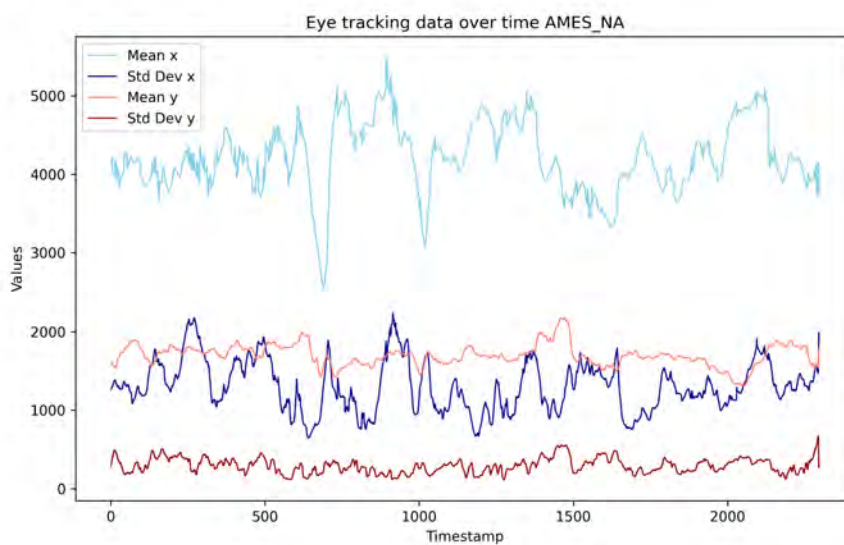
Eye Tracking Daten nach Timestamp und Stimulus

Ergänzend zu Abb. XX im Kapitel 5.2, werden hier die X-Y-Graphen und Standardabweichungen (Std Dev) über den Verlauf der Zeit der einzelnen Datensätze abgebildet. Der letzte Ausschlag ist immer technisch bedingt.

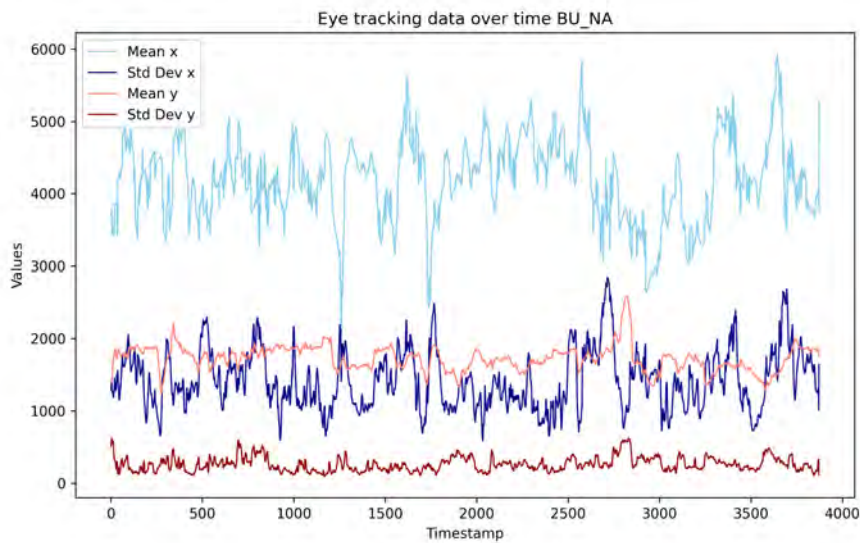
Stimulus VRHQ_NA: Namibia, Multiplayer, Plattform



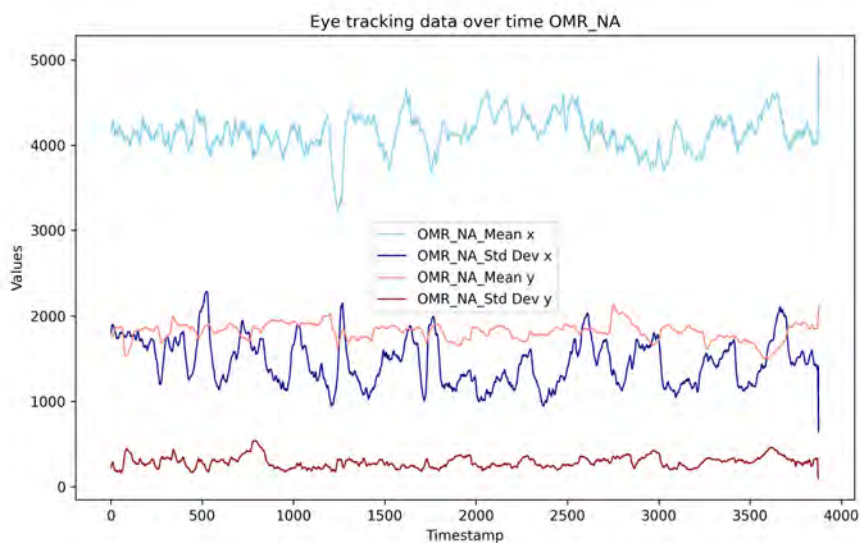
Stimulus AMES_NA: Namibia, Single Player, Libelle, gekürzte Fassung



Stimulus BU_NA: Namibia, Single Player, Ohne Vehicle



Stimulus OMR_NA: Namibia, Single Player, Plattform

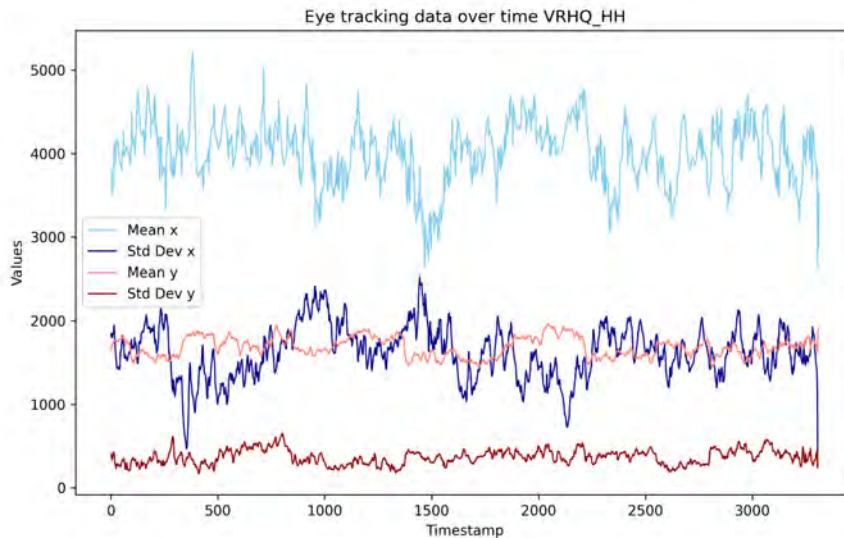


Anmerkung.

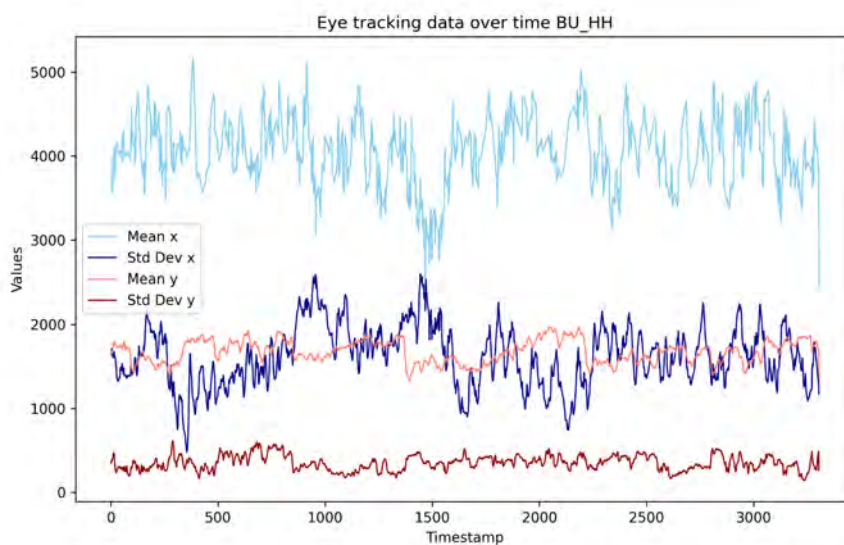
Allein im Vergleich zwischen BU_NA und OMR_NA sehen wir ein unterschiedliches mittleres Blickverhalten. Zwar sind die generellen Tendenzen ähnlich, doch sind die Ausschläge bei der BU Gruppe stärker ausgeprägt, was auf eine höhere Varianz im Blickverhalten schließen lässt.

Die Bildmitte liegt bei X 4096 Pixeln (entspricht der Flugrichtung) und Y 2048 Pixeln (entspricht dem Horizont).

Stimulus VRHQ_HH: Hamburg, Multiplayer, Plattform



Stimulus BU_HH: Hamburg, Single Player, Ohne Vehicle



Anmerkung.

Das mittlere Blickverhalten der Hamburg Gruppen ist ähneln sich stark. Unterschiede sind im Graphen nur marginal sichtbar.

Die Bildmitte liegt bei X 4096 Pixeln (entspricht der Flugrichtung) und Y 2048 Pixeln (entspricht dem Horizont).

Anhang 10

Heatmap Videos

Das gesamte Namibia-Video befindet sich unter:

<https://youtu.be/VoViAvd5C2k>

Das gesamte Hamburg-Video befindet sich unter:

<https://youtu.be/eY-Fi7e76P0>

und zum Download für die Prüfer unter (Google Drive Jonas Happ):

https://drive.google.com/drive/folders/1ym7ZGv1hlc5uNSSqGS8Ojltx435XpL_oe?usp=sharing

Die einzelnen Heatmap-Videos in 8K Auflösung werden aus urheberrechtlichen Gründen der Spherie GmbH nicht zur Verfügung gestellt.

Anhang 11

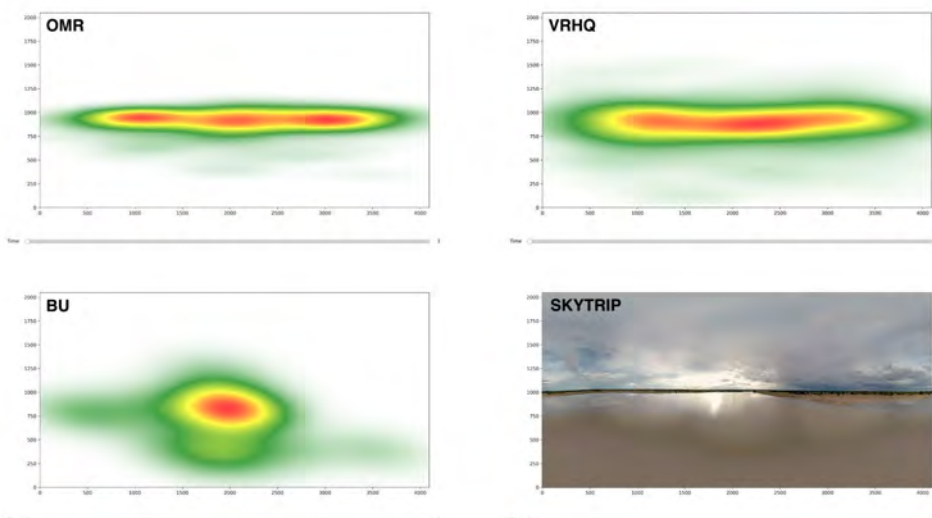
Heatmap Bilder Namibia

Es werden jeweils die Bilder mit zugehörigen Heatmaps gezeigt, die auch in der Umfrage zur Abfrage der Szenenbewertung genutzt wurden. Unter den Bildern werden jeweils die Heatmaps vom Autor, ergänzend kommentiert. Dabei wird nur auf den aktuellen Frame eingegangen. Eine detailliertere Befindet sich in Anhang 11, ab S. XLV

Quelle: Alle Bilder sind eigene Darstellungen unter Verwendung von Bildern der Skytrip Szenen aus dem Video "NamibiaSkytrip.mp4" / Internes Video

(Spherie GmbH, 2023d [mm:ss:ff])

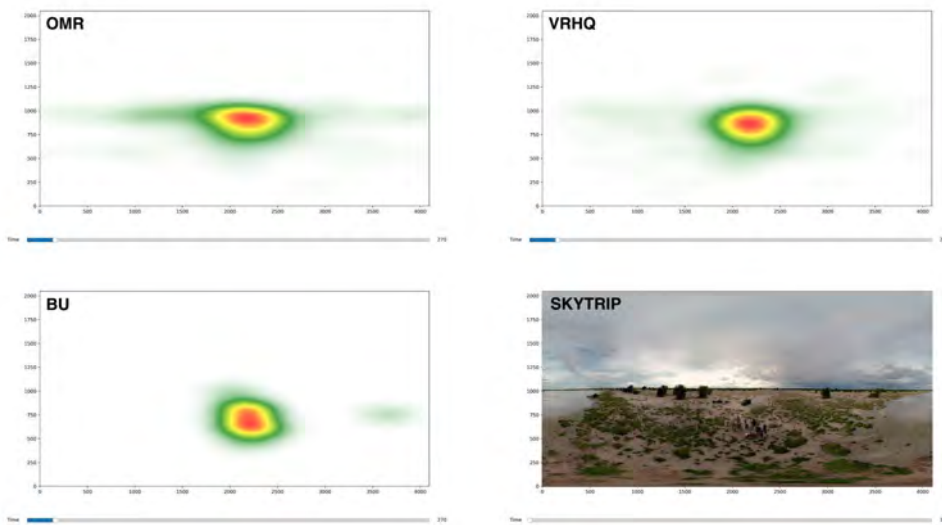
Szene 1: 00:00:00



Anmerkung.

Hier ist gut sichtbar, wie die initiale Sitzposition in der Plattform die Blicke beeinflusst. Wer links sitzt, schaut nach rechts und vice versa. Wer hinten sitzt, schaut geradeaus. In der BU Version schauen die meisten in Fahrtrichtung, da es keine Plattform gibt.

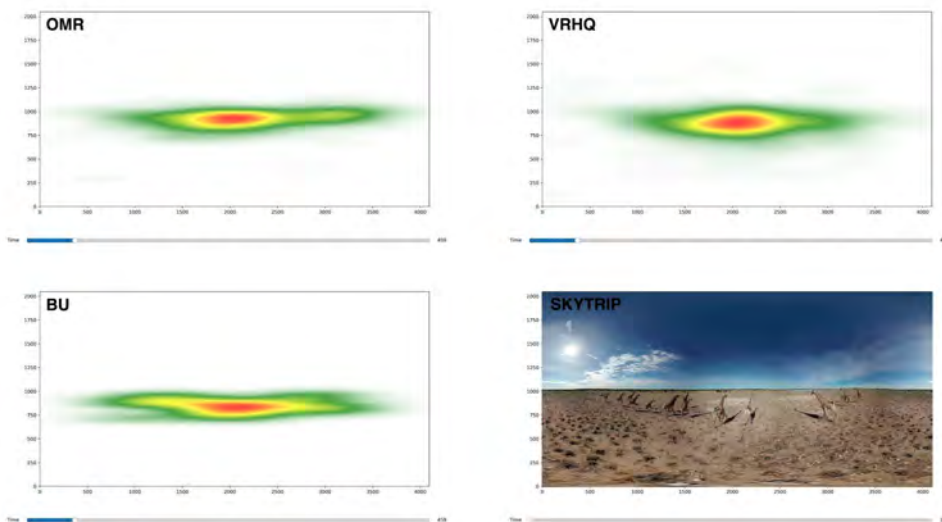
Szene 2: 00:26:51



Anmerkung.

Hohe AS auf der Personengruppe, am stärksten bei BU ausgeprägt, jedoch nicht signifikant unterschiedlich. Stärkeres Grundrauschen in OMR und VRHQ.

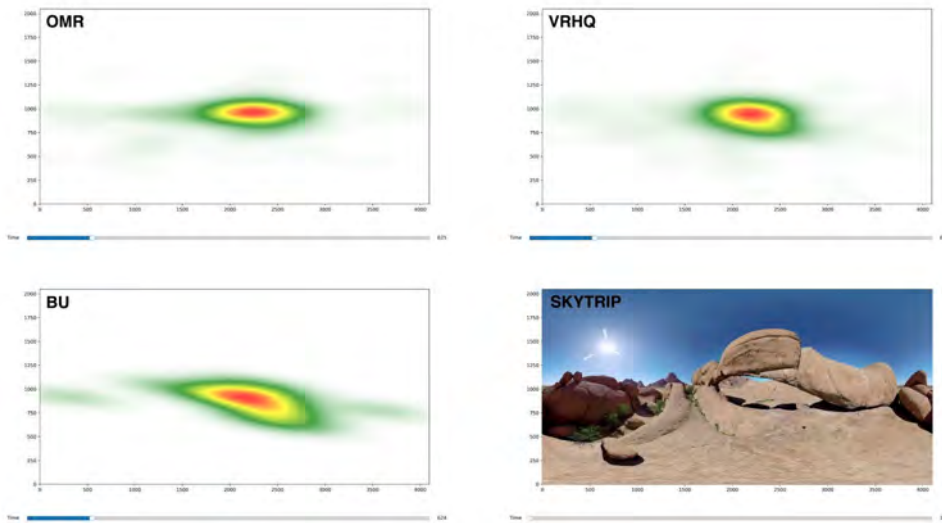
Szene 3: 00:45:42



Anmerkung.

Aufmerksamkeitszentrum sind die Giraffen. BU am weitesten gestreute Blicke, bei VRHQ und OMR noch starker Fokus auf die erste Giraffe.

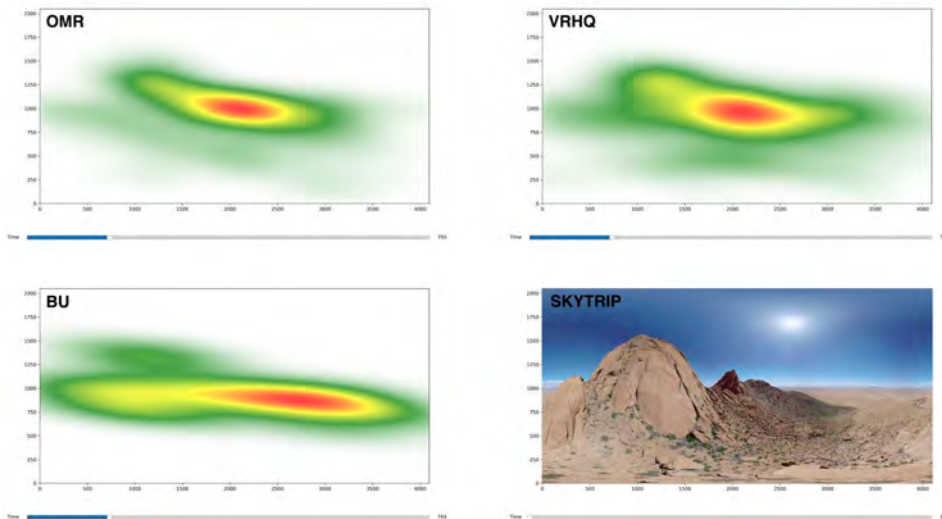
Szene 4: 01:02:15



Anmerkung.

Alle Personen kommen vor dem Flug durch den Felsen wieder zurück in die Mitte, um zu sehen, dass sie nicht gegen den Stein fliegen, sondern hindurch. Die wenigsten schauen auch auf den Felsen selbst.

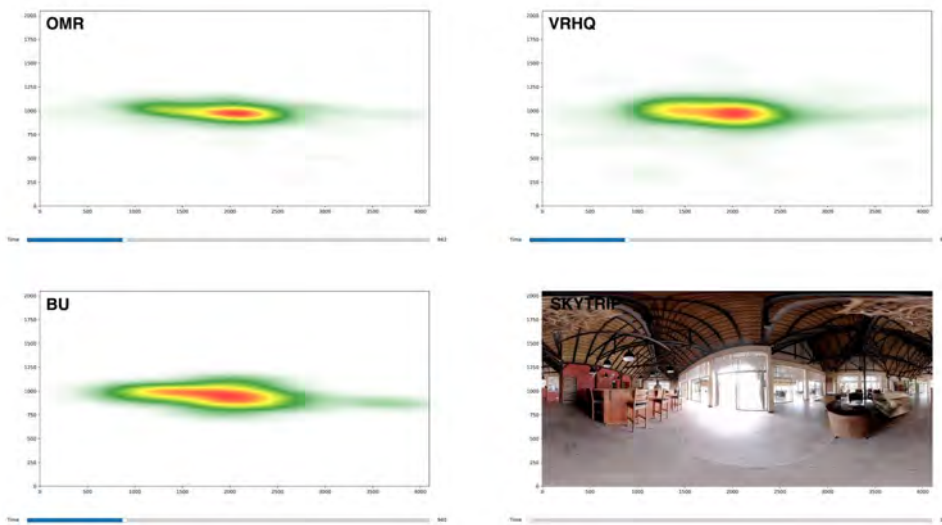
Szene 5: 01:19:12



Anmerkung.

Die Gruppen weichen unterschiedlich stark von der Mitte bzw. Flugrichtung ab, explorieren jedoch alle die Szene. Der Berg Spitzkoppe links ist ein AOI.

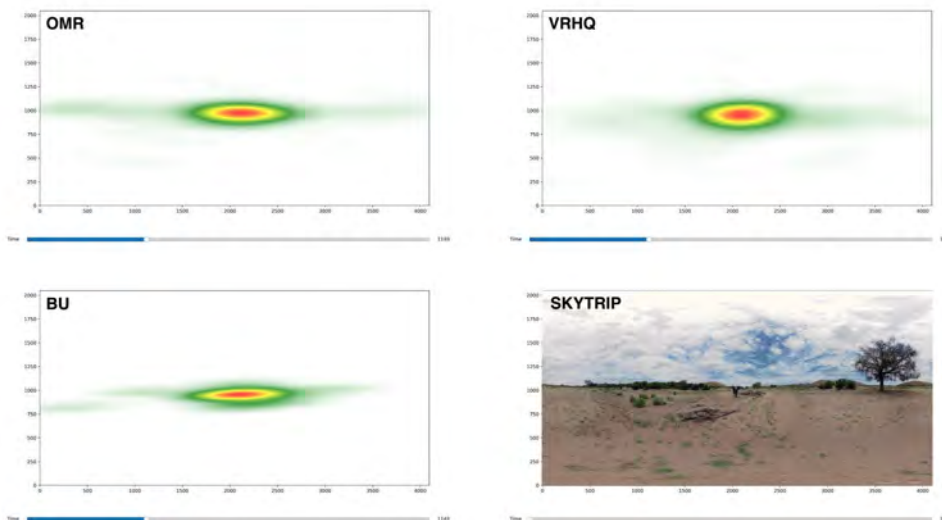
Szene 6: 01:33:49



Anmerkung.

Flug durch die Lodge mit starkem Center Bias auf den Ausgang, einige Personen sehen links die Person hinter dem Tresen.

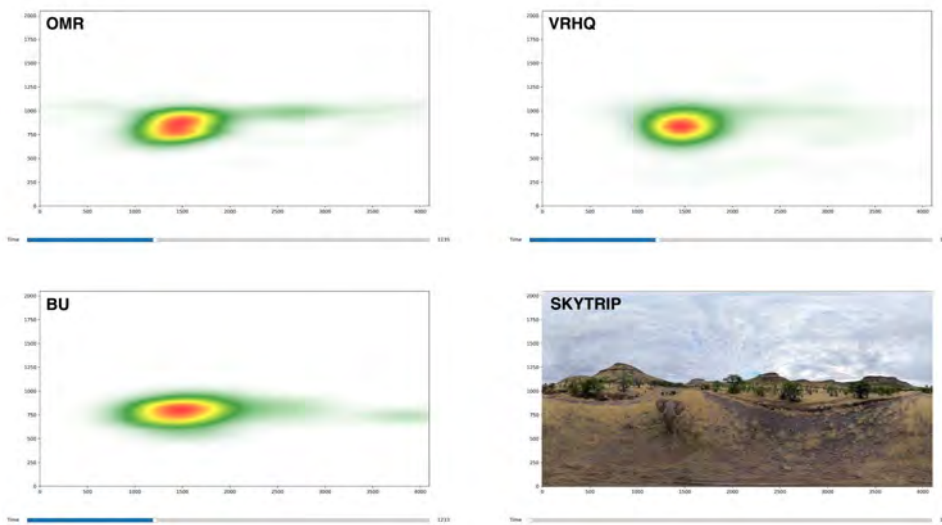
Szene 7: 01:54:32



Anmerkung.

Attentional Synchrony auf dem Elefanten in der Ferne, einige Ausreißer schweifen über den Horizont.

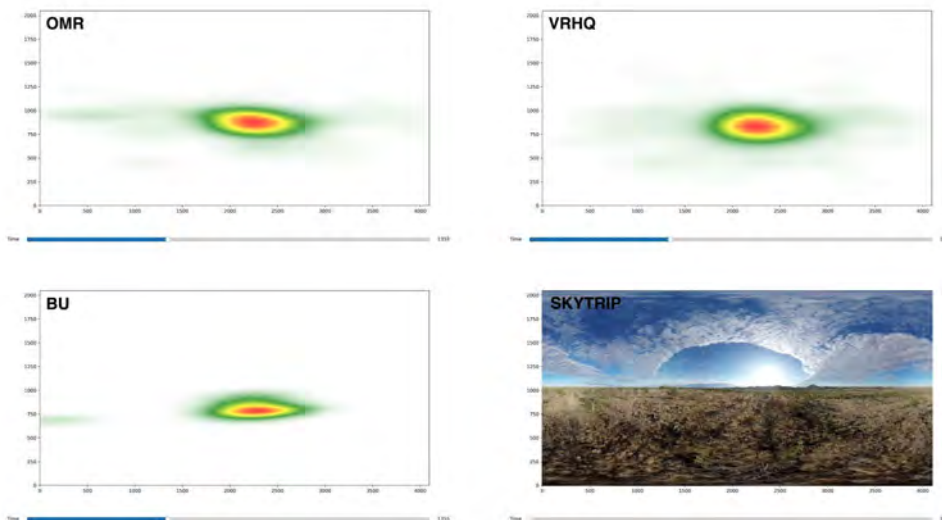
Szene 8: 02:03:05



Anmerkung.

So lange die Plattform den Elefanten noch nicht verdeckt, verfolgen fast alle das große Tier links neben ihnen. Es gibt ein paar Ausreißer.

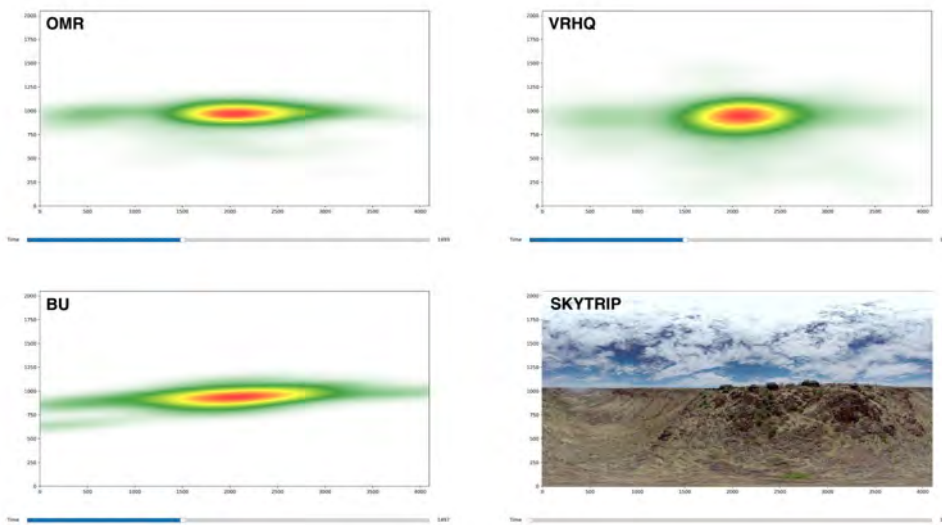
Szene 9: 02:15:20



Anmerkung.

Attentional Synchrony auf der Antilopenherde unterhalb des Horizonts, das bewegtes AOI ist anscheinend sehr Aufmerksamkeitsstark.

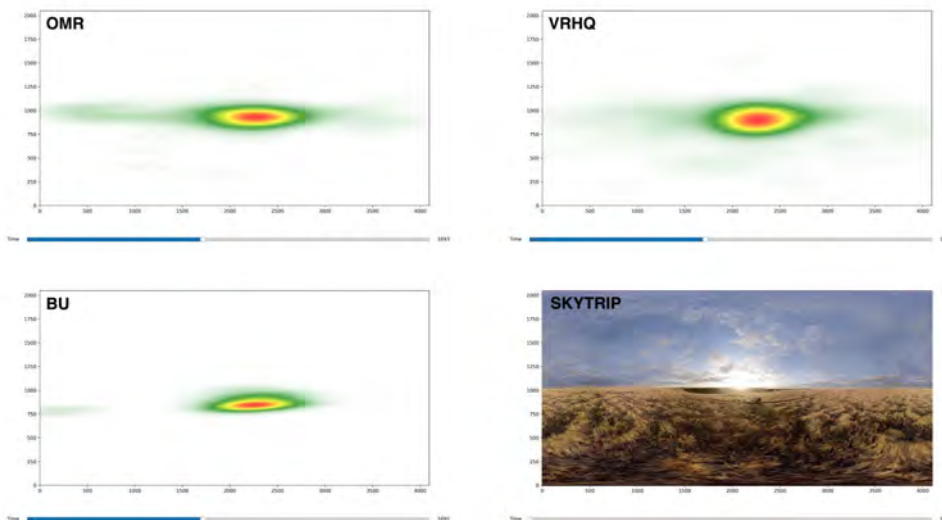
Szene 10: 02:29:28



Anmerkung.

Der Fokus liegt auf den Häusern der Lodge. Die Szene ist jedoch relativ lang und einige explorieren die Szene um sie herum.

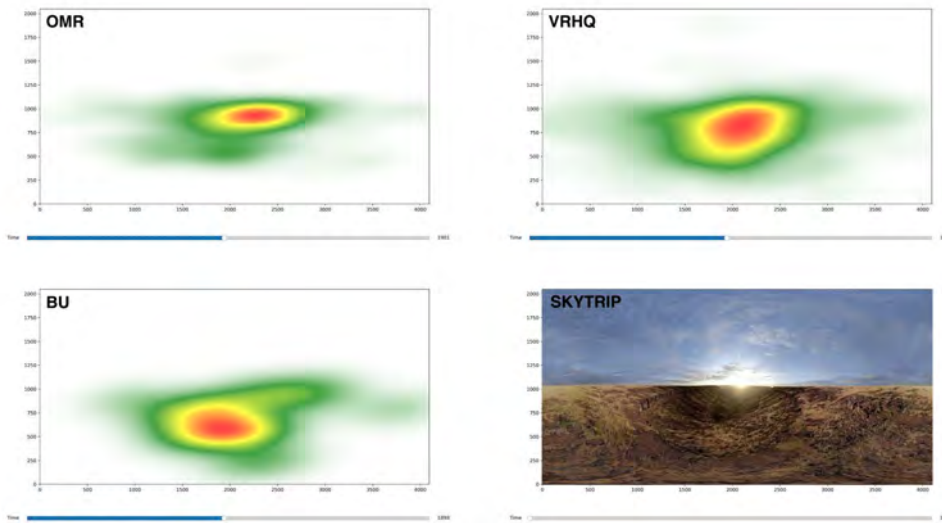
Szene 11: 02:48:47



Anmerkung.

Attentional Synchrony auf der nahenden Personengruppe, die meisten Ausreißer gibt es bei der VRHQ Gruppe, gefolgt von OMR.

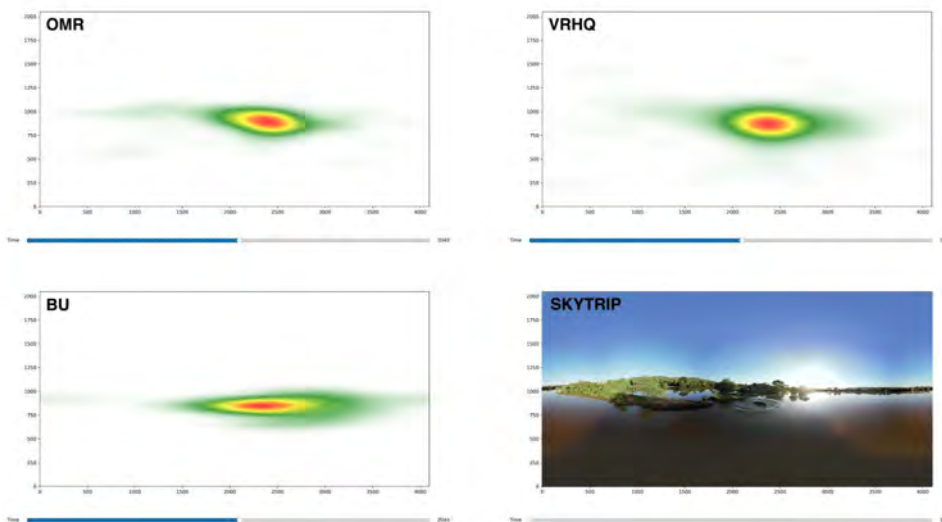
Szene 12: 03:09:34



Anmerkung.

Exploration des Tals in allen Gruppen. Bei VRHQ und BU deutlich weiter unten, bei der OMR fokussieren viele relativ stark die Mitte bzw. den Sonnenuntergang.

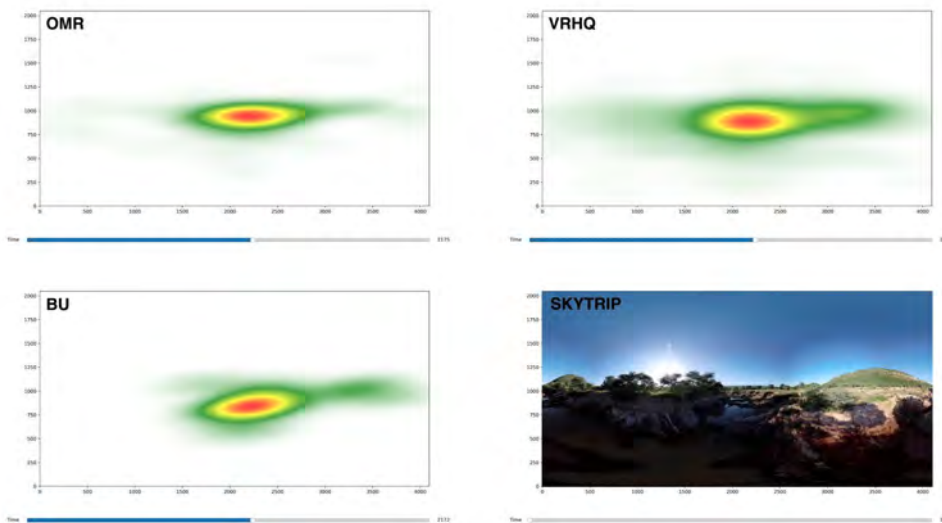
Szene 13: 03:24:11



Anmerkung.

Attentional Synchrony auf den Flusspferden, wenig Abweichung. Die Tendenz der Blickrichtung geht leicht nach rechts.

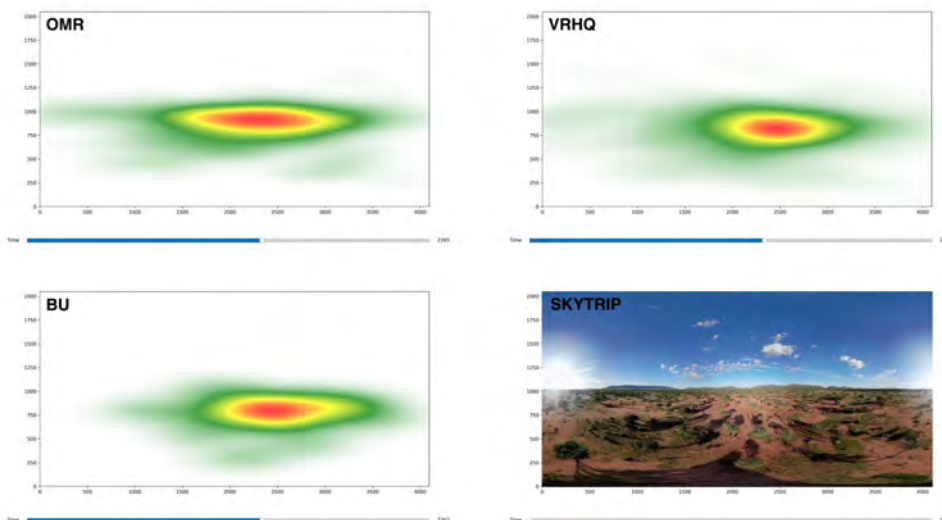
Szene 14: 03:36:54



Anmerkung.

Zentrum der Aufmerksamkeit vor allem auf dem Wassergraben in der Mitten
Nur wenige sehen die Impalas rechts, die meisten davon in der VRHQ
Gruppe.

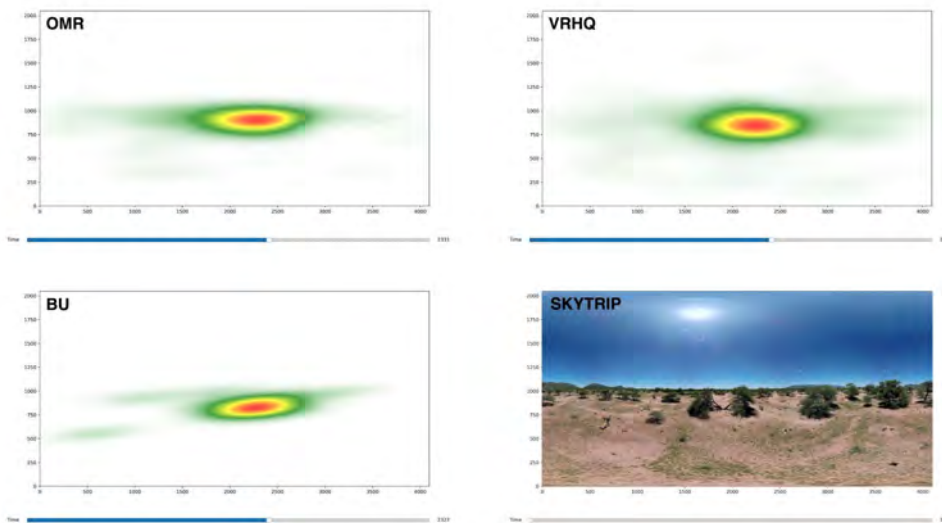
Szene 15: 03:45:51



Anmerkung.

Die meisten schauen in dieser Szene erneut auf die sich bewegenden Tiere.

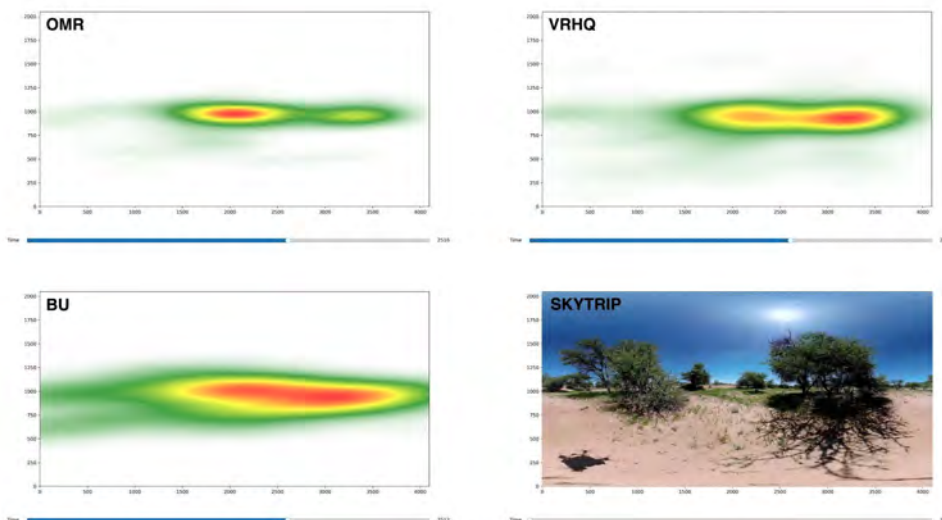
Szene 16: 03:52:26



Anmerkung.

Die Gruppen haben die vom Sprecher angekündigte Löwin neben dem Busch entdeckt und verfolgen, wohin sie geht. Einige Ausreißer scheinen sie nicht gefunden zu haben oder halten Sie nicht für interessant.

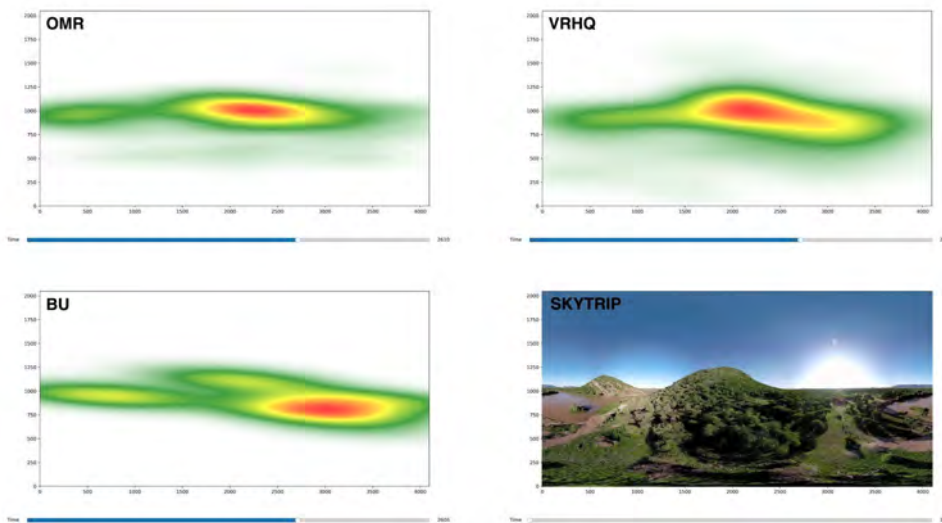
Szene 17: 04:10:53



Anmerkung.

Unterschiedliche Wahrnehmungen des Löwen im Schatten. Kaum jemand der OMR Gruppe sieht den Löwen, etwa die Hälfte der BU und VRHQ Gruppe. Manche scheinen die Szene abzusuchen.

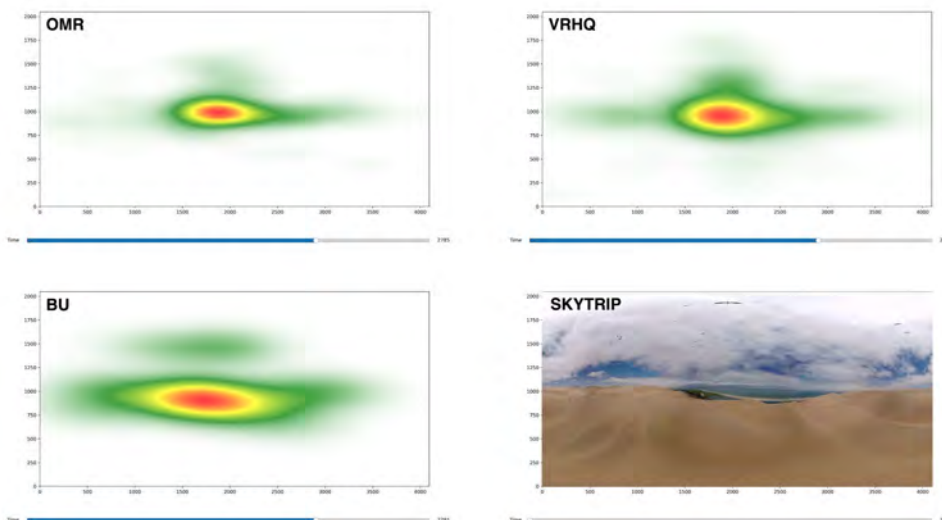
Szene 18: 04:20:18



Anmerkung.

Unterschiedliche Blickverhalten der Gruppen, BU verfolgt überwiegend die Tiere auf dem Boden nach rechts, VRHQ und OMR konzentrieren sich mehrheitlich auf den Hügel vor ihnen (Flugrichtung)

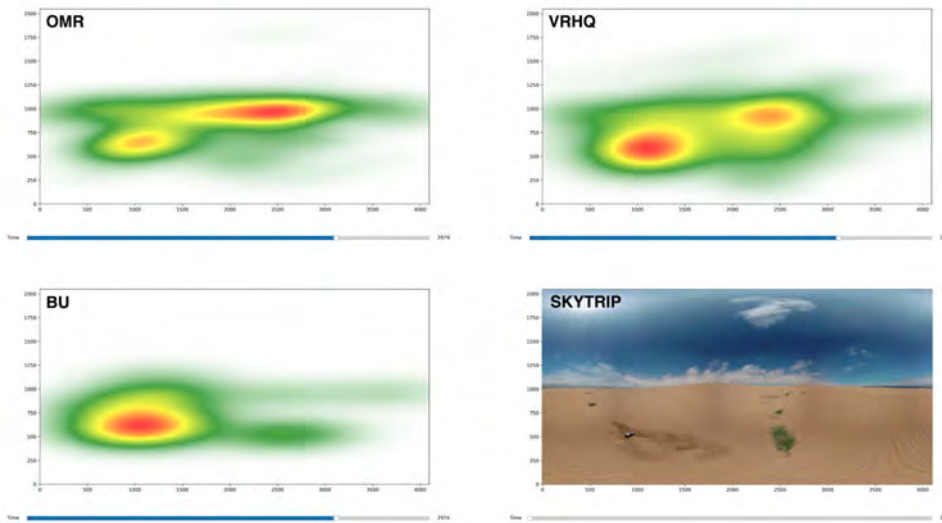
Szene 19: 04:37:44



Anmerkung.

Verschieden ausgeprägte Exploration der Szene, wenige schauen erstmals nach oben und sehen die Pelikane über ihnen. Die Wüste und der Stand halten mehr Aufmerksamkeit.

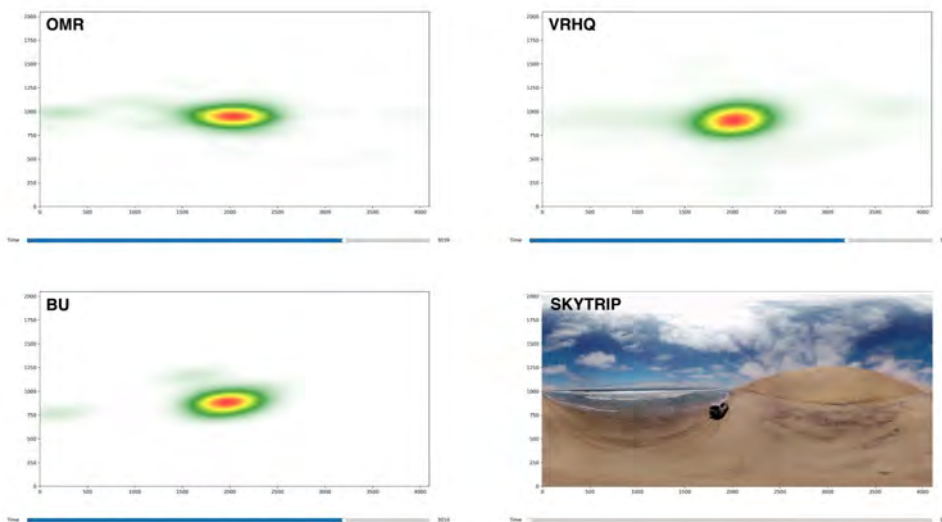
Szene 20: 04:57:03



Anmerkung.

Einer der eindrucksvollsten Unterschiede: Fast die ganze BU Gruppe verfolgt den Geländewagen, wohin nur die Hälfte der anderen Gruppen diesen verfolgt. Es wird angenommen, dass die Plattform die Sicht blockiert.

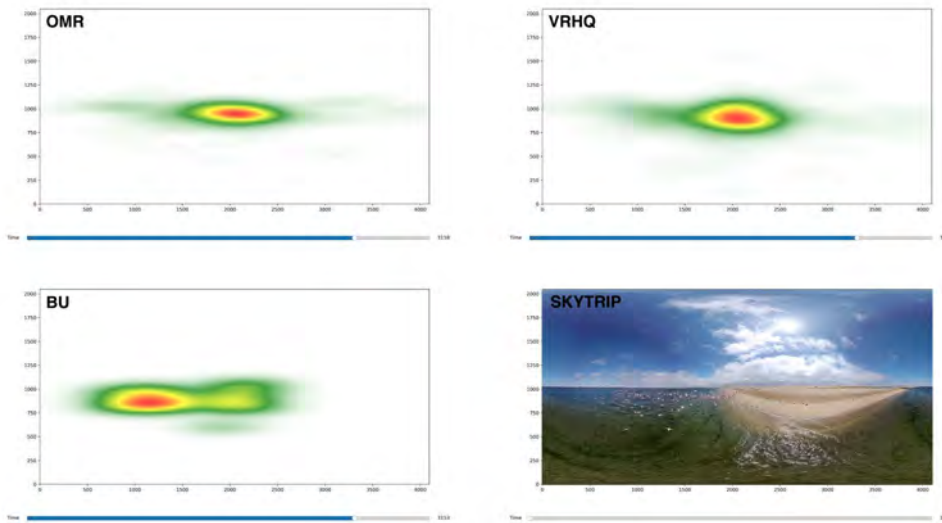
Szene 21: 05:05:07



Anmerkung.

Starke Attentional Synchrony auf dem am Strand fahrenden Geländewagen. Kaum Ausreißer.

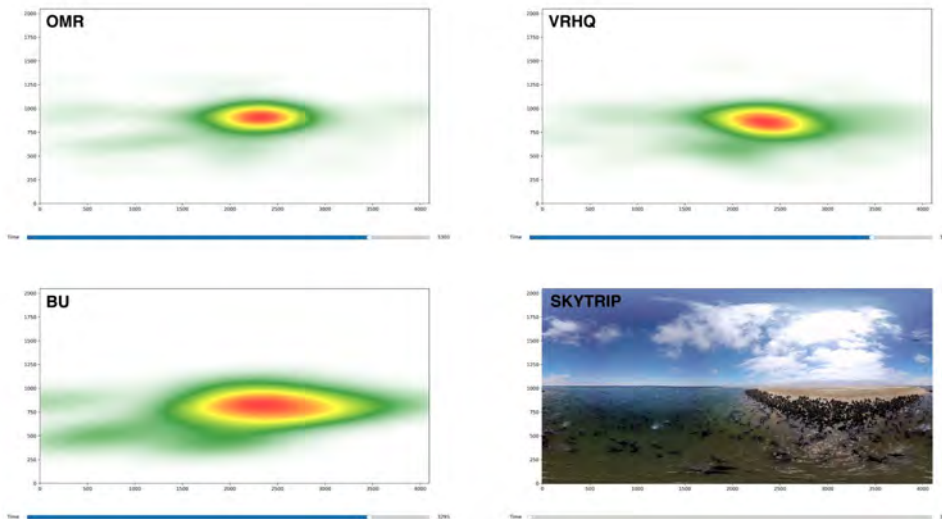
Szene 22: 05:15:01



Anmerkung.

Erneut verfolgt die BU Gruppe die Tiere in ihrer Bewegungsrichtung, wohingegen VRHQ und OMR stark ins Zentrum der Szenen, den Strand schauen. Haben sie die Vögel verpasst, oder warum schauen sie ihnen nicht nach?

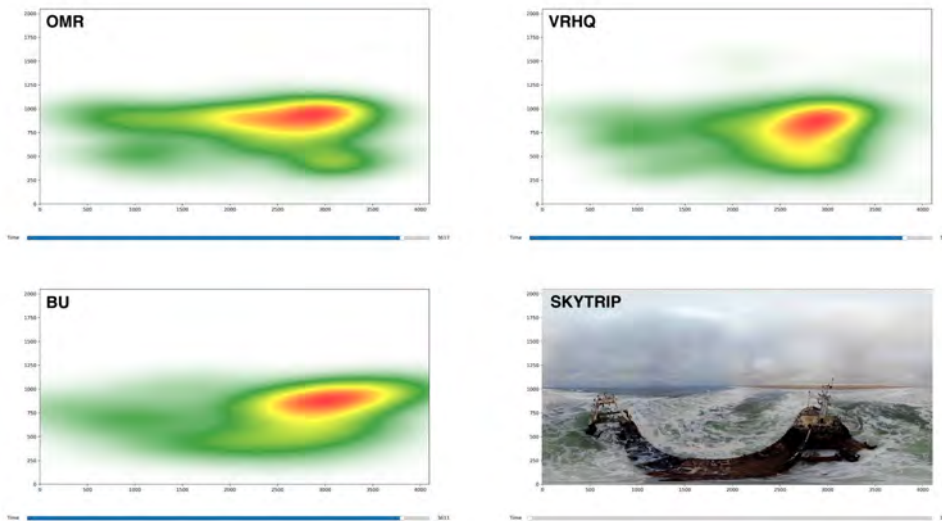
Szene 23: 05:29:09



Anmerkung.

Stärkste Exploration der Seelöwen am Strand durch die BU Gruppe. Erneut stärkerer Fokus auf der Szenenmitte bei VRHQ und OMR.

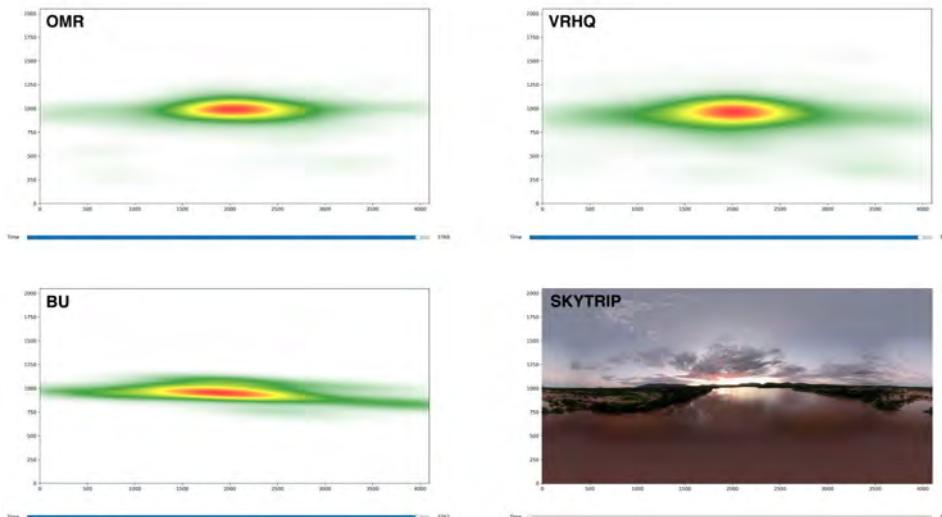
Szene 24: 06:00:46



Anmerkung.

Rechts? Links? Unten? Das Schiff bewegt sich aus dem Zentrum weg und zwingt die Nutzer zu einer Entscheidung. Wohin sollen sie schauen? Im Zentrum sind nur noch Wellen zu sehen. Die meisten schauen nach Rechts unten.

Szene 25: 06:15:51



Anmerkung.

Starker Center und Horizont Bias in der letzten Szene, der Sprecher lädt jedoch auch zum Anschauen des Sonnenunterganges ein.

Anhang 12

Visuelle Analyse der Heatmaps Namibia

Abkürzungen speziell für die visuelle Analyse:

- AS** Attentional Synchrony
- A** Aufmerksamkeit
- C** Mitte, Center (Center Bias, u.A. Judd et al.)
- H** Horizont (nach Horizont Bias, Judd et al.)
- HM** Heatmap
- GR** Grundrauschen
(geringe Zahl Blicke, die in alle Richtungen, speziell horizontal driften)

Die Kürzel der Datensätze stehen nun stellvertretend für die Gruppe.

Stimulus: Namibia
Videobewertung: 8.83 Punkte

Settings: VRHQ (Plattform, Multiplayer), BU und OMR (Libelle, Ohne und Plattform Single Player)

S	B	Z	Sprechertext und Beschreibung	Beobachtets Blickverhalten
1	6.17	Start	“Welcome to Namibia. We start off low over a waterhole in the heart of the Kalahari Desert. This oasis is a crucial source of water for the surrounding wildlife. During the day, you will find a variety of animals at the waterholes.”	Zu Beginn starten die Gruppen OMR und VRHQ über einen 270° Winkel verteilt am H, vermutlich bedingt durch Sitzpositionen in der Plattform. Schnell sammelt sich die Aufmerksamkeit jedoch in der Mitte in Flugrichtung.

			<p>.....</p> <p>Personen starten den Skytrip über einem Wasserloch und können sich erstmals in alle Richtungen umschauen. Sie fliegen vorwärts zum Rand des Wasserlochs, wo entfernt eine Gruppe Personen, ein Auto und Bäume sichtbar werden.</p>	<p>Die BU Gruppe startet überwiegend in Flugrichtung in C, da sich der Skytrip je nach ihrer initialer Position in Flugrichtung anpasst. Zu Sekunde 8 ist bei OMR und VRHQ schaut ein Teil nach unten, da sich hier die Holz-Plattform öffnet und zu einem Glasboden wird.</p> <p>Zusätzlich GR</p>
2	6.87	0:22	<p>“During the day, you will find a variety of animals at the waterholes, which are very pleasant to observe with a cool drink and joyful company. As we continue our journey, you can spot a vulture flying in front of us.”</p> <p>.....</p> <p>Man kommt der Personengruppe näher, einige Personen winken der Drohne. Schließlich fliegt man über die Gruppe und das Auto.</p>	<p>AS, sobald die Menschengruppe in C in Sichtweite kommt.</p> <p>Beim Überflug ist die Verfolgung der Menschengruppe am stärksten bei der BU ausgeprägt. Niemand dreht sich so schnell um, wie der Überflug stattfindet, manche verfolgen das Auto links, währenddessen Aufmerksamkeit in Mitte mit GR.</p>
3	-	0:31	<p>“These remarkable birds play a critical role in maintaining healthy ecosystems, by cleaning up carrion and other organic matter.”</p> <p>.....</p> <p>Man startet mitten über der Namibischen Savanne. Links taucht ein Geier auf, auf den man zu fliegt. Er ist direkt vor einem und driftet nach rechts oben. Schließlich verschwindet er im Licht der Sonne rechts oben.</p>	<p>Schnelles Zusammenziehen der Aufmerksamkeit in die Mitte nach Cut, Verfolgen des Greifvogels. Am stärksten bei BU, fast gesamtes A bei Vogel HM rot. Bei VRHQ Teilung in zwei Gruppen, eine verfolgt den Geier, HM Gelb, eine bleibt in C. Bei OMR geringste Anzahl an Personen, die den Vogel verfolgen, HM grün. GR.</p> <p>Anmerkung.: Szene fehlt in Umfrage</p>
4	8.93	0:40	<p>“Giraffes are the tallest animals on Earth, with adult males reaching heights of up to 18 feet. Despite their size, they are incredibly fast runners, capable of reaching speeds of up to 35 miles per hour.”</p> <p>.....</p>	<p>Zusammenziehen der A in C Richtung vorderster Giraffe, AS auf jener Giraffe.</p> <p>Ausweiten des Blickfeldes der Gruppen nach links und rechts, am stärksten erneut bei BU. Bei Überflug der Giraffe starkes driften nach Links und Rechts, bei OMR und VRHQ bleibt ein</p>

			<p>Weiter geht es über einem steinigen Boden. Frontal sind in einem mittleren Abstand eine Handvoll Giraffen zu sehen. Auf diese fliegt man zu. Nah an den Giraffen, verteilen sich die Tiere im Bild nach links und rechts. Man überholt die Giraffen und Nutzer müssen sich umdrehen, um sie noch hinter sich zu sehen.</p>	<p>großer Teil in C. Starke Streckung über den gesamten H.</p>
5_1	7.90	0:53	<p>In dieser Szene fliegt man frontal unter einer Felsformation durch und kann ggf. eine aufgestellte Kamera oder die Piloten am rechten Rand hinter der Felsformation sehen.</p> <p>Der Flug geht von der Felsformation Richtung Berg Spitzkoppe in der Entfernung weiter. Links, rechts und hinten ist nur karge Landschaft zu sehen.</p>	<p>Von starker Verteilung über den H kommend, zieht sich die A erneut stark zusammen in die C. GR sichtbar. Bei Anflug auf Festformation starke AS bei OMR und VRHQ, mit Verzögerung auch bei BU. Mit AR. Bei Durchflug mehr AR bei BU in Richtung der Kamera. Nach Durchflug erneut leichte horizontale Streuung der A bis zum Cut.</p> <p>A sehr zentral bei Anflug auf Spitzkoppe, viel GR.</p>
5_2	6.67	1:17	<p>Plötzlich ist man direkt neben dem Berg, der sich links neben einem in die Höhe streckt und frontal ein weiterer Teil des Berges sichtbar ist. Rechts erstreckt sich weiter karge Landschaft.</p>	<p>Nach Sprung unmittelbares Verteilen der A, viel größerer HM-Bereich über den Berg verteilt, schwächste Verteilung bei OMR, medium bei VRHQ und starkes außenanderdriften und Verteilung bei BU (HM Rot)</p>

			<p>“We have now arrived at Otjere Lodge. As we fly through the lobby, keep your eyes peeled for the stunning wildlife outside. In fact, you can even spot an elephant bull right in front of the lodge. Otjere is known for its incredible wildlife sightseeings,”</p> <p>.....</p>	<p>Zusammenziehen der Aufmerksamkeit in Richtung Tür der Lodge in C.</p>
6	5.57	1:23	<p>Im folgenden fliegt man frontal auf eine Lodge zu und sieht ein Safari Wagen vorbeifahren, von dem links ein Mann abspringt. Die Szene wechselt zu in der Lodge und man sieht links eine Person hinter einem Tresen, frontal den Ausganz zum Garten und rechts Sitzgelegenheiten.</p> <p>Die Drohne fliegt weiter aus der Lodge heraus und man sieht den Garten und weiter hinten einen Elefanten in der Wildnis.</p>	<p>AS bei Einflug in die Lodge bei allen Gruppen, leichte AR. In Lodge angekommen zieht sich die HM wie ein Kaugummi nach links zur Person hinter dem Tresen. Stärkster Effekt bei BU, gefolgt von VRHQ und OMR. Bei Flug aus der Lodge erneut AS in C. Aufsplitten der A über den Horizont, BU schaut sich am meisten um, Elefant von allen Gruppen gesehen und bildet A.</p>
7	8.27	1:43	<p>“with everything from lions and leopards to giraffes and zebras roaming freely in the surrounding wilderness. Further west in the Damaraland, we spot another single bull,”</p> <p>.....</p> <p>Wir springen nah zum Elefanten und fliegen um ihn herum, wobei die Szene gedreht wird, wodurch der Elefant immer frontal mittig zu sehen ist. Er wirft Dreck auf seinen Rücken.</p>	<p>Starke AS auf Elefanten Grundrauschen in allen Gruppen.</p>
8	8.67	1:55	<p>“a desert elephant that has adapted to this harsh environment. Whoa, that was close.”</p> <p>.....</p> <p>Ein weiterer Elefant ist sichtbar, diesmal viel näher. In VR erscheint er extrem groß links neben den Betrachtern, er</p>	<p>Zweiter Elefant erscheint an gleicher Stelle, wo erster war, AS bleibt bestehen.</p> <p>Verfolgung des Elefanten durch Drehung nach links unten am Stärksten bei BU, bei VRHQ bleiben ein paar zurück in C und bei OMR bleibt die Hälfte in C zurück und verfolgt den</p>

Bachelorthesis: What are you looking at?

baut sich in Richtung der Drohne auf und schaut einen direkt an.

Elefanten nicht.

9

5.93

2:06

“Right underneath us, you can spot a herd of oryx. These antelopes are well adapted to the desert environment, able to go for long periods of time without water by using their efficient respiratory system to cool their body temperature.”

AS auf Antilopenherde unterhalb des H

GR

Die Fahrt wechselt wieder über ein offenes Savannenfeld. Von oben gesehen kann man rechts unten eine Horde laufender Antilopen beobachten.

10

6.83

2:22

“As we fly past Grootenberg Lodge, you'll notice its stunning location perched on top of a rocky outcropping with panoramic views of the surrounding valleys and mountains. This eco-friendly lodge is owned by the local community and provides a unique opportunity to experience traditional Himba culture and hospitality. Grootenberg Lodge is also a hub for sustainable tourism, with a strong focus on conservation and responsible tourism practices.”

Bei OMR AS auf Häusern, VRHQ AS auf Häusern mit stärkerem GR. Stärkste Streuung der A bei BU Gruppe, aber A auf Häusern

Wir fliegen nun an einer Schlucht (links und hinten) vorbei, direkt auf einige Häuser zu. Nach kurzer Zeit springen wir nah zu den Häuser und können auch Details, wie z.B. einen Pool auf der Terrasse oder die Dächer sehen.

11

7.70

2:48

“We continue on to the plateau. What a sight, how the long grass shimmers golden in the evening light.”

Starke AS auf C und Menschengruppe leicht unter C.

Bei Überflug erneute Verfolgung der Menschengruppe

Bachelorthesis: What are you looking at?

			An einem anderen Ort der Schlucht fliegen wir erneut auf eine Gruppe Menschen und ein Auto zu und fliegen über alle. Erneut winken Personen. Frontal vor uns ist die Schlucht zu sehen.	(Starker Drift nach Links hinten unten) je Gruppe unterschiedlich ausgeprägt. BU am Stärksten, OMR am wenigsten,
12	7.00	2:59	<p>“What a sight, how the long grass shimmers golden in the evening light.”</p> <p>.....</p> <p>Wir fliege bis zur Klippe und schauen in die Weite der Schlucht, die sich über die gesamte breite unseres Sichtfeldes erstreckt. Die Sonne geht direkt vor uns unter.</p>	Alle Gruppen erkunden die Schlucht bzw. das Tal, GR
13	7.50	3:17	<p>“As our flight takes place in the rainy season, you'll notice that there is water everywhere, which is especially important for the hippos we're approaching.”</p> <p>.....</p> <p>Wir befinden uns wieder über einem Wasserloch. Vor uns sehen wir, wie zwei Flusspferde ein Bad nehmen.</p>	AS auf den Flusspferden nach kurzer Zeit nach Cut, besonders stark bei Sprung ins Wasser des einen Tieres ausgepägt. GR
14	7.23	3:27	<p>“You can usually find all sorts of animals near the water, like the impalas to our right. These graceful antilopes are a common sight in the African savannah and are known for their impressive jumping abilities,”</p> <p>.....</p> <p>Über einem Wassergraben fliegen wir weiter geradeaus. Rechts neben uns sehen wir in einiger Entfernung weitere Tiere galoppieren.</p>	AS auf dem Wassergraben, nur wenige Personen sehen die Impalas rechts von sich, erst gegen mitte der Szene, GR
15	7.10	3:38	<p>“which help them escape from predators like lions and leopards.”</p> <p>.....</p>	AS auf der Springbockherde, GR

			Zurück über der Savanne fliegen wir über einer großen Herde Springböcke, die von links nach rechts zwischen den Büschen in die Weite rennen.	
16	7.03	3:50	<p>“A lioness to our right is looking for a place in the shade. These magnificent predators are known for their powerful hunting abilities and social structures,”</p> <p>.....</p> <p>Von relativ weit oben fliegen wir nun Richtung Boden, denn wir haben eine Löwin frontal rechte entdeckt. Wir folgen ihr eine Weile geradeaus. Dabei fliegen wir durch zwei entgegenstehende Bäume.</p>	<p>AS auf der Löwin nach kurzer Findungszeit.</p> <p>Flug durch Bäume zwar im Rahmen der Aufmerksamkeit, doch Löwin hinter dem Baum bleibt im Fokus der Zuschauer.</p> <p>Kaum GR, sobald Löwin von allen gefunden.</p>
17	6.17	4:07	<p>“with females working together to hunt and care for their young.”</p> <p>.....</p> <p>Wir sind nun ganz dicht über dem Boden, unterhalb der ersten grünen Äste der Bäume. Rechts neben uns, im Schatten eines Baumes versteckt, liegt ein weiterer Löwe und schaut uns direkt an, während wir an ihm vorbeifliegen.</p>	<p>Cut lässt Personen von Fokuspunkt der Löwin richtung C abweichen, weg von dem Schattigen Baum unter dem sich der Löwe versteckt. Personen müssen erneut suchen. Die meisten der BU finden ihn, bei OMR sieht nur ein Teil den Löwen, Rest bleibt in C. Speziell bei OMR sehen kaum leute den Löwen, stakte AS in C.</p>
18	6.67	4:14	<p>“as the desert comes to life with a burst of color and activity. Let your eyes wander over the vastness of this land. Behind you, you will discover Mount Etjo in the distance.”</p> <p>.....</p> <p>Erneut fliegen wir über eine Horde Tiere unter uns. Überall sehen wir die grüne Landschaft um uns herum und bewegen uns in Richtung eines Hügels. Auf dem Hügel angekommen ist ein weites Panorama grüner</p>	<p>Kurze Zeit A auf Herde, sobal diese jedoch überwiegend rechts galoppiert, schauen sich die Gruppen über den Horizont verteilt um, lediglich nicht hinten. Weiteste Spannweite bei BU, OMR erneut A auf C konzentriert. Nach Hinweis auf Munt Etjo verteilung nach Hinten bei VRHQ und BU, jedoch kaum bei OMR. Ebenfalls schauen viele Leute nach links hinten, nicht rechts. A bei BU und VRHQ über gesamten H verteilt.</p>

Bachelorthesis: What are you looking at?

			Wildnis zu beobachten. Rechts hinter uns ist weit entfernt Mount Etjo zu sehen.	
19	8.17	4:33	<p>“This is a stark contrast to the dunes of the Namib. If you look up, you can see pelicans soaring above us, using the wind over the dunes to effortlessly fly and conserve their energy.”</p> <p>.....</p> <p>Eindrucksvoll sehen wir in dieser Szene, wie die Namib-Wüste (um uns herum) an das Wasser des Ozeans grenzt (frontal vor uns). Einige Pelikane sind über uns am bewölkten Himmel zu sehen.</p>	<p>Nach Cut keine Änderung bei OMR, A in C. Bei A von VRHQ zieht sich in C zusammen, BU kurzer Moment der Orientierungslosigkeit ehe Neuorientierung in Mitte. Kaum Leute der OMR schauen auf die Vögel, VRHQ Personen schauen teilweise auf die Vögel oben, BU schaut größtenteils nach oben auf Vögel.</p> <p>Später in der Szene auch Betrachtung der Wüste.</p>
20	8.07	4:44	<p>“The Namib, the Great Emptiness, is the oldest desert in the world. The dunes here are vast and seemingly endless, with soft, shifting sands that can be challenging to navigate.”</p> <p>.....</p> <p>Wir lassen das Wasser hinter uns und fliegen frontal in die Wüste hinein. Links bis Hinten neben uns fährt ein Geländewagen über die Dünen.</p>	<p>Erst großflächiger verteilte A, dann Aufteilung in zwei Gruppen mit unterschiedlicher Ausprägung je Datensatz. BU schaut fast ausschließlich auf den Wagen, VRHQ und OMR aufgeteilt zwischen Wagen und C. Verteilte Aufmerksamkeit auf mehr als 180°</p>
21	8.20	5:00	<p>[kein Sprechertext]</p> <p>.....</p> <p>Der Flug geht nun am Wasser weiter und wir folgen dem vorher schon gesehenen Geländewagen.</p>	<p>Bereits zwei Sekunden nach Cut AS auf Geländewagen, wenig GR.</p>
22	8.90	5:08	<p>“Flamingos are also incredibly social, often forming large flocks that can number in the thousands. Their vibrant pink coloration is actually due to their diet, which is high in pigments called carotenoids.”</p> <p>.....</p>	<p>BU Verteilung über den gesamten Pelikanschwarm, OMR und VRHQ starke AS auf C, Flugrichtung.</p>

			<p>Weiter entfernt vom Strand fliegen wir über einen Pelikanschwarm, der sich in alle Richtungen unter uns ausbreitet.</p>	
23	9.10	5:24	<p>“Along the coast, you can also find the biggest seals colony in the world. Seals which are known for their curious and social nature, up to 12,000 seals, and can often be seen basking in the sun or frolicking in the waves.”</p> <p>.....</p> <p>Wieder nah am Strand beobachten wir hunderte Seelöwen, vor uns, hinter uns, direkt unter uns und im Wasser.</p>	<p>Gleiches Blickverhalten wie in Szene 22, nur mit Seelöwen Horde. Starke Verteilung bei BU.</p>
24	8.33	5:41	<p>“As we fly over the stranded fishing vessel Zeila, you may notice the rusted metal hull and weathered deck, a testament to the unforgiving nature of the sea. This vessel was once used for fishing, but now serves as a perch for a variety of seabirds that can often be seen resting on its decks. There are many more beached shipwrecks along the desolate and notorious Skeleton Coast.”</p> <p>.....</p> <p>Wir fliegen nun komplett über die Wellen, weit vom Strand entfernt. Vor uns sehen wir ein verwildertes Schiffswrack, Zeila, welches von einigen Vögeln besiedelt wird. Wir fliegen näher an das Schiff und sind schließlich direkt über ihm, ehe wir an ihm vorbeifliegen und es hinter uns sehen.</p>	<p>Erneut wenige Sekunden nach Cut AS auf Schiffswrack. Bleibt bis Überflug erhalten,</p> <p>Bei Überflug trennen sich die Gruppen in Bug und Heckteil links und rechts neben sich, die wenigsten schauen jedoch nach unten.</p> <p>Nach Überflug landen viele Personen der OMR erneut in C. VRHQ schaut teilweise nach C und teilweise nach hinten, BU über den gesamten H verteilt, jedoch weiterhin nicht nach unten.</p>
25	8.03	6:10	<p>“What a setting and sunset to end this sky trip. I hope you enjoyed this unique trip,</p>	<p>A in C bei allen Gruppen, schauen auf Sonnenuntergang, GR schaut durch die Gegend</p>

and we look forward to welcoming you to your destination's sky trip soon."

.....

Der Skytrip endet mit einem hohen Schweben über einem der Wasserlöcher, rotes Licht des Sonnenunterganges lässt die Szene besonders Eindrucksvoll wirken.

Anmerkung. S = Szenennummer, B = Szenenbewertung, Z = Zeit. Für eine bessere Übersicht und bedingt durch fehlenden Mehrwert werden lediglich zwei Dezimalstellen der Szenenbewertung berichtet.

(Quelle: Eigene Darstellung)

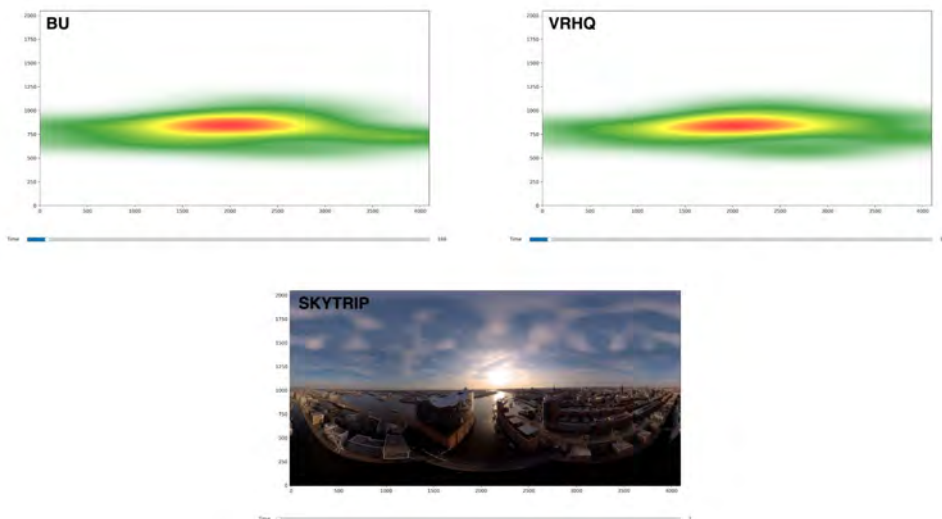
Anhang 13

Heatmap Bilder Hamburg

Es werden jeweils die Bilder mit zugehörigen Heatmaps gezeigt, die auch in der Umfrage zur Abfrage der Szenenbewertung genutzt wurden.

Quelle: Alle Bilder sind eigene Darstellungen unter Verwendung von Bildern der Skytrip Szenen aus dem Video "NamibiaSkytrip.mp4" / Internes Video! (Spherie GmbH, 2020 [hh:mm:ss:ff])

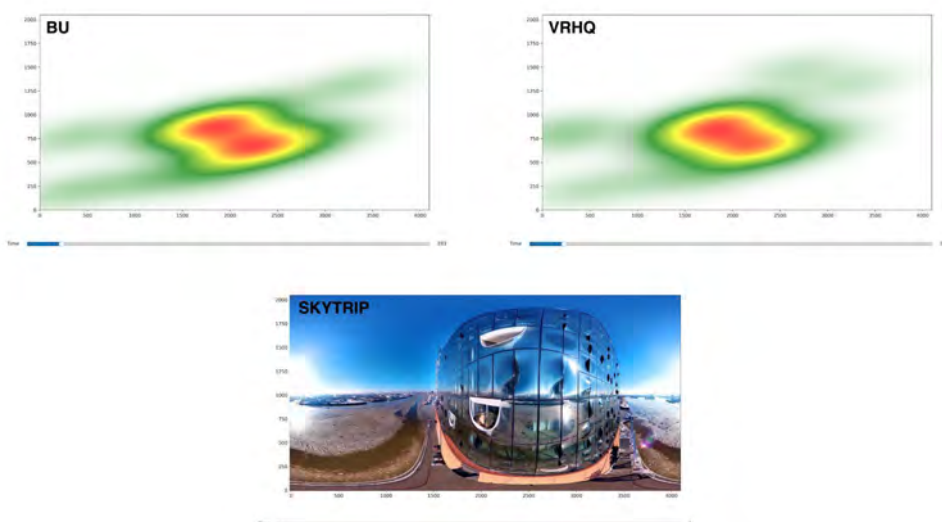
Szene 1: 00:00:16:15



Anmerkung.

Nahezu identisches Blickverhalten. Horizont Bias sichtbar.

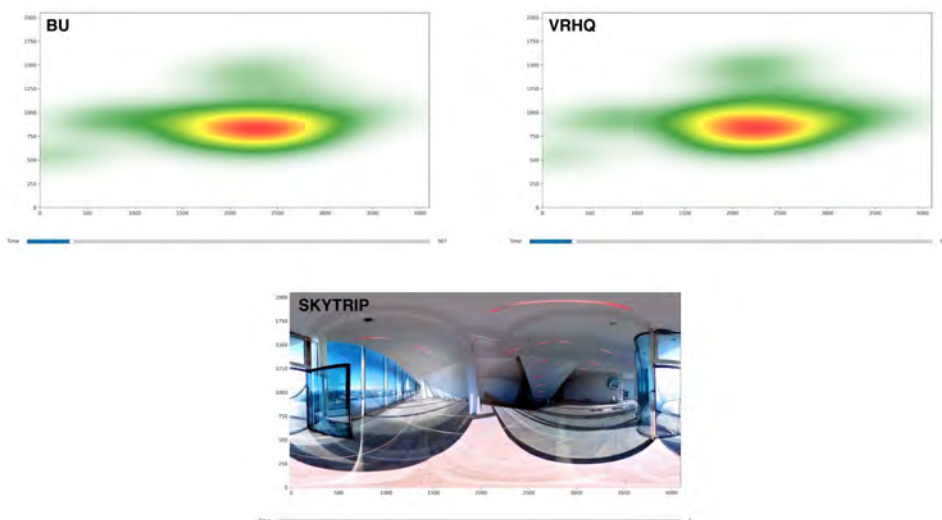
Szene 2: 00:00:28:05



Anmerkung.

Nahezu identisches Blickverhalten. Fokus auf Balkon der Elbphilharmonie und den Fenstern.

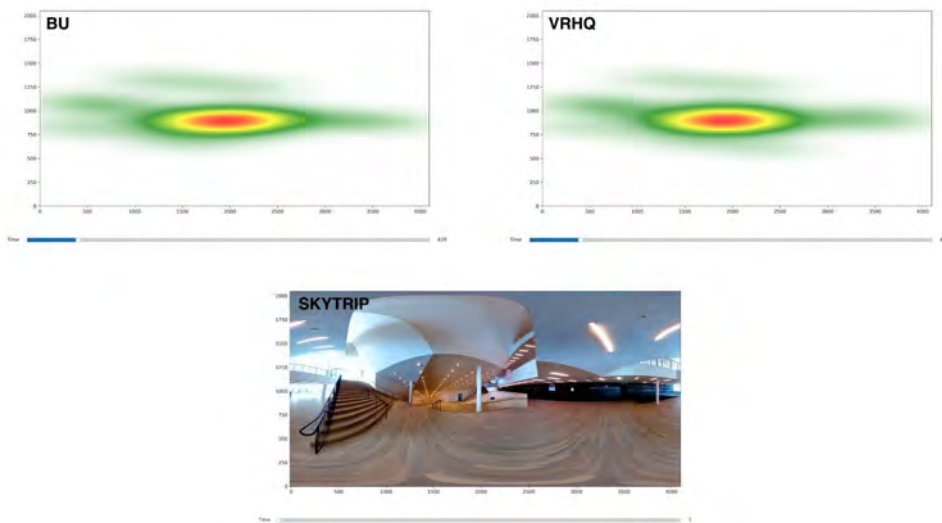
Szene 3: 00:00:36:18



Anmerkung.

Nahezu identisches Blickverhalten. Fokus auf Treppe nach unten.

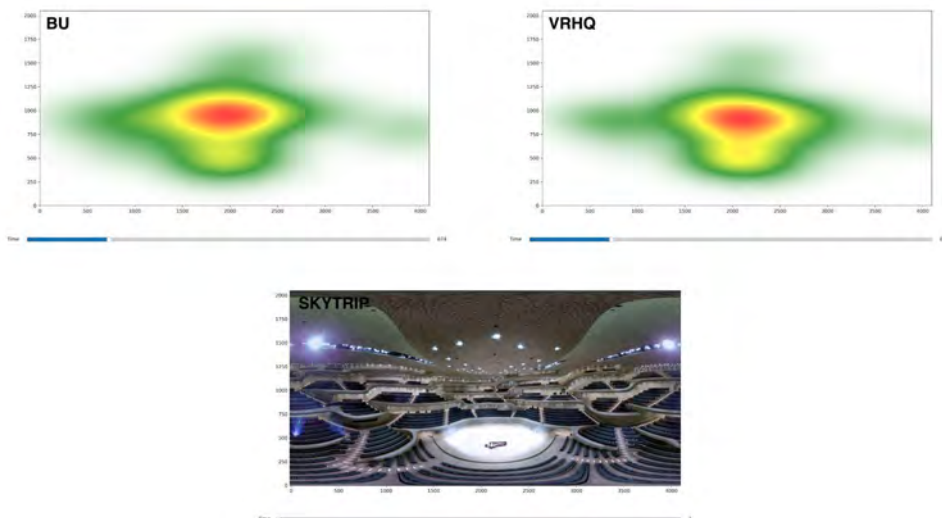
Szene 4: 00:00:41:25



Anmerkung.

Nahezu identisches Blickverhalten. Fokus auf Treppe nach unten.

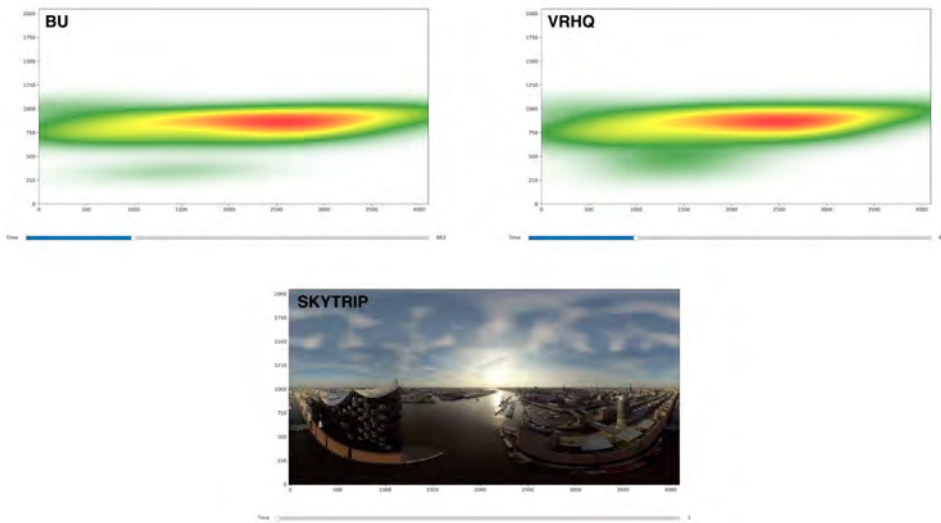
Szene 5: 00:01:07:06



Anmerkung.

Nahezu identisches Blickverhalten. Fokus auf Bildmitte mit exploration in alle Richtungen, v.A. nach unten Richtung Mittelpunkt des Saals.

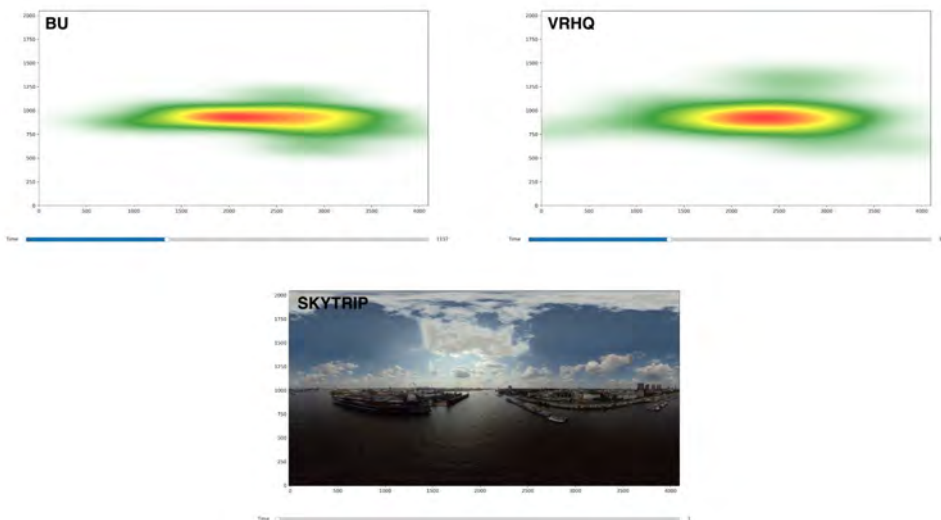
Szene 6: 00:01:28:03



Anmerkung.

Nahezu identisches Blickverhalten. Starker Horizont Bias sichtbar, hohe Spannweite der Blicke über 360°.

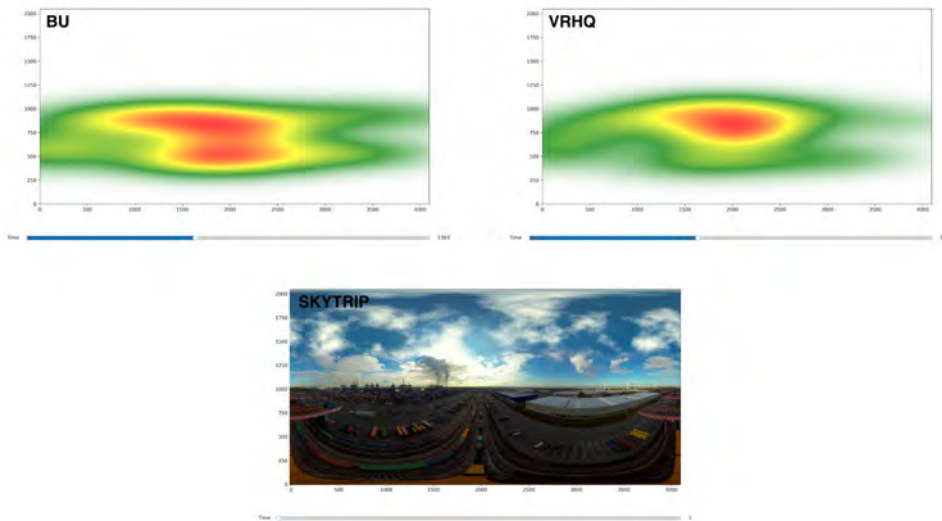
Szene 7: 00:01:55:14



Anmerkung.

Nahezu identisches Blickverhalten. Die Spannweite ist wieder kleiner, Fokus auf Elbe und Elbufer Süd und Nord.

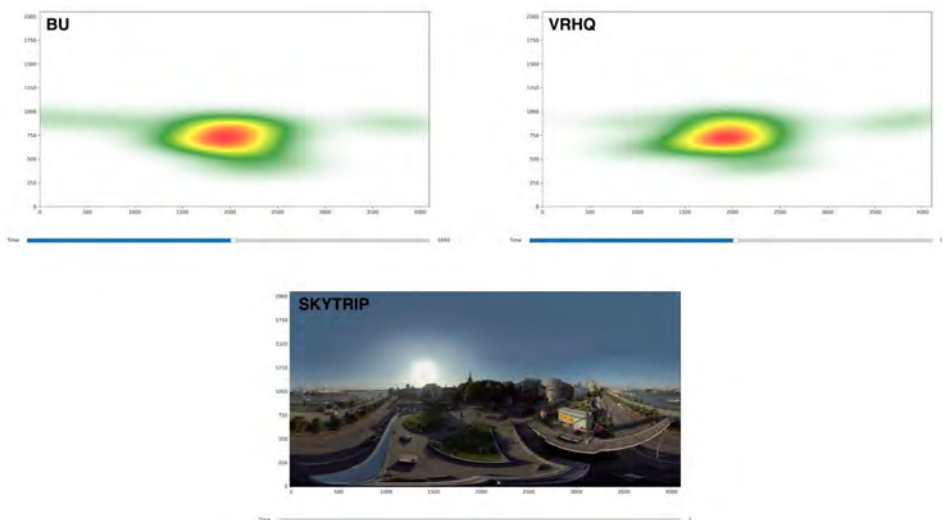
Szene 8: 00:02:18:02



Anmerkung.

Exploration des Containerterminals in alle Richtungen, BU Gruppe schaut viel stärker nach unten als VRHQ Gruppe, an der Stelle blockiert die Plattform die Sicht.

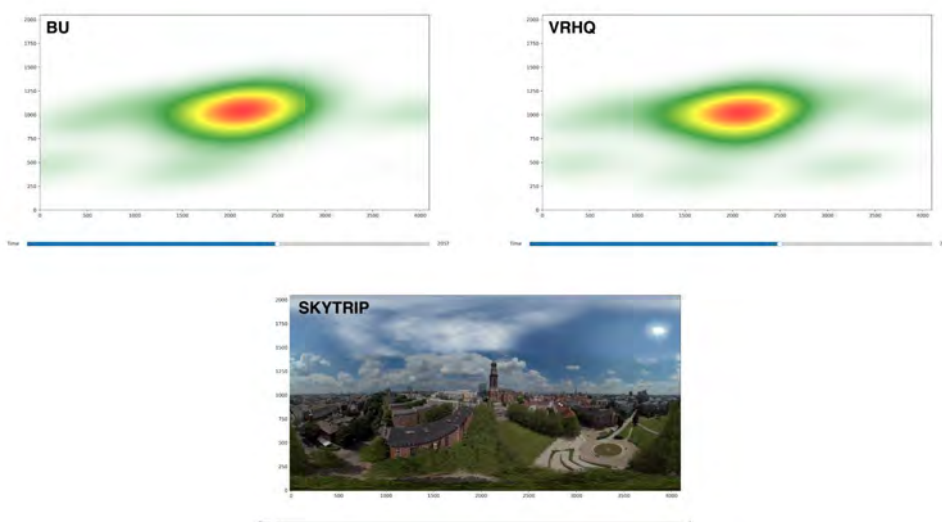
Szene 9: 00:02:49:02



Anmerkung.

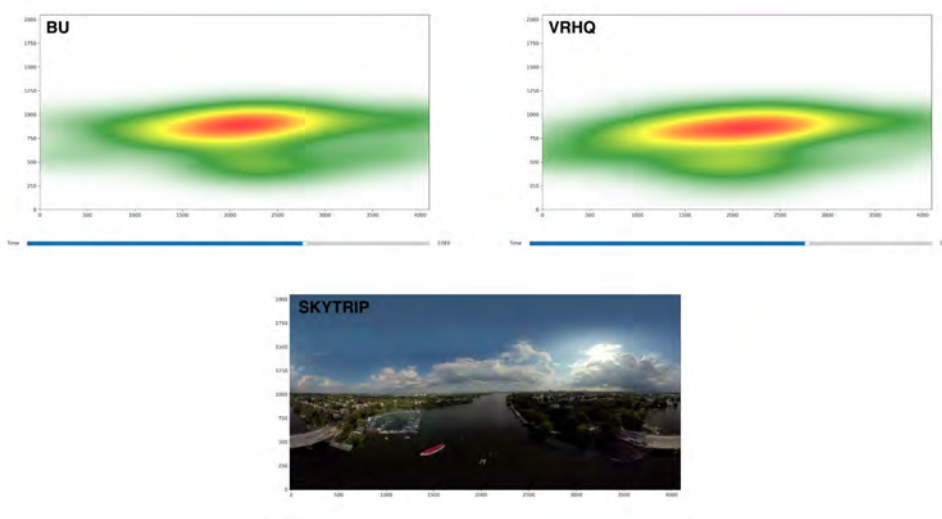
Nahezu identisches Blickverhalten. Fokus auf Park Fiction.

Szene 10: 00:03:25:10



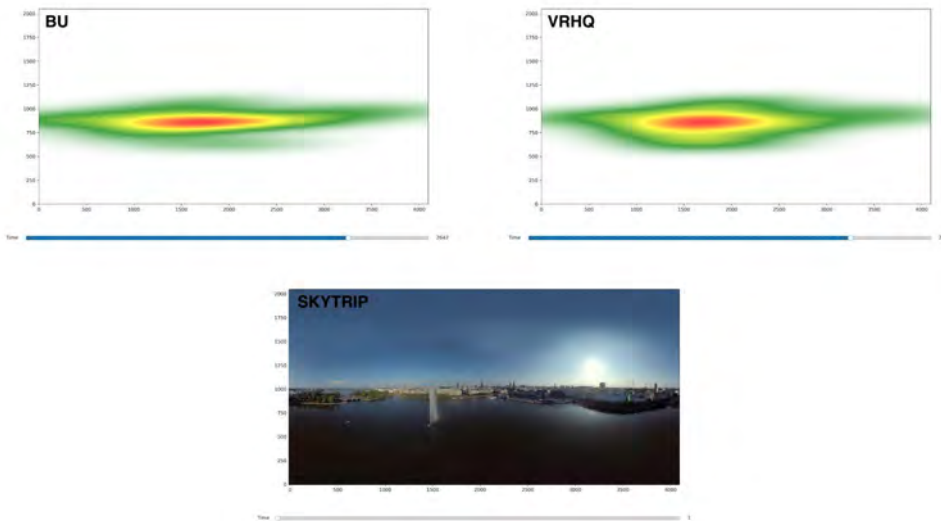
Anmerkung.
Nahezu identisches Blickverhalten. Fokus auf Turm des Michels mit einigen Ausreißern.

Szene 11: 00:03:47:28



Anmerkung.
Nahezu identisches Blickverhalten. Fokus auf Außenalster, hohe Exploration der Szene in beiden Gruppen.

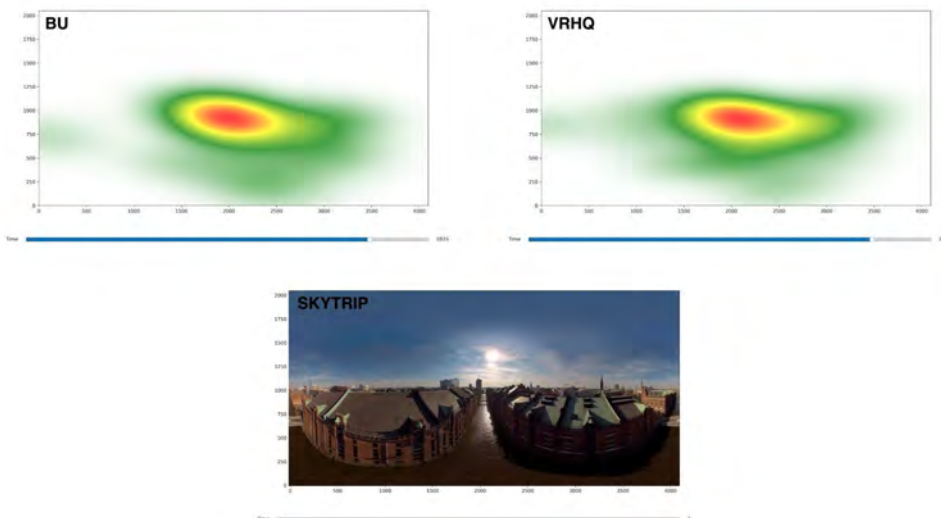
Szene 12: 00:04:24:08



Anmerkung.

Nahezu identisches Blickverhalten. Hohe Spannweite, Fokus auf Fontäne mittig der Alster. Starker Horizont Bias (Jungfernstieg)

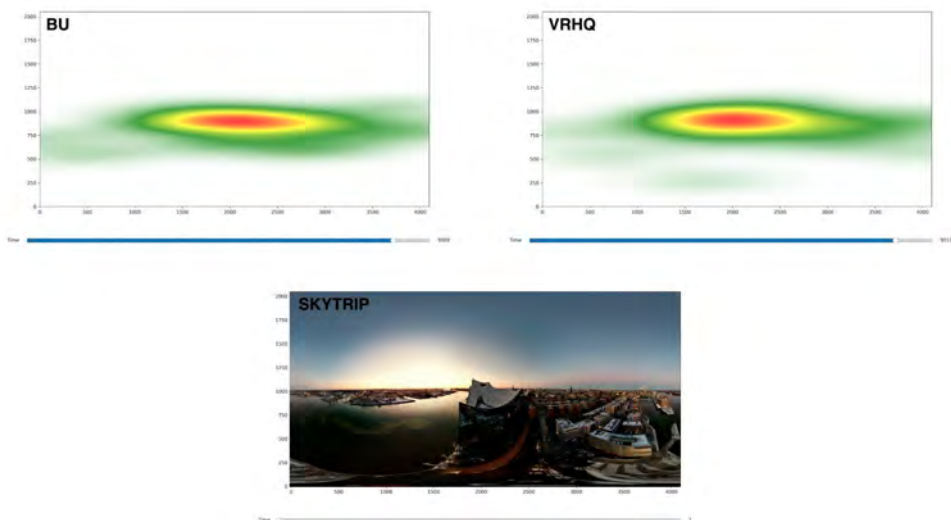
Szene 13: 00:04:42:00



Anmerkung.

Nahezu identisches Blickverhalten. Blick durch die Speicherstadt und auf das Wasser. Einige Blicke schweifen nach rechts und links und schauen auf die Speicher.

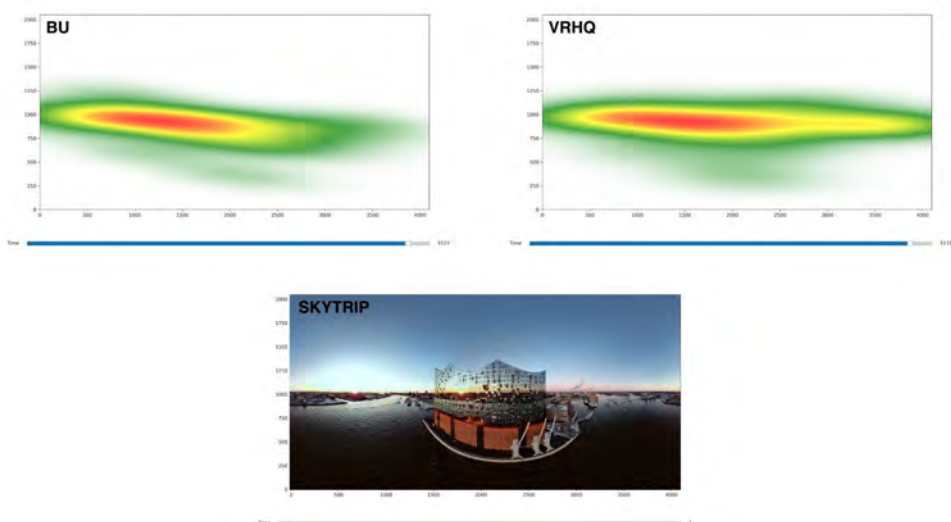
Szene 14: 00:05:00:10



Anmerkung.

Nahezu identisches Blickverhalten. Fokus auf die Elbphilharmonie mit leichter Tendenz nach rechts.

Szene 15: 00:05:12:07



Anmerkung.

Fokus auf Sonnenuntergang hin in VRHQ Gruppe einige Ausreißer rechts.

Anhang 14

Visuelle Analyse der Heatmaps Hamburg

Stimulus: Hamburg
 Videobewertung: 7.47 Punkte

Settings: VRHQ (Plattform, Multiplayer) und BU (Ohne, Singleplayer)

S	B	Z	Sprechertext und Beschreibung	Beobachtets Blickverhalten
0	-	Start	<p>“Welcome to SkyRide, the first virtual sightseeing flight over Hamburg.”</p> <p>Das Spherie Logo taucht in der Mitte der Szene auf.</p> <p>Anmerkung: In der ersten Fassung hieß der Skytrip “Skyride”</p>	<p>Blicke in Flugrichtung von Beginn an.</p> <p>Die VRHQ Gruppe kennt bereits den Namibia Film und hat nicht erneut das Plattform Phänomen, in alle Richtungen zu schauen, sonder schaut bereits in Flugrichtung.</p> <p>Gleiches Verhalten bei der BU Gruppe, leichte Streuung.</p>
1	6.43	0:09	<p>“Sit back, relax and enjoy the ride.</p> <p>A former thorn in the eye of Hamburg citizens and now an icon of the Hanseatic city, the</p> <p>Elbphilharmonie, costing well over 800 million euros, which was ten times more than expected.”</p> <p>Anflug auf die Elbphilharmonie aus Richtung Speicherstadt kommend. Im Zentrum des Bildes ist die Elbphilharmonie, die Elbe und die Sonne genau in der Mitte zu sehen,</p>	<p>Nach Verschwinden des Logos und aufblenden der Szene weiter sich die Aufmerksamkeit aus und erreicht einen Peak bei ca. 00:16 und 00:21. Die Aufmerksamkeit ist sichtbar gestreut mit Fokus auf der Elbphilharmonie.</p>
2	6.10	0:25	<p>“But to better understand and explore this monument, we must fly inside.”</p> <p>Anflug auf deinen Balkon, das Gebäude wirkt in VR riesig, und</p>	<p>Unmittelbar nach Cut zieht sich die Aufmerksamkeit Richtung Balkon der Elbphilharmonie zusammen</p> <p>Beim Einflug zeigt sich eine AS auf das Innere, ähnlich wie es</p>

Bachelorthesis: What are you looking at?

			nimmt 180° des Blickfeldes ein.	bereits bei der Namibia Szene mit dem Felsen oder der Tür der Lodge zu sehen war. Es scheint, als würden sehr große Objekte die Aufmerksamkeit der Nutzer wegdrücken. und dorthin leiten, wo man in die Ferne schauen kann.
3	5.70	0:33	<p>"[Kein Sprechertext]"</p> <p>.....</p> <p>Einflug durch das Balkonfenster in den Innenbereich</p>	<p>Bei 00:34 starke AS der Nutzer in Zentrum des Bildes, Fokus auf Innenbereich der Elbphilharmonie.</p> <p>Sobald man im inneren angekommen ist, dreht sich die Szene leicht nach Rechts und viele Nutzer driften ebenfalls nach rechts ab, Sek. 38.</p>
4	6.17	0:38	<p>"Its contours are designed to offer the best acoustic experiences, wherever you are in its halls."</p> <p>.....</p> <p>Flug durch den Vorraum bzw. Treppenhaus der Elbphilharmonie.</p>	<p>Unmittelbar nach Cut kommen die Personen zurück von rechts und Fokussieren sich auf die Treppe nach unten in der Mitte des Bildes. Danach findet bis zum nächsten Cut eine moderate Exploration der Szene statt.</p>
5	7.57	0:48	<p>"The Great Concert Hall, the pièce de résistance of the Hamburg Elbphilharmonie.</p> <p>It can accommodate up to 2,100 visitors in the classic vineyard arrangement, where the performers are surrounded by the audience.</p> <p>The panels covering the walls were individually designed and shaped to disperse sound waves, so no matter where your seat is, you experience the best acoustics."</p> <p>.....</p> <p>Der Flug geht von einer Seite des Großen Saals zur anderen Seite.</p>	<p>Unmittelbar nach Cut springt die Aufmerksamkeit nach unten in Richtung Flügel und Boden des Großen Saals. Dieser Bereich hebt sich durch seine Form und Helligkeit von den anderen Elementen ab. Dies spricht für die Low-Level-Faktoren nach Judd et al, die Aufmerksamkeit lenken.</p> <p>Nach einigen Sekunden in der Bildmitte beginnt eine Exploration der Szene mit Peak bei etwa 01:19, fast die gesamte Fläche ist mindestens hellgrün</p>
6	7.40	1:24	<p>"Standing at 108 meters tall, it is the tallest inhabited building in Hamburg.</p> <p>Currently we are flying over the Elbe, the river that defines what Hamburg is."</p> <p>.....</p> <p>Flug weg von der Elbphilharmonie Richtung Landungsbrücken.</p>	<p>Nach dem Sprung ins Freie zieht sich die Aufmerksamkeit am Horizont entlang und erstreckt sich über den gesamten Bildbereich, speziell bei Sekunde 01:27.</p> <p>Nach dem ersten Text drehen sich einige Leute nach links hinten zur Elbphilharmonie um.</p>

Bachelorthesis: What are you looking at?

			<p>"It runs through the center of the city, splitting it in half.</p> <p>90% of the population live in the northern half, while the south is characterized by the ports, container terminals and shipyards that have shaped Hamburg's history.</p>	<p>Die meiste Zeit der Szene bleibt die Aufmerksamkeit über den Horizont verteilt.</p>
7	6.37	1:42	<p>To the left lies the Blom und Fass shipyard, the largest dry dock in Germany. In addition to cruise ship maintenance, luxury yacht conversions are done here.</p> <p>A harbor tour is a must for any visitor to Hamburg."</p> <p>..... Hoher Flug über die Elbe, zwischen Landungsbrücken und Fischmarkt, Höhe Blohm & Voss.</p>	<p>Bei der Textstelle Blohm & Voss schauen viele Nutzer wieder nach links auf die genannte Werft.</p> <p>Einige Sekunden danach streckt sich die Aufmerksamkeit wieder über den Horizont aus.</p>
8	6.70	2:17	<p>"The CTA is one of the most modern container terminals in the world, with all of its logistics fully automated.</p> <p>Up to four container ships can be loaded or unloaded at the same time."</p> <p>..... Flug über ein Containerterminal mit Containern unterhalb und links von einem, einer Halle mit weißem Dach rechts und einem bewegten Kran direkt hinter einem.</p>	<p>Starke Exploration der Szene in beiden Gruppen, vor allem aber auf der linken, hinteren Seite der Nutzer, wo alle Container stehen und verladen werden. Die Halle mit dem weißen Dach rechts scheint kein spannendes AOI zu sein und wird größtenteils ignoriert.</p> <p>Viele Personen schauen hinter sich auf den arbeitenden Kran, Sekunden 2:27.</p>
9	7.13	2:34	<p>"This is where the locals chill, a place called Park Fiction.</p> <p>It may sound like a Tarantino film, but it's actually a park designed after the doodles of a child.</p> <p>When the construction of a new office complex was proposed, the denizens of the St. Pauli quarter rose to petition against it.</p> <p>In response, the city of Hamburg sponsored this park as a monument to their rebelliousness.</p> <p>Viva la revolution!"</p> <p>..... Flug vom Fischmarkt ausgehend über Park Fiction</p>	<p>Die Szene springt und für ca 2 Sekunden schauen die Nutzer wohl etwas desorientiert umher.</p> <p>Bei Nennung von Park Fiction liegt eine AS auf dem genannten AOI, Speziell Sek. 2:43</p> <p>Bei Überflug von Park Fiction liegt dieser nicht mehr im Zentrum des Bildes und die Zuschauer schauen sich vermehrt um. Beinahe die gesamte Szene wird abgedeckt.</p> <p>Niemand jedoch schaut nach oben, vermutlich da blauer Himmel allen bekannt ist.</p>

Bachelorthesis: What are you looking at?

10	6.67	3:07	<p>"We are now at St. Michael's Church, or Michel as it's known to local Hamburgers.</p> <p>It shares its namesake with hundreds of other churches around the world in being named after the archangel Michael.</p> <p>Its tall spire, made entirely out of copper, makes it one of the most recognizable landmarks in the city.</p> <p>Incidentally, this church has burnt down and been rebuilt three times.</p> <p>With over 2,000 seats, the Michel is the largest church in Hamburg, and arguably northern Germany's most important Baroque church."</p> <p>..... Flug aus Richtung Park Fiction auf den Michel zu.</p>	<p>Bis zur Sekunde 3:12 zieht sich die Aufmerksamkeit bis zur AS auf den Turm des Michels zusammen. Sobald der Michel näher kommt, schauen die Nutzer auch vermehrt nach oben zu seiner Spitze (Sek. 3:30).</p> <p>Die Szene wird von einigen Ausreißern in alle Richtungen angeschaut.</p>
11	7.43	3:41	<p>"This is the Außenalster. With its size of almost 165 hectares, it is the larger part of the Alster Lake.</p> <p>Surrounding the lake is the Alste Park, which offers a popular running route of more than 7 kilometers.</p> <p>If physically exerting yourself on land is not your thing, you can also rent a paddleboat and exert yourself aquatically.</p> <p>And if you're here the right time of year, you could attend the annual festival where people gather to celebrate the cherry blossoms by setting off huge fireworks."</p> <p>..... Ein hoher Flug über die nördliche Außenalster, höhe Alsterpark.</p>	<p>Nach Sprung zur Außenalster Szene, geht die Aufmerksamkeit schlagartig von rechts, dem schattigen Bereich des Alsterparks, nach links zu den Anlegern und dem Wasser. Dies ist das gleiche Phänomen wie beim Boden der Elbphilharmonie, die Nutzer werden zu hellen Stellen gezogen.</p> <p>Kurze Zeit später beginnt jedoch wieder eine volle Exploration der Szene.</p> <p>Bei Nennung des Alsterparks driftet erneut ein Teil der Aufmerksamkeit nach rechts, in den schattigen Bereich. Dies scheint eine Reaktion auf den Sprechertext zu sein.</p> <p>In der BU Gruppe scheinen öfter Personen nach unten zu schauen.</p>
12	7.60	4:15	<p>"Now we come to what some may call the heart of the city.</p> <p>The Binnenalster, as the name suggests, is the inner part of the Alster Lake.</p> <p>Spanning 18 acres and boasting a 60-meter-high water fountain in its very center, the lake</p>	<p>Direkt nach dem Sprung der Szene driften die Blicke zur Alsterfontäne. (Sek. 4:16) Der Heatmap der vorherigen Szene zu urteilen, liegt sie im linken peripheren Blickbereich der Nutzer. Außerdem ist sie groß, hell und bewegt sich. Erneut alle bekannten Faktoren, die unbewusst die Aufmerksamkeit lenken.</p> <p>Nach der Hälfte der Szene driftet die Aufmerksamkeit mehr</p>

Bachelorthesis: What are you looking at?

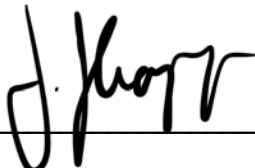
			<p>is surrounded by a wide variety of businesses with white facades and copper roofs, from office buildings to malls and restaurants.”</p> <p>.....</p> <p>Wir fliegen von Außenalster-Brücke in Richtung Jungfernstieg, vorbei an der großen Fontäne.</p>	<p>Richtung Jungfernstieg, jedoch bleibt ein aufmerksamkeitsstarker Bereich auf der Fontäne, als würden sich zwei Gruppen bilden.</p> <p>Gegen Ende der Szene liegt die Fontäne links hinter den Nutzern und im Zentrum der Aufmerksamkeit ist der Jungfernstieg und der Ballindamm.</p>
13	6.87	4:40	<p>“Currently, we are flying over the harbor in the Speicherstadt, the world's largest historical warehouse district.”</p> <p>.....</p> <p>Der Flug geht knapp über den Dächern der Speicherstadt durch Kehrwieder- und Brooksfleet.</p>	<p>Zum Start der Speicherstadt Szene schauen die meisten Personen frontal durch die Speicher (4:42)</p> <p>Einige Sekunden später beginnt eine Exploration, erst schauen viele zu den Speichern links, danach zu den Speichern Recht und einer Peak Szenenexploration bei Sekunde 4:53, erneut ist das gesamte Blickfeld mindestens grün eingefärbt.</p>
14	7.10	4:54	<p>“And that has been Skyride Hamburg.</p> <p>We hope you had a pleasant stay on board our virtual flying gondola.”</p> <p>Anmerkung: Früher wurde der Skytrip nicht auf der Plattform, sondern einer Skilift Gondel vorgeführt.</p> <p>.....</p> <p>Wir befinden uns über der hinteren, linken Ecke der Elbphilharmonie und fliegen von ihr weg.</p>	<p>Nach Cut zieht sich das Blickfeld in Richtung der Elbphilharmonie zusammen (4:56)</p> <p>Bei 5:02 wird erneut eine weites Blickfeld beobachtet.</p>
15	7.37	5:02	<p>“We wish you a happy exploration of our beautiful Hanseatic city.</p> <p>“So long, farewell, auf Wiedersehen, and finally Tschüss!”</p> <p>.....</p> <p>Die Elbphilharmonie erscheint frontal bei Sonnenuntergang. Wir fliegen von ihr weg. Die Szene wird abgedunkelt und das Logo erscheint.</p>	<p>Die Elbphilharmonie in der Mitte ist wieder Fokuspunkt bei Szenenbeginn. Nach wenigen Sekunden driftet die Aufmerksamkeit zum Sonnenuntergang links.</p> <p>Bei Abblenden der Szene zieht sie die Aufmerksamkeit zum letzten Mal in Richtung Mitte und die Personen schauen zum Großteil gemeinsam auf das Spherie Logo.</p>

Anmerkung. S = Szenennummer, B = Szenenbewertung, Z = Zeit. Für eine bessere Übersicht und bedingt durch fehlenden Mehrwert werden lediglich zwei Dezimalstellen der Szenenbewertung berichtet. (Quelle: Eigene Darstellung)

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken (dazu zählen auch Internetquellen) entnommen sind, wurden unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Hamburg, 21.07.2023



Unterschrift