



ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

# **Simulation eines e-Rollstuhls in Virtual Reality für Kinder mit Einschränkungen**

Masterarbeit im Studiengang Wirtschaftsinformatik

Verfasser:

Davide Miceli

Master in Wirtschaftsinformatik

Matr. -Nr.: 12473674

Betreuer:

Prof. Dr. Thomas Keller

Institut für Wirtschaftsinformatik

ZHAW School of Management and Law

Frühlingssemester 2023

## Abstract

Die vorliegende Masterarbeit befasst sich mit der Entwicklung eines Artefakts in Form einer Virtual-Reality-Simulation eines Elektrorollstuhls für Kinder mit Einschränkungen. Dadurch kommt die Technologie der Virtual Reality in Bereich der sonderpädagogischen und inklusiven Bildung zum Einsatz. Ein Gebiet, in welcher der Einsatz der Virtual Reality Technologie, noch wenig erforscht ist.

In der Masterarbeit wird untersucht, welche Eigenschaften das Artefakt aufweisen muss, um bei Kindern mit Einschränkung Akzeptanz zu finden und das pädagogische Personal beim Lernprozess zu entlasten. Das Artefakt wurde mithilfe der Software Unity entwickelt und umfasst zwei aufeinander aufbauende Level, die darauf abzielen, den Lernprozess des Elektrorollstuhlfahrens zu fördern. Zur Umsetzung wurde eine Motion-Plattform, ein Head-Mounted Display von HTC und ein Joystick zur Steuerung des virtuellen Elektrorollstuhls verwendet. Zur Beantwortung dieser Frage wurde die prototypische Methode angewendet. Zwei Testläufe wurden durchgeführt, wobei der erste Testlauf dazu diente die Anwendung zu evaluieren und Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren. Der zweite Testlauf überprüfte die modifizierten Eigenschaften und beantwortete die Forschungsfrage. Die Vivala Stiftung aus Weinfelden fungierte als Partner dieser Masterarbeit. In Zusammenarbeit mit einem Heilpädagogen, sowie mit zwei Kindern mit Cerebralparese wurde untersucht, dass die Faktoren Usability/Playability, Narrative/Wirksamkeit und Vergnügen entscheidend sind für die Akzeptanz der Anwendung. Dem hinzuzufügen ist, dass das Artefakt sowie der Immersionseffekt der Virtual Reality Anwendung von den Kindern wie auch vom Heilpädagogen als sehr positiv wahrgenommen wurden. Dies lässt darauf schließen, dass die Technologie der Virtual Reality im Bereich der sonderpädagogischen und inklusiven Bildung hohes Potenzial aufweist und dadurch neue Forschungsfelder öffnet.

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	III
1 Einleitung .....	1
1.1 Motivation und Hintergrund.....	1
1.2 Auswirkung von Mobilitätseinschränkungen bei Kindern .....	2
1.3 Forschungsinteresse und Forschungsfelder .....	3
1.4 Forschungsfrage.....	4
1.5 Abgrenzung .....	5
1.6 Forschungsdesign und Vorgehen.....	5
2 Vivala Stiftung .....	8
3 Kinder mit Einschränkungen .....	8
4 Stand der Forschung .....	11
4.1 Virtual Reality.....	11
4.2 Resultate Literaturrecherche .....	12
4.3 LIFEtool- WheelSim Virtual Reality .....	13
4.4 Simulationskrankheit bei Head Mounted Display .....	14
5 Erstellung des Prototyps .....	15
5.1 Hardware .....	15
5.1.1 HTC Vive VR-Brille .....	16
5.1.2 Next Level Racing Motion Platform V3 .....	18
5.2 Software .....	18
5.2.1 Level Eins.....	19
5.2.2 Level Zwei.....	22
6 Usability Test.....	24
6.1 Vorgehen bei den Testings.....	25
6.2 Testprotokoll für das 1. Testing .....	26

6.3	Testprotokoll für das 2. Testing .....	26
7	Erkenntnisse.....	27
7.1	Erkenntnisse aus dem 1. Testing – Level Eins .....	27
7.2	Erkenntnisse aus dem 1. Testing – Level Zwei .....	28
7.3	Schlussfolgerungen aus dem 1. Testing .....	30
7.4	Erkenntnisse aus dem 2. Testing – Level Eins .....	33
7.5	Erkenntnisse aus dem 2. Testing – Level Zwei .....	35
7.6	Beantwortung der Forschungsfragen .....	37
8	Ausblick.....	38
9	Schlusswort des Autors.....	39
	Literaturverzeichnis .....	IV
	Anhang A- Testprotokoll Eins und Zwei- 1. Testlauf.....	X
	Anhang B- Testprotokoll Eins und Zwei- 2. Testlauf .....	XVIII
	Anhang C- Repository auf <a href="http://www.github.com">www.github.com</a> .....	XXV
	Eigenständigkeitserklärung.....	XXVI

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 DSR methodology process model (Adapted from Peffers et al. (2007)) .....	8
Abbildung 2 Gross Moto Function Classification System .....	10
Abbildung 3 Auflistung Bericht von Rollstuhlsimulator .....	13
Abbildung 4 WheelSim- Anwendung von LIFEtool .....	14
Abbildung 5 Autor beim Testen der Hard- und Software .....	16
Abbildung 6 Übersicht Endgeräte für Virtual Reality (Zobel et al., 2018, S. 23).....	16
Abbildung 7 Vergleich Oculus Rift DK2 und HTC Vive (Zobel et al., 2018, S. 116).....	17
Abbildung 8 Virtual Reality HTC VIVE - Head- Mounted Display und Joy Stick Competition PRO.....	17
Abbildung 9 Next Level Racing Motion Platform V3.....	18
Abbildung 10 Szenenbild 1.1 vom Level 1 .....	20
Abbildung 11 Szenenbild 1.6 vom Level 1 .....	20
Abbildung 12 Pfeil zeigt auf Sphäre .....	21
Abbildung 13 Belohnung bei Erreichung der 4. Sphäre.....	22
Abbildung 14 Level 2 Szenenbild 1 .....	23
Abbildung 15 Level 2 Szenenbild 2 .....	23
Abbildung 16 Level 2 Szenenbild 3 .....	24
Abbildung 17 Level Eins nach 1. Testing .....	31
Abbildung 18 Level Zwei nach 2. Testing .....	33
Abbildung 19 Erkenntnisse aus dem 2. Testing - Level Eins .....	34
Abbildung 20 Erkenntnisse aus dem 2. Testing - Level Zwei .....	36

Das in der vorliegenden Masterarbeit verwendete generische Maskulinum umfasst alle Geschlechteridentitäten.

# 1 Einleitung

In den letzten Jahren hat sich Virtual Reality als eine vielversprechende Technologie etabliert und hat in verschiedene Bereiche einen stabilen Entwicklungsstand erreicht (K. Bosse et al., 2022, S. 66). Im Bereich der sonderpädagogischen und inklusiven Bildung kommt diese Technologie jedoch selten zum Einsatz (K. Bosse et al., 2022, S. 64). Aus diesem Grund ist es noch schwierig zu beurteilen, welche Eigenschaften eine Virtual Reality Anwendung unbedingt besitzen muss, damit diese auf grosse Akzeptanz von Kindern mit Einschränkung stösst. In der vorliegenden Arbeit wird deshalb untersucht, welche Aspekte und Eigenschaften bei der Anwendung von Virtual Reality im Rahmen von sonderpädagogischen und inklusiven Bildung beachtet werden müssen, um den Lernprozess zu optimieren und eine positive Erfahrung für die Kinder zu schaffen. Der Lernprozess zielt in der vorliegenden Arbeit auf die Steuerung eines Elektrorollstuhls ab. Es wird eine Applikation entwickelt, die die Anwendung eines Elektrorollstuhl simuliert. Mit Hilfe einer Motion Plattform soll der Immersionseffekt verstärkt werden. Im Rahmen der Vorstudie dieser Arbeit wurde in Partnerschaft mit der Vivala Stiftung Weinfelden erste Anforderungen aufgenommen, die dazu dienen einen ersten Entwurf der Applikation zu entwickeln. Ziel ist es, mithilfe von Prototypenentwicklung und gemeinsam mit unserem Partner, Vivala Stiftung Weinfelden, neue Erkenntnisse zu gewinnen, die einerseits für ähnliche Virtual Reality Anwendungen von Nutzen sein können und andererseits den Einstieg im Lernprozess des Elektrorollstuhlfahren erleichtern und fördern soll. Der Elektrorollstuhl kann für Menschen mit Mobilitätseinschränkung von grosser Bedeutung sein, da dieser als eine Ausgleichsmöglichkeit der Behinderung betrachtet wird (Strobl, Abel, et al., 2021, S. 169–170). Umso wichtiger ist es deshalb, dass die Befähigung so früh wie möglich (am besten im Kindesalter) beginnt. Darüber hinaus knüpft diese Masterarbeit an den Ansatz der inklusiven Technologie an.

## 1.1 Motivation und Hintergrund

Die UN-Konvention über die Rechte mit Menschen mit Behinderung enthält wichtige Grundsätze, wie die Achtung der Würde, Autonomie, Chancengleichheit, Gleichberechtigung von Mann und Frau und Anerkennung der Fähigkeiten von Kindern mit Behinderungen sowie die Gewährleistung von Zugänglichkeit und Barrierefreiheit (Generalversammlung der UNO, 2006, S. 5). Die Konvention erstreckt sich über alle Bereiche des Lebens, einschliesslich des existenziellen Rechts auf Leben, der Bildung, des Wohnens, der Arbeit, der Gesundheit, der Teilhabe am politischen und öffentlichen Leben sowie der

Teilhabe am kulturellen Leben, der Erholung, Freizeit und Sport (Generalversammlung der UNO, 2006, S. 21). Das Übereinkommen besteht aus 50 Artikel. Artikel 20 befasst sich insbesondere mit der Mobilität von Menschen mit Behinderungen und wie man die Unabhängigkeit der persönlichen Mobilität sicherzustellen hat. Darin wird zitiert:

- «a) die persönliche Mobilität von Menschen mit Behinderungen in der Art und Weise und zum Zeitpunkt ihrer Wahl und zu erschwinglichen Kosten erleichtern;
- b) den Zugang von Menschen mit Behinderungen zu hochwertigen Mobilitätshilfen, Geräten, unterstützenden Technologien und menschlicher und tierischer Hilfe sowie Mittelspersonen erleichtern, auch durch deren Bereitstellung zu erschwinglichen Kosten;
- c) Menschen mit Behinderungen und Fachkräften, die mit Menschen mit Behinderungen arbeiten, Schulungen in Mobilitätsfertigkeiten anbieten;
- d) Hersteller von Mobilitätshilfen, Geräten und unterstützenden Technologien ermutigen, alle Aspekte der Mobilität für Menschen mit Behinderungen zu berücksichtigen»

Die Anknüpfung an Artikel 24, der sich auf das Recht auf Bildung für Menschen mit Behinderungen sowie auf die Bedeutung des Erwerbs von Orientierungs- und Mobilitätsfertigkeiten bezieht (Generalversammlung der UNO, 2006, S. 15), begründet dadurch die Entwicklung von Artefakten, die eine unabhängige Teilhabe am gesellschaftlichen Leben fördert und unterstützt. Die vorliegende Masterarbeit findet hier den Anschluss.

## 1.2 Auswirkung von Mobilitätseinschränkungen bei Kindern

Körperliche und kognitive Behinderungen können sich stark auf die Mobilität von Betroffenen auswirken. Einschränkungen der Bewegungsfähigkeit haben einen negativen Einfluss auf den sozialen Kontakt und auf die Kommunikationsfähigkeit der Betroffenen (Sarimski et al., 2021, S. 97–99). Deshalb werden Menschen mit körperlichen Einschränkungen oft von Aktivitäten und sozialen Interaktionen ausgeschlossen (Sarimski et al., 2021, S. 97–977). Dies wirkt sich negativ auf die soziale Teilhabe aus. Zudem ist man aufgrund der Mobilitätseinschränkung stark von der Hilfe erwachsener Personen angewiesen, was zu einem Gefühl von Hilflosigkeit führen kann und dadurch das Risiko von Entwicklungsstörungen erhöht wird (Sarimski et al., 2021, S. 97–99). Umso wichtiger ist deshalb, dass man das Erlernen von Selbstständigkeit fördert, damit Menschen mit Behinderungen ein höheres Mass an Selbstvertrauen gewinnen. Sie können so ihre Fähigkeiten und Talente besser entfalten und ihre

Potenziale ausschöpfen und so ein Selbstwertgefühl entwickeln (Strobl, Abel, et al., 2021, S. 185). Auch für das Umfeld kann dies positive Auswirkungen haben, da weniger Unterstützung und Betreuung notwendig ist und somit eine größere Teilhabe am gesellschaftlichen Leben möglich wird. Hilfsmittel wie Rollstühle oder Elektrorollstühle nehmen an Bedeutung zu, wenn man bedenkt, dass diese vielen Menschen ein Teil ihrer Unabhängigkeit zurückgeben können. Vor allem Menschen mit schweren Bewegungsstörungen lernen oft sehr spät oder gar nie richtig zu Laufen. Dies bekräftigt das Argument, dass ein Umgang mit einem Hilfsmittel wie ein Elektrorollstuhl früh und gezielt antrainiert und erlernt werden soll. Die vorliegende Masterarbeit knüpft ebenfalls hier an, indem sie die Technologie der Virtual Reality als Chance nützt und dadurch den Einstieg in den Umgang mit Hilfsmittel zu verbessern versucht.

### 1.3 Forschungsinteresse und Forschungsfelder

User-Centered Computing ist ein Paradigma, das sich darauf konzentriert, die Bedürfnisse und Anforderungen von Benutzern bei der Entwicklung von Technologien zu berücksichtigen (M Mithun & Wael. M. S. Yafooz, 2018, S. 1). In der heilpädagogischen Praxis bietet User-Centered Computing eine Möglichkeit, um den Bedürfnissen von Menschen mit Behinderungen noch gerechter zu werden (Miesenberger et al., 2008, S. 3). Insbesondere mit Hilfe von Virtual Reality können durch User-Centred-Methoden Hindernisse und Schwierigkeiten frühzeitig identifiziert und antizipiert werden. Deshalb lässt sich die allgemeine Frage ableiten, ob Virtual Reality – Technologien das Erlernen von neuen Fertigkeiten fördern und unterstützen können. Zum Beispiel können VR-Simulationen eingesetzt werden, um Menschen mit Autismus bei der Verbesserung ihrer sozialen Kompetenzen zu unterstützen (Athanasios et al., 2022, S. 32) oder um Menschen mit Koordinationsstörungen dabei zu helfen, Bewegung und Koordination zu trainieren (Gonsalves et al., 2014, S. 1). Es ist jedoch wichtig, dass diese Technologien unter Berücksichtigung der spezifischen Bedürfnisse und Fähigkeiten von Menschen mit Behinderungen entwickelt werden. Dies erfordert, wie oben bereits erwähnt, einen User-Centred-Ansatz.

Die Kombination von User-Centred-Ansatz und Virtual Reality kann in der heilpädagogischen Praxis auch dazu beitragen, das Interesse und die Motivation der Benutzer zu steigern. Virtual Reality Anwendungen können für Menschen mit Krankheiten oder Behinderungen aufregender und motivierender sein als herkömmliche Therapiemethoden (Winter, 2022, S. 88). Dies weckt die Hoffnung, dass dadurch die Wirksamkeit der Therapie, vor allem bei Kindern, verbessert werden kann. Deshalb lässt sich die



allgemeine Frage ableiten, ob Virtual Reality mehr Wirksamkeit erzeugen kann als herkömmliche Therapien.

Diese Masterarbeit untersucht die Entwicklung von Technologien zur Unterstützung von Menschen mit Beeinträchtigungen, ein Forschungsfeld, das eng mit der Heilpädagogik verknüpft ist. Gleichzeitig liegt der Fokus der Arbeit auch auf User-Centred Computing, eine Forschungsrichtung der Informatik, die sich auf die Bedürfnisse und Anforderungen der Benutzer bei der Entwicklung von Technologien konzentriert.

## 1.4 Forschungsfrage

Die Forschungsfragen werden von zwei Perspektiven abgeleitet. Zum einen wird die Perspektive des Kindes eingenommen und zum anderen die Perspektive der betreuenden Person beachtet.

### Perspektive des Kindes mit Einschränkung

Die zu entwickelnde Applikation ist für Kinder mit Einschränkung bestimmt. Deshalb muss der Inhalt der Applikation primär auf den menschlichen Fokus abgestimmt sein (Nakashima et al., 2010, S. 350). Gleichzeitig soll die Anwendung, indem sie den Lernprozess zu fördern versucht, das Leben von Kindern unterstützen (Nakashima et al., 2010, S. 350). Dabei ist es von Bedeutung, dass die Anwendung das Kind zum Trainieren und Lernen motiviert. Aufgrund dieses Aspekts lässt sich die Forschungsfrage wie folgt formulieren:

***Welche Faktoren fördern die Akzeptanz von Kindern mit Einschränkungen für Virtual Reality Anwendungen, die es zum Zweck haben einen Lernprozess zu fördern?***

### Perspektive des Betreuungspersonals

Die zu entwickelnde Applikation soll die betreuende Person entlasten. Demzufolge muss die Applikation für das Betreuungspersonal selbsterklärend und einfach sein. Zudem soll die Applikation eine Hilfestellung zur Indikation des Lernfortschrittes des Kindes geben. Auf dieser Weise können Lernfortschritte oder Herausforderungen für das Kind schnell erkannt werden, ohne dieses kontinuierlich zu begleiten oder zu beobachten. Aufgrund von diesem Aspekt lässt sich die Forschungsfrage wie folgt formulieren:

***Welche Faktoren von Virtual Reality Anwendungen, die es zum Zweck haben einen Lernprozess zu fördern, führen zu einer Entlastung des Personals, die Kinder mit Einschränkungen betreuen?***

## 1.5 Abgrenzung

Die Arbeit konzentriert sich ausschliesslich auf die Simulation der Fahrdynamik eines Elektrorollstuhls und berücksichtigt dabei nur Modelle mit vier oder sechs Rädern und nicht neuere Rollstuhlmodelle mit nur zwei Rädern wie z.B. der Bro von Scewo (*Elektrorollstuhl BRO*, 2023). Es wird nicht auf den Transfer oder das Ein- und Aussteigen in den Rollstuhl eingegangen, es ist aber zu erwähnen, dass dies ein wichtiger Teil des Rollstuhlgebrauchs ist. Der Lernfortschritt in der realen Welt, d.h. bei der Benutzung des tatsächlichen Rollstuhles, wird ebenfalls nicht gemessen oder thematisiert.

Zudem wird nicht behandelt, welche Anforderungen Krankenkassen zur Finanzierung eines Elektrorollstuhls stellen. Es gibt auch keine Diskussion über mögliche negative Auswirkungen der Verwendung von Virtual-Reality-Anwendungen, wie beispielsweise Eskapismus, Soziale Isolation, Abhängigkeit oder Augenbelastung. Die Arbeit fokussiert sich ausschliesslich auf die Simulationskrankheit. Die Arbeit enthält auch keine Vorschläge zur Verbesserung der Hardware der Virtual-Reality-Systeme, um den Komfort und die Benutzerfreundlichkeit zu erhöhen. Die Vorliegende Arbeit verfolgt keinen therapeutischen Zweck oder erwähnt alle möglichen Einschränkungen, Behinderungen. Im Kapitel 3 wird lediglich auf die Cerebralparese eingegangen

## 1.6 Forschungsdesign und Vorgehen

Beim Forschungsdesign wird der Design Science Research- Ansatz von Hevner (2010) verwendet. Als Einstiegspunkt wurde der „Design und Development Centered Initiation“ Ansatz gewählt, da dieser sich besonders gut eignet für die Erstellung von Artefakten für bestimmte Nutzerfelder (Hevner & Chatterjee, 2010, S. 29–30). Dabei ist es wichtig die gewünschten Funktionalitäten des Artefakts zu kennen, was bedingt, dass man die Bedürfnisse und Anforderungen dieser Zielgruppe analysiert um in den Designprozess zu integrieren (Hevner & Chatterjee, 2010, S. 29–30). Durch die Einbindung der Nutzer in den Designprozess wird gewährleistet, dass die Anwendung oder das Produkt genau auf die Bedürfnisse und Anforderungen der Zielgruppe abgestimmt ist. Dies ist vor allem bei der Entwicklung von neuen Artefakten wichtig, denn mittels iterativer Vorgehensweise kann gezielt die Benutzererfahrung verbessert werden. Um eine hohe Akzeptanz zu erreichen und das Nutzerfeld in die Gestaltung des Artefakts einzubinden, wird dementsprechend die Prototyping Methode angewendet. Auf diese Weise kann die Wirksamkeit des entwickelten Artefakts überprüft werden. Ziel ist es, die somit resultierenden Erkenntnisse zur Verbesserung des Artefakts zu nutzen. Ein weiterer Vorteil der Prototyping Methode ist, dass die zugrunde liegende iterative Vorgehensweise die Möglichkeit zulässt, Rückmeldungen vom Nutzerfeld einzuholen und die Bedürfnisse und Anforderungen noch besser zu

verstehen (Buchenau & Jane Fulton, 2000, S. 428). Dadurch können Herausforderungen und Probleme noch früher aufgedeckt und behoben werden. Im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit werden deshalb zwei Testläufe stattfinden. Der erste Testlauf zielt darauf ab, die erstellte Software zu verbessern. Der zweite Testlauf zielt darauf ab Erkenntnisse zu gewinnen, um die Forschungsfragen zu beantworten. Eingehend auf den Design Science Research Ansatz von Hevner (2010), werden an dieser Stelle die sechs Schritte im Zusammenhang mit der vorliegenden Masterarbeit erläutert (*siehe auch Abbildung 1 DSR methodology process model*):

### **1. Problemidentifikation und Motivation:**

Anhand einer Literaturrecherche wird der aktuelle Stand der Forschung untersucht. Bisher gibt es nur wenig Wissen über Virtual Reality-Anwendungen zur Simulation von Elektrorollstühlen für Kinder mit Einschränkungen. Dies führt dazu, dass es keine klaren Anweisungen dafür gibt, welche Eigenschaften solche Anwendungen haben müssen, um eine grosse Akzeptanz bei den Kindern und bei den Betreuern zu erreichen. Die Erlernung der Steuerung eines Elektrorollstuhls erfordert normalerweise eine Eins-zu-Eins Betreuung gemäss Andres Illenberger von der Vivala Stiftung (siehe nachfolgendes Kapitel), was sehr zeitaufwendig sein kann. Hinzu kommt, dass es für das Erlernen des Steuerns eines Elektrotollstuhls eines grossen Platzes bedarf, auf dem man sich sicher bewegen kann. Leider steht ein solcher Platz in Institutionen nicht immer zur Verfügung oder ist erst gar nicht vorhanden. Eine mögliche Lösung könnte eine Virtual-Reality-Anwendung sein, die die ersten Schritte im Umgang mit einem Elektrorollstuhl simuliert. Dadurch könnten die Kinder lernen, wie man einen Elektrorollstuhl steuert, ohne dabei auf einem realen Rollstuhl unterwegs sein zu müssen. Dies könnte den Lernprozess erheblich erleichtern und den Kindern dabei helfen, schneller in der Lage zu sein, einen realen Elektrorollstuhl sicher zu steuern

### **2. Definition der Ziele für eine Lösung:**

Das Ziel des Artefakts besteht darin, die Forschungsfragen zu beantworten. Hierbei steht im Fokus, eine realistische und sichere Simulation des Fahrens mit einem Elektrorollstuhl in einer virtuellen Umgebung zu erstellen. Durch das Training in der Virtual Reality Anwendung soll die Fähigkeit der Kinder verbessert werden, den Elektrotollstuhl zu steuern. Gleichzeitig strebt man an, eine hohe Wirksamkeit und eine hohe Nutzerakzeptanz für die Anwendung bei den Kindern und Betreuern zu erreichen. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Kinder von dem Training in der virtuellen Umgebung profitieren und ihre Fähigkeiten im Umgang mit dem Elektrorollstuhl verbessern können.

### **3. Entwicklungs- und Forschungsaktivitäten:**

Auf Basis der Vorstudie wurde ein Prototyp erstellt (siehe Kapitel 5 Erstellung des Prototyps). Nach der Herstellung erfolgt ein erstes Testing, das dazu dient, die erste Bewertung des Prototyps vorzunehmen. Das erste Testing wird mittels eines halbstrukturierten Interviews durchgeführt, nachdem der Betreuer und zwei Kinder mit Einschränkungen den Prototyp getestet haben. Nach dem ersten Testing werden die gewonnenen Erkenntnisse genutzt, um den Prototypen zu verbessern. Anschliessend wird ein zweites Testing durchgeführt, um weitere Erkenntnisse zu gewinnen und die Forschungsfragen zu beantworten. Auch das zweite Testing wird mittels eines halbstrukturierten Interviews durchgeführt. Weitere Informationen zum Verlauf und Inhalt des Tests sind im Kapitel 6 Usability-Test zu finden.

### **4. Demonstration:**

An der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften wird eine Demonstration als Experiment durchgeführt. Vor dem Test werden sowohl der Betreuer als auch die Teilnehmer über die Anwendungen informiert und in deren Bedienung eingeführt. Das Experiment zielt darauf ab, die Eigenschaften der Virtual Reality Anwendung sowie die Reaktion der Probanden auf die Hardwarekomponenten (siehe Kapitel 6 Usability Test) zu untersuchen.

### **5. Evaluation:**

Die Evaluation, wie bereits erwähnt, wird in Form eines Laborversuchs durchgeführt. Ziel dabei ist es, im Hinblick auf die Forschungsfrage relevante Faktoren zu identifizieren, die für die Entwicklung zukünftiger VR-Anwendungen von Bedeutung sind. Die Faktoren sollen Aufschluss darüber geben, welche Eigenschaften eine Virtual Reality Anwendung haben sollte und welche eher vermieden werden sollten.

### **6. Kommunikation:**

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit werde in Kapitel 7 präsentiert. Weitere Veröffentlichungen sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht bekannt.

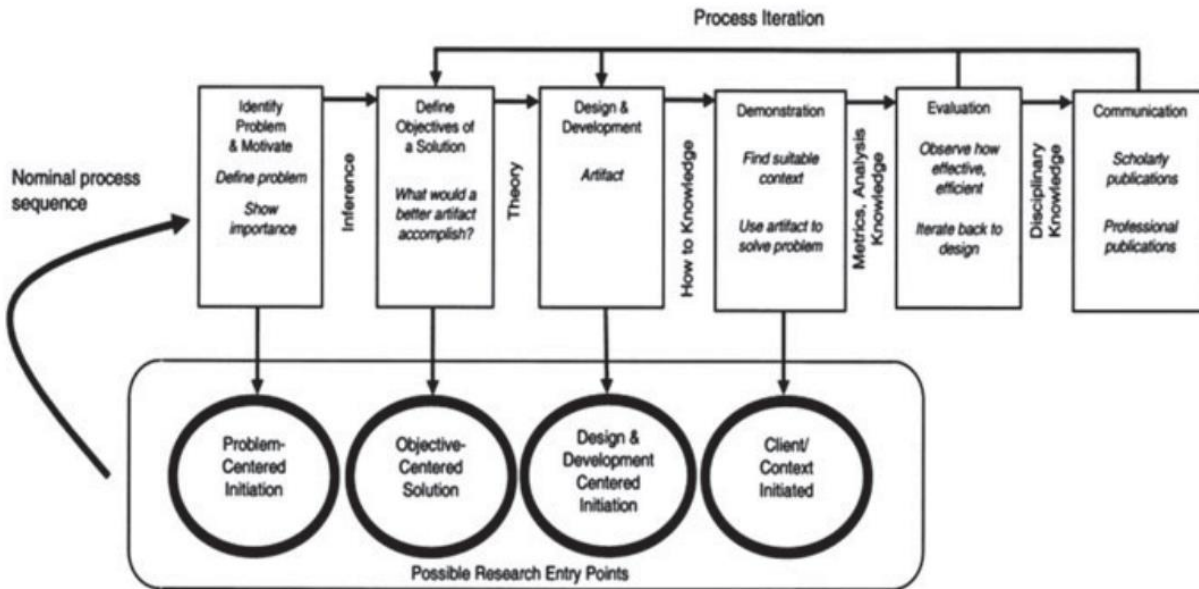


Abbildung 1 DSR methodology process model (Adapted from Peffers et al. (2007))

## 2 Vivala Stiftung

Die Vivala Stiftung, der Partner dieser Arbeit, stellt die Probanden sowie den Pädagogen zur Verfügung. Der Pädagoge, auch Vizedirektor, ist Herr Andreas Illenberger. Herr Andreas Illenberger hat im Rahmen der Vorstudie dem Autor die Vivala Stiftung vorgestellt, damit dieser ein Bild über das mögliche Nutzerfeld erhalten kann. Die Stiftung hat ihren Sitz in Weinfelden und wurde 1892 gegründet. Sie ist in Ihrem Fachgebiet die führende Institution im Thurgau. Sie betreut aktuell 110 Bewohner und beschäftigt 240 Mitarbeiter. Die Stiftung unterstützt beeinträchtigte Kinder und Erwachsene mit körperlichen oder kognitiven Beeinträchtigungen und verfolgt das Ziel, diesen Menschen möglichst viel Selbstbestimmung zu ermöglichen. Durch die Umsetzung von pädagogischen Zielen wie Partizipation und Befähigung, wird dieses Ziel unterstützt. Ein weiteres Ziel ist die Förderung von Stärken und Teilhabe am gesellschaftlichen Leben (*Vivala Homepage- Über uns- Leitgedanken, 2023*).

## 3 Kinder mit Einschränkungen

Wie zu Beginn erwähnt, wurde die Anwendung in Zusammenarbeit mit einem Heilpädagogen, sowie zwei Kindern mit Cerebralparese entwickelt. In diesem Kapitel folgt eine kurze Beschreibung über mögliche Einschränkungen, welche dazu führen können, einen Elektrorollstuhl zu benötigen. Zudem

wird kurz auf die Cerebralparese eingegangen, um dem Leser ein besseres Verständnis des Nutzerfeldes zu geben.

Kognitive Fähigkeiten eines Menschen zeichnen sich durch folgende Fähigkeiten aus: Die Fähigkeit etwas zu erlernen, die Fähigkeit zu argumentieren und die Fähigkeit etwas zu planen (Morgenstern, 2007, S. 5). Einschränkungen in einem dieser Bereiche kann darauf hinweisen, dass eine Person Schwierigkeit hat eine Situation zu analysieren, etwas zu verallgemeinern oder vorausszuschauen. Durch eine neurologische Erkrankung ist es möglich, dass unter anderem die zeitliche und räumliche Wahrnehmung ebenfalls gestört ist (Dederich et al., 2011, S. 266), wie zum Beispiel bei der Cerebralparese. Die zeitlich-räumliche Struktur geht davon aus, dass lebende Systeme in einem ständigen Austausch mit ihrer Umwelt sind, vor allem durch Bewegung. Durch diese Bewegungen entwickeln sie räumlich-zeitliche Strukturen, bei denen räumliche Erfahrungen durch Bewegungen in der Umwelt entstehen und Bewegungen im Raum zur Entstehung von Zeit führen (Dederich et al., 2011, S. 266). Die räumlich-zeitlichen Strukturen wiederum ermöglichen weitere Bewegungen, die den Austausch mit der Umwelt fördern und somit zu neuen räumlich-zeitlichen Strukturen führen. Die Erfahrungen, die im Rahmen dieses Kreislaufs gemacht werden, prägen massgeblich das Bild, das ein Mensch von seiner Umwelt hat und seine Beziehung zu ihr (Thiele, 1999, S. 93). Da sich die Cerebralparese ebenfalls negativ auf die Motorik des Menschen auswirken kann (Strobl, Schikora, et al., 2021, S. 42), ist es für die Betroffenen schwierig eine gesunde, adäquate Mensch- Umwelt Beziehung aufzubauen.

Die Cerebralparese hat verschiedene Ausprägungen von Bewegungsstörungen, Haltungsstörungen, Gangstörungen, Sprachstörungen, Wahrnehmungsstörungen und Lernstörungen (Strobl, Schikora, et al., 2021, S. 54–56). Es gibt verschiedene Typen von Cerebralparesen, wie bilateral spastische, unilateral spastische, dyskinetische und ataktische Cerebralparese, sowie Mischtypen (Strobl, Schikora, et al., 2021, S. 144–147). Je nach Schweregrad ist die Cerebralparese eine bleibende Erkrankung, die eine lebenslange interdisziplinäre Betreuung erfordert (Strobl, Abel, et al., 2021, S. 29). Gründe für die Entstehung der Krankheit können unter anderem Sauerstoffmangel im Gehirn oder eine Hirnblutung sein, die zu einer Störung der Hirnentwicklung führt (Dederich et al., 2011, S. 264). Dies beeinflusst negativ den Tonus der Muskulatur, was sich negativ auf die Motorik des Menschen auswirkt (Strobl, Schikora, et al., 2021, S. 54). Eine negative Motorik hat wiederum einen schlechten Einfluss auf den kognitiven Werdegang des Menschen, denn nur durch eine motorische Weiterentwicklung, kann man sich auch kognitiv weiterentwickeln (Morgenstern, 2007, S. 6). Um die motorische Funktion von Kindern im Alter zwischen 6 und 12 Jahren mit Cerebralparese zu bewerten, wird der Gross Motor Function

Classification System (GMFCS) angewendet. Dieser besteht aus fünf Level. Level I ist die höchste motorische Funktionsebene und Level V die niedrigste. Je höher das GMFC- Level, desto stärker ist die motorische Beeinträchtigung. Je stärker die motorische Beeinträchtigung, desto grösser ist der Bedarf an mobilitätsunterstützenden Hilfsmitteln. Der Elektrorollstuhl wird auf der vierten Stufe in Betracht gezogen (siehe Abbildung 2).






<b>GMFCS- Level I</b>	Gehen drinnen und draussen sowie Treppensteigen ohne Einschränkung möglich Rennen und Springen möglich, aber mit Einschränkungen in Geschwindigkeit, Gleichgewicht und Koordination	
<b>GMFCS- Level II</b>	Gehen drinnen und draussen, sowie Treppensteigen unter Zuhilfenahme eines Geländers möglich Schwierigkeiten beim Gehen auf unebenem Gelände, am Hang, in Menschenmengen oder auf beengtem Raum Allenfalls geringe Fähigkeiten zur Durchführung grobmotorischer Aktivitäten wie Rennen und Springen	
<b>GMFCS- Level III</b>	Gehen drinnen oder draussen auf ebenem Untergrund mit Hilfsmitteln möglich Treppensteigen eventuell unter Zuhilfenahme des Geländers möglich Manuelles Antreiben eines Rollstuhls möglich, bei längeren Strecken oder auf unebenem Gelände wird fremde Hilfe benötigt	
<b>GMFCS- Level IV</b>	Teilweise Gehen mit Walker für kurze Strecken möglich oder Angewiesen-Sein auf den Rollstuhl als Transportmittel zu Hause, in der Schule und unterwegs Eigenständige Mobilität durch Benutzung eines elektrischen Rollstuhls möglich	
<b>GMFCS- Level V</b>	Schwierigkeiten bei der bewussten Bewegungskontrolle und dem Aufrechterhalten entgegen der Schwerkraft gerichteter Kopf- und Rumpfhaltungen Einschränkungen in allen Teilbereichen der Motorik Keine unabhängige Mobilität möglich	

Abbildung 2 Gross Moto Function Classification System

## 4 Stand der Forschung

Ziel dieses Kapitels ist es, einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung der Virtual Reality Technologie zu geben. Dies wurde anhand einer strukturierten Literaturrecherche durchgeführt. Zusätzlich wird im vorliegenden Kapitel eine existierende Anwendung vorgestellt, welche sich auf die Herstellung von spezialisierten Hilfsmitteln konzentriert und bereits auf dem Markt verfügbar ist. Abschliessend wird die Simulationskrankheit eingegangen, da letztere eine häufig vorkommende limitierende Eigenschaft von Virtual Reality ist (Reitner, 2021, S. 77). Mit diesem Kapitel soll dem Leser ein besseres Verständnis vermittelt werden, um die vorliegende Arbeit sowie den Prototypen besser nachvollziehen zu können.

### 4.1 Virtual Reality

Die virtuelle Welt wird schon seit ca. 20 Jahren produktiv eingesetzt (Prof. Dr. O. Günther et al., 2008, S. 12). Sie fasst vor allem Fuss im Produktionsprozess der Automobil-Industrie, sowie in den Anwendungen der wissenschaftlichen Visualisierung (Prof. Dr. O. Günther et al., 2008, S. 12). In der Zwischenzeit kamen immer mehr Anwendungsfelder dazu. Die Virtual Reality Anwendungen können hauptsächlich dort eingesetzt werden, wo etwas trainiert, erkundet, konstruiert oder nachempfunden werden soll (Gross et al., 2019, S. 225). Der Grund für diese Entwicklung sind die vielen Vorteile sowie die immer besser werdende unterstützende Technologie (Prof. Dr. O. Günther et al., 2008, S. 29). Der Antrieb dieser Entwicklung ist jedoch schon viel älter. Der Bedarf des Menschen, eine virtuelle Welt zu generieren, existiert mindestens seit der römischen Zeit (Grasnack, 2020, S. 310). Der Wunsch danach, die Realität zu materialisieren und so die Mitmenschen in die eigenen Ideen miteinzubinden war schon immer existent (Grasnack, 2020, S. 310). Die Einbindung in die virtuelle Welt, was als Immersion bezeichnet wird, lässt neue Möglichkeiten zu. Von Bedeutung ist vor allem der Vorteil, dass schwierige, herausfordernde oder komplexe Situationen simuliert werden können und man dadurch möglichst gefahrenfrei Erfahrungen sammeln kann. Deshalb hat sich die Anwendung der Simulation sowohl in der Flugschule als auch in der Fahrschule längst etabliert (Matjaz et al., 2014, S. 8). Verknüpft man eine Simulation an die Grundkenntnis, dass das Gehirn durch Erfahrungen lernt (Speck-Hamdan, 2004, S. 1), wird das Potential der virtuellen Welt deutlich und vielversprechend, da Lernprozesse und Lerneinheiten immer wieder gefahrenlos wiederholt werden können (Höntzsch et al., 2013, S. 7). Zudem können in der virtuellen Welt verschiedene Stufen von Realismus gebildet werden (Dörner et al., 2013, S. 66), was viel



Freiraum für die individuelle, nutzerzentrierte Gestaltung zulässt, um die gewünschte Stufe an Plausibilität, Ortsillusion und Involviertheit zu erreichen (Dörner et al., 2013, S. 18).

## 4.2 Resultate Literaturrecherche

Bei der Literaturrecherche wurde erkannt, dass in einem Grossteil der Studien vor allem die Wirksamkeit der Simulation des Rollstuhlfahrens in der Virtual Reality, in der realen Welt untersucht wurde. Ein Beispiel sind die Studien «Driving performance in a power wheelchair simulator» (Archambault et al., 2012, S. 226–223) oder «Development and Pilot Test of a Virtual Reality System for Electric Powered Wheelchair Simulation» (Hernandez-Ossa et al., 2017, S. 2357–2359). Verschiedene Arbeiten zeigen dabei auf, dass die Simulation eines Elektrorollstuhls in der virtuellen Realität grosses Potenzial aufweist und so effektiv ein gutes Training ist für die reale Welt. Es wird jedoch oft nur am Rande auf die Anwendung selbst eingegangen. Die Entwicklung oder Gestaltung der Anwendung selbst wird nicht thematisiert. Die meisten Anwendungen sind realitätsnah gestaltet, während andere real existierende Umgebungen in der virtuellen Welt reproduzieren (Vailland et al., 2021, S. 423) und (Namiki, 2006, S. 7–8). Ein Beispiel folgt in diesem Kapitel. In den untersuchten Studien sind die Anwendungen oftmals nicht auf definierte Zielgruppen, wie z.B. auf Kinder mit Einschränkungen beschränkt, sondern zielen auf ein breites Publikum mit Mobilitätseinschränkungen ab. Weitere Arbeiten zeigen auf, wie man die reale Fahrdynamik eines Elektrorollstuhl mittels der Software Unreal Engine 3 implementiert, um so Realitätstreue Fahrdynamik in der Anwendung zu vermitteln (Herrlich et al., 2010, S. 286–287). In einigen Arbeiten werden grosse Displays anstelle von Head-Mounted VR-Brillen verwendet, wodurch der Immersionseffekt anders erzielt wird (Namiki, 2006, S. 4). Andere Arbeiten konzentrieren sich vermehrt auf Barrieren und gehen davon aus, dass der Fahrer die Rollstuhlbedienung bereits teilweise beherrscht (PIVIK et al., 2002, S. 206).

Die Literaturrecherche von Bericht «Virtual reality-based wheelchair simulators: A scoping review» listet Arbeiten auf, die zur Thematik Virtual Reality–basierte Rollstuhlsimulator zwischen dem Jahr 2000 und 2017 publiziert wurden (Arlati et al., 2018, S. 297). Hier einen Ausschnitt aus der Liste mit denjenigen Arbeiten, bei denen das Nutzerfeld Kinder mit motorischer Beeinträchtigung ist:

Target users	M/P	Name of WS	Visualization device	Auditory cues	Platform	Study design	References
Children with motor disability	M/P	miWE	Desktop screen			RCT (2012), Cross-sectional study (2015), Feasibility/Pilot (2016), RCT (2016)	(Archambault et al., 2016; Archambault et al., 2016; Archambault et al., 2008, Archambault et al., 2012; Tao & Archambault, 2015)
		VIEW	Desktop screen			Feasibility/Pilot (2015), Pre-post (2015)	(Borges et al., 2016; Moreire et al., 2015; Zatia et al., 2015)
	P	VEMS	Desktop screen	When targets are hit, verbal instructions given by a therapist, music.	Yes	Case studies (2009)	(Adelola et al., 2002, Adelola et al., 2009)
		WheelchairNet	HMD	3D-sounds changing with the user's head orientation	Yes	RCT	(Inman et al., 2011)
			Projected flat screen Desktop screen	On collisions To signal start and end of the exercise		RCT Feasibility/Pilot	(Linden et al., 2013) (Rodriguez, 2015)

M = manual, P = Powered wheelchair, RCT = Randomized Controlled Trial, SCI = Spinal Cord Injury. \*= Treadmill, += only one wheel, □ = study conducted on dummies.

Abbildung 3 Auflistung Bericht von Rollstuhlsimulator

Der Bericht kommt zum Schluss, dass trotz vielversprechender Ergebnisse die hohe Heterogenität der technologischen Lösungen, Trainingsprogramme und deren Ergebnisse das Ziehen definitiver Schlussfolgerungen zur optimalen Lösung für die Verbesserung der Fahrkompetenz und somit der Effektivität von Elektrorollstuhl Simulationen erschwert (Arlati et al., 2018, S. 302). Diese Arbeit setzt genau hier an, indem sie die Eigenschaften einer Anwendung untersucht und zu ermittelt versucht, welche Eigenschaften eine hohe Akzeptanz in der Praxis erreichen.

### 4.3 LIFEtool- WheelSim Virtual Reality

Ein Blick auf den Markt oder den App Store zeigt, dass es nicht viele Anbieter gibt, die einen Elektrorollstuhl Simulator in der virtuellen Welt anbieten (Koch, 2022). Einer der wenigen Anbieter, die auffallen, ist das gemeinnützige Unternehmen LIFEtool. LIFEtool bietet computerunterstützte Lösungen an, die Menschen mit Behinderungen und ältere Menschen in allen Lebensbereichen unterstützen und ihnen eine selbstbestimmte Kommunikation ermöglichen (<https://www.lifetool.at>, 2023). Eines ihrer bemerkenswertesten Projekte ist der E-Rollstuhl-Simulator namens WheelSim VR. Das Nutzerfeld sind Menschen mit Behinderungen, die die Steuerung ihres Rollstuhls verbessern und ihre Fahrsicherheit mittels Virtual Reality erlernen möchten (<https://www.wheelsim.info/>, 2023). Die Anwendung simuliert reale Situationen, wie das Holen von Paketen, das Aufnehmen und Ausführen von Pizza-Bestellungen,

das Überqueren von Zebrastreifen und Ampeln (siehe Abbildung 3). Das Terrain widerspiegelt reale Orte wie Innenstädten, Wohnungen und Geschäfte. Dies lässt ausschließen, dass die Anwendung primär auf Erwachsene abzielt, die bereits mit diesen Aktivitäten konfrontiert wurden. Das Ziel von WheelSim Virtual Reality ist es, Menschen mit Behinderungen jeden Alters das Erlernen und Trainieren der Elektrorollstuhlsteuerung zu ermöglichen (<https://www.wheelsim.info/>, 2023). Die Applikation wurde sogar bei dem Verkehrsclub Österreich-Mobilitätspreis unter die fünf besten Projekte gewählt (<https://www.wheelsim.info/>, 2023). Bilder und Beschreibungen der Applikation dienten dem Autor als Inspiration. An dieser Stelle gilt erneut zu erwähnen, dass es in dieser Arbeit primär um die Faktoren und Eigenschaften der Anwendung an sich geht und nicht um den Lernerfolg. Das Wissen, das aus dieser Arbeit gewonnen wird, kann helfen, Anwendungen wie WheelSim Virtual Reality zu verbessern oder neue Anwendungen zu entwickeln, die in erster Linie auf Kinder mit Einschränkungen oder Behinderungen abzielen (vgl. Forschungsfrage).



Abbildung 4 WheelSim- Anwendung von LIFEtool

#### 4.4 Simulationskrankheit bei Head Mounted Display

Die Simulationskrankheit ist eine Krankheit, die beim Einsatz von Virtual Reality Anwendungen vorkommen kann. Die neurale Diskrepanz- Hypothese nimmt an, dass nach jeder Bewegung im Gehirn eine Erwartung entsteht, die von den verschiedenen Sinnesorganen zurückgesendet werden sollte (Reason & Brand, 1978). Sollten diese Informationen verspätet oder gar nicht eintreffen, kann die Simulationskrankheit eintreffen (Reason and Brand, 1978). Da das Head Mounted Display (siehe Abbildung 7) eine gewisse Zeit benötigt, um die Bewegungen zu berechnen und dann diese Information an die Bildschirme zu senden, kann es zu einer bemerkbaren Verzögerung kommen für den Nutzer. Angenommen der Nutzer bewegt sich beim Spielen physisch in einem Zimmer, so löst dieser ebenfalls eine Bewegung des Spielobjektes in der Anwendung aus. Dieser Perspektivenwechsel erfordert, wie bereits beschrieben, eine neue Berechnung der Bilder im Head Mounted Display. Sollte ein Zeitversatz

stattfinden, der circa 17 Millisekunden dauert, nimmt der Körper diesen als Störung der Sinne wahr und reagiert ähnlich wie bei einer Vergiftung (Adelstein et al., 2016). Die Symptome können unter anderem Übelkeit, Schwindel oder Kopfschmerzen sein (Simon et al., 2014, S. 3). Die Simulationskrankheit tritt bei jedem Menschen anders auf. Manche können mehrere Stunden ohne Probleme spielen, während bei anderen innerhalb kurzer Zeit sich Symptome bemerkbar machen (Simon et al., 2014, S. 5). Bei Eintreten der Krankheit wird eine Pause bzw. eine Unterbrechung empfohlen (Simon et al., 2014, S. 7).

## 5 Erstellung des Prototyps

Nachfolgendes Kapitel beschreibt die verwendeten Soft- und Hardware Komponenten. Die soll dem Leser einen Überblick geben, mit welchen Mitteln die Anwendung entworfen wurde.

### 5.1 Hardware

Die Auswahl der Hardware hängt von den Anforderungen an die zu herstellende Anwendung ab. Für die Erstellung des Prototyps wurden folgende drei Komponenten von der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaft zur Verfügung gestellt:

- HTC Vive VR-Brille
- Next Level Racing Motion Platform V3
- Joy Stick Competition P für die Steuerung

In diesem Kapitel wird ein Überblick über die Brille sowie die Next Level Racing Motion Platform V3 vermittelt. Zur Steuerung des Rollstuhles wird wie in der realen Welt ein Joystick verwendet. Es wurde mit Absicht ein simples Steuerungselement ausgewählt. Der Joystick der Firma Speedlink (siehe Abbildung 7) vereinfacht den Einstieg in die Virtuelle Welt und ermöglicht eine intuitive Steuerung ([www.speedlink.com](http://www.speedlink.com), 2023). Der Stuhl wurde von der Vivala Stiftung hergestellt und zur Verfügung gestellt. Hier ein Abbild von den Hardwarekomponenten während der Entwicklungsphase:



Abbildung 5 Autor beim Testen der Hard- und Software

### 5.1.1 HTC Vive VR-Brille

Die HTC Vive VR-Brille wurde vom Unternehmen HTC Corporation in Zusammenarbeit mit Valve Corporation erstellt und im Jahr 2016 auf den Markt gebracht (Sutherland et al., 2018, S. 41). Die Brille zählt zu den «Full Feature»- Brillen (Zobel et al., 2018, S. 23) und eignet sich dadurch sehr gut für die Herstellung einer Simulation (siehe Abbildung 5). Grund dafür ist unter anderem das Raumtracking der Brille und der Controller, mit denen man die räumliche Positionierung des Nutzers erfasst wird (Zobel et al., 2018, S. 114) und so eine sehr reale Simulation kreiert werden kann. Beispielsweise kann die Oculus Rift DK 2 ebenfalls die Position des Spielers mittels Raumtracking wiedergeben, jedoch bieten die HTC Vive, wie Abbildung 6 zeigt (vgl. Trackingbereich), ein besseres Raumtracking an.

<i>Produkt</i>	<i>VR</i>			<i>Mixed Reality</i>
	<i>VR-Brillen</i>			
	<i>Full-Feature</i>	<i>Mobile</i>	<i>Low-Budget</i>	
Oculus Rift	x			
HTC Vive	x			
Playstation VR	x			
LG 360 VR	(x)	x		
Samsung Gear VR		x		
Google Daydream View		x		
Huawei VR		x		
Google Cardboard				x
Homido				x

Abbildung 6 Übersicht Endgeräte für Virtual Reality (Zobel et al., 2018, S. 23)

	<i>Oculus Rift DK 2</i>	<i>HTC Vive</i>
Auflösung pro Auge	960 x 1080 Pixel	1080 x 1200 Pixel
Field of View	~ 100 Grad	~ 110 Grad
Bildwiederholungsrate	75 Hz	90 Hz
Displaytechnik	OLED	OLED
Eingabegeräte	–	zwei getrackte Controller
Tracking	kamerabasiert	laserbasiert
Trackingbereich	180 Grad, 2 m zu 74 Grad	360 Grad, 4,6 x 4,6 m
Typ	kabelgebunden	kabelgebunden
Gewicht	440 g	470 g
Markteinführung	19. März 2014	5. April 2016

Abbildung 7 Vergleich Oculus Rift DK2 und HTC Vive (Zobel et al., 2018, S. 116)

Die HTC Vive VR- Brille ist ein Head- Mounted Display (Zobel et al., 2018, S. 166), das zur Verwendung des Raumtracking zwei Basisstationen verwendet , die an gegenüberliegende Ecken des Raums aufgestellt werden müssen (<https://www.vive.com/>, 2023). Zudem, unabhängig von welcher Virtual Reality- Brille, wird ein Computer (PC) benötigt, der über eine leistungsfähige Grafikkarte verfügt, welcher Bilder in Echtzeit überträgt (Sutherland et al., 2018, S. 42).



Abbildung 8 Virtual Reality HTC VIVE - Head- Mounted Display und Joy Stick Competition PRO

### 5.1.2 Next Level Racing Motion Platform V3

Die Next Level Racing Motion Platform V3 ist eine Bewegungsplattform für Simulationsanwendungen (<https://nextlevelracing.com>, 2023). Der Hersteller Next Level Racing, der sich auf die Entwicklung von Simulationsgeräten für Renn- und Flugsimulationen spezialisiert hat, verfolgt das Ziel ein möglichst realistisches Erlebnis dem Nutzer zu bieten. Die Bewegungsplattform ist unter anderem darauf ausgerichtet auf Grundlage der Telemetrie- Information des Fahrzeuges Strassenunebenheiten, Vibrationen, Strassenbeschaffenheit, Kollisionen und Stöße zu simulieren (<https://nextlevelracing.com>, 2023). Dadurch kann eine intensivere Immersionserfahrung bei der Nutzung der Anwendung stattfinden. Autohersteller wie zum Beispiel Volkswagen, Porsche (Hartfiel et al., 2019, S. 18 & 19) oder Audi (Van Doornik et al., 2018, S. 51) setzten ebenfalls auf Bewegungsplattformen, um reale Fahrten bestmöglich zu simulieren.



Abbildung 9 Next Level Racing Motion Platform V3

## 5.2 Software

Der Autor hat zwei aufbauende Level entwickelt. Die durchgeführte Vorstudie, sowie der Besuch der Vivala Stiftung lieferte wichtige Anhaltspunkte für die Entwicklung bezüglich Bedürfnisse und Anforderungen des Nutzerfeldes. Die beschriebenen Levels werden im ersten Test eingesetzt, wie im Kapitel 6 beschrieben wird. Die Weiterentwicklung und Anpassung der Level werden in Kapitel 7.3 näher erläutert. Die gesamte Anwendung wurde mit der Unity- Entwicklungsumgebung programmiert (Version 2021.3.11f1).



### 5.2.1 Level Eins

Das erste Level soll als Einstieg in die virtuelle Welt dienen und die ersten Gehversuche im elektrischen Rollstuhl simulieren. Der Nutzer soll den Immersionseffekt erleben und von der fiktiven Welt begeistert sein. Gleichzeitig soll das erste Level eine Lernumgebung sein, die den Nutzer weder überfordert, noch vom jeweiligen Lerngegenstand ablenkt. Vor allem für das vorgesehene Nutzerfeld darf die kognitive Belastung nicht zu gross sein. Eine zu starke kognitive Belastung könnte zu Überforderung und Frustration führen und so den Lernfortschritt stark erschweren (D. Souchet et al., 2022, S. 1). Deshalb wird die Interaktion mit der virtuellen Welt auf ein Minimum reduziert und nur zugelassen, wenn sie lernrelevant ist, um den Nutzer nicht vom eigentlichen Lernziel ablenkt (Orsolits & Lackner, 2020, S. 166). Als lernrelevant für das vorgesehene Nutzerfeld ist die Aneignung der Fähigkeit ein Elektrorollstuhl fahren zu können. Dazu sind nach Gesprächen mit Heilpädagoge Andreas Illenberger, in Bezug auf das Nutzerfeld, die motorischen Fähigkeiten, Orientierung und räumliches Vorstellungsvermögen von entscheidender Bedeutung. Dieses Level zielt in erster Linie auf das Trainieren von motorischen Fähigkeiten. Dadurch soll sich das Kind bewusstwerden, wie man einen Rollstuhl manövriert und welche Manöver- Möglichkeiten bestehen. Um das motorische Lernen zu festigen, sind ständige Wiederholungen von Übungen essenziell (Seitz, 2001, S. 1). Auf diese Weise werden neurale Verbindungen im Bereich der Basalganglien gebildet, die nach dem Erlernen intuitiv zugänglich sind (Lang & F. Schmidt, 2019, S. 623). Ausserdem soll der Nutzer beim Spielen seine persönliche Sitzposition im Stuhl finden, was für die Bedienung eines Rollstuhls sehr wichtig ist (Kopplin, 2008, S. 1).

#### 5.2.1.1 Terrain

Das Terrain in der Virtual Reality Anwendung ist eine Insel auf offenem Meer. Das Meer soll dem Kind den Weitblick verschaffen und dadurch das Eintauchen in die virtuelle Welt bestärken. Die Berge links und rechts grenzen den Lernplatz ein. An zwei Stellen wurden verschiedene Bäume gesetzt, um der Landschaft mehr Details zu geben und dadurch die Neugier des Kindes auf die Umgebung aufrecht zu erhalten. Der Lernplatz wird im ersten Szenenbild freigelassen (siehe Abbildung 4), damit der Fokus zu Beginn des Spieles auf der Spielhandlung bleibt. Gesamthaft wurden sechs Szenenbilder geschaffen (Szenenbild 1.1 bis 1.6). Im Szenenbild 1.6 wurden mehrere Objekte auf dem Lernplatz positioniert. Dies soll den Schwierigkeitsgrad erhöhen, indem der Nutzer die Kollision mit den Bäumen verhindern sollte. (Vergleiche Abbildung 4 und 5). Alle Gegenstände haben einen Rigid Body, um das Spiel realitätsnäher zu gestalten. Fährt der User ins Meer hinaus oder ins Wasser, fällt er in die Tiefe und das Spiel muss manuell neu gestartet werden.





Abbildung 10 Szenenbild 1.1 vom Level 1

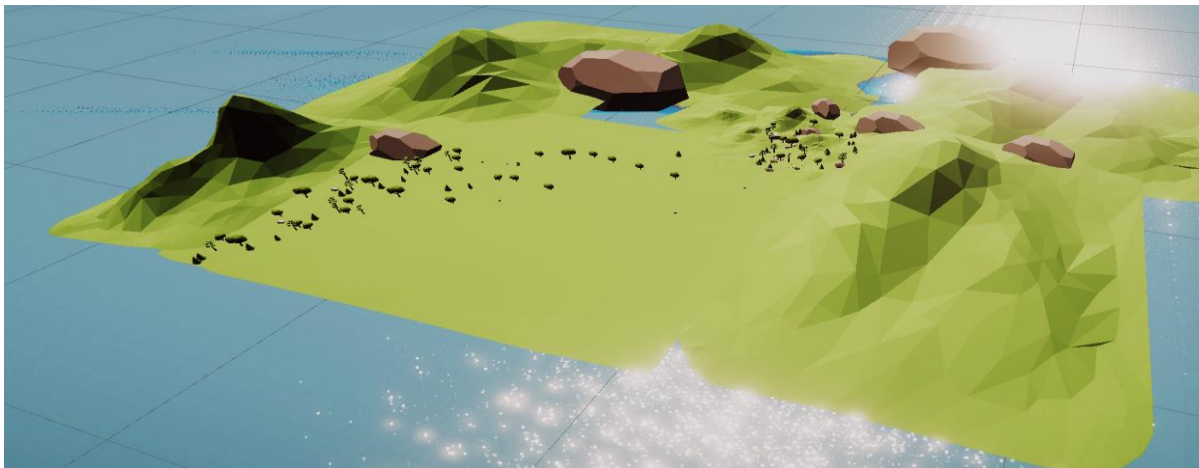
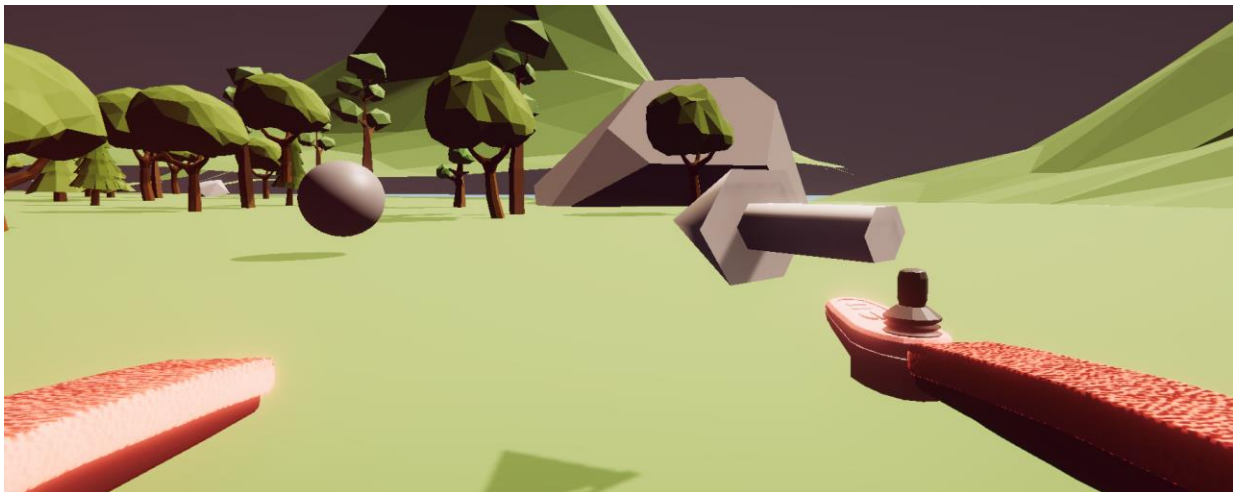


Abbildung 11 Szenenbild 1.6 vom Level 1

#### 5.2.1.2 Handlung

Die Aufgabe des ersten Levels ist es die Pfeilrichtung zu befolgen. Der Pfeil zeigt auf eine Sphäre, die dem Pfeil als Ziel dient (Abbildung 6). Auf diese Weise konnte das Spiel so programmiert werden, dass der Pfeil, unabhängig von der Position des Spielers immer auf das Ziel zeigt. Somit kann sich der User auch verfahren oder dem Pfeil keine Aufmerksamkeit schenken. Der Pfeil passt seine Richtung immer an der Position der Sphäre an. Wenn der Spieler dem Pfeil konsequent folgt, erreicht er die Sphäre. Danach wechselt der Pfeil die Richtung auf das neue Ziel. Die Sphären haben keinen Rigid Body und können deshalb auch durchfahren werden. Der Entwickler erhofft sich dadurch, dass bei korrekter Durchführung ein Spielfluss entsteht. Wenn der User vier Sphären hintereinander erreicht hat, erscheint die

Belohnung. Die Belohnung wurde erst nach vier Sphären eingespielt, damit die bestehende Konzentration andauert und nicht schnell unterbrochen wird. Die Belohnung erscheint in Form einer animierten Figur (siehe Abbildung 7). Nach der Erscheinung der Figur wird eine neue Szene aufgeschaltet, bei der die Sphären bzw. die Ziele unterschiedlich positioniert wurden auf dem Lernplatz. Der Grund dafür ist, dass auf diese Weise der User möglichst viele unterschiedliche Bewegungsabläufe durchlaufen muss. Auf diese Weise kann erkannt werden, welche Bewegungen Schwierigkeiten bereiten und welche nicht. Durch die Befolgung der Anweisung bzw. durch die Beobachtung des Pfeils wird ähnlich wie in einem Actionspiel, die Reaktionszeit und die Sensitivität gefördert (Strahringer & Leyh, 2016, S. 111). Gesamthaft durchläuft der Nutzer sechs unterschiedliche Szenen, bei denen er vierundzwanzig Ziele erreichen muss. Die Simulation ist so programmiert, dass das Spiel wieder bei der ersten Szene beginnt, nachdem alle sechs Szenen durchlaufen wurden.



*Abbildung 12 Pfeil zeigt auf Sphäre*



Abbildung 13 Belohnung bei Erreichung der 4. Sphäre

### 5.2.2 Level Zwei

Das Level Zwei ist eine Steigerung des ersten Levels. Nachdem der Nutzer gelernt hat den Rollstuhl in der virtuellen Welt zu fahren und die Manövriermöglichkeiten kennt, soll er nun selbst entscheiden, in welche Richtung er sich bewegen will. Das Erlernte aus dem ersten Level soll nun im zweiten Level gefestigt werden. Dabei steht jetzt im Fokus die Orientierung, die räumliche Vorstellung, das Entscheidungsvermögen und das Entscheidungsverhalten zu trainieren. Die Belohnung spielt in diesem Level eine zentrale Rolle, da diese von Anfang an im Bild der Szene ersichtlich ist. Dadurch soll die Motivation des Users geweckt werden etwas zu erreichen oder zu besitzen, in Anlehnung an die Antriebsart «Ownership und Possession» (Ouariachi et al., 2020, S. 4). Die Belohnung kann in den ersten zwei Szenenbildern über unterschiedliche Pfade erreicht werden. Auf diese Weise will man dem Nutzer vermitteln, dass es verschiedene Lösungen gibt, um das Ziel zu erreichen. So erweitert man die Freiheit im Spiel zu experimentieren und kann auf diese Weise Erfahrungen sammeln. Es besteht sowohl beim Level Zwei, als auch beim Level Eins kein Zeitdruck. Der Entwickler will dadurch eine Spielsituation fördern, bei der der Nutzer allein die Kontrolle über die Spielsituation übernimmt. In Anlehnung an die Vermittlungsmethoden «freedom to experiment» (Klopfer et al., 2009, S. 6) soll sich der Nutzer dadurch die Zeit nehmen dürfen, die benötigt wird, um einen Handlungsentscheid zu fällen. Dabei wurde im Gegensatz zum ersten Level die Lernumgebung viel einfacher gestaltet, um alle Ressourcen des Nutzers auf den Lerninhalt zu lenken.

#### 5.2.2.1 Terrain

Das Terrain ist eine rechteckige Insel auf offenem Meer. Die befahrbare Fläche gehört vollständig zur Lernfläche. Auf dem ersten und zweiten Szenenbild wurden diverse quadratische Blöcke platziert (siehe

Abbildung 8 und Abbildung 9), die als Hindernisse dienen. Die Blöcke, die durch die graue Farbe und deren Grösse einen massiven Eindruck machen, wurden mit der Eigenschaft «Box Collider» ausgestattet, damit der Fahrer mit den Blöcken kollidieren kann und diese somit Hindernisse wahrgenommen werden. Im dritten Szenenbild, das für den Spieler das anspruchsvollste Level darstellt, wurden die rechteckigen Blöcke horizontal auf der Spielfläche platziert. Die Blöcke reichen jeweils von einem Rand der Insel bis jeweils in die Mitte der Insel. Nur eine kleine Passage, die vom Nutzer überquert werden muss, um das Ziel zu erreichen, bleibt offen. Die Blöcke sollten in diesem Level als Wände wahrgenommen werden (siehe Abbildung 10). Fährt der User ins Meer hinaus, fällt er in die Tiefe und das Spiel muss manuell neu gestartet werden.

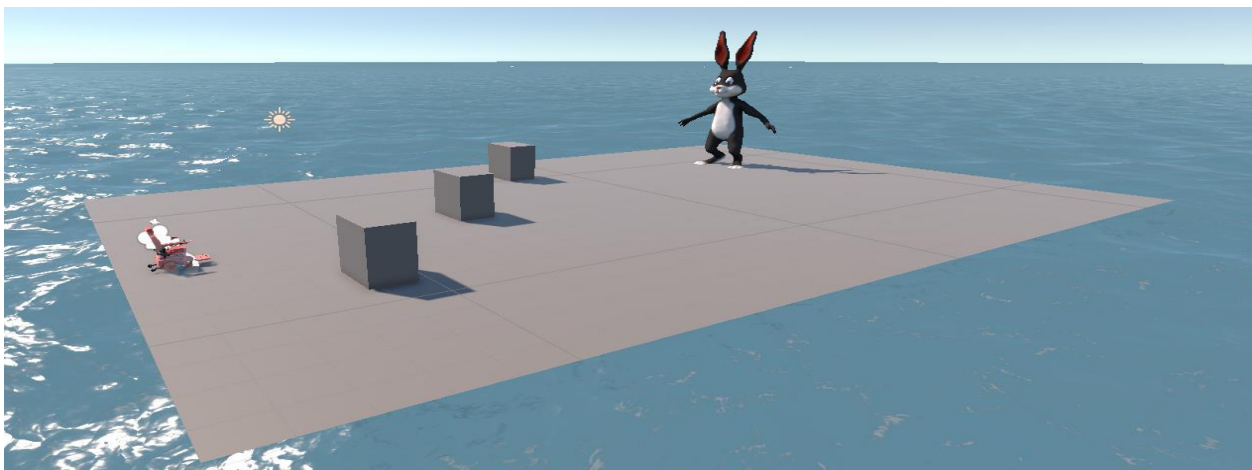


Abbildung 14 Level 2 Szenenbild 1

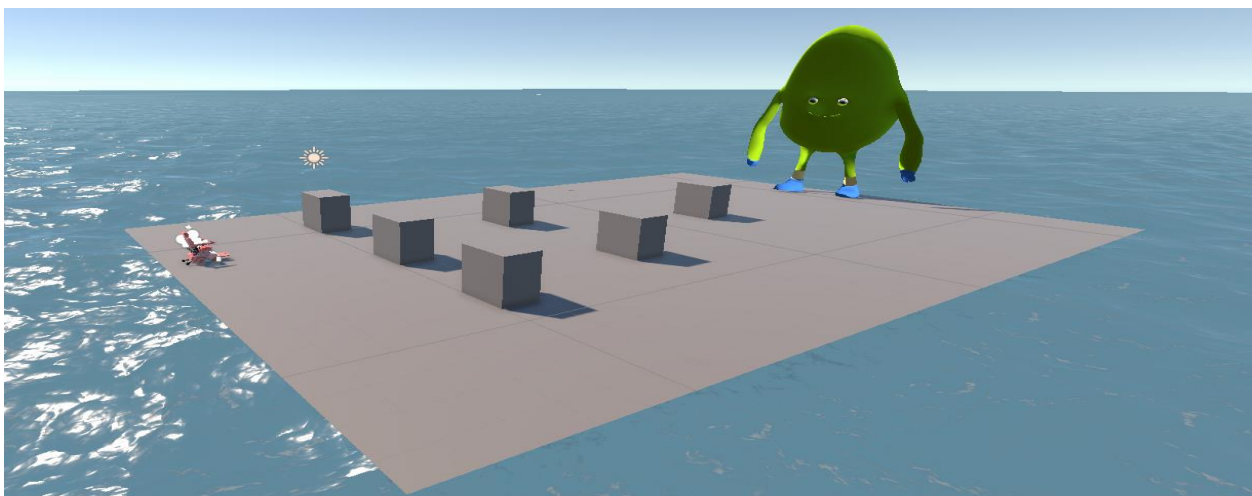


Abbildung 15 Level 2 Szenenbild 2

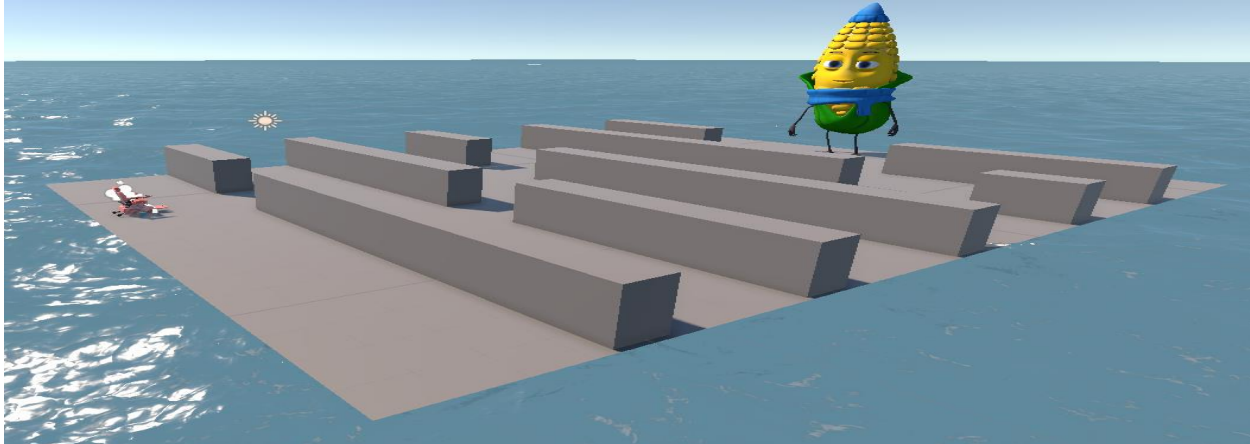


Abbildung 16 Level 2 Szenenbild 3

#### 5.2.2.2 Handlung

Der User wird an ein Ende des Spielfeldes gesetzt. Das Ziel stellt eine Figur am anderen Ende des Feldes dar. Der User kann sich dadurch einen Überblick über die Hindernisse verschaffen, ohne dabei den Blickkontakt zum Ziel zu verlieren. Um die Figur gut sichtbar zu machen, wurde ihr eine überproportional grosse Form gegeben (siehe Abbildungen 8 und 10). Der User soll nun versuchen zur Figur zu gelangen und die Hindernisse zu umfahren. Sobald der User der Figur nahe genug gekommen ist, startet die Figur eine feiernde Animation. Nach fünf Sekunden wird die Animation beendet und der User beginnt im zweiten Szenenbild von vorne. Die Logik des Spieles ist hier dieselbe. Der einzige Unterschied ist, dass hier die Hindernisse unterschiedlich positioniert wurden und es drei Hindernisse mehr hat (siehe Abbildungen 8 bis 10). Im dritten Szenenbild gibt es nur einen korrekten Pfad bis zur Figur bzw. zum Ziel. Die Figur bzw. das Ziel muss erkannt werden und anschliessend mit Feingefühl befahren werden.

## 6 Usability Test

Der Usability Test wird mithilfe von zwei Zusammenkünften durchgeführt. Das erste Treffen soll dazu dienen, die Anwendung zu hinterfragen und Verbesserungspotential zu eruieren. Dem Entwickler bzw. dem Autor soll nach dem ersten Treffen einerseits bewusst werden, welche Schwächen der Anwendungen beseitigt oder vermindert werden soll und andererseits, welche Stärken der Anwendungen ausgeweitet und ausgebaut werden sollen. Das zweite Treffen soll dazu dienen,

Erkenntnisse zu gewinnen und so die Forschungsfragen zu beantworten. Die ausgefüllten Testprotokolle sind im Anhang zu finden.

## 6.1 Vorgehen bei den Testings

Der Testablauf wird in zwölf Teilschritte eingeteilt:

1. Der Autor erklärt dem Pädagogen wie die Spielhandlung aufgebaut ist und welchen Lernprozess es zu fördern versucht. Dadurch sollen Erwartungen beim Pädagogen geweckt werden, die er im Nachgang überprüfen kann.
2. Der Pädagoge spielt beide Level durch. Der Entwickler steht für Fragen bei.
3. Der Autor erklärt mit Hilfe vom Pädagogen dem Probanden die Spielhandlung und Steuerung von Level Eins.
4. Proband spielt Level Eins durch. Pädagoge und Autor stehen dem Probanden für Fragen und Schwierigkeiten zu.
5. Proband wird nach dem Spiel, mit Hilfe von Piktogrammen, zu seinem Gemütszustand befragt (Seite 5 des Testprotokolls).
6. Pädagoge und Entwickler notieren Ihre Beobachtungen und erste Eindrücke auf dem Testprotokoll (Seite 4 des Testprotokolls).
7. Der Entwickler erklärt mit Hilfe vom Pädagogen dem Probanden die Spielhandlung von Level Zwei.
8. Proband spielt Level Zwei durch. Pädagoge und Entwickler stehen dem Probanden für Fragen und Schwierigkeiten zu.
9. Proband wird nach dem Spiel, mit Hilfe von Piktogrammen, zu seinem Gemütszustand befragt (Seite 5 des Testprotokolls)
10. Pädagoge und Entwickler notieren Ihre Beobachtungen und erste Eindrücke auf dem Testprotokoll (Seite 4 des Testprotokolls).
11. Pädagoge wird aufgefordert die Testprotokolle auszufüllen.
12. Pädagoge und Autor besprechen gemeinsam das Testprotokoll. Das Hauptziel dieses Gesprächs besteht darin, ein gemeinsames Verständnis dafür zu schaffen, welche Eigenschaften der Anwendung modifiziert werden müssen, um ihre Qualität zu verbessern. Sollten jedoch Kriterien oder Herausforderungen im Testprotokoll fehlen, werden diese mittels unstrukturierter Interviews behandelt. Das Testprotokoll kann bei Bedarf erweitert werden, um zusätzliche Aspekte abzudecken.



## 6.2 Testprotokoll für das 1. Testing

Das Testprotokoll besteht aus insgesamt fünf Seiten und kann bei Bedarf erweitert werden. Die erste Seite des Protokolls wurde in Anlehnung an das Paper "The Development and Validation of the Game User Experience Satisfaction Scale" erstellt und dient dazu, die Zufriedenheit der Spieler eines Videospiele anhand wichtiger Faktoren zu messen (Mikki H. et al., 2016, S. 1217–1299). Die Faktoren des Papers dienen als Grundlage für die Erstellung des Fragebogens auf Seite 1. Der Befragte wird mittels einer Likert-Skala mit 5 Antwortoptionen aufgefordert, seine Meinung zu den acht Faktoren Usability/Playability, Narrative/Wirksamkeit, Spiel-Flow, Vergnügen, Kreativität, Audio und Grafik sowie zur allgemeinen Befriedigung/Wirksamkeit des Videospiele mitzuteilen. Darüber hinaus kann er Begründungen, Anregungen oder Anmerkungen zu jedem der sieben Faktoren hinzufügen.

Die Seiten 2 und 3 des Protokolls enthalten offene Fragen, die den Befragten auffordern, über den Effekt des Videospiele und der Virtual Reality Anwendung auf das Kind nachzudenken. Es wird nach zusätzlichen Auffälligkeiten und Meinungen des Befragten gefragt. Diese Antworten können weitere wichtige Faktoren ermitteln und geben zusätzliche Einblicke in die Erfahrung des Befragten mit der Anwendung.

Auf Seite 4 kann der Befragte Notizen machen, nachdem der Proband Level Eins oder Level Zwei getestet hat (siehe Schritt Nr. 5 und Nr. 9 im Kapitel 6.1). Hier können zusätzliche Beobachtungen, die während des Tests auffallen, festgehalten werden, um später bei Bedarf im Diskurs zu vertiefen.

Seite 5 enthält für Level Eins und Level Zwei jeweils drei Piktogramme, mit deren Hilfe die Probanden direkt nach dem Spielen zu ihrem Gemütszustand befragt werden. Diese Piktogramme bestehen aus einem lachenden, einem neutralen und einem traurigen Smiley, die dem Befragten helfen sollen, seine Gefühle und Emotionen nach dem Spielen des Videospiele auszudrücken. Es gibt auch ausreichend Platz unterhalb der Piktogramme, um zusätzliche Informationen und Notizen zu erfassen.

Das vollständig ausgefüllte Protokoll wird anschliessend gemeinsam besprochen, um alle Informationen auszuwerten und eine aussagekräftige Auswertung zu erstellen.

## 6.3 Testprotokoll für das 2. Testing

Die Struktur des zweiten Testprotokoll ist identisch zur Struktur des ersten Protokolls. In diesem Abschnitt werden deshalb nur die vorgenommenen Änderungen beschrieben. Auf Seite 1 wurden die 8 Faktoren um einen weiteren Faktor erweitert, wobei die gleichen Antwortoptionen verwendet wurden. Der neunte Faktor bezieht sich auf die Hardwarekomponenten, nämlich die Virtual Reality-Brille, die

Motion Plattform und den Joystick. Mit diesem Faktor soll aufgezeigt werden, wie wichtig die einzelnen Elemente in Verbindung mit der Anwendung sind. Des Weiteren wurden beim Faktor Audio die Fragen angepasst, da im zweiten Testlauf Audio integriert wurde. Bei den offenen Fragen wurde die Frage zum Immersionseffekt sowie die Frage über die Anordnung der Level entfernt, da diese Information bereits mitgeteilt wurde. Die offenen Fragen hatten das Ziel, in Verbindung mit dem gesamten zweiten Testing, die Forschungsfragen zu beantworten. Daher konzentrierten sich die Fragen auf die Priorisierung der Faktoren sowie darauf, ob es weitere Faktoren gibt, die berücksichtigt werden müssen, um die Akzeptanz der Anwendung zu fördern (vgl. Forschungsfrage). Die Seite mit den Piktogrammen bleibt unverändert bestehen. Die Frage zum Gemütszustand erwies sich als eine Möglichkeit, einen Diskurs mit den Probanden über das Spiel selbst zu eröffnen. Dies führte zu einer erhöhten Partizipation und Inklusion der Probanden.

## 7 Erkenntnisse

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Punkte aus den Testings zusammengefasst. Beteiligt an beiden Testings war der Heilpädagoge Andreas Illenberger und zwei Kinder mit der Einschränkung Cerebralparese, mit einer Mobilitätseinschränkung zwischen Level 3 und 4 gem. GMFCS (siehe Kapitel 3).

### 7.1 Erkenntnisse aus dem 1. Testing – Level Eins

Das Level 1 kam bei den Probanden und beim Heilpädagogen Andreas Illenberger gut an. Folgende Faktoren fielen negativ auf: Vergnügen, Kreativität und Grafik. Bei diesen Faktoren besteht am meisten Verbesserungspotenzial.

#### Vergnügen

Obwohl Andreas Illenberger bei beiden Fragen zum Vergnügen zustimmte, könnte das Vergnügen verstärkt werden, indem mehr spielerischen Aktivitäten integriert werden.

#### Kreativität

Der Heilpädagoge Andreas Illenberger meinte, er fände es gut, dass der Fokus auf der Steuerung des Rollstuhls liege, was mittels der Befolgung des Pfeils geschehe. Dies sei fördernd, damit der Fokus des Levels nicht auf die Kreativität liegt.



## Grafik

Die Landschaft sei sehr weit auseinandergezogen, was dazu führte, dass man die vorhandenen Elemente (Wasser, Berge, Bäume, Blumen etc..) nicht erleben könnte. Deshalb wurde die Antwortoption «Stimme nicht zu» ausgewählt.

## Audio

Zurzeit wird kein Audio verwendet. Bei der Frage, ob in diesem Level eine Audio-Integrierung nur in bestimmte Levels sinnvoll ist, wählte der Pädagoge die Antwortoption «Stimme weder zu, noch lehne ab». Bei den anderen zwei Antworten wählte der Autor «Stimme zu».

Bei den offenen Fragen lässt sich zusammenfassend sagen, dass die Kinder positive Gefühle und Freude verspürten, wenn sie einen Checkpoint (eine Sphäre) erreichten. Bei technischen Problemen hatten sie jedoch negative Gefühle. Der Immersionseffekt des Spiels hatte eine sehr positive Wirkung auf das Spielerlebnis und motivierte die Kinder. Sie verstanden schnell die Spielhandlung und baten nur bei technischen Problemen um Hilfe. Der Heilpädagoge erlebte die Kinder grundsätzlich motiviert und konzentriert. Das Spiel wäre, gem. Heilpädagoge Andreas Illenberger, für das betreuende Personal jedoch keine Entlastung, da die Technik «bedient werden muss». Der Pädagoge betonte, dass die Konzentration auf das Wesentliche ein grosses Potential des Spiels darstellt. Zur Beurteilung des Gemütszustands der Kinder wurden Piktogramme verwendet. Die Kinder baten mich das lachende Smile zu markieren. Sie gaben dadurch nicht nur ihre Gefühlsalge preis, sondern auch ihre Einschätzung zum Spiel.

## 7.2 Erkenntnisse aus dem 1. Testing – Level Zwei

Das Level 2 kam bei den Probanden und beim Heilpädagogen Andreas Illenberger sehr gut an. Bei sieben von acht Faktoren, die als Messung der Zufriedenheit dienen, wurde mindesten einmal «Stimme voll und ganz zu» ausgewählt. Deshalb wird zur Verbesserung der Zufriedenheit beim Auswerten des Fragebogens der Fokus vor allem auf die schlechtesten Antwortoptionen gelegt. Dabei fielen folgende Faktoren auf: Spiel-Flow, Kreativität, Audio, Grafik, Befriedigung/ Wirksamkeit.

### Spiel-Flow

Leider gab es Momente, in dem das Spiel technisch nicht einwandfrei funktionierte. Dies störte die Kinder. Diese Momente lösten bei den Kindern leichte Aufregung aus, die die Konzentration störte.

### Kreativität

Wie im Level 1 meinte der Heilpädagoge Andreas Illenberger, dass der Fokus auf dem Erlernen des Elektrorollstuhlfahren liegen soll. Es sei deshalb nicht wichtig, in diesem Spiel die Kreativität zu fördern.

### Audio

Zurzeit wurde kein Audio verwendet. Gemäss den Antworten des Heilpädagogen könnte eine Audio-Integration das Spiel aufwerten und das positive Spielerlebnis fördern. Allerdings wurde bei der Frage nicht voll zugestimmt. Deshalb zieht der Autor es vor, das Audio vorerst nur in bestimmten Momenten (zum Beispiel bei Erreichung des Ziels) zu integrieren, damit die Konzentration des Spielers nicht gestört wird.

### Grafik

Bei der Frage, ob die Grafik zur Spielhandlung passt, wurde voll und ganz zugestimmt. Bei der Frage, ob das Nutzerfeld die Grafik geniesst, wurde die Antwortoption «Stimme zu» gewählt. Im Vergleich zu anderen Videospiele wirkt die Grafik auf die Kinder langweilig. Dies habe jedoch den Vorteil, dass man sich stärker auf die eigentliche Handlung fokussiert, was der Autor auch durch eine tiefe Reizintensität erreichen wollte.

### Befriedigung/ Wirksamkeit

Hier wurden drei von zwei Fragen mit «Stimme voll und ganz zu» beantwortet. Bei der Frage, ob das Erlernen der Rollstuhlbedienung zu einer Entlastung der Betreuenden Person führt, wurde «Stimme weder zu, noch lehne ab» ausgewählt.

Bei den offenen Fragen in Bezug auf die Kinder (siehe Seite 2 und 3 vom Fragebogen) wurden positive und negative Gefühle seitens der Kinder von Andreas Illenberger identifiziert. Die Kinder erlebten Freude und positive Gefühle, wenn sie erfolgreich waren. Auf der anderen Seite erlebten sie negative Gefühle, wenn sie ins Wasser fielen. Andreas Illenberger betonte jedoch, dass das Fallen ins Wasser im Spiel bestehen bleiben sollte, da dies den Lerneffekt fördert. Die Kinder waren beeindruckt vom

Immersionseffekt und baten nur bei technischen Problemen um Hilfe. Sehr positiv war auch, wie die Kinder vom Heilpädagogen wahrgenommen wurden. Er beschrieb sie als "sehr motiviert, sehr konzentriert und äusserst ausdauernd". Der Pädagoge hielt das Spiel für sehr gut und lobte den Aufforderungscharakter. Abschließend bat der Pädagoge darum, das Spiel auszubauen, um den Kindern noch mehr Lernmöglichkeiten zu bieten. Die Kinder, die nach der Befragung vom Autor gebeten wurden ihre Gefühlslage zu beschreiben, stuften sich als glücklich ein und zeigten mit dem Finger zwischen den neutralen und den glücklichen Smile. Zu bemerken gilt, dass sie näher zum grünen Smile zeigten als beim ersten Level. Auch hier gaben die Kinder dadurch nicht nur ihre Gefühlslage wieder, sondern auch ihre Einschätzung zum Spiel.

### 7.3 Schlussfolgerungen aus dem 1. Testing

In diesem Kapitel werden die Veränderungen beschrieben, die aufgrund von den Erkenntnissen aus dem ersten Testlauf gewonnen wurden, mit dem Ziel die Anwendung zu verbessern. Vor allem der spielerische Ansatz wurde ausgebaut beziehungsweise unterstrichen.

#### Level Eins

Um den Faktor «Vergnügen am Spiel» zu fördern, hat der Autor kleine Rampen hinzugefügt, die optional befahren werden können. Wenn die Spieler sich dazu entscheiden, die Rampen zu befahren, werden die Befahrungen und Sprünge durch die Motion Plattform verstärkt. Auf diese Weise wird auch die Fahrsimulation intensiviert. Um den Spielern mehr Entscheidungsfreiheit zu geben, wurden die Checkpoints (die Sphären) so platziert, dass sie selbst entscheiden können, ob sie die Rampen befahren oder nicht. Die Rampen wurden bewusst konstruiert, um eine gewisse Herausforderung zu bieten. Wenn die Spieler unsicher darüberfahren, besteht die Möglichkeit, dass der Elektrorollstuhl im Spiel umkippt und das Spiel von Neuem begonnen werden muss. Dadurch möchte der Autor auch das Bewusstsein für das Befahren von Hindernissen, wie zum Beispiel Bordsteinen, schärfen. Sollte der Spieler sich dazu entscheiden eine Rampe nicht zu umfahren, wird dadurch die motorische Geschicklichkeit trainiert. Der Pfeil bleibt bestehen und dient weiterhin als Navigationshilfe durch die Spielwelt. Die Spielwelt wurde verkleinert, um ein schnelleres Spielgefühl zu vermitteln und die Landschaft besser zur Geltung zu bringen. Der Autor erhofft sich dadurch, den Faktor Grafik zu verbessern. Die Sphären können neu angefahren werden und bewegen sich nach einer Kollision in der Spielumgebung. Dadurch entsteht mehr Dynamik, da die bereits angefahrenen Sphären sich in der Szene bewegen und möglicherweise den Weg zu anderen Sphären kreuzen. Auch zu Beginn des Spiels

bewegen sich einige Sphären ohne Kollision, da sie absichtlich an unebenen Stellen platziert wurden. Szenen 5 und 6 wurden gelöscht, da Szenen 1 bis 4 den Anforderungen genügen. Die Grundidee den Schwierigkeitsgrad von Szene zu Szene zu steigern, blieb bestehen. Je weiter man kommt, desto mehr Manöver müssen ausgeführt werden, um die Sphären zu erreichen. Um den Spielfluss nicht zu stören, wurden alle technischen Probleme für das zweite Testing vollständig behoben. Des Weiteren wurde ein Audio integriert, das sich bei der Erreichung des Ziels aktiviert (nach Erreichung von vier Sphären). Dadurch soll der Faktor der Wirksamkeit gefördert werden. Unten ein Abbild von dem neuen Level Eins.

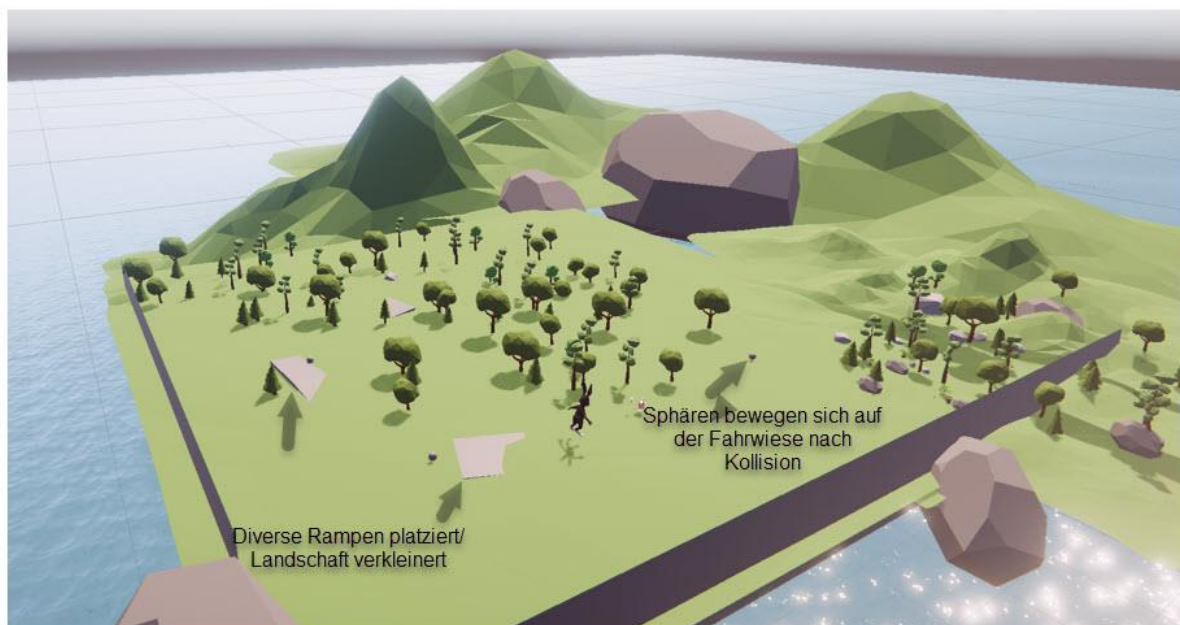


Abbildung 17 Level Eins nach 1. Testing

## Level Zwei

Die ersten beiden Szenen wurden unverändert übernommen und dienen als Einstieg in das Level Zwei. In Szene 3 wurde der Ausbau gemäss den Wünschen des Pädagogen umgesetzt. Es wurden zwei weitere Inseln erschaffen, die durch Brücken miteinander verbunden sind. Mit fortschreitendem Verlauf von Szene 3 werden die Aufgaben und die Befahrung der Brücken immer anspruchsvoller gestaltet. Die erste Brücke besteht aus einem Tunnel. Sobald der Spieler diesen erfolgreich passiert und es auf die zweite Insel schafft, wird das Audio eingeschaltet. Auf der zweiten Insel muss man eine Plattform erreichen. Hierzu sind zwei Rampen zu befahren, um sowohl das Vergnügen zu steigern als auch die Motion Plattform zu fördern. Vor allem die Befahrung der zweiten Plattform ist anspruchsvoll, da man aus einer

Rechtskurve direkt auf die Rampe fahren muss, damit man genug Schwung hat für die Befahrung der Steigung hat. Sobald man die Plattform erreicht, wird der Spieler von der Figur mit einem tanzenden Hasen belohnt und gleichzeitig erklingt Musik. Anschliessend muss man kontrolliert von der Plattform herunterfahren. Dabei wird dem Spieler bewusst gemacht, dass der Stuhl bei einer Neigung selbständig beschleunigt und es wichtig ist zu bremsen und kontrolliert hinunterzufahren, wie in der realen Welt.

Danach geht es zur Befahrung der dritten Insel. Hier erwartet den Spieler eine schmale Brücke. Nachdem das dritte Tor passiert wurde, muss man quer herauf- und herabfahren, um die Spielfläche der dritten Insel zu erreichen. Diese Passagen dienen dem Training der Manövrierfähigkeit und der Konzentration. Auf der dritten Insel besteht optional die Möglichkeit mit einem Ball zu interagieren. Begleitet von Musik, die dem Fahrer signalisiert sich auf dem richtigen Weg zu befinden, führt der Weg weiter durch das letzte Tor. Anschließend folgt eine starke Steigung, die idealerweise in der Mitte befahren wird, da links und rechts Dellen eingebaut wurden. Sollte der Spieler über eine Delle fahren, wird dies durch die Motion Plattform verstärkt signalisiert. Erreicht der Spieler die höchste Plattform, wartet eine Aufgabe auf ihn. Es gilt, ohne dabei ins Wasser zu fallen, fünf von 20 Sphären ins Wasser zu schieben. Dies erfordert ein gutes Fahrgefühl. Gelingt es, erscheinen alle drei bekannten Figuren und feiern gemeinsam mit dem Spieler bei klingender Hintergrundmusik. Um den Spielfluss nicht zu stören, wurden alle technischen Probleme für das zweite Testing vollständig behoben.

Generell wurde versucht, durch den erhöhten Schwierigkeitsgrad, insbesondere in Szene 3, die intrinsische Motivation der Kinder zu fördern. Der Autor hofft, dass die Kinder das Hauptziel erreichen möchten, ohne dabei ins Wasser zu fallen. Unten ein Abbild von der Szene 3 im Level Zwei.

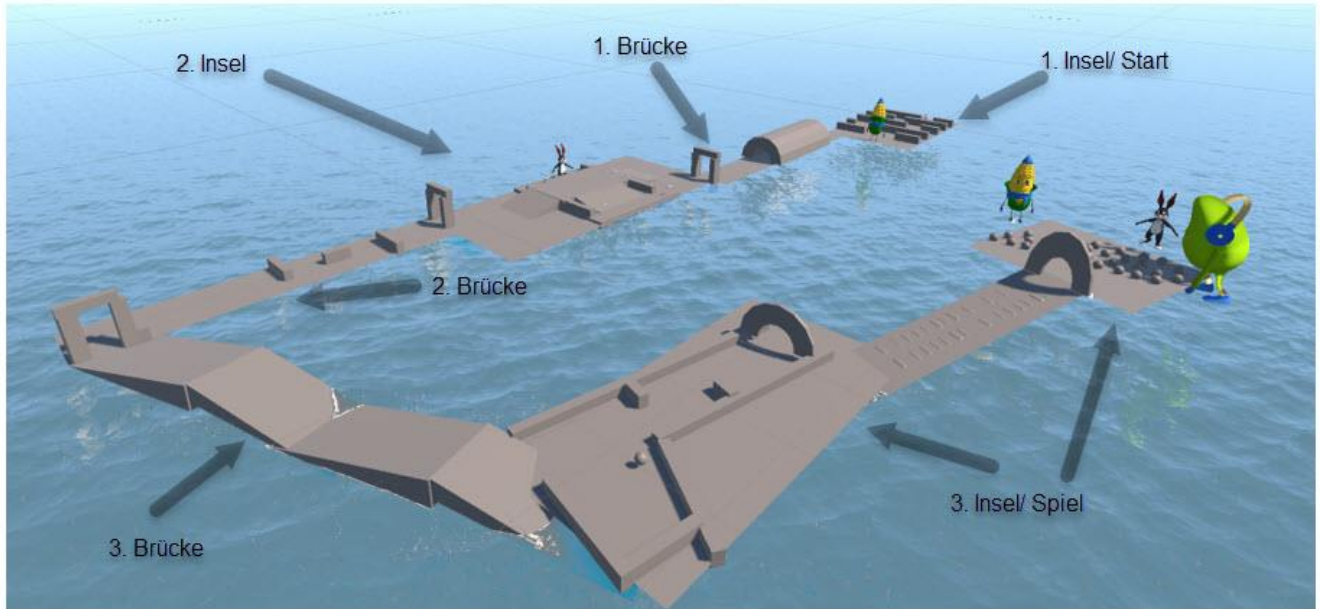


Abbildung 18 Level Zwei nach 2. Testing

#### 7.4 Erkenntnisse aus dem 2. Testing – Level Eins

Die Änderungen beim Level Eins wurden von den Beteiligten positiv wahrgenommen. Die Auswertung fiel im Vergleich zum ersten Testing bei fast allen vergleichbaren Faktoren besser aus. Unten eine Übersicht in tabellarischer Form (die Verteilung der Punkte verlief wie folgt: Stimme überhaupt nicht zu = -2 Punkte, Stimme nicht zu = -1 Punkt, Stimme weder zu noch lehne ab = 0 Punkte, Stimme zu = 4 Punkte, Stimme voll und ganz zu = 5 Punkte).

<b>Faktor</b>	<b>Punkte beim 1. Testing - Level 1</b>	<b>Punkte beim 2. Testing - Level 1</b>
Usability/ Playability	18	19
Narrative/ Wirksamkeit	20	25
Spiel-Flow	4	9
Vergnügen	8	10
Kreativität	-1	4
Audio	nicht vergleichbar	nicht vergleichbar
Grafik	3	5
Befriedigung / Wirksamkeit	15	9
Hardware (VR- Brille, Motion Plattform und Joystick)	nicht vergleichbar	nicht vergleichbar
<b>Total</b>	<b>67</b>	<b>81</b>

Abbildung 19 Erkenntnisse aus dem 2. Testing - Level Eins

Untenstehend wurden wichtige Punkte festgehalten, die nach dem Testing des Protokolls mit dem Heilpädagogen besprochen wurden.

#### Audio

Der Faktor Audio war nicht vergleichbar, da die Fragen im ersten Testing darauf abzielten zu verstehen, ob eine Audio-Integration in Betracht gezogen werden soll. Im zweiten Testing bezogen sich die Fragen auf das integrierte Audio. Das Audio kam bei den Probanden und bei den Heilpädagogen sehr gut an. Es lenkte auch nicht von der Aufgabe ab, da es nur in bestimmten Momenten abgespielt wurde. Der Heilpädagoge empfahl für weitere Anwendungen verschiedene Audios zu integrieren.

#### Hardware

Bei der Auswertung des Faktors Hardware fiel auf, dass die Motion Plattform sowohl vom Heilpädagogen als auch von den Kindern als sehr positiv wahrgenommen wurde. Auf die Frage, ob die Motion Plattform einen Einfluss auf den Wirkungsgrad der Anwendung hat, stimmte der Heilpädagoge voll zu. Nur beim Joystick stimmte der Heilpädagoge weder zu, noch lehnte er dies ab. Dem

hinzuzufügen ist, dass der Heilpädagoge der Aussage zustimmte, dass die Anwendung in Verbindung mit der Hardware zu schnelleren Lernerfolgen führen kann, beim Erlernen der Rollstuhlbedienung.

#### Befriedigung/ Wirksamkeit

Da die Fragen «Ich denke, dass das Nutzerfeld dank der Spielhandlung die Steuerung des Rollstuhls erlernen kann» und «Ich denke, dass während dem Erlernen der Rollstuhlbedienung durch das Spiel eine Entlastung der betreuenden Personen entstehen kann.» wurden im Gegensatz zum 1. Testlauf vom Heilpädagogen unterschiedlich beantwortet. Seine Erläuterung dazu ist, er stimme hinzu, dass es entlastet, wenn jemand virtuell trainieren könne. Auf diese Weise bestehe weniger Gefahr für Beschädigung und Verletzung. Man könne danke der virtuellen Welt die Situation ungefährlicher gestalten, was zu einer Entlastung führe. Es sei aber keine Entlastung im Betreuungsaufwand oder beim Zweitaufwand zu erwarten. Die Intensität der Widmung für den Schüler soll und müsse immer noch dieselbe sein (auch ohne Virtual Reality Anwendung). Es sei nicht die Aufgabe der Virtual Reality Anwendung, die Betreuung zu erleichtern. Diese Information gilt für die ganzen Anwendung.

Anhand der offenen Fragen lässt sich folgendes zusammenfassen: Die Kinder empfanden Freude und positive Gefühle, als sie mit der Sphäre interagierten und die Belohnung erhielten. Sie empfanden jedoch negative Emotionen, wenn sie sich auf einer Rampe festfahren. Trotzdem wurde in keiner Situation um Hilfe gebeten. Der Pädagoge erlebte die Kinder als äusserst motiviert und mit einem starken Wunsch, das Spiel fortzusetzen. Auf die Frage nach Ihrer Einschätzung mittels der Piktogramme, zeigten beide Spieler sehr nahe zum grünen Smiley. Auch in diesem Fall gaben sie dadurch nicht nur ihre Gefühlslage preis, sondern auch ihre Einschätzung zum Spiel.

### 7.5 Erkenntnisse aus dem 2. Testing – Level Zwei

Die Änderungen im 2. Level wurden vom Pädagogen und den Probanden sehr positiv wahrgenommen. Auch wenn die Punktzahl sich nur minimal gesteigert hat. Unten die Übersicht in tabellarischer Form (Verteilung der Punkte verlief identisch wie für das Level 1):



<b>Faktor</b>	<b>Punkte beim 1. Testing - Level 2</b>	<b>Punkte beim 2. Testing - Level 2</b>
Usability/ Playability	20	18
Narrative/ Wirksamkeit	25	25
Spiel-Flow	9	10
Vergnügen	10	10
Kreativität	0	4
Audio	nicht vergleichbar	nicht vergleichbar
Grafik	9	10
Befriedigung / Wirksamkeit	10	9
Hardware (VR- Brille, Motion Plattform und Joystick)	nicht vergleichbar	nicht vergleichbar
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>86</b>

Abbildung 20 Erkenntnisse aus dem 2. Testing - Level Zwei

Untenstehend wurden wichtige Punkte festgehalten, die nach dem Testing des Protokolls mit dem Heilpädagogen besprochen wurden.

#### Audio

Auch in diesem Level wurde die Audio-Integration als sehr positiv bewertet.

#### Hardware

Hier stimmte der Pädagoge bei drei von vier Punkten voll und ganz zu. Nur bei der Frage zum Joystick stimmte er weder zu, noch lehnte er dies ab und vermerkte: «müsste verschiedene ausprobieren». Damit ist gemeint, dass der Heilpädagoge noch keinen Vergleich machen kann. Er fügte im Gespräch hinzu, dass die Steuerung gelungen ist. Er könne jedoch nicht sagen, ob die getroffene Auswahl die geeignetste für die Simulation sei.

Bei der Auswertung der offenen Fragen ergaben sich folgende Erkenntnisse: Die Kinder hatten grosse Freude an den Rampen und an den Hindernissen im Spiel. Es wurden während des Spiels keine negativen Gefühle beobachtet, was darauf hinweist, dass die Kinder eine positive Erfahrung gemacht

haben. Die Kinder haben beim Spielen nie um Hilfe gebeten. Während des Spiels wurden die Kinder als äusserst motiviert, konzentriert und ausdauernd wahrgenommen, was darauf hindeutet, dass sie sich stark engagierten und sehr viel Spass am Spiel hatten. Diese Ergebnisse lassen darauf schliessen, dass das Spiel eine positive Wirkung auf die Kinder hatte und sie in einem positiven emotionalen Zustand sowie mit hoher Motivation und Konzentration spielten. Auf die Frage nach Ihrer Einschätzung mittels der Piktogramme, zeigten beide Spieler in die Mitte des grünen Smileys. Auch in diesem Fall gaben sie dadurch nicht nur ihre Gefühlsalge preis, sondern auch ihre Einschätzung zum Spiel.

## 7.6 Beantwortung der Forschungsfragen

Bevor die Forschungsfragen beantwortet wird, wird zuerst auf die 3. Seite des 2. Testing Protokolls eingegangen. Der Heilpädagoge hat die Wichtigkeit der Faktoren wie folgt gegliedert (in absteigender Reihenfolge): Usability/Playability, Narrative/Wirksamkeit, Vergnügen, Spiel-Flow, Befriedigung/Wirksamkeit, Grafik, Kreativität und Audio. Er betonte, wie intuitiv die vorliegende Anwendung für die Kinder ist und dass diese keine Hindernis für die Bedienung darstellt. Aus Sicht des Heilpädagogen gibt es keine weiteren Faktoren, die die Akzeptanz der Kinder für die Anwendung unterstützen. Auf die Frage, welche Faktoren und Eigenschaften eine Virtual Reality Anwendung enthalten sollte, um das Personal zu entlasten, lautete die Antwort: "Das sollte nie ein Ziel sein. Das Ziel muss immer sein, die Kinder zu befähigen, Dinge zu tun, die sie bisher nicht konnten." Als letzte Anmerkung wurde hinzugefügt: "Dieser Rollstuhl-Simulator ist sehr gut gelungen!"

Die Forschungsfrage "Welche Faktoren fördern die Akzeptanz von Kindern mit Einschränkungen für Virtual Reality Anwendungen, die einen Lernprozess fördern?", lässt sich wie folgt beantworten:

Gemäss der Platzierung und der Beurteilung des Heilpädagogen sind die drei wichtigsten Faktoren: Usability/Playability, Narrative/Wirksamkeit und Vergnügen. Insbesondere für Kinder mit Einschränkungen ist die Usability von grosser Bedeutung, da sie möglicherweise Schwierigkeiten beim Lesen oder Zählen haben. Eine hohe Usability gewährleistet zudem eine leicht zugängliche Bedienung des Spiels. Laut dem Heilpädagogen Andreas Illenberger ist es wichtig, dass die Bedienung des Spiels intuitiv und einfach funktioniert, um sicherzustellen, dass die Spieler sich auf das Spielerlebnis konzentrieren können. Die Playability ist ebenfalls wichtig, da ein gut spielbares Spiel die Spieler länger motiviert und bindet. Eine herausfordernde, motivierende und lohnende Spielerfahrung fördert die Spielerbindung. Spannung im Spiel, die eng mit der Spielhandlung und dem Spielinhalt zusammenhängt, trägt ebenfalls zur Spielerbindung bei. Der Spassfaktor ist auch von grosser Bedeutung, da dieser zu

einer motivierenden Lernumgebung für die Kinder beiträgt. Es ist wichtig zu beachten, dass es keine klare Trennung zwischen den Faktoren gibt, da sie alle miteinander verbunden sind und sich gegenseitig beeinflussen.

Auf die Forschungsfrage «Welche Faktoren von Virtual Reality Anwendungen, die es zum Zweck haben einen Lernprozess zu fördern, führen zu einer Entlastung des Personals, die Kinder mit Einschränkungen betreuen?» lässt sich keine klare Antwort finden. Der Heilpädagoge betonte mehrmals, dass es wichtig sei, dass die Anwendung und Hardware technisch einwandfrei funktioniere und nicht mehr bedient werden müsse. Eine Anwendung könne sich im besten Falle zwar unterstützend auf einen Lernprozess auswirken, jedoch nie eine entlastende Funktion einnehmen. Vor allem soll der Fokus für zukünftige Anwendungen, die ähnliche Zwecke verfolgen, auf der Befähigung der Kinder liegen und nicht auf der Entlastung des Personals.

## 8 Ausblick

Virtual Reality bringt zahlreiche positiven Eigenschaften mit sich. Insbesondere die Möglichkeit, mit Fantasie und Kreativität ohne Einschränkungen zu arbeiten. Dies erleichtert die Förderung des Vergnügens in zukünftigen Virtual Reality-Anwendungen. Wenn man sich zudem mit realen Problemen und Anforderungen auseinandersetzt, kann man eine Simulation erstellen, die Spass macht und Lernprozesse fördert. Ein Beispiel hierfür könnte die Erweiterung von Spielen sein, bei denen man einen Weg überqueren muss, ohne mit einem dynamischen Objekt (symbolisch für Verkehrsteilnehmer) zu kollidieren. Man könnte auch Objekte triggern, um Wege oder Möglichkeiten freizuschalten, wie das Bedienen einer Ampel, das Betätigen eines Blinkers oder die Verwendung von Rückspiegeln. Des Weiteren könnten verschiedene Welten mit unterschiedlichen Grip-Verhältnissen geschaffen werden, um die vier Jahreszeiten zu simulieren. Ein weiterer Ansatz besteht darin, im Spiel den eigenen Fahrstuhl zu personalisieren, um die Freude an einem individuellen Objekt zu steigern. Es gibt unzählige Möglichkeiten, Spiele so zu erweitern, dass sie sowohl Vergnügen und Spielfesselung fördern, als auch den Lernprozess für zukünftige Elektrorollstuhlfahrer unterstützen. Dabei darf nicht vergessen werden, dass die Anwendung so einfach und intuitiv wie möglich sein muss. Man könnte auch Spiele entwickeln, die sich primär nur auf das Selbstvertrauen und Selbstwert von Kindern konzentrieren. Zum Beispiel könnte man Menschen oder Fabelwesen, mit einem Elektrorollstuhl, von A nach B transportieren oder mit dem eigenen Rollstuhl Bösewichten abschiessen. Wenn so die intrinsische Motivation des Kindes geweckt wird, besteht die Möglichkeit, dass das Kind mit grossem Engagement die Aufgaben bewältigen

wird, was sich wiederum mit grösser Wahrscheinlichkeit in Lernerfolge widerspiegelt (Niegemann & Weinberger, 2020, S. 398). Unterschiedliche Arten von Rollstühlen mit verschiedenen Fahrdynamiken könnten ebenfalls dazu beitragen, das Feedbacktraining und die Anpassung an verschiedene Fahrzeuge zu verbessern. Wichtig dabei ist auch, dass die Betreuer immer mit der gleichen Intensität und Qualität führen und betreuen, wie unser Experte Andreas Illenberger erklärt. Je nach Kind muss möglicherweise immer wieder klargestellt werden, dass es sich nur um ein Spiel handelt, selbst wenn im Spiel keine realen Wesen oder Objekte vorkommen. Auf die Trennung von Spiel und Realität müssen Pädagogen womöglich eingehen, da viele Kinder Konsequenzen im realen Leben noch nicht richtig abschätzen können. Für zukünftige Studien wäre es auch interessant, Kinder zu vergleichen, die von Anfang an mit einem Virtual Reality Simulator lernen, und andere, die ohne den Einsatz eines Simulators Elektrorollstuhl fahren lernen. Ein Vergleich, wer schlussendlich besser oder lieber fährt, könnte weitere Erkenntnisse geben. Möglicherweise könnten Simulationen aber auch falsche Hoffnungen wecken, die sich negativ auf die tatsächliche Bedienung auswirken.

## 9 Schlusswort des Autors

Meiner Meinung nach ist die Technologie ein Werkzeug oder ein Hilfsmittel und gibt keine Lösungsfindung vor für grundlegenden Probleme. Nach Gesprächen und Besuchen bei der Vivala Stiftung in Weinfeld, stelle ich mir folgende Fragen: Warum gibt es nicht für alle, die Einschränkungen haben und einen Elektrorollstuhl benötigen oder einer in Frage kommen könnte, keine Möglichkeit, in einer sicheren Umgebung verschiedene Modelle zu testen? Warum fehlt ausreichend sichere Raum oder ist die Freigabe von solchem Raum so kompliziert? Warum gibt es nicht genügend Personal, das den Lernprozess des Elektrorollstuhlfahrens eins- zu- eins in einem sicheren Ort jederzeit begleiten kann? Des Weiteren stellt sich die Frage, warum die Finanzierung eines Elektrorollstuhls durch die Krankenkassen ein schwieriger und langwieriger Prozess ist? Hinzu ist es meiner Sicht paradox, dass wir künstlichen Barrieren in Virtual Reality Anwendungen implementieren müssen, anstatt sich mit der Abschaffung der realen Barrieren in öffentlichen Raum zu beschäftigen.

Meiner Meinung nach beginnt die fundamentale Inklusion und das Streben nach gesellschaftlicher Teilhabe für alle mit den oben genannten Fragen. Ich bin überzeugt, dass kein technologischer Fortschritt die Inklusion der Gesellschaft ersetzen kann. Es gilt darauf zu achten, dass der technologische Fortschritt beziehungsweise die neuen technologischen Möglichkeiten uns nicht von wichtigen Fragen ablenken.

Die Arbeit mit den Kindern und mit dem Heilpädagogen haben mir viel Spass gemacht. Ich bin dankbar dafür, dass ich diese Erfahrung machen durfte.

Gebenstorf, im Mai 2023

## Literaturverzeichnis

- Adelstein, B. D., Lee, T. G., & Ellis, S. R. (2016). *Head Tracking Latency in Virtual Environments. Psychophysics and a Model. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (S. 2083–2087). <https://doi.org/10.1177/154193120304702001>
- Archambault, P. S., Tremblay, S., Cachecho, S., Routhier, F., & Boissy, P. (2012). Driving performance in a power wheelchair simulator. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 7(3), 226–233. <https://doi.org/10.3109/17483107.2011.625072>
- Arlati, S., Colombo, V., Ferrigno, G., Sachhetti, R., & Sacco, M. (2018). *Virtual reality-based wheelchair simulators: A scoping review* (ASSISTIVE TECHNOLOGY 2020, VOL. 32, NO. 6, 294–305).
- Athanasios, D., Eleni, M., & Charalampos, S. (2022). *Neuro-Linguistic Programming, Positive Psychology & VR in Special Education* (Issue ID:Sci. Elec. Arch. Vol. 15 (1)). University of Aegean.
- Buchenau, M., & Jane Fulton, S. (2000). *Experience Prototyping*. IDEO San Francisco, San Francisco CA 94105.
- D. Souchet, A., Stephanie, P., Domitile, L., & Laure, L. (2022). *Measuring Visual Fatigue and Cognitive Load via Eye Tracking while Learning with Virtual Reality Head-Mounted Displays: A Review*. International Journal of Human- Computer Interaction.
- Dederich, M., Jantzen, W., & Walthes, R. (2011). *Sinne, Körper und Bewegung*. Kohlhammer Verlag.
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P., & Bernhard, J. (2013). *Virtual und Augmented Reality*. Springer Vieweg.
- Generalversammlung der UNO. (2006). *Übereinkommen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen*.

- Gonsalves, L., Campbell, A., Jensen, L., & Straker, L. (2014). *Children With Developmental Coordination Disorder Play Active Virtual Reality Games Differently Than Children With Typical Development* (Innovative Technologies Special Series). 2015 American Physical Therapy Association.
- Grasnack, A. (2020). *Grundlagen der virtuellen Realität*. Springer.
- Gross, M., Müller- Wiegand, M., & F. Pinnow, D. (2019). *Zukunftsfähige Unternehmensführung*. Springer Gabler.
- Hartfiel, B., Alexander, K., Nico, K., & Rainer, S. (2019). *Fahrsimulator mit VR-Brille zur Evaluierung neuer Interieurkonzepte* (Interieur).
- Hernandez-Ossa, K. A., Longo, B., Montenegro-Couto, E., Romero-Laiseca, M. A., Anselmo, F.-N., & Teodiano, B.-F. (2017). *Development and Pilot Test of a Virtual Reality System for Electric Powered Wheelchair Simulation*. Assistive Technology Center of the Federal University of Espirito Santo (NTA-UFES).
- Herrlich, M., Meyer, R., Malaka, R., & Heck, H. (2010). *Development of a Virtual Electric Wheelchair – Simulation and Assessment of Physical Fidelity Using the Unreal Engine 3* (IFIP International Federation for Information Processing 2010). Digital Media Group, Research Institute Technology and Disability (FTB).
- Hevner, A., & Chatterjee, S. (2010). *Design Research in Information Systems*. Springer.
- Höntzsch, S., Katzky, U., Bredl, K., Kappe, F., & Krause, D. (2013). *Simulationen und simulierte Welten. Lernen in immersiven Lernumgebungen*. pedocs.
- <https://nextlevelracing.com>. (2023, Mai). Next Level Racing. <https://nextlevelracing.com/products/next-level-racing-motion-platform-v3/?lang=de>

<https://www.lifetool.at>. (2023, Mai). <https://www.lifetool.at/ueber-uns/leitbild/>

<https://www.vive.com/>. (2023, Mai). [User Guide]. Vive Support.

[https://www.vive.com/us/support/vive/category\\_howto/installing-the-base-stations.html](https://www.vive.com/us/support/vive/category_howto/installing-the-base-stations.html)

<https://www.wheelsim.info/>. (2023, Mai). <https://www.wheelsim.info/>

K. Bosse, I., Haffner, M., & Keller, T. (2022). *Virtual Reality for Students with Special Needs*. HfH

University of Teacher Education in Special Needs, Zürich/ Switzerland, Competence Center ICT for Inclusion and ZHAW School of Management and Law, Institute of Business Information Technology, Winterthur/ Switzerland.

Klopfer, E., Osterweil, S., & Salen, K. (2009). *Moving learning games forward*. The Education Arcade  
Massachusetts Institute of Technology.

Koch, F. (2022, Dezember 7). *Wheelsim VR: Virtueller Simulator hilft Personen, das E-Rollstuhlfahren zu üben*. <https://www.derstandard.de/story/2000139734064/wheelsim-vr-virtueller-simulator-hilft-personen-das-e-rollstuhlfahren-zu>

Kopplin, O. (2008). *Ein Rollstuhl muss passen wie ein Schuh*.

Lang, F., & F. Schmidt, R. (2019). *Physiologie des Menschen*. Springer.

M Mithun, A., & Wael. M. S. Yafooz, W. (2018). Extended User Centered Design (UCD) Process in the Aspect of Human Computer Interaction. *International Conference on Smart Computing and Electronic Enterprise. (ICSCEE2018)*.

Matjaz, M., Domen, N., & Samo, B. (2014). *Virtual Reality Technology and Applications*. Springer.

Miesenberger, K., Joachim, K., Wolfgang, Z., & Karshmer, A. (2008). *Computers Helping People with Special Needs*. Springer.



- Mikki H., P., Joseph R., K., & Barbara S., C. (2016). *The Development and Validation of the Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS)*. Human Factors and Ergonomics Society.
- Morgenstern, U. (2007). *Zum Zusammenhang von Motorik und Kognition bei Vorschulkindern*.
- Nakashima, H., Aghajan, H., & Augusto, J. C. (2010). *Handbook of ambient intelligence and smart environments*. Springer.
- Namiki, T. (2006). *Electric Wheelchair Simulator for Rehabilitation of Persons with Motor Disability* (Hafid NINISS, Takenobu INOUE). National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities.
- Niegemann, H., & Weinberger, A. (2020). *Handbuch Bildungstechnologie- Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebung*. Springer.
- Orsolits, H., & Lackner, M. (2020). *Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion*. Springer- Verlag GmbH.
- Ouariachi, T., Chih-Yen, L., & Wim J. L, E. (2020). *Gamification Approaches for Education and Engagement on Pro-Environmental Behaviors: Searching for Best Practices*. MDPI sustainability.
- PIVIK, J., MCCOMAS, J., MACFARLANE, I., & LAFLAMME, M. (2002). *USING VIRTUAL REALITY TO TEACH DISABILITY AWARENESS* (J. EDUCATIONAL COMPUTING RESEARCH, Vol. 26(2) 203-218, 2002).
- Prof. Dr. O. Günther, Prof. Dr. W. Karl, Prof. Dr. R. Lienhart, Prof. Dr. K. Zeppenfeld, & Prof. Dr. Brill, M. (2008). *Virtuelle Realität*. Springer.
- Reason, J. T., & Brand, J. J. (1978). *Motion sickness adaptation. A neural mismatch mode* (S. 819–829). Journal of the Royal Society of Medicine.
- Reitner, A. (2021). *Design, Development and Evaluation of a Power Wheelchair Driving Simulation in Virtual Reality* [Master Thesis]. St. Pölten University of Applied Sciences.

- Sarimski, K., Holodynski, M., Gutknecht, D., & Schöler, H. (2021). *Behinderungsspezifische Hilfen zur sozialen Integration*. Kohlhammer Verlag.
- Scewo. (2023, Mai 23). Scewo. <https://www.scewo.com/>
- Seitz, R. J. (2001). *Motorisches Lernen: Untersuchungen mit der funktionellen Bildgebung*. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin.
- Simon, D., Keith, N., & Eugene, N. (2014). *A Systematic Review of Cybersickness*.
- Speck-Hamdan, A. (2004). *Wie Kinder lernen*. Televizion.
- Strahinger, S., & Leyh, C. (2016). *Gamification und Serious Games*. Springer Vieweg.
- Strobl, W., Abel, C., Pitz, E., & Schikora, N. (2021). *Therapeutisches Arbeiten in der Neuroorthopädie*. Springer.
- Strobl, W., Schikora, N., & Pitz, E. (2021). *Neuroorthopädie – Disability Management*. Springer-Verlag GmbH.
- Sutherland, J., Jason, B., Sheikh, A., Chepelev, L., Althobaity, W., J.W.Chow, B., Mitsouras, D., Christensen, A., J. Rybicki, F., & J. La Russa, D. (2018). *Applying Modern Virtual and Augmented Reality Technologies to Medical Images and Models*. Journal of Digital Imaging.
- Thiele, A. (1999). *Infantile Cerebralparese: Zum Verhältnis von Bewegung, Sprache und Entwicklung— Theoretische Grundlagen einer frühen Förderung verbaler und nonverbaler Kommunikation*. Ed. Marhold im Wiss.-Verl. Spiess.
- Vailland, G., Devigne, L., Francois, P., Nouviale, F., Fraudet, B., Leblong, E., Babel, M., & Valerie, G. (2021). *VR based Power Wheelchair Simulator: Usability Evaluation through a Clinically Validated Task with Regular Users* (2021 IEEE Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)).

Van Doornik, J., Brems, W., De Vries, E., & Uhlmann, R. (2018). *Fahrsimulator mit hoher Plattformperformance und niedriger Latenz* (Entwicklung Simulation und Test).

Vivala Homepage- *Über uns- Leitgedanken*. (2023, April). <https://www.vivala.ch/ueber-uns/> - <https://www.vivala.ch/ueber-uns/leitgedanken/>

Winter, C. (2022). „*Evaluation der Verwendung von Virtueller Realität (VR) als Ergänzung zum Laufbandtraining im Rahmen der Behandlung von Gangstörungen bei Patienten mit Multipler Sklerose (MS) und Schlaganfall*“. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

*Www.speedlink.com*. (2023, Mai). <https://www.speedlink.com/COMPETITION-PRO-EXTRA-USB-Joystick-schwarz-rot/SL-650212-BKRD>

Zobel, B., Werning, S., Berkemeier, L., & Thomas, O. (2018). *Augmented- und Virtual-Reality-Technologien zur Digitalisierung der Aus- und Weiterbildung – Überblick, Klassifikation und Vergleich*. In *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung*. Springer- Verlag GmbH.

# Anhang A- Testprotokoll Eins und Zwei- 1. Testlauf

Testing Level 1		Seite 1_Level 1				
Testzweck:	Der Entwickler muss nach dem Tetsing wissen, was es zu verbessern gilt im Level 1					
Testvoraussetzungen:	Funktionierende Software und Hardware					
Tester- Befragter (Name, Vorname und Rolle), Datum:	Andreas Illenberger, Heilpädagogin, 4.5.23					
Informationen zum (zu den) Probanden (Name, Vorname, Alter, Einschränkung, sonstige relevante Informationen):	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme voll und ganz zu	Begründung/ Bemerkung/ Anregung
<b>Usability/ Playability</b>						
Ich denke, dass für das Nutzerfeld einfach ist das Spiel zu lernen.				X		
Ich denke, dass die Steuerung des Rollstuhls sehr realistisch ist.					X	
Ich denke, dass das Nutzerfeld weiss was es im Spiel zu tun hat.					X	
Ich denke, dass es einfach ist dem Nutzerfeld das Spiel zu erklären.				X		
<b>Narrative/ Wirksamkeit</b>						
Ich denke, dass die animierten Figuren zum Nutzerfeld passen.					X	
Ich denke, dass es genug viele unterschiedliche Figuren im Spiel hat.			X			
Ich denke, dass das Nutzerfeld oft genug belohnt wird.					X	
Ich denke, dass das Nutzerfeld versteht, wann und wieso es belohnt wird.					X	
Ich denke, dass die animierten Figuren Wirksamkeit erzeugen beim Nutzerfeld.					X	
<b>Spiel-Flow</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld in das Level eintauchen kann.			X			ist möglich, noch zu wenig Landschaft
Ich denke, dass das Nutzerfeld lange, konzentriert spielen kann in diesem Level.				X		
<b>Verhalten</b>						
Ich denken, dass das Nutzerfeld das Spiel genießt.				X		
Ich denken, dass sich das Nutzerfeld nach diesem Testing wünscht erneut spielen zu dürfen.				X		
<b>Erreichbar</b>						
Ich denken, dass das Nutzerfeld in diesem Level kreativ sein kann.		X				Kreativität ist nicht die Aufgabe des Spiels
Ich denken, dass das Nutzerfeld genügend Optionen hat um das Ziel zu erreichen.			X			
<b>Hörbar</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld positiv auf Audio reagieren würde.				X		
Ich denke, dass eine Audio-Integrierung nicht vom Ziel ablenken würde.				X		
Ich denke, dass eine Audio-Integrierung nur in bestimmten Momenten sinnvoll ist (z. Bsp. nur bei Erreichung des Ziels).			X			
<b>Sichtbar</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld die Grafik genießt.		X				
Ich denke, dass die Grafik zur Spielhandlung passt.				X		
<b>Befriedigung / Wirksamkeit</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld zufrieden ist, wenn er/sie das Ziel erreicht hat.					X	
Ich denke, dass das Nutzerfeld dank der Spielhandlung die Steuerung des Rollstuhls erlernen kann.					X	
Ich denke, dass während dem Erlernen der Rollstuhlbedienung durch das Spiel eine Entlastung der betreuenden Personen entstehen kann.					X	

In welchen Spielsituationen verspürte das Kind (die Kinder) deiner Meinung nach Freude, positive Gefühle?

Wenn ein Checkpoint erreicht wird

In welchen Spielsituationen verspürte das Kind (die Kinder) deiner Meinung nach negative Gefühle?

Wenn es abstürzt...

Welche Auswirkung hatte der Immersionseffekt auf das Kind (die Kinder)?

hoch, motiviert enorm

In welchen Situationen hat das Kind (die Kinder) um Hilfe gebeten?

Nur bei techn. Problemen

Wie hast Du das Kind (die Kinder) grundsätzlich erlebt während dem Spielen?

konzentriert und motiviert

Was hältst Du vom Spiel? Kann es zu einer Entlastung für die betreuende Person führen?

Es hat viel Potential für Lernsituationen. Entlastung eher nicht, da die Technik auch bedient werden muss

Ist die Anordnung der Level deiner Meinung nach gerecht angelegt (bitte vor Beantwortung beide Levels durchspielen)?

ja, ist sinnvoll

Weitere Anmerkungen, die ich anbringen will:

Die Konzentration auf das Wesentliche ~~und~~ ist ein grosses Potential des Spiels

## Testing Level 2

Seite 1\_Level 2

Testzweck:

Der Entwickler muss nach dem Test wissen, was es zu verbessern gilt im Level 2

Testvoraussetzungen:

Funktionierende Software und Hardware

Tester- Befragter (Name, Vorname und Rolle), Datum:

*Illanberger Andreas, Heilpädagoge, 5.5.23*

Informationen zum (zu den) Probanden (Name, Vorname, Alter, Einschränkung, sonstige relevante Informationen):	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme voll und ganz zu	Begründung/ Bemerkung/ Anregung
<b>Usability/ Playability</b>						
Ich denke, dass für das Nutzerfeld einfach ist das Spiel zu lernen.					✓	
Ich denke, dass die Steuerung des Rollstuhls sehr realistisch ist.					✗	
Ich denke, dass das Nutzerfeld weiss was es im Spiel zu tun hat.					✗	
Ich denke, dass es einfach ist dem Nutzerfeld das Spiel zu erklären.					✓	
<b>Narrative/ Wirksamkeit</b>						
Ich denke, dass die animierten Figuren zum Nutzerfeld passen.					✓	
Ich denke, dass es genug viele unterschiedliche Figuren im Spiel hat.					✓	
Ich denke, dass das Nutzerfeld oft genug belohnt wird.					✗	
Ich denke, dass das Nutzerfeld versteht, wann und wieso es belohnt wird.					✗	
Ich denke, dass die animierten Figuren Wirksamkeit erzeugen beim Nutzerfeld.					✗	
<b>Spiel-Flow</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld in das Level eintauchen kann.				✗		
Ich denke, dass das Nutzerfeld lange, konzentriert spielen kann in diesem Level.					✗	
<b>Vergnügen</b>						
Ich denken, dass das Nutzerfeld das Spiel genießt.					✗	
Ich denken, dass sich das Nutzerfeld nach diesem Testing wünscht erneut spielen zu dürfen.					✗	
<b>Kreativität</b>						
Ich denken, dass das Nutzerfeld in diesem Level kreativ sein kann.			✗			
Ich denken, dass das Nutzerfeld genügend Optionen hat um das Ziel zu erreichen.			✗			
<b>Audio</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld positiv auf Audio reagieren würde.					✗	
Ich denke, dass eine Audio-Integrierung nicht vom Ziel ablenken würde.				✗		
Ich denke, dass eine Audio-Integrierung nur in bestimmten Momenten sinnvoll ist (z. Bsp. nur bei Erreichung des Ziels).				✗		
<b>Grafik</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld die Grafik genießt.				✓		
Ich denke, dass die Grafik zur Spielhandlung passt.					✗	
<b>Behandlung / Wirksamkeit</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld zufrieden ist, wenn er/sie das Ziel erreicht hat.					✗	
Ich denke, dass das Nutzerfeld dank der Spielhandlung die Steuerung des Rollstuhls erlernen kann.					✗	
Ich denke, dass während dem Erlernen der Rollstuhlbedienung durch das Spiel eine Entlastung der betreuenden Personen entstehen kann.			✗			



Seite 2

In welchen Spielsituationen verspürte das Kind (die Kinder) deiner Meinung nach Freude, positive Gefühle?

Bei Erfolg

In welchen Spielsituationen verspürte das Kind (die Kinder) deiner Meinung nach negative Gefühle?

Ins Wasser fallen?

Welche Auswirkung hatte der Immersionseffekt auf das Kind (die Kinder)?

Sehr gut, die Intensität der Wahrnehmung ist hoch

In welchen Situationen hat das Kind (die Kinder) um Hilfe gebeten?

Techn. Probleme



) Spiel 2 )

Seite 3

Wie hast Du das Kind (die Kinder) grundsätzlich erlebt während dem Spielen?

Sehr motiviert, sehr konzentriert, bleiben lange dabei

Was hältst Du vom Spiel? Kann es zu einer Entlastung für die betreuende Person führen?

Das hat einen sehr guten Spielablauf, hoher Aufforderungscharakter

Ist die Anordnung der Level deiner Meinung nach gerecht angelegt (bitte vor Beantwortung beide Levels durchspielen)?

ja, sinnvoll

Weitere Anmerkungen, die ich anbringen will:

Den Parcours bitte weiter ausbauen. Es ist eine sehr gute Spielidee.

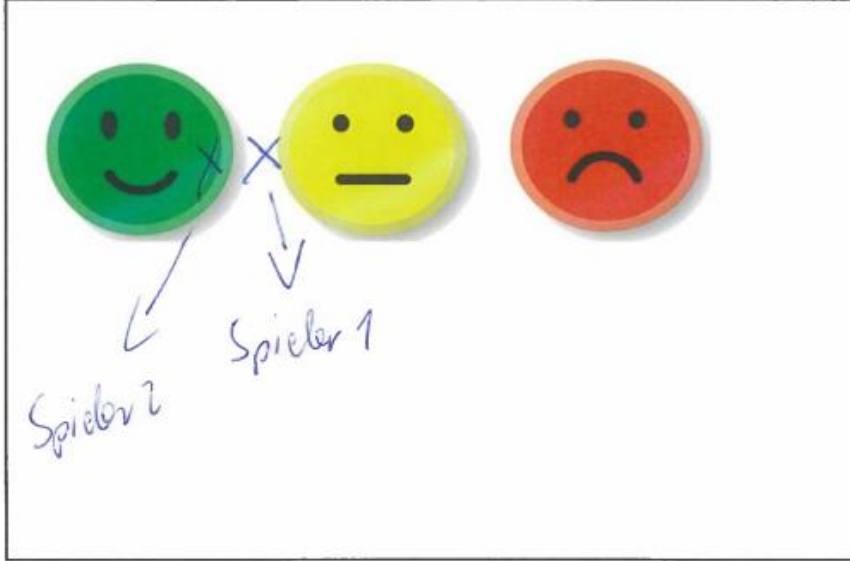
Beobachtungen und erste Eindrücke vom Probanden (bei mehreren Probanden Namen notieren) nach dem Level Eins

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for handwritten notes and observations regarding the subject after Level One.

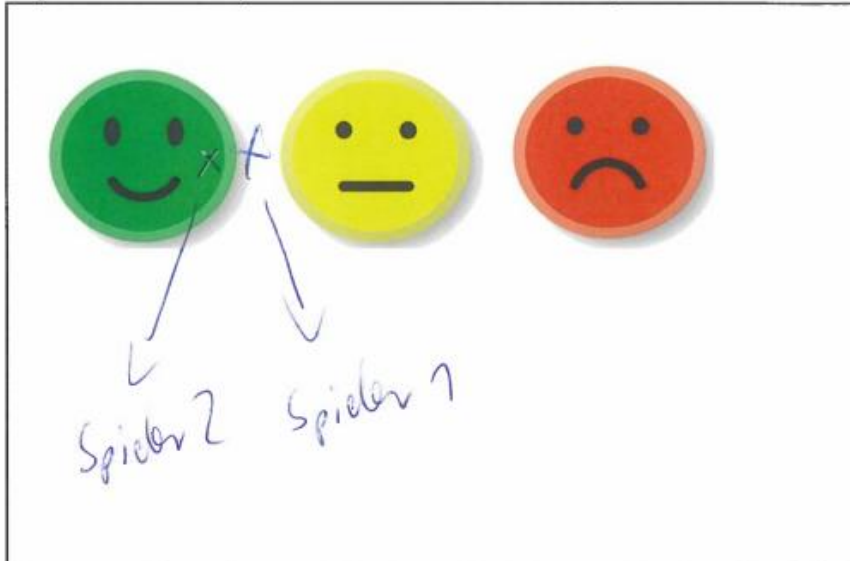
Beobachtungen und erste Eindrücke vom Probanden (bei mehreren Probanden Namen notieren) nach dem Level Zwei

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for handwritten notes and observations regarding the subject after Level Two.

Fragen an den Probanden (bei mehreren Probanden Namen notieren): "Wie fühlst Du dich nach dem Spielen von Level Eins"?



Fragen an den Probanden (bei mehreren Probanden Namen notieren): "Wie fühlst Du dich nach dem Spielen von Level Zwei"?



## Anhang B- Testprotokoll Eins und Zwei- 2. Testlauf

### Testing Level 1- 2. Iteration

Seite 1\_Level 1- 2. Iteration

Testzweck:

Der 2. Testlauf unterstützt die Beantwortung der Forschungsfragen

Testvoraussetzungen:

Funktionierende Software und Hardware

Tester- Befragter (Name, Vorname und Rolle), Datum:

Informationen zum (zu den) Probanden (Name, Vorname, Alter, Einschränkung, sonstige relevante Informationen):	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme voll und ganz zu	Begründung/ Bemerkung/ Anregung
<b>Usability/ Playability</b>						
Ich denke, dass für das Nutzerfeld einfach ist das Spiel zu lernen.					X	
Ich denke, dass die Steuerung des Rollstuhls sehr realistisch ist.				X		Rollstuhl bremsst schneller
Ich denke, dass das Nutzerfeld weiss was es im Spiel zu tun hat.					X	
Ich denke, dass es einfach ist dem Nutzerfeld das Spiel zu erklären.					X	
<b>Narrative/ Wirklichkeit</b>						
Ich denke, dass die animierten Figuren zum Nutzerfeld passen.					X	
Ich denke, dass es genug viele unterschiedliche Figuren im Spiel hat.					X	
Ich denke, dass das Nutzerfeld oft genug belohnt wird.					X	
Ich denke, dass das Nutzerfeld versteht, wann und wieso es belohnt wird.					X	
Ich denke, dass die animierten Figuren Wirklichkeit erzeugen beim Nutzerfeld.					X	
<b>Spiel-Flow</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld in das Level eintauchen kann.					X	
Ich denke, dass das Nutzerfeld lange, konzentriert spielen kann in diesem Level.				X		
<b>Verhalten</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld das Spiel genießt.					X	
Ich denke, dass sich das Nutzerfeld nach diesem Testing wünscht erneut spielen zu dürfen.					X	
<b>Kreativität</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld in diesem Level kreativ sein kann.			X			
Ich denke, dass das Nutzerfeld genügend Optionen hat um das Ziel zu erreichen.				X		
<b>Audio</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld positiv auf das Audio reagiert.					X	
Ich denke, dass das Audio nicht vom Ziel ablenkt.					X	verschiedene Audio!
Ich denke, dass die Audio-Integrierung erweitert werden kann. Zum Beispiel verschieden Audios in verschiedenen Spielsituationen.					X	
<b>Grafik</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld die Grafik genießt.			X			
Ich denke, dass die Grafik zur Spielhandlung passt.					X	
<b>Befriedigung / Wirklichkeit</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld zufrieden ist, wenn er/sie das Ziel erreicht hat.					X	
Ich denke, dass das Nutzerfeld dank der Spielhandlung die Steuerung des Rollstuhls erlernen kann.				X		
Ich denke, dass während dem Erlernen der Rollstuhlbedienung durch das Spiel eine Entlastung der betreuenden Personen entstehen kann.			X			keine Entlastung, aber neue Möglichkeiten
<b>Hardware (VR, Brille, Motion Plattform und Joystick)</b>						
Ich denke, dass die Motion Plattform in Kombination mit der Virtual Reality Anwendung bei den Kindern positiv wahrgenommen wird					X	
Ich denke, dass desto mehr mit der soeben getesteten Anwendung und Hardware geübt wird, desto schneller werden Lernerfolge in der Rollstuhlbedienung ersichtlich				X		
Ich denke, dass der verwendete Joystick gut genug ist für die Erlernung der Rollstuhlbedienung			X			
Ich denke, dass ohne die Verwendung der Motion Plattform der erreichte Wirkungsgrad um einiges tiefer wäre.					X	

In welchen Spielsituationen verspürte das Kind (die Kinder) deiner Meinung nach Freude, positive Gefühle?

Wenn sie den Ball antossen und die Tiere kommen

In welchen Spielsituationen verspürte das Kind (die Kinder) deiner Meinung nach negative Gefühle?

Wenn der Rollstuhl festgefahren ist?

In welchen Situationen hat das Kind (die Kinder) um Hilfe gebeten?

S.o.

Wie hast Du das Kind (die Kinder) grundsätzlich erlebt während dem Spielen?

sehr motiviert. Sie wollen keine Pause aufhören



## Testing Level 2- 2. Iteration

Seite 1\_Level 2- 2. Iteration

Testzweck:

Der 2. Testlauf unterstützt die Beantwortung der Forschungsfragen

Testvoraussetzungen:

Funktionierende Software und Hardware

Tester- Befragter (Name, Vorname und Rolle), Datum:

Informationen zum (zu den) Probanden (Name, Vorname, Alter, Einschränkung, sonstige relevante Informationen):	Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch lehne ab	Stimme zu	Stimme voll und ganz zu	Begründung/ Bemerkung/ Anregung
<b>Usability/ Playability</b>						
Ich denke, dass für das Nutzerfeld einfach ist das Spiel zu lernen.				<input checked="" type="checkbox"/>		
Ich denke, dass die Steuerung des Rollstuhls sehr realistisch ist.				<input checked="" type="checkbox"/>		Bansen...
Ich denke, dass das Nutzerfeld weiss was es im Spiel zu tun hat.					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denke, dass es einfach ist dem Nutzerfeld das Spiel zu erklären.					<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Narrative/ Wirksamkeit</b>						
Ich denke, dass die animierten Figuren zum Nutzerfeld passen.					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denke, dass es genug viele unterschiedliche Figuren im Spiel hat.					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denke, dass das Nutzerfeld oft genug belohnt wird.					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denke, dass das Nutzerfeld versteht, wann und wieso es belohnt wird.					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denke, dass die animierten Figuren Wirksamkeit erzeugen beim Nutzerfeld.					<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Spiel-Flow</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld in das Level eintauchen kann.					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denke, dass das Nutzerfeld lange, konzentriert spielen kann in diesem Level.					<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Verzügen</b>						
Ich denken, dass das Nutzerfeld das Spiel genießt.					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denken, dass sich das Nutzerfeld nach diesem Testing wünscht erneut spielen zu dürfen.					<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Kreativität</b>						
Ich denken, dass das Nutzerfeld in diesem Level kreativ sein kann.			<input checked="" type="checkbox"/>			
Ich denken, dass das Nutzerfeld genügend Optionen hat um das Ziel zu erreichen.				<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Audio</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld positiv auf das Audio reagiert.				<input checked="" type="checkbox"/>		
Ich denke, dass das Audio nicht vom Ziel ablenkt.					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denke, dass die Audio-Integration erweitert werden kann. Zum Beispiel verschieden Audios in verschiedenen Spielsituationen.					<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Grafik</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld die Grafik genießt.					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denke, dass die Grafik zur Spielhandlung passt.					<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Befriedigung / Wirksamkeit</b>						
Ich denke, dass das Nutzerfeld zufrieden ist, wenn er/sie das Ziel erreicht hat.					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denke, dass das Nutzerfeld dank der Spielhandlung die Steuerung des Rollstuhls erlernen kann.				<input checked="" type="checkbox"/>		
Ich denke, dass während dem Erlernen der Rollstuhlbedienung durch das Spiel eine Entlastung der betreuenden Personen entstehen kann.			<input checked="" type="checkbox"/>			
<b>Hardware (VR- Brille, Motion Plattform und Joystick)</b>						
Ich denke, dass die Motion Plattform in Kombination mit der Virtual Reality Anwendung bei den Kindern positiv wahrgenommen wird					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denke, dass desto mehr mit der soeben getesteten Anwendung und Hardware geübt wird, desto schneller werden Lernerfolge in der Rollstuhlbedienung ersichtlich					<input checked="" type="checkbox"/>	
Ich denke, dass der verwendete Joystick gut genug ist für die Erlernung der Rollstuhlbedienung			<input checked="" type="checkbox"/>			müden verschiedene ausproben
Ich denke, dass ohne die Verwendung der Motion Plattform der erreichte Wirkungsgrad um einiges tiefer wäre.					<input checked="" type="checkbox"/>	

In welchen Spielsituationen verspürte das Kind (die Kinder) deiner Meinung nach Freude, positive Gefühle?

Auf dem aufregenden Parcours mit Rampen und Hindernissen

In welchen Spielsituationen verspürte das Kind (die Kinder) deiner Meinung nach negative Gefühle?

Weiss nicht

In welchen Situationen hat das Kind (die Kinder) um Hilfe gebeten?

-

Wie hast Du das Kind (die Kinder) grundsätzlich erlebt während dem Spielen?

sehr motiviert, sehr konzentriert, lange Ausdauer

Priorisiere die Wichtigkeit der Faktoren für zukünftige Virtual Reality Anwendungen, die denselben Zweck folgen (Prio. 1 sehr hoch- Prio. 8 sehr tief)

Faktor:	Usability/ Playability	Narrative/ Wirksamkeit	Spiel-Flow	Vergnügen	Kreativität	Audio	Grafik	Befriedigung / Wirksamkeit
Priorität:	1	2	4	3	7	8	6	5
Anmerkung:	Man sieht, wie intuitiv die vorliegende App für die Kinder ist. Sie stellt die Anwender vor keine Hindernisse bei der Bedienung							

Gib es aus deiner Sicht Faktoren (andere als oben erwähnt), die entscheidend sind für die Akzeptanz von Kindern mit Einschränkung für eine Virtual Reality Anwendung, die Lernprozesse unterstützt?

Nein, die o.g. Bereiche sind die entscheidenden

Welche Faktoren/ Eigenschaften müsse in einer Virtual Reality Anwendung vorkommen, die das Personal entlasten könnten?

Das sollte wie ein Ziel sein. Ziel muss immer sein, die Kinder zu etwas zu befähigen, dass sie bisher nicht konnten.

Weitere Anmerkungen, die ich anbringen will:

Dieser Rollstuhl Simulator ist sehr gut gelungen!




Beobachtungen und erste Eindrücke vom Probanden (bei mehreren Probanden Namen notieren) nach dem Level Eins

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for handwritten notes and observations after Level 1.

Beobachtungen und erste Eindrücke vom Probanden (bei mehreren Probanden Namen notieren) nach dem Level Zwei

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for handwritten notes and observations after Level 2.

Fragen an den Probanden (bei mehreren Probanden Namen notieren): "Wie fühlst Du dich nach dem Spielen von Level Eins"?



A box containing three circular emotion icons: a green happy face, a yellow neutral face, and a red sad face. A blue 'x' is drawn over the mouth of the green face and over the eyes of the yellow face.

Fragen an den Probanden (bei mehreren Probanden Namen notieren): "Wie fühlst Du dich nach dem Spielen von Level Zwei"?



A box containing three circular emotion icons: a green happy face, a yellow neutral face, and a red sad face. A blue 'x' is drawn over the mouth of the green face.

## Anhang C- Repository auf [www.github.com](https://www.github.com)

Link zum Repository: <https://github.com/Miceli881/Master23.git>

## Eigenständigkeitserklärung

Mit der Unterschrift auf dieser Masterarbeit versichert der/die Studierende, dass er/sie die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst hat.

Der/die unterzeichnende Studierende erklärt, dass alle verwendeten Quellen (auch Internetseiten) im Text oder Anhang korrekt ausgewiesen sind, d.h. dass die Masterarbeit keine Plagiate enthält, also keine Teile, die teilweise oder vollständig aus einem fremden Text oder einer fremden Arbeit unter Vorgabe der eigenen Urheberschaft bzw. ohne Quellenangabe übernommen worden sind.

Ort, Datum:

Gebenstorf, 29.05.2023

.....

Unterschrift:

.....