



**HOCHSCHULE
MITTWEIDA**

University of Applied Sciences

Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften

Professur Medieninformatik

Masterarbeit

Erstellung und Evaluation einer realitätsnahen VR-Applikation
zur zeitgemäßen Nachbildung diverser Variationen des
Trolley-Dilemmas

Sophie Giesa

Mittweida, den 9. Februar 2023

Erstprüfer: Prof. Dr. Marc Ritter

Zweitprüfer: Manuel Heinzig, M.Sc.

Giesa, Sophie

Erstellung und Evaluation einer realitätsnahen VR-Applikation zur zeitgemäßen
Nachbildung diverser Variationen des Trolley-Dilemmas

Masterarbeit, Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften
Hochschule Mittweida — University of Applied Sciences, Februar 2023

Referat

Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit war es, die entstehenden Auswirkungen auf die Entscheidungsfindung durch die Transferierung von dilemmatischen Gedankenexperimenten auf die virtuelle Realität zu untersuchen. Studien zeigen, dass die Immersion in virtuelle Welten mittels Head-Mounted-Displays deutlich höher ist, als bei der Nutzung von Computerbildschirmen. Dadurch lassen sich neue Anwendungen in der Experimentalpsychologie ableiten. Anhand der Daten aus bereits bekannten Variationen des Trolley-Dilemmas werden die hier gewonnenen Ergebnisse verglichen. Dazu wurden im Rahmen einer qualitativen, empirischen Forschung mit 33 Probanden eine praktische und ethisch begutachtete Simulation mit zugehörigen psychologischen Fragebögen und direkt an die Simulation anschließende Fragebögen zum Immersionsgrad durchgeführt. Im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse konnten Erkenntnisse in den folgenden Bereichen gewonnen werden: Entscheidungsfindung in VR-Trolley-Dilemmata unter Einsatz eines persönlichen Dilemmas, Immersion in zeitlich begrenzten Simulationen und Herausforderungen im Ablauf von VR-Simulationen. Die Veränderung der kontextuellen Bedeutung bei der Präsentation von Dilemmas und Trilemmas führte zu Unterschieden der Befürwortung des utilitaristischen Prinzips im Vergleich zu Di Nuccis Onlinebefragung.

Name: Giesa, Sophie

Studiengang: Medieninformatik und Interaktives Entertainment

Seminargruppe: MI19w1-M

English Title: Creation and evaluation of a realistic VR application for the contemporary recreation of various variations of the trolley dilemma

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Motivation	1
1.1	Aufgabenbeschreibung	2
2	Grundlagen	3
2.1	Geschichte	3
2.2	Handlungsentscheidungen in moralischen Dilemmata	9
2.3	Der Einfluss von Vorurteilen auf die Entscheidungsfindung	14
2.4	Studien zu Trolley Dilemmata in VR	16
2.5	Kritik am Trolley Problem	25
2.6	Ethik in Gedankenexperimenten und virtuellen Realitäten	28
2.7	Methodik zur Messung von Psychopathie und Empathie	34
3	Anforderungen und Spezifikation oder Konzeption	43
4	Implementierung	47
4.1	Umgebung	47
4.2	Programmierung	49
4.3	MetaHumans	51
4.4	Sound	56
5	Evaluation	59
5.1	Präsentation der Studie	59
5.2	Simulation	60
5.3	Ergebnisse	61
6	Zusammenfassung und Ausblick	75

Glossar	80
Literaturverzeichnis	I
A Analysedokumente	A1
A.1 Interpersonal Reactivity Index	A1
A.2 Levenson Self-Report Psychopathy Scale	A2
A.3 Genutzte Programme	A4
B Konzeptionsdokumente	A5
B.1 Externe Anhangsdokumente	A5
B.2 Assettabelle	VI

1. Einführung und Motivation

Die virtuelle Realität öffnet sich stetig einem immer breiteren Markt. Sie findet in den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten Verwendung, auch wenn der große Boom für die Nutzung in Privathaushalten noch ausbleibt. Die weltweite Auslieferung von Virtual-Reality-Headsets stieg jedoch im ersten Quartal 2022 im Vergleich zum Vorjahreszeitraum um 242% an.¹ Die Virtualität wird neue psychologische und philosophische Fragestellungen aufwerfen, die nur im interdisziplinären Diskurs beantwortet werden können.

Die hier vorliegende Arbeit verbindet sozialpsychologische Gedankenexperimente mit virtueller Realität anhand von Trolley-Dilemmata. Sieht man sich die schiere Menge an Publikationen zum Thema Trolley Dilemma an, kann die Frage aufkommen, ob es wirklich weitere Untersuchungen zu diesem Thema bedarf. Einige Forscher vertreten die Auffassung, dass das Trolley Dilemma aufgrund seines fehlenden Bezugs zur realen Welt zu albern und unrealistisch ist, um auf moralische Probleme im wirklichen Leben anwendbar zu sein.² Das Trolley Dilemma wird aber nicht nur angewendet, um Fragen der Moral zu beantworten. Einige der Fragestellungen zielen auf ganz andere Gebiete ab, wie: Können visuelle Bilder tatsächlich ein moralisches Urteil beeinflussen? Kann ein Neurotransmitter einen gerichteten Einfluss auf das moralische Urteil haben? Könnte die Sprache, in der Sie über eine moralische Frage lesen, Ihre Antwort beeinflussen? Auch diese Arbeit möchte nicht nur den moralischen Kompass seiner Probanden erforschen, auch wenn dies einen Teil dieser Arbeit ausmacht. Es geht auch um die Veränderung der Entscheidungen, welche die Präsentation des Dilemmas möglicherweise ausmacht. In diesem Fall die Präsentation eines persönlichen Dilemmas mittels eines Head Mounted Displays. Die erste Umsetzung einer persönlichen Variation des Trolley Dilemmas, des Footbridge Dilemmas in einer immersiven virtuellen Realität, wurde 2016 von Francis et al. veröffentlicht. [FHH⁺16, S.03] Nach derzeitiger Kenntnis gibt es bis heute keine

¹<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS49422922>, abgerufen am 08.11.2022

²<https://doi.org/10.1111/spc3.12131>, abgerufen am 01.07.2022

weiteren Umsetzungen von persönlichen Trolley-Dilemmata in VR. Hier will diese Arbeit ansetzen und Di Nuccis Untersuchungen mittels der Unreal Engine auf eine immersive virtuelle Realität übertragen. Die Arbeit untersucht, ob der utilitaristische Weg signifikant weniger gewählt wird, wenn vorher ein Trilemma mit der Möglichkeit zur Selbstopferung präsentiert wurde.

1.1. Aufgabenbeschreibung

Während des Forschungsmoduls wurde ein Prototyp für die Entwicklung verschiedener Trolley-Dilemma geschaffen. Dieser soll während der Masterarbeit ausgearbeitet werden und in einer Evaluation zum Einsatz kommen. Das Ziel der Forschung soll sein, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Entscheidungsfindung bei Trolley-Dilemmata herauszustellen, wenn diese vom reinen Gedankenexperiment in die virtuelle Realität überführt werden. Außerdem soll untersucht werden, ob die Präsentation mit einem persönlichen Dilemma die Quantität an utilitaristischen Entscheidungen im Dilemma beeinflusst. Genauer, ob der utilitaristische Weg signifikant weniger gewählt wird, wenn vorher ein Trilemma mit der Möglichkeit zur Selbstopferung präsentiert wurde. Die Anwendung nimmt sich bestehende Anwendung zum Vorbild, mit dem Ziel, diese nach State-of-the-Art Workflows zu erweitern und die Erkenntnisse vorangegangener Studien sowie der Sozialpsychologie einfließen zu lassen. Die Ergebnisse der empirischen Studie sollen mit den Antworten der Probanden in Di Nuccis Studie verglichen und mit psychologischen Selbsteinschätzungen zur Empathie und Psychopathie verbunden werden. Die zugrunde liegende Entwicklungsumgebung ist die Unreal Engine. Die Anwendung soll optisch modernen Anforderungen entsprechen und zeitsparend an neue Variationen angepasst werden können.

2. Grundlagen

Das Trolley-Dilemma ist eins der meist erforschten Gedankenexperimente der letzten Jahrzehnte. Aber auch virtuelle Umsetzungen wurden in den letzten 10 Jahren umgesetzt. Hierbei muss zwischen Desktop VR und Immersiver VR unterschieden werden. Wann immer im Folgenden von VR die Rede ist, ist damit immersive VR gemeint. Genauer, die Darstellung einer dreidimensionalen Welt mittels eines Head-Mounted-Displays (HMD). In den folgenden Abschnitten wird die bisherige Forschung zum Trolley-Dilemma zusammengefasst, die Vorteile des Einsatzes virtueller Umgebungen erläutert und detailliert auf die Gründe für diese Studie eingegangen, einschließlich der Verwendung zusätzlicher Messungen.

2.1. Geschichte

Sie gehen an den Gleisen entlang und haben eine Eingebung, die Ihnen die Situation vor Ihnen klar vor Augen führt. Der Fahrer eines Trolleys hat die fünf Personen auf dem Gleis vor sich gesehen, trat auf die Bremse, doch diese reagierte nicht. Daraufhin fiel er in Ohnmacht. Der Trolley rollt ungebremst in hoher Geschwindigkeit auf die fünf Personen zu. Nur ein Umstellen der Weiche kann sie jetzt noch vor dem sicheren Tod bewahren, denn es gibt ein zweites Gleis auf das der Trolley umgeleitet werden kann. Es gibt aber einen Haken. Auf diesem Gleis befindet sich ebenfalls eine Person. Sie sind derjenige, der darüber entscheiden muss, denn Sie stehen als Beobachter an dem Hebel, der den Trolley auf das zweite Gleis umleiten kann. Sollte eine Person geopfert werden, damit die fünf Leben können? So formulierte Thomson 1985 das Bystander by the switch Dilemma.[Tho85, S.1395f.]

Es ist eine Version des ethischen Dilemmas, das unter dem Namen Trolley Problem bekannt geworden ist. Zurückzuführen ist es auf Philippa Foot, die im Jahr 1967 das erste Mal von diesem Dilemma schrieb. In ihrer Variante musste der Trolley Fahrer die Entscheidung treffen, ob er, da er nicht mehr bremsen kann, die fünf Menschen

tötet, oder die Weiche umstellt, um nur einen zu töten.[Foo02, S.02] Dieses Dilemma ist bis zum heutigen Tag beliebt, denn es zwingt eine Wahl zwischen zwei schlechten Optionen auf. Soll das additiv bessere Ergebnis gewählt werden, oder soll der Mensch an dem moralischen Kodex festhalten, der einem verbietet, den Tod eines anderen Menschen auszulösen?

Manche Menschen empfinden einen Unterschied zwischen diesen beiden Fällen. Der Trolley-Fahrer ist schließlich der Führer des Trolleys. Er ist von einem Unternehmen mit der Verantwortung für die Sicherheit seiner Fahrgäste und aller anderen Personen betraut, welche, durch den von ihm gefahrenen Trolley, geschädigt werden könnten. Der Passant an der Weiche hingegen ist eine Privatperson, die sich zufällig dort aufhält. Außerdem würde der Fahrer einen Wagen in die Fünf fahren, wenn er die Weiche nicht umlegt, und der Passant würde dies nicht tun - der Passant fügt der Fünf keinerlei Schaden zu, wenn er die Weiche nicht umlegt. Thomson ist der Meinung, dass ein normaler Mensch, ein einfacher Zuschauer, in einem solchen Fall eingreifen kann. Wenn eine Gefahr das Leben mehrerer Menschen bedroht, eine Lavine oder ein Felsrutsch, und es ist dem Zuschauer möglich die Gefahr auf nur eine Person abzulenken, dann sollte bei ansonsten gleichen Bedingungen, diese Entscheidung zulässig sein. Natürlich geht der Zuschauer ein moralisches Risiko, denn es könnte sein, dass andere Dinge nicht gleich sind, dass ihm Informationen fehlen, welche die Entscheidung verändern könnten.[Tho85]

Variationen dieser Trolley Dilemmata gibt es viele. Mal sind die Personen auf den Gleisen Gleisarbeiter, die Reparaturen durchführen, mal sind es Zivilisten die von einem Wahnsinnigen auf den Gleisen festgebunden wurden, manchmal wird aber auch gar keine genaue Angabe gemacht, warum die Personen sich auf den Gleisen befinden. Nur eins ist sicher: Sie können dem Trolley nicht entkommen.

Variationen des Trolley Dilemma werden oft in Diskussionen genutzt, in denen es darum geht, welcher Schaden Personen im Rahmen von medizinischen und politischen Maßnahmen zugefügt werden darf, welches die richtige normative Moraltheorie ist und neuerdings auch bei der Diskussion um die Implikationen selbstfahrender Autos. Die meisten Trolley Szenarien eint, dass es sich bei der im Anschluss an die Szenarien gestellte Frage um eine geschlossene Frage handelt, z.B. „Was soll man tun?“ Es steht nur eine kleine Auswahl an vorgegebenen Handlungsmöglichkeiten zur Auswahl, meist nur zwei. Ein weiteres gemeinsames Merkmal ist die Reduzierung des Szenarios auf die unmittelbar vorliegende Situation, ohne auf ihre Entstehung einzu-

gehen. Es wird selten erwähnt, warum sich die Menschen auf den Gleisen befinden, warum die Bremsen versagen, oder warum man selbst in der Situation ist etwas am Geschehen zu ändern. Die wenigen explizit genannten Details sollen die moralisch relevanten Faktoren ausmachen, die bei der Bewertung zu berücksichtigen sind. Eine letzte Gemeinsamkeit der Trolley-Variationen ist die absolute Sicherheit über die Folgen der möglichen Handlungsentscheidungen. Im Bystander-by-the-switch Dilemma wird festgelegt, dass die fünf Menschen sicher zu Tode kommen, wenn die Weiche nicht umgelegt wird, sollte sie umgelegt werden, stirbt ohne Zweifel der Mensch auf dem anderen Gleis. Diese Beschränkungen dienen dem Ziel, eine kontrollierte Umgebung für Gedankenexperimente zu haben, in der nur ein Aspekt geändert werden kann, um zu eruieren, ob dieser moralisch relevant ist.[Gut21, S.325ff.]

Thomson hat 2008 ein neues Argument aufgestellt, nach dem den Einzelnen zu töten nicht mehr zulässig ist. Sie bringt ein neues Szenario ins Spiel, bei dem der Zuschauer in der Lage ist sich selbst zu opfern, um die Fünf auf den Gleisen zu retten. Es ergeben sich im Trilemma drei Optionen:

1. tue nichts, lass die Fünf sterben, oder
2. leg den Hebel nach rechts um, töte einen, oder
3. leg den Hebel nach links um, töte dich selbst.

Thomson argumentiert, dass mit diesem neuen Szenario Option 2 nicht zulässig ist. Wenn der Zuschauer die Möglichkeit hat, den Schalter nach links umzulegen und den Wagen auf sich selbst zu richten, wie kann er es dann wagen, den Schalter nach rechts umzulegen und den Wagen auf den einen Arbeiter zu richten? Noch wichtiger sind hier die Implikationen für das Bystander at the Switch Dilemma, denn wenn der Zuschauer im Trilemma nicht bereit ist, die Kosten für seine gute Tat aufzubringen, kann er sich nicht als berechtigt betrachten, jemand anderen dafür zahlen zu lassen.

Bryce Huebner und Marc Hauser haben dieses neue Trilemma auf die Probe gestellt. Sie präsentierten den Probanden folgendes Szenario:

Jesse steht in der Nähe der Bahngleise und bemerkt einen leeren Güterwagen, der die Gleise hinunterfährt und so schnell ist, dass er jeden tötet, den er trifft. Wenn Jesse nichts unternimmt, fährt der Güterwagen auf dem Hauptgleis weiter und tötet fünf Menschen, die auf dem Hauptgleis unterwegs sind. In der Nähe befindet sich eine

Weiche, mit der Jesse den Güterwagen auf eines der beiden Nebengleise umleiten kann, die in entgegengesetzter Richtung vom Hauptgleis abzweigen. Auf dem rechten Gleis läuft eine Person. Wenn Jesse also die Weiche nach rechts umlegt, wird der Güterwagen diese Person treffen und töten. Jesses Fuß steckt auf dem linken Gleis in der Schiene fest. Wenn Jesse also die Weiche nach links umlegt, wird er selbst von der Draisine erfasst und getötet. Was soll Jesse tun?

Die Antworten lauteten wie folgt: 43% waren der Meinung, dass Jesse den Schalter nach rechts umlegen sollte; 38% waren der Meinung, Jesse solle sich selbst opfern; 18,7% waren der Meinung, dass Jesse den Wagen auf dem Hauptgleis weiterfahren lassen sollte.

In einer zweiten Variante wurden die Probanden gebeten, die Situation zu beurteilen, während 'Jesse' mit dem Wort 'du' ersetzt wurde. Das Ergebnis war sehr ähnlich. 48% beurteilten, dass der Hebel nach Rechts umgelegt werden sollte; 33,7% waren der Meinung, dass sie sich selbst opfern sollten; und 18,2% waren der Meinung, sie sollten nichts tun. Huebner und Hauser sind der Meinung, dass diese Zahlen gegen Thomsons Hypothese sprechen. In beiden Bedingungen, in denen es um altruistische Selbstaufopferung ging, urteilte nur eine kleine Minderheit der Teilnehmer, dass sie den Wagen fahren lassen sollten, was darauf hindeutet, dass die Neigung, die fünf Personen auf dem Hauptgleis zu retten, weiterhin ihre intuitiven Urteile dominiert, selbst wenn den Menschen explizit die Option der altruistischen Selbstaufopferung präsentiert wird. Huebner und Hauser lassen allerdings die Prämisse außer acht, nach der die Einführung des Trilemmas die Entscheidungen im Dilemma beeinflussen sollte. Ihr ging es also nicht um die reinen Ergebnisse in der neuen Variation, sondern um den Effekt den diese Entscheidung auf das Bystander-Dilemma hat. [Nuc13, S.4f.]

Daher führte Di Nucci 2011 eine Online-Umfrage mit 152 Probanden durch, die Thomson's Trilemma und das traditionelle Bystander at the Switch Dilemma verbindet. Die Probanden wurden zufällig mit einer von drei Kombinationen konfrontiert. Außerdem wird ein Trilemma ohne Selbstopferung verwendet, indem das klassische Dilemma, durch ein Gleis mit einer zweiten anderen Person, erweitert wird.

- (a) Thomsons's Trilemma und dann das traditionelle Dilemma, oder
- (b) das traditionelle Dilemma und dann Thomson's Trilemma, oder
- (c) ein Trilemma das keine Selbstopferung erfordert und dann das traditionelle Dilemma.

Di Nucci macht, um das ausgearbeitete Szenario von Hauser und Hiebner zu übernehmen, ein paar Abweichungen zur Formulierung von Thomson aus dem Jahr 1985. Hier gibt es keinen Fahrer des Trolleys, ohnmächtig oder wach, der berücksichtigt werden müsste. Es ist ein leerer Güterwaggon, der die Menschen auf den Gleisen bedroht. Außerdem sind die Menschen auf den Gleisen keine Arbeiter der Trolleygesellschaft, sondern einfach Menschen, die auf den Gleisen entlang gehen.

In den Bedingungen a und b wurde die Auswirkung des Trilemmas auf das traditionelle Dilemma getestet; in Bedingung c wurde die spezifische Auswirkung der Selbstaufopferung im Gegensatz zur allgemeinen Auswirkung eines Trilemmas vor der Beantwortung des traditionellen Dilemmas getestet. 152 Probanden nahmen teil. 75 von ihnen haben die Kombination a, 32 die Kombination b und 32 die Kombination c durchlaufen. Die Ergebnisse der drei verschiedenen Kombinationen für das klassische Dilemma lauten wie folgt:

Bedingung (a): 38,66% legten den Hebel um,

Bedingung (b): 66,67% legten den Hebel um,

Bedingung (c): 56,25% legten den Hebel um.

Dies wird in Abbildung 2.1 noch einmal visuell deutlich. Es stellt sich heraus, dass die Präsentation des Trilemmas signifikante Auswirkungen auf die Bewertung der Handlung im klassischen Dilemma hat. In Bedingung b antwortet eine deutliche Mehrheit, dass ein Eingreifen zulässig ist, was frühere Studien bestätigt. Wird aber das Trilemma eingeführt, dann verschwindet die Intuition, dass ein Eingreifen zulässig ist und nur noch etwas mehr als ein Drittel der Befragten entscheiden sich dafür. Die Kontrollbedingung c zeigt außerdem, dass nicht das reine Vorhandensein einer dritten Option diesen Wechsel auslöst, sondern die Befragten kommen erst zu der Schlussfolgerung, dass sie nicht handeln sollten, wenn sie der Selbstaufopferung ausgesetzt waren. Dieses unmittelbare Ergebnis aus der Erwägung der Option der altruistischen Selbstaufopferung entspricht genau dem, was Thomson in ihrem theoretischen Argument vorausgesagt hatte.

Wie lässt sich dieser Denkwechsel nun erklären? Zum einen könnte der Befragte über seine Ähnlichkeit zu der einen anderen Person auf dem Gleis nachdenken. Das Trilemma trägt dazu bei, dass der Befragte sich mit der Person identifiziert, denn beide befinden sich auf einem Nebengleis, auf das eine Bedrohung umgelenkt werden kann. Aber folgt daraus die normative Schlussfolgerung, dass das Töten desjenigen

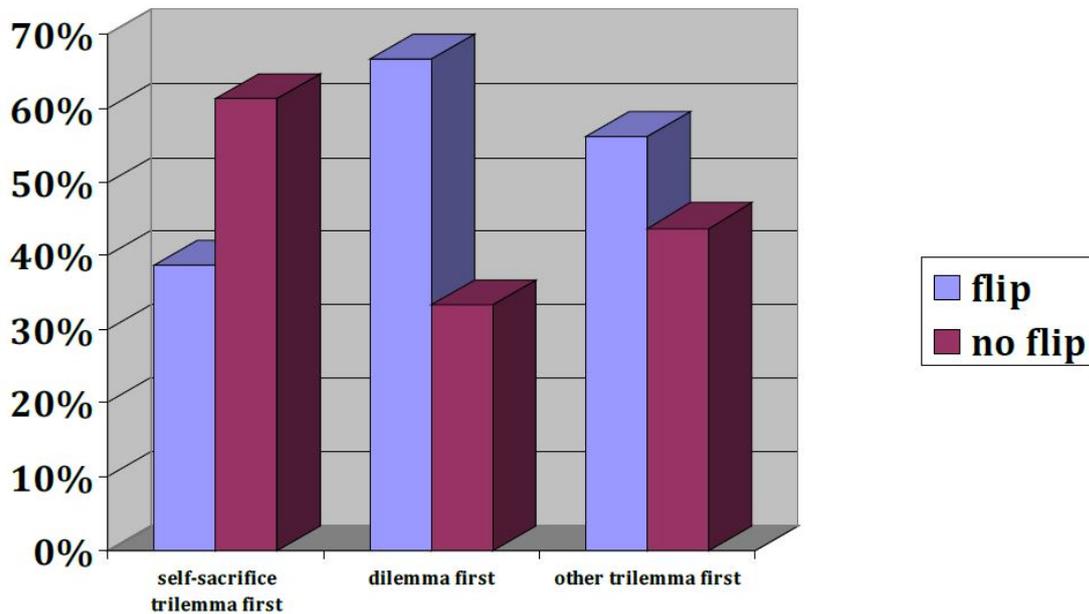


Abbildung 2.1.: Di Nucci's Ergebnisse, Quelle: [Nuc13, S.9]

im Trolley-Problem tatsächlich unzulässig ist? Alternativ kann argumentiert werden, dass das Trilemma nicht nur die Perspektive des Handelnden verschiebt, sondern ihm tatsächlich erlaubt, die moralisch relevanten Merkmale zu erkennen, die ein Eingreifen in das traditionelle Dilemma unzulässig machen. Nur wenn wir den einen Arbeiter mit uns selbst vergleichen, erkennen wir die wahre Natur der Situation des Arbeiters: nämlich, dass wir ihn bitten, für Fremde zu sterben.[Nuc13, S.09]

Thomson's Argument hat noch einen weiteren Aspekt. Ihr Argument lautet, wenn die Person nicht bereit ist sich selbst zu opfern, dann darf sie auch nicht jemand anderen opfern. Dieses Argument sagt jedoch noch nichts über diejenigen aus, die tatsächlich bereit sind sich selbst zu opfern. Es könnte angenommen werden, dass Menschen die zur Selbstopferung bereit sind, auch den einen im klassischen Dilemma opfern dürfen. Dies wird von Thomson aber ebenso abgelehnt, dann ein solcher Altruismus ist moralisch nicht attraktiv. Ausnahmen ergeben sich aus tiefen familiären Bindungen oder individuelle Wertvorstellungen. Handelt sich aber um Fremde dann zeugt eine Bereitschaft das eigene Leben für sie aufzugeben, von einem schwerwiegenden moralischen Defekt. Würde sich eine Person freiwillig melden, der kompatibel ist, um seine Organe für fünf Menschen zu spenden, die ohne sie sterben würden, würde kein

seriöser Chirurg diese Operation durchführen. Noch entscheidender ist aber Thomsons zweiter Punkt. Aus der eigenen Opferbereitschaft erschließt sich nicht, dass die eine Person auf dem Gleis ebenso altruistisch ist und daher zustimmen würde. Es darf sich in Argumenten über die Zulässigkeit von Eingriffen in das Trolley-Problem nicht auf die Zustimmung berufen, ganz einfach deshalb, weil es darum geht, dass Eingriffe auch bei fehlender Zustimmung zulässig sind. Dieser Ansatz wird also nicht ausreichen, auch wenn es interessant sein könnte zu untersuchen, ob diejenigen, die Eingriffe für zulässig halten, davon ausgehen können, dass derjenige zur Zustimmung verpflichtet ist (so genannte „normative Zustimmung“) oder dass er unter den gegebenen Umständen implizit seine Zustimmung gibt (so genannte „stillschweigende Zustimmung“). Die Nucci zeigte mit seiner Arbeit, dass nach der Beantwortung des traditionellen Trolley Problems erst nach der Beantwortung von Thomsons Trilemmas, eine Mehrheit es für nicht zulässig hält den einen zu töten.

2.2. Handlungsentscheidungen in moralischen Dilemmata

Das Trolley Problem macht den Unterschied zwischen zwei verschiedenen Moralvorstellungen deutlich. Zum einen die Vorstellung, dass wir die Handlung mit den besten Gesamtfolgen wählen sollte, wobei in der Philosophie der Utilitarismus ein bekanntes Beispiel darstellt, zum anderen die Vorstellung, dass wir uns immer an strenge Pflichten halten sollten, wie z.B. „Töte niemals einen Menschen“. Die feinen Unterschiede zwischen den einzelnen Szenarien trugen dazu bei, einflussreiche Konzepte zu formulieren, wie z.B. die Unterscheidung zwischen aktiver Tötung und passivem Sterbenlassen.

Würde nach utilitaristischen Erwägungen gehandelt werden, die das größte Gut für die größte Zahl berücksichtigen, wäre das Ziehen des Schalters obligatorisch, da der Tod einer Person insgesamt weniger schädlich ist als der Tod von fünf Menschen. Die fünf Leben wiegen schwerer als das eine, selbst wenn das Erreichen dieses Ergebnisses jemanden zum Tode verurteilt. Bei einer deontologischen oder regelbasierten Sichtweise könnte sich auf die Regel „Nicht schaden“ berufen und sich daher gegen eine Handlung entscheiden werden. Varianten dieses Dilemmas wurden in einem breiten Spektrum kultureller und demografischer Stichproben untersucht. Wie sich zeigt, stimmt die überwiegende Mehrheit der Menschen zu, dass den Schalter zu

betätigen zulässig ist, wobei bis zu 90% dieses utilitaristische Ergebnis befürworten. In Übereinstimmung mit der deontologischen Perspektive gibt es aber empirische Forschung, die besagt, dass Menschen typischerweise Handlungen, die einen Schaden verursachen, als moralisch schlechter bewerten als das Unterlassen von Handlungen, die zu gleichem Schaden führen - was als Unterlassungsvorurteil bezeichnet wird[NMMA12, S.364ff.]

Eine weitere Variante des Trolley Problems, das so genannte Footbridge Dilemma gibt eine andere Situation vor. Diesmal stehen Sie als Beobachter auf einer Brücke. Mit Ihnen auf der Brücke steht ein sehr dicker, großer Mann. Es gibt nur eine Schiene, die unter Ihnen verläuft. Auch hier rast ein Trolley ungebremst auf fünf Personen zu, und die einzige Möglichkeit sie zu retten besteht darin, den dicken Mann auf die Gleise zu schubsen, um den Trolley anzuhalten, bevor er die Fünf erreicht. Nach utilitaristischen Gesichtspunkten sollte die Entscheidung ebenso leicht zu treffen sein, wie im oberen Szenario. Dennoch sagen nur 10%, dass sie den dicken Mann auf die Gleise schubsen würden. [FHH⁺16, S.07] Der Instinkt scheint zu sein, dass das vorsätzliche Herbeiführen des Todes einer Person ist etwas anderes, als sie als Kollateralschäden sterben zu lassen. Es fühlt sich falsch an, aber warum genau fällt vielen schwer zu erklären. Was wir für richtig oder falsch halten, ist mit einem einfachen Abwägen von Pro und Contra nicht zu erklären.

Die Abneigung die Person von der Brücke zu schubsen, wird oft als Beispiel für eine deontologische Entscheidungsfindung beschrieben, bei der der Schwerpunkt auf der intrinsischen Güte oder Böseartigkeit von Handlungen an sich und nicht auf instrumentellen Ergebnissen liegt. Eine beliebte Unterscheidung ist die Doctrine of Double Effect (DDE), welche oft im Zusammenhang mit dem Trolley Dilemma erwähnt wird. Vermutlich, da Philippa Foot diese in ihrer Veröffentlichung von 1967 zusammen behandelt. Sie unterscheidet zwischen Schaden als Mittel und Schaden als Nebenwirkung. Schaden als Mittel wäre es, den Körper einer Person zu benutzen um den Tod einer größeren Anzahl von Menschen zu verhindern, was als unzulässig gewertet wird. Schaden als Nebeneffekt ist hingegen, wenn der Wagen das einzelne Opfer tötet, nachdem der Trolley auf das Abstellgleis umgeleitet wurde, und wird als zulässig erachtet.[SIM11, S.593]

Nach der DDE ist es manchmal zulässig, ein Ereignis mit bloß vorhersehbarer schädlicher Nebenwirkung herbeizuführen, dessen absichtliche Herbeiführung unzulässig wäre. Eine Person kann eine Handlung ausführen, von der sie weiß, dass sie eine gute

und eine schlechte Wirkung hervorrufen wird, wenn gleichzeitig vier Bedingungen erfüllt sind:

1. dass die Handlung an sich von ihrem Zweck her gut oder zumindest gleichgültig ist;
2. dass die gute Wirkung und nicht die böse Wirkung beabsichtigt ist;
3. dass die gute Wirkung nicht durch die böse Wirkung hervorgerufen wird;
4. dass es einen verhältnismäßig schwerwiegenden Grund für die Zulassung der bösen Wirkung gibt.

[Nuc13, S.02]

Die Spannung zwischen der Beurteilung eines moralischen Dilemmas und der Handlung im Szenario ist nicht trivial, da die Prozesse, die an der Motivation des Verhaltens beteiligt sind, im Falle des bloßen Urteilens oft entweder irrelevant sind oder erheblich unterdrückt werden. Die meisten von uns halten es beispielsweise für moralisch zulässig, vielleicht sogar für verpflichtend, einzugreifen, um eine Person zu retten, der Schaden zugefügt wurde. Dennoch greifen viele von uns nicht ein, wenn sie Zeuge eines Übergriffs werden, vermutlich aufgrund von Unterschieden in der emotionalen Bedeutung, der Selbstkontrolle, dem Eigeninteresse und den tatsächlichen im Gegensatz zu den imaginären Kosten für den Ruf, die rechtlichen und physischen Folgen einer bestimmten Vorgehensweise.[NMMA12, S.364]

Eine andere Studie hat gezeigt, dass es eine Diskrepanz zwischen den Urteilen der Menschen und der Wahl der Handlung gibt, die sie in moralischen Dilemmas befürworten. Auf die Frage „Was würden Sie tun?“, die eine Frage für die Wahl der moralischen Handlung war, antworteten die Menschen eher auf eine utilitaristische Weise als auf die Frage „Ist es akzeptabel?“, die eine Frage für die moralische Beurteilung war. Mit anderen Worten: Die Menschen neigten dazu, Handlungen zu wählen, die sie als falsch erachteten.[PCZ⁺13, S.95]

Greene beschloss, Menschen in einem fMRI-Gerät zu untersuchen, um neuronale Korrelate zu erkennen während die Probanden mit verschiedenen Dilemma- Problemszenarien konfrontiert wurden. Er nutzte 60 verschiedene praktische Dilemmas die in „moralische“ und „nicht-moralische“ geteilt wurden. Jedes moralische Dilemma wird anhand von drei Kriterien in intuitiv „hautnahen und persönlichen“ (und

vermeintlich emotionaleren) Art der Verletzung, die mit Footbridge Dilemma einhergeht und der intuitiv eher unpersönlichen (und vermeintlich weniger emotionalen) Verletzung, die das Trolley-Dilemma beschreibt, eingestuft. Die drei Kriterien für ein persönliches Dilemma beschreibt: Erstens muss die Verletzung wahrscheinlich zu einem schweren körperlichen Schaden führen. Zweitens muss dieser Schaden eine bestimmte Person oder eine Gruppe von Personen treffen. Drittens darf der Schaden nicht aus der Abwälzung einer bestehenden Bedrohung auf eine andere Partei resultieren. Dilemmas, die diese drei Kriterien nicht erfüllen, werden als unpersönlich eingestuft. Die Teilnehmer antworteten auf jedes Dilemma indem sie angaben, ob sie die vorgeschlagene Handlung für „angemessen“ oder „unangemessen“ hielten. Im Experiment beantworteten neun Teilnehmer jedes der 60 Dilemmas, während sie Gehirnschans mittels fMRI unterzogen wurden.[GNE⁺04, S.389]

Greene fand heraus, dass die Antworten der Menschen damit zusammenhingen, wie sehr sie sich emotional mit dem Dilemma befasst hatten. Die Entscheidung, den Schalter zu ziehen, hing mit der Aktivität im präfrontalen Kortex zusammen (der mit kühler, bewusster Überlegung in Verbindung gebracht wird), während bei der Entscheidung, den dicken Mann nicht zu schieben, Bereiche wie die Amygdala beteiligt waren, die mit einer starken emotionalen Reaktivität in Verbindung gebracht werden. Hirnareale, die mit Emotionen und sozialer Kognition in Verbindung gebracht werden, zeigten eine erhöhte Aktivität, während die Teilnehmer persönliche moralische Dilemmas betrachteten, während kognitive Hirnareale, die mit abstraktem Denken und Problemlösung in Verbindung gebracht werden, eine erhöhte Aktivität zeigten, während die Teilnehmer unpersönliche moralische Dilemmas betrachteten. Die Reaktionszeiten waren im Durchschnitt deutlich länger bei Versuchen, bei denen die Teilnehmer persönliche Moralverletzungen als angemessen bewerteten, als bei Versuchen, bei denen die Teilnehmer persönliche Moralverletzungen als unangemessen bewerteten. Für die unpersönliche moralische Beurteilung wurde kein vergleichbarer Effekt beobachtet.[GSN⁺01, S.2107] Zusammengefasst lässt sich sagen, dass utilitaristische moralische Urteile durch kontrollierte kognitive Prozesse gesteuert werden, während nicht-utilitaristische Urteile durch automatische emotionale Reaktionen beeinflusst werden.[SBKP14, S.02]

Greene und andere haben Trolleys verwendet, um zu dem Schluss zu kommen, dass starke mentale Bilder und viszerale Emotionen uns eher dazu bringen, eine intuitive Entscheidung zu treffen („töte niemals ein menschliches Wesen“), im Gegensatz zu einer eher mathematisch berechneten Entscheidung (fünf Leben gegenüber einem).

Greenes Forschungen legen auch nahe, dass der Grund, warum die Menschen weniger geneigt sind, den dicken Mann zu schubsen, als einen Schalter umzulegen, darin liegt, dass wir alle eine biologisch vorprogrammierte emotionale Abneigung dagegen haben, Schaden persönlich zuzufügen (einen Mann zu berühren, während man ihn von einer Brücke stößt), im Gegensatz zu unpersönlich (einen Hebel umlegen). Dieses duale Prozessmodell von Greene et al. besagt, dass psychologischer Konflikt dann auftritt, wenn Menschen sich zwischen den Signalen zweier separater psychologischer Systeme entscheiden müssen, Schadensabwehr oder utilitaristischer Gewinn. Die Dual-Process-Theorie von Greenes erklärt somit die unterschiedlichen Zustimmungsraten zu utilitaristischem Verhalten im Trolley- und im Fußgängerbrückendilemma durch die stärker emotional geprägte Natur des letzteren.[NMMA12, S.368]

Duale Systemansätze in der Psychologie erklären die grundlegenden Eigenschaften des menschlichen Urteilsvermögens, der Entscheidungsfindung und des Verhaltens in verschiedenen Bereichen. Die angemessene Charakterisierung der einzelnen Systeme ist jedoch eine Quelle der Debatte. Ein großer Teil der Forschungsarbeiten zur Moralpsychologie macht beispielsweise von der Unterscheidung zwischen „emotionalen“ und „rationalen/kognitiven“ Prozessen Gebrauch, doch selbst die Hauptbefürworter dieser Unterteilung erkennen ihre Unzulänglichkeiten an. Weitgehend unabhängig davon hat die Forschung in den Computer-Neurowissenschaften eine breite Unterteilung zwischen zwei Algorithmen für Lernen und Entscheidungen vorgenommen, die aus formalen Modellen des Verstärkungslernens abgeleitet wurden. Der eine weist Handlungen auf der Grundlage früherer Erfahrungen einen Wert zu, während der andere Wertvorstellungen aus einem intern repräsentierten Kausalmodell der Welt ableitet. Diese Unterscheidung zwischen handlungs- und ergebnisbasierter Wertdarstellung bietet einen idealen Rahmen für eine duale Systemtheorie im Bereich der Moral.[Cus13, S.273]

Cushman argumentiert, dass eine Unterscheidung zwischen konkurrierenden Prozessen zwar notwendig ist, aber ihre Unterteilung in affektive und nicht-affektive Prozesse unzureichend. Beide Prozesse beinhalten sowohl Kognition als auch affektive Inhalte. Statt einer Dual-Process-Theorie schlägt er kognitive Mechanismen aus dem Bereich des Verstärkungslernens vor. Die erste ist ein handlungsbasiertes System, welches Belohnungen für bestimmte Situationen zuschreibt. Diese Werte werden aus Erfahrung gelernt und statische einem Situations-Aktions-Paar zugeordnet. Der zweite Mechanismus ist ergebnisorientiert und stützt sich auf ein grundlegendes Wertemodell. Die Konsequenzen der möglichen Handlungen werden für

die gegebene Situation vorausgesehen und der Wert der Konsequenzen wird der zu ihr führenden Aktion zugeordnet. Auf das Trolley Dilemma angewendet heißt das, das ergebnisorientierte System bevorzugt utilitaristisches Verhalten, und das handlungsbasierte System würde nicht eingreifen, weil das Ziehen eines Hebels im Allgemeinen nicht mit einer negativen Belohnung verbunden ist. Umgekehrt ist die Handlung, eine Person von einer Brücke zu stoßen, mit einer negativen Belohnung verbunden, was die niedrigeren Zustimmungsraten zu utilitaristischem Verhalten im Dilemma der Fußgängerbrücke erklärt.[SGKP17, S.03]

2.3. Der Einfluss von Vorurteilen auf die Entscheidungsfindung

Vor einigen Jahren hat David Pizarro, ein Forschungspsychologe an der Cornell University, eine raffinierte Variante des klassischen Trolley-Problems entwickelt. In den meisten Studien bestehen die Menschen anfangs darauf, dass sie absolute Kodizes haben. Aber wenn die Forscher die Einstellungen verändern, entscheiden viele Menschen, dass Moral doch relativ ist: Wenn der dicke Mann zum Beispiel weiß, dass er im Sterben liegt, oder ohnehin vorhatte, von der Brücke zu springen - und die Passagiere sind allesamt Kinder -, dann sieht die Entscheidung für manche Menschen anders aus. In anderen Szenarien rutscht der Mann vielleicht aus und wird fallen und sterben, wenn Sie ihn nicht auffangen: Retten Sie ihn ... auch wenn das bedeutet, dass all diese Kinder sterben werden? Indem solche Einstellungen verändert werden, können Forscher einen Absolutisten ziemlich stark unter Druck setzen, aber normalerweise findet sich eine Mischung aus Absolutisten und Konsequentialisten.[Dob15]

Pizarro fiel auf, dass die meisten Studien, die ein absolutistisches und ein konsequentialistisches Spektrum anstrebten, davon auszugehen schienen, dass die meisten Menschen einen grob konsistenten moralischen Kompass hätten. Es können Schwankungen auftreten, aber im Allgemeinen hat das Individuum einen Punkt auf dem Spektrum. Pizarro war sich dessen nicht sicher und konzipierte daher Variationen des Trolley Dilemmas, die untersuchen, wie politischen und rassistischen Vorurteile sowie Schuldgefühle, von Liberalen und Konservativen sich darauf auswirken, wo sie auf dem absolutistisch-konsequentialistischen Spektrum stehen. Die Szenarien

orientieren sich am Foodbridge Dilemma, wobei die Probanden die Wahl haben entweder „Tyrone Payton“ zu opfern, um 100 Mitglieder der New Yorker Philharmoniker zu retten, und die andere Hälfte erhielt eine Version, in der der Agent sich dafür entscheiden konnte, „Chip Ellsworth III“ zu opfern, um 100 Mitglieder des Harlem Jazz Orchestra zu retten. Auf den genauen Wortlaut des Szenarios soll hier nicht eingegangen werden, aber die Ergebnisse der Studie sind überraschend. Das Szenario wurde 238 kalifornischen Studenten vorgelegt. Die Studenten waren unterschiedlicher Rasse, ethnischer Herkunft und politischer Einstellung. Bevor sie mit dem Problem konfrontiert wurden, gaben 87 Prozent von ihnen an, dass sie Rasse oder Nationalität nicht als relevanten Faktor bei moralischen Entscheidungen betrachten. Es stellte sich aber heraus, dass die Rassenidentität das Urteil der Menschen in der Tat beeinflusste - aber je nach politischer Einstellung in unterschiedlicher Weise. Pizarro erwartete, dass Liberale konsequenter sein würden. Doch die Liberalen erwiesen sich hier als ebenso voreingenommen wie die Konservativen, allerdings in umgekehrter Richtung: Während die selbsternannten Konservativen die Opferung von Tyrone eher akzeptierten als die Tötung von Chip, sahen die Liberalen die Opferung von Chip eher als die von Tyrone. Dies bestätigte sich auch mit einer zweiten Stichprobe mit zufällig ausgewählten Erwachsenen in einem Einkaufszentrum. Hier waren die Ergebnisse sogar noch deutlicher.

Pizarro schließt aus diesen Ergebnissen, dass die Menschen mehr als eine Moralvorstellung hatten, eine konsequenter als die andere, und dass sie sich für eine entschieden, die der Situation entsprach. Die Menschen haben keine natürliche Neigung zur Deontologie oder eine zum Konsequentialismus. Die Menschen verwenden diese Grundsätze nicht und wenden sie dann an. Sie kommen zu einem Urteil und suchen nach einem Prinzip. Die Individuen greifen nicht auf ein konsistentes moralisches Prinzip zurück, sondern auf einen moralischen Werkzeugkasten.

Die politische Positionierung ist aber nicht der einzige Faktor der in Zusammenhang mit den Entscheidungen im Trolley Dilemma untersucht wurde. Eine Studie aus dem Jahr 2010 stellte fest, dass gruppenübergreifende Vorurteile und Stereotypen einen Einfluss auf neuronale Systeme haben, die an moralischen Entscheidungen beteiligt sind. Das Stereotype Content Model ordnet Gruppenstereotypen entlang zweier grundlegender sozialen Dimensionen ein: Kompetenz und Herzlichkeit. Gruppen die sowohl Wärme als auch Kompetenz aufweisen, sind die Ingroup (z. B. Amerikaner), und die Menschen reagieren auf sie mit Stolz, wohingegen Zielgruppen mit niedrigen Werten für Wärme und Kompetenz (z. B. Obdachlose) die extremsten Outgroups am

unteren Ende der sozialen Hierarchie sind und Emotionen wie Abscheu hervorrufen. Ziele, die in den gemischten Quadranten fallen lösen ambivalente Emotionen aus; Neid ist für Ziele reserviert die als sehr kompetent, aber wenig warmherzig wahrgenommen werden (z. B. Fachleute), und Mitleid wird von Zielen hervorgerufen, die als wenig kompetent und sehr warmherzig wahrgenommen werden (z. B. ältere Menschen). Diese Stereotypen wurden angewandt, um das Footbridgedilemma zu variieren. Das Dilemma wurde von 18 Studenten durchgeführt. Die Probanden sahen immer ein Bild um das Opfer zu visualisieren, und eine Collage von fünf Personen um die Opfer zu identifizieren. Hierbei kam ein angewinkelter Spiegel zum Einsatz der an einer Hochfrequenzspule über den Augen angebracht war. Die Probanden sollten dann die Entscheidung treffen, ob Joe, der auf der Brücke steht, und den Einen immer opfert, moralisch richtig entschieden hat. Sie müssen also nicht entscheiden, wer geopfert wird, da Joe den Einen immer opfert.[CFHF10, S.405ff.]

Cikara stellte fest, dass die Teilnehmer die Rettung von Mitgliedern der Gruppe Amerikaner und Studenten befürworteten, die sowohl warmherzig als auch kompetent erscheinen. Außerdem schätzten die Teilnehmer das Leben der verschiedenen Mitglieder der Outgroup nicht gleichwertig. Ziele, die zu extremen Außengruppen gehören (d. h. Zielpersonen mit geringer Wärme und geringer Kompetenz) wurden zu Zielen der relativen moralischen Ausgrenzung. Es war moralisch am akzeptabelsten sie zu opfern und am wenigsten akzeptabel, sie zu retten. Überraschenderweise hingen die Akzeptanzwerte nicht von der Wärme des geopfertem Ziels ab, denn es war ebenso akzeptabel Zielpersonen mit hoher Wärme und geringer Kompetenz zu opfern (ältere Menschen, Behinderte) wie Ziele mit geringer Wärme und niedriger Kompetenz (Obdachlose, Drogensüchtige). Es ist zwar schwer vorstellbar, warum Menschen es gutheißen würden, eine Person im Rollstuhl oder eine ältere Person von einer Überführung zu stoßen, dennoch sind viele Menschen (sowohl Personen im College-Alter als auch Erwachsene über 65) der Meinung, dass gesundheitliche Beeinträchtigungen, die die Lebensaktivitäten beeinträchtigen, ein „Schicksal schlimmer als der Tod“ sind.

2.4. Studien zu Trolley Dilemmata in VR

Die meisten der oben genannten Forschungsarbeiten stützen sich auf abstrakte, textbasierten Darstellungen von Dilemma-Situationen. Eine wachsende Anzahl an

Forschenden nutzt aber auch die Möglichkeiten der Technologie der virtuellen Realität. VR, und insbesondere immersive VR unter Verwendung von Head-Mounted Displays und Head-Tracking, ermöglicht es, moralisches Verhalten auf naturalistische Weise zu bewerten, physischere Eingabemethoden und in die Situation einzutauchen, während viel umfangreichere kontextuelle Informationen gegeben werden können.

Navarrete hat das Schalterdilemma in VR kreiert, um virtuelle Handlungen mit hypothetischen moralischen Urteilen zu vergleichen und die elektrodermale Aktivität gemessen, um die Erregung zu bewerten. Zur Studie wurden die Daten von 293 Personen im Alter zwischen 18 und 29 ausgewertet. Die Probanden trugen ein HMD mit einer Auflösung 1280x1024 Pixeln. In Abbildung 2.2 ist ein Screenshot dieser Umsetzung zu sehen. Der Proband steht hier auf einer Plattform über den Gleisen und vor sich befindet sich die Gabelung. Direkt vor dem Tester befindet sich der Hebel, der mittels eines force-feedback joysticks bedient wurde. Das Verfahren begann mit mehreren Versuchen, um die Teilnehmer an die Umgebung und die Aufgabe zu gewöhnen, gefolgt von einem experimentellen Versuch und dann drei Erprobungsversuchen nach dem Experiment. Die Tests dauerten etwa 50s lang. Den Probanden wurde mitgeteilt, dass die Agenten auf den Gleisen den herannahenden Güterwagen nicht sehen oder hören, bis es zu spät ist, da die steilen Schluchten eine Flucht verhindert. Die Teilnehmer wurden nach dem Zufallsprinzip einer von zwei Bedingungen zugewiesen. In der Aktionsbedingung führte das Betätigen der Weiche zu dem utilitaristischen Ergebnis: Der Güterwagen drehte sich von den fünf menschenähnlichen Agenten weg, und ermöglichte ihnen das Überleben, während eine Person auf dem Nebengleis sterben musste. In der Unterlassungsbedingung führte das Nichtbetätigen der Weiche dazu, dass der Güterwagen auf dem Hauptgleis weiterfuhr und die eine Person auf diesem Gleis tötete, aber die fünf Personen auf dem Nebengleis konnten überleben. Die Agenten die gerade ausgewählt waren schrien, aber die Schreie wurden im Moment des Aufpralls unterbrochen, und die visuell Umgebung wurde schwarz.[NMMA12, S.366f.]

Sowohl in der Handlungs- als auch in der Urteilsbedingung befürwortete die Mehrheit der Personen utilitaristische Ergebnisse. In der Handlungsbedingung waren es 90,5 Prozent, insgesamt 89. Es wurde festgestellt, dass eine erhöhte emotionale Erregung mit einem Rückgang der utilitaristischen Befürwortung verbunden war. Dies unterstützt die Theorie, dass die Aktivierung emotionaler Systeme mit nicht-utilitaristischen moralischen Urteilen verbunden ist. Zusammen mit identischen Ergebnissen einer weiteren virtuellen Studie unterstützt dies die Verallgemeinerung



Abbildung 2.2.: Navarretes Trolley Dilemma in VR 2012, Quelle: https://www.youtube.com/watch?v=YLpn71dxoFY&ab_channel=navarretelab, abgerufen 13.08.2022

von Greens Modell auf den Kontext des moralischen Handelns. Es wurden keine statistisch signifikante Auswirkungen von Ethnie, Alter oder Geschlecht auf das Verhalten der Teilnehmer festgestellt.[NMMA12, S.367][SBKP14]

Im Gegensatz dazu fanden Patil und Cogoni heraus, dass die utilitaristischen Reaktionen bei unpersönlichen Dilemmas in nicht immersiver VR größer waren als bei ihren textuellen Pendanten. Sie argumentieren, dass das Modell von Cushman ihre Ergebnisse erklärt. Die Signifikanz der virtuellen Umgebung bedeutete, dass der ergebnisbasierte Wert, der mit dem Nichthandeln zur Rettung gefährdeter Opfer verbunden war, einen stärkeren negativen Wert hatte, als die Entscheidung, eine schädliche Handlung gegen eine einzelne Person auszuführen. [FHH⁺16, S.02]

Patil et al. (2013) setzten eine Desktop-VR Anwendung mit Variationen des klassischen Trolley Dilemmas um, welche in Abbildung 2.3 zu sehen ist. Im Gegensatz zu Navarrette werden in dieser Studie dieselben Probanden sowohl mit dem textuellen Dilemma als auch mit dem Dilemma am PC konfrontiert. Hierzu wird ein gewöhnlicher LCD-Monitor verwendet, im Gegensatz zu immersiver VR-Hardware (HMD) Es werden vier verschiedene moralische Dilemmas, die Schaden einschließen, verwendet. Die Studie konzentrierte sich ausschließlich auf die Handlungsbedingungen, nicht auf Handlungs- und Unterlassungsbedingungen. Außerdem wurde die Hautleitfähigkeit



Abbildung 2.3.: Ansicht von Patil et al. entwickelter Desktopanwendung zum Trolley Dilemma

aufgezeichnet, um physiologische Reaktionen im Zusammenhang mit moralischen Urteilen und moralischem Verhalten zu charakterisieren. [PCZ⁺13, S.96]

Die Teilnehmer waren 40 Probanden im Alter zwischen 18 und 28. In jeder Sitzung (Text/VR) wurden die Teilnehmer mit 8 moralischen Dilemmas konfrontiert, gleichmäßig aufgeteilt in 4 Versuchsbedingungen und 4 Kontrollbedingungen, also insgesamt 16 Dilemmas in den beiden Sitzungen. Die Kontrollbedingungen kontrollierten für die allgemeinen Unterschiede zwischen Text- und VR-Präsentation Modalitäten: Länge des Versuchs in einer bestimmten Sitzung, Aufmerksamkeitseinsatz, visuelle Komplexität der Stimuli, und weitere. Die Dilemmata der Versuchsbedingungen stellten das Wohlergehen einer Person gegen das Wohlergehen von 2 oder 5 Personen, während in den Szenarien der Kontrollbedingung das Wohlergehen einer Person gegen die Beschädigung leerer Kisten ausspielten und somit kein Dilemma zwischen verschiedenen moralischen Ideologien darstellten. Die Versuchsbedingungen zielten also speziell auf die Entscheidungsfindung in dilemmatischen Situationen ab. Die Kontrollbedingungen wurde nicht nur verwendet, um Unterschiede in den Präsentationsmodalitäten zu kontrollieren, sondern auch, um die emotionale Reaktion zu untersuchen, die für die Entscheidungsfindung in moralischen Dilemmas spezifisch ist. In jeder Sitzung wurden die Versuchs- und Kontrollbedingungen zufällig präsentiert. Die Anzahl der Opfer in den Dilemmas wird variiert, um zu vermeiden, dass die Dilemmas Dilemmas zu vorhersehbar werden, damit die Probanden ihre Entscheidung nicht schon vor der Präsentation der möglichen Antworten getroffen

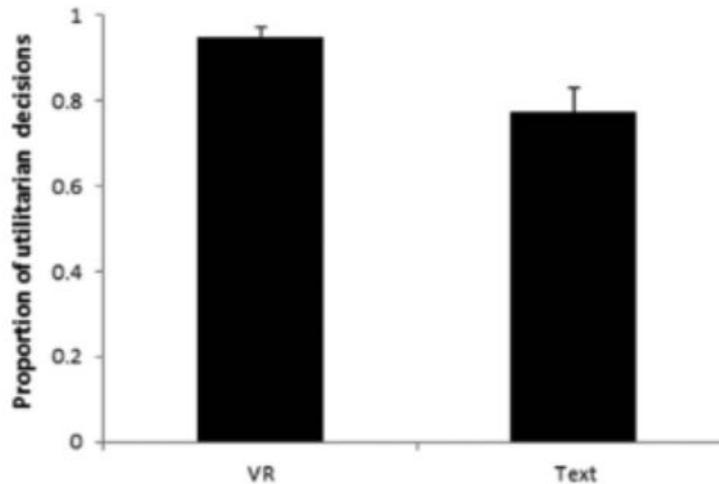


Abbildung 2.4.: Der Anteil der utilitaristischen Entscheidungen, die in den beiden Sitzungen getroffen wurden, unterschieden sich signifikant, wobei die Personen in den Dilemmas der virtuellen Realität utilitaristischer handelten als in den gleichen Dilemmas, die mit Text präsentiert wurden. [PCZ⁺13, S.100]

haben. Die gesamte Anzahl der Opfer war aber sowohl zwischen den Sitzungen als auch für alle Teilnehmer gleich. Ein Aspekt der Desktop VR-Szenarien war, dass die überfahrenen blutenden Agenten auf den Gleisen liegen bleiben. Die Reihenfolge der Sitzungen wurde ausgeglichen. Die Teilnehmer führten die zweite Sitzung nach einer variablen Anzahl von Tagen, um Spillover-Effekte von Entscheidungen, die in der vorherigen Sitzung zu vermeiden. Die Antworten wurden mittels eines Nintendo Nunchuck Joystick aufgezeichnet. [PCZ⁺13, S.96ff.]

Die Ergebnisse zeigen, dass die Entscheidung der Menschen in diesem Dilemma von der kontextuellen Bedeutung der Präsentation abhängt. Die Teilnehmer verhielten sich in der Desktop-VR Sitzung utilitaristischer als in der Textsitzung, aber der Effekt war am stärksten, wenn sie zuerst mit Text konfrontiert wurden, was in Abbildung 2.4 zu sehen ist. Das beweist eine Inkonsistenz zwischen Urteilen und Handlungen. Insgesamt wurde die deontologische Entscheidung nur bei 5% der experimentellen Desktop-VR-Versuche getroffen.

Patil et al. argumentieren, dass dies auf die kontextuell auffälligere Präsentation der Dilemmata zurückzuführen ist. Die Menschen müssen sich hier weniger auf die

verkürzten und nicht repräsentativen mentalen Simulationen verlassen. Auch wenn einige der Teilnehmer das Opfern eines Einzelnen in Textdilemmas für moralisch unangemessen hielten, handelten sie in der VR-Umgebung, in der das gesamte Spektrum an kontextuellen Hinweisen geboten wurde, eher utilitaristisch, was im Widerspruch zu ihrer früheren Befürwortung des deontologischen Prinzips steht. Interessanterweise waren diese Ergebnisse von der Reihenfolge der Sitzungen abhängig. Die Teilnehmer zeigten mehr Diskrepanz bei der Befürwortung des utilitaristischen Prinzips zwischen Text und VR-Dilemma, wenn die Textdilemmas zuerst präsentiert wurden. Hierzu wurden zwei Hypothesen aufgestellt:

1. Die Anzahl der Körper, die geschädigt werden, sind auf dem Bildschirm leicht vergleichbar, bevor eine Entscheidung getroffen wird. Dies würde eine verstärkte utilitaristische Wahl voraussagen, beginnend mit dem ersten experimentellen VR-Dilemma
2. da die Teilnehmer sehen, wie jemandem auf brutale und blutige Weise zuge richtet wird, könnte dies ihre Entscheidungen beeinflussen. Dies würde vorher sagen, dass die ersten Entscheidungen der Teilnehmer in den VR-Dilemmas ähnlich wie in den Textentscheidungen sind, aber die nachfolgenden Entscheidungen in den VR Dilemmas eher utilitaristisch sein würden.

Die neue Analyse zeigte, dass die Teilnehmer mit höherer Wahrscheinlichkeit von Beginn an eine utilitaristische Antwort im Desktop-VR Dilemma geben, als im Text-Dilemma. Dies unterstützt die erste Hypothese, dass die Ergebnisse durch die Hervorhebung der virtuellen Menschen auf dem Bildschirm entstanden und nicht durch den Anblick der blutigen Tode in der ersten nicht-utilitaristischen Entscheidung in der VR.[PCZ⁺13, S.104]

Schwitzgebel und Cushman (2012) vermuten dass die Teilnehmer die Konsistenz zwischen ihren Antworten aufrechterhalten wollen, wenn der emotional erregendere Fall (z. B. die Fußgängerbrücke) zuerst auftritt und Einfluss auf den weniger erregenden Fall (z. B. Trolley) hat. Dieses Verlangen wird aber außer Kraft gesetzt wenn der emotional weniger erregende Fall zuerst Eintritt. Dieser hat keinen Einfluss auf den emotional erregenderen Fall und die beiden Fälle werden inkonsistent beurteilt. Dies würde die Ergebnisse ebenso erklären.[SC12, S.148f.]

Eine weitere Umsetzung des klassischen VR-Dilemmas wurde 2017 von Ramirez et al. umgesetzt. Im Fall von Ramirez' VR-Simulation gibt es zwar kein Paper, aber

die entstandene Anwendung ist frei verfügbar und implementierte einen einfachen Button in VR um die Weiche umzustellen. Der Proband steht auf einem Holzsteg neben den Gleisen um die Situation überblicken zu können. Einige Arbeiter fällen Bäume neben den Gleisen. Durch einen Unfall wird ein Holzstapel getroffen und die Stämme überrollen die Arbeiter. Diese sind nun verletzt auf den Gleisen gefangen, als ein führerloser Trolley auf sie zu rollt. Eine Visualisierung der Interaktionsmöglichkeit ist in Abbildung 2.5 zu sehen.

Francis et al. führten 2016 als die Ersten eine Studie zu einem persönlichen moralischen Dilemma in VR durch. Hierbei setzten sie das oben beschriebene Footbridge-Dilemma um. Die 40 Probanden wurden in zwei Gruppen aufgeteilt. Zwanzig von ihnen durchliefen das Szenario in VR, in dem sie entscheiden mussten, ob sie einen dicken Mann auf die Gleise stoßen, um den Trolley anzuhalten. Eine Abbildung der Umsetzung ist in Abbildung 2.5 zu sehen. Die Andere Gruppe wurde mit dem Dilemma in Textform konfrontiert, welches in 9 andere Dilemma zur Ablenkung eingebettet war. Alle Probanden wurden gebeten drei Selbstbewertungs-Fragebögen auszufüllen, den Levenson Psychopathy Scale, den Hexaco-IP-PR und den Interpersonal Reactivity Index. Außerdem wurde die Herzfrequenz während der Simulation gemessen. Interagieren konnten die Probanden mit einem Joystick.

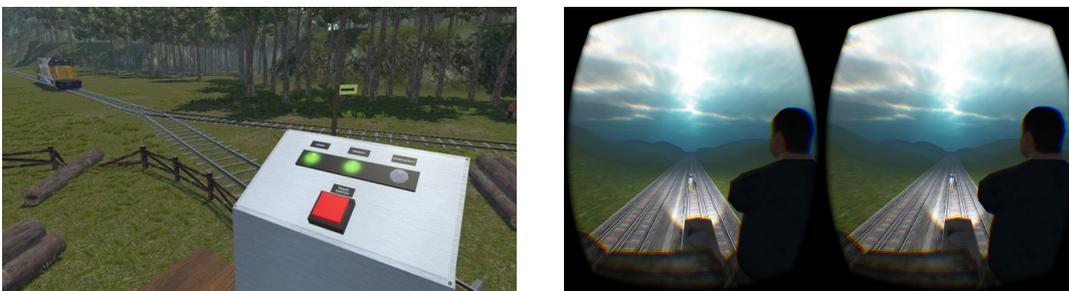


Abbildung 2.5.: Beispiele der Implementierung eines Trolley Dilemmas in VR. Links das Dilemma von Ramirez et al. Quelle: <https://dailynous.com/2018/02/16/experiments-virtual-philosophy-guest-post-erick-ramirez/>, Rechts das Footbridge Dilemma von Francis et al. Quelle: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164374>

In der textuellen Urteilsbedingung, in der die Probanden gefragt wurden, ob die Handlung moralisch vertretbar sei, gaben 20% der Teilnehmer eine utilitaristische Antwort. In der virtuellen Handlungsbedingung gaben aber 70% eine utilitaristische

Antwort, in dem sie den Mann auf die Gleise schubsten, visualisiert in Abbildung 2.6. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Teilnehmer in VR eine utilitaristische Antwort gaben, war 9,33 mal höher. Wenn die Probanden in der Urteilsbedingung gefragt wurden, ob sie die Handlung durchführen würden, antworteten nur 10% mit ja. Dies steht im Einklang mit Patil et al. zur Cushman-Theorie. Die visuelle Hervorhebung betont das negative Ergebnis, das mit der Untätigkeit verbunden ist, und dies beginnt, die Negativität, die mit der Handlung selbst verbunden ist, zu überwiegen.[FHH⁺16, S.04ff.]

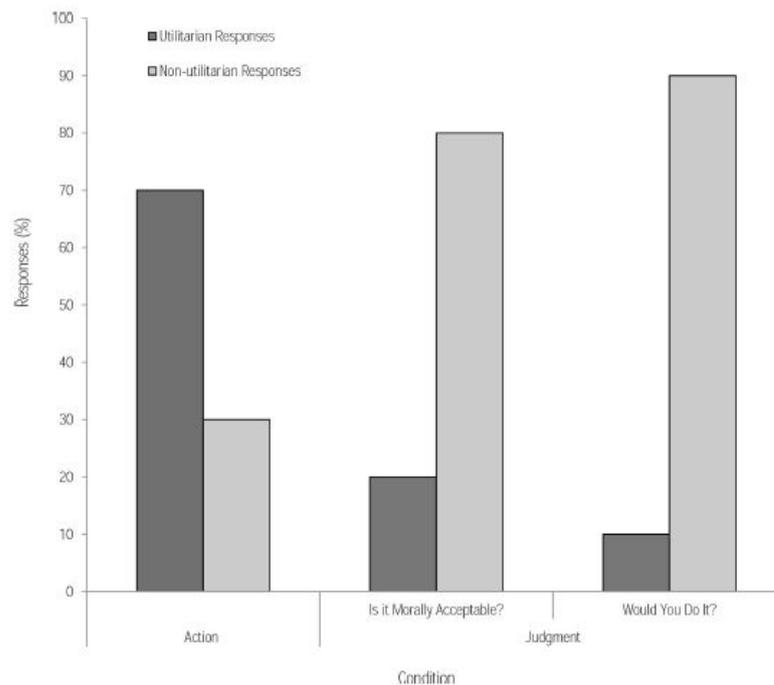


Abbildung 2.6.: Antworten (%) in der Handlungsbedingung und der Urteilsbedingung als Reaktion auf das Fußgängerbrückendilemma. In der Urteilsbedingung wurden die Teilnehmer gefragt, ob die Handlung moralisch akzeptabel sei und ob sie sie durchführen würden. Eine größere Anzahl von utilitaristische Ergebnisse wurden in der Handlungsbedingung befürwortet[FHH⁺16, S.08]

Die Analyse der Herzfrequenz in beiden Bedingungen ergab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Veränderung der Herzfrequenz und der Wahrscheinlichkeit, eine utilitaristische Antwort zu geben. Diese Ergebnisse sprechen gegen die Dual-Process-Theorie, welche besagt dass erhöhte Erregung deontologische Er-

gebnisse hervorruft. Der Levenson Psychopathy Scale war in der Urteilsbedingung weder durch die beiden Dimensionen primäre noch sekundäre Psychopathie ein signifikanter Prädiktor für die utilitaristischen Antworten auf jede Frage. In der Handlungsbedingung war die primär Psychopathie ein geringfügig signifikanter Prädiktor. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit früheren Erkenntnissen, jedoch kann die in früheren Untersuchungen gefundene Unterscheidung zwischen Handlungswahl und Beurteilung nicht bestätigt werden. Die vier Komponenten der Empathie aus dem Interpersonal Reactivity Index erwiesen sich nicht als signifikante Prädiktoren für die Antworten in beiden Bedingungen.[FHH⁺16, S.09ff.]

Im Rahmen der Methodik kann argumentiert werden, dass die Einbeziehung eines Joysticks in das virtuelle moralische Dilemma im Vergleich zu tastenbasierten Antworten in den textbasierten Dilemmas zu spielbezogenen Affordance-Effekten geführt hat; der Joystick selbst könnte Pushing-Reaktionen ausgelöst haben. Um dies näher zu untersuchen, wurde eine kurze Folgestudie durchgeführt. Hierbei wurde mittels textbasierter Dilemmata untersucht, ob es Unterschiede zwischen den Antworten mittels Tastatur und mittels Joystick gibt. Zwischen den Bedingungen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Bedingungen und kein Interaktionseffekt.[FHH⁺16, S.11f.]

Die Forschung im Bereich der sozialen Kognitionspsychologie liefert eindeutige Beweise dafür, dass moralische Urteile oft von schnellen, automatischen und affektiv gefärbten Intuitionen geleitet werden.[SBKP14, S.01] Es wird davon ausgegangen, dass das prädiktive Element der Moral eine spätere Rolle in der sozialen Wahrnehmung spielt, indem es die Identifizierung von potenziell nützlichen oder schädlichen Gruppenmitgliedern unterstützt. So werden beispielsweise Personen, die nicht-utilitaristische Werte vertreten, als vertrauenswürdiger wahrgenommen und in der Folge als Partner in einem sozialen Kontext bevorzugt.[FHH⁺16, S.03]

In einer weiteren Studie variierten Skulmowski et al. das Standarddesign des Trolley-Dilemmas in vielfacher Hinsicht. Die Perspektive der sechsundsechzig Probanden wurde in das Führerhaus des Wagens verlegt, anstatt die Perspektive eines Beobachters einzunehmen. Der Streckenverlauf ist so konzipiert, dass der Wagen der mittleren blockierten Schiene ausweichen muss. Die Teilnehmer werden somit gezwungen zwischen den äußeren Gleisen zu wählen, was die deontologische Option, nicht in die Situation einzugreifen, unmöglich macht. Die Probanden müssen innerhalb von 2,5 Sekunden auf das auftauchende Hindernis reagieren. Die Autoren

variieren nicht nur die Anzahl der Personen auf den Gleisen, sondern führen auch einige Szenarien ein, in denen links und rechts nur jeweils eine Person stand, die sich durch die Merkmale Geschlecht, ethnische Zugehörigkeit und Orientierung auf dem Gleis unterschieden. Die Probanden retteten in 96% der Fälle die größere Gruppe an Opfern. Signifikante Unterschiede in den Szenarien mit je einer Person konnten nur in der Geschlechterbedingung gefunden werden, wobei Männer in etwa 58% der Fälle geopfert wurden.[SBKP14, S.04][SGKP17, S.03ff.]

Es gibt aber noch viele weitere Faktoren, die ein mögliches Handeln beeinflussen. Die Opferung eines Fremden wird eher befürwortet als die Opferung eines Verwandten, aber die Opferung einer unangenehmen Person wird eher befürwortet als die Opferung eines Fremden. Je mehr Leben auf dem Spiel stehen, desto mehr steigt die Zustimmung zu Interventionen, um diese Leben zu retten. Schließlich hat sich gezeigt, dass Trolley-Dilemmas durch die Formulierung der Versuchsfrage beeinflusst werden. Positives Framing, das die Aufmerksamkeit auf die Anzahl der durch die Intervention Geretteten lenkt, führt zu einer größeren Zustimmung zu einer Maßnahme als ein negatives Framing, bei dem die Zahl der durch die Intervention verlorenen Leben im Vordergrund steht.[SIM11, S.593]

Sütfeld et al. führten eine VR-Studie mit 105 Probanden zur Entscheidungsfindung in Straßenverkehrs-Szenarios durch. Die Entscheidungszeiten variierten zwischen einer und vier Sekunden. Sie fanden heraus, dass der Einfluss von starkem Zeitdruck die Konsistenz der Entscheidungsmuster verringert. Außerdem wird in der schnellen Bedingung keine Tendenz zur Opferung männlicher Erwachsener mehr gefunden. Die zuvor spekulierte Tendenz zur sozialen Erwünschtheit würde wahrscheinlich auf langsameren kognitiven Prozessen beruhen und daher bei schnellen intuitiven Entscheidungen nicht auftreten.[SGKP17, S.05ff.]

2.5. Kritik am Trolley Problem

Trotz der Einsichten, die aus dem Trolley-Problem gewonnen werden können, wurden viele Psychologen, wie auch die Philosophen vor ihnen, schließlich des Problems überdrüssig. Sie kritisieren dieses Gedankenexperiment wegen seiner Konstruiertheit, Künstlichkeit, Abstraktheit und Lebensferne. Allen Wood attestiert dem Trolley-Gedankenexperimenten neben den genannten Punkten außerdem, dass sie moralisch nicht neutral sind, indem sie rhetorische Tricks anwenden, um bestimmte

Faktoren moralisch relevant wirken zu lassen. Einige Kritiker fordern daher, dass Forscher auf die Verwendung dieser Gedankenexperimente in der praktischen Philosophie vollkommen verzichten sollte. Die Trolley-Fälle setzen voraus, dass die Anzahl der zu rettenden Personen moralisch relevant ist, indem es Antwortoptionen festlegt. Die Behauptung, dass die Anzahl der zu rettenden Personen relevant ist, kann mit den Trolley-Dilemmata also nicht begründet werden.[Gut21]

Der Psychologe Christopher Bauman von der University of California, Irvine, und seine Kollegen haben das Problem in einem Aufsatz zusammengefasst: Die Forscher haben festgestellt, dass die Szenarien des Trolley-Problems die Studienteilnehmer häufig zum Lachen bringen, was bedeutet, dass sie das Experiment nicht ernst nehmen - möglicherweise, weil die Szenarien keine glaubwürdigen, realen moralischen Dilemmas widerspiegeln. Die meisten von uns werden sich wahrscheinlich nicht in einer seltsam kahlen Landschaft wiederfinden, die zufällig neben einem lebensspendenden Schalter liegt, oder gezwungen sein zu entscheiden, ob sie einen Mann von einer Brücke stoßen sollen oder nicht.[BMBW14, S.541]

Dies ist auch ein zentraler Punkt in Woods Kritik. Auch wenn es gelegentlich so klingt, meint er damit wohl nicht, dass solche Fälle in der realen Welt selten sind und daher kategorisch abzulehnen sind. Das Problematischste an den Trolley-Fällen besteht erstens darin, dass laut der Szenarien Beschreibung Dinge sicher sind, denen wir uns in der realen Welt nicht sicher sein können. Problematisch ist zweitens, dass in den Szenarien Fakten fehlen, von denen wir, wären die Fälle real, wissen könnten. Durch diese Sparsamkeit an Informationen im Gedankenexperiment wird drittens die Aufmerksamkeit auf Faktoren gelenkt, die im Szenario genannt werden. Sie lenken die Aufmerksamkeit vor allem auf die Folgen der möglichen Handlungen. Genauer, auf die Anzahl der geretteten oder geopferten Leben, und darauf wie diese Rettung zustande kommt. Damit wird nicht auf andere wichtige Dinge verwiesen, wie die Frage, wer für die Ereignisse Verantwortung trägt, oder dass die Menschen moralische Rechte besitzen, wie etwa das Recht auf Unversehrtheit.[Gut21, S.332f.]

Gutmann gibt zu bedenken, dass wir auch in der realen Welt ungewöhnlichen neuen Situationen begegnen, und wir diese in vielen Fällen dennoch korrekt einschätzen können. Intuitionen ist zu trauen, insofern sie ein Basis in unserer moralischen Erziehung und Erfahrung haben. Der Kritikpunkt, dass in der realen Welt kein sicheres Wissen über mögliche Handlungsentscheidungen gibt ist insofern irreführend, dass es auch in der realen Welt Handlungen gibt, bei denen das Resultat so gut wie

sicher ist. Wenn ich Benzin in meiner Wohnung ausschütte und es anzünde, dann brennt die Wohnung ab. Sicher könnten die Streichhölzer nicht funktionieren, aber das ist eine sehr unwahrscheinliche Möglichkeit. Der zweite Kritikpunkt ist, dass Informationen, die aus der realen Welt erkannt werden könnten ignoriert werden. Probanden könnten etwa wissen, welche Regeln für das betreten der Gleise gelten, oder welche Personen anhand ihrer Kleidung als Mitarbeiter der Straßenbahngesellschaft befugt sind, sich auf den Gleisen aufzuhalten. Diese Faktoren hätten sicher einen Einfluss auf das Urteil. Doch genau die Beschränkung der Trolley Fälle dienen dazu, um andere Faktoren testen zu können. Wird das Gedankenexperimente mit diesen Faktoren angereichert, handelt es sich nicht mehr um das selbe Gedankenexperiment. Der dritte Kritikpunkt befasst sich damit, dass die Fragen, wie es zu den Ereignissen kommt und wer dafür verantwortlich ist nicht geklärt werden. Die Forschenden haben jedoch das recht, den Fragen nachzugehen, die ihnen interessant erscheinen, im Fall der Trolley-Fälle nach den moralisch relevanten Faktoren und deren Begründung. Durch konversationelle Implikatur wird möglicherweise aber suggeriert, dass bestimmte Faktoren einen Einfluss haben müssen, zum Beispiel die Anzahl der Menschen und deren Wohlergehen moralisch relevant sind. Es ist aber nicht klar, dass allein die Erwähnung eines Faktors bewirkt, dass die Probanden des Gedankenexperiments diesen Faktor für moralisch relevant halten. Dennoch kann gesagt werden, dass dadurch, dass es nicht möglich ist durch seine Entscheidungsmöglichkeiten auszudrücken, dass die Anzahl der zu rettenden Menschen moralisch irrelevant ist, das Trolley-Gedankenexperimente moralisch nicht neutral sind. [Gut21, S.336ff.]

Der Kritikpunkt Woods, nach dem konversationelle Implikatur die Aufmerksamkeit auf im Szenario erwähnte Faktoren lenkt, kann durch die Verwendung von VR ausgeschlossen werden. Es ist möglich die Szenarien ohne Audio-Overlay zu durchlaufen, wodurch nur die optischen Attribute wahrgenommen werden können, ohne diese explizit benennen zu müssen.

Aber könnten Trolley-Probleme uns nicht nur bei der Entwicklung von Technologien und Modellen zur Moral helfen, sondern auch als Werkzeug zur alltäglichen Selbstverbesserung dienen? Der Philosoph und Psychologe Eric Schwitzgebel, der das Verhalten von Ethikprofessoren untersucht hat, fand heraus, dass philosophisches Fachwissen wenig dazu beiträgt, ihr moralisches Verhalten zu ändern - so spenden sie beispielsweise nicht eher als andere mit ähnlichem sozialem Hintergrund für wohltätige Zwecke oder essen kein Fleisch mehr. Schwitzgebel bezweifelt, dass

das Grübeln über Trolleys tatsächlich zu besseren moralischen Entscheidungen führt. Dennoch hält er es für sinnvoll, Denkübenngen wie den Trolley zu Forschungszwecken beizubehalten, auch wenn sie das Verhalten der Menschen in der realen Welt nicht wirklich zu verändern scheinen oder ein unvollkommenes Analogon zu den schwierigen Entscheidungen sind, mit denen sie normalerweise konfrontiert werden. Philosophen und Psychologen sollten vorsichtig sein, wie die Probanden das Trolley-Dilemma interpretieren und es gibt einen gewissen Mangel an externer Validität. Andererseits ist es ein schönes, einfaches Problem, was es zu einem entscheidenden Werkzeug für die Grundlagenforschung zur Moral macht. [Dav15]

2.6. Ethik in Gedankenexperimenten und virtuellen Realitäten

Studien, welche die Moral in Schadensfällen untersuchen, beschränken sich weitgehend auf nicht-verhaltensorientierte Methoden, bei denen Forschungsteilnehmer Gedankenexperimente anhand abstrakter, hypothetischer Fälle lösen. Diese Gedankenexperimente bilden aber nicht immer die Entscheidungen ab, die vermutlich von den Personen in der Realität getroffen werden würden. Warum dies so ist wird in dieser Sektion behandelt.

Die virtuelle Realität macht es möglich, das moralisch relevante Verhalten von Probanden innerhalb einer lebensnahen und reproduzierbaren Umgebung zu beobachten, während virtuelle Agenten potenziell schädlichen Konsequenzen ausgesetzt werden können. Solche digitalen 3D-Welten zeigen ein hohes Maß an Übereinstimmung mit dem Verhalten, das in typischen Laborumgebungen beobachtet wird, jedoch mit mehr experimenteller Kontrolle[NMMA12, S.365] Manche gehen soweit zu sagen, dass virtuelle Realität es möglich macht Experimente durchzuführen, die in der nicht-virtuellen Umgebung ethisch unzulässig wären.[SBKP14, S.02] Dieser Aussage sollte unter genauer Betrachtung nicht uneingeschränkt zugestimmt werden.

Gedankenexperimente können unterschiedliche argumentative Funktionen erfüllen. Sehr weit verbreitet sind Gedankenexperimente, die als Gegenbeispiele dienen. Sie sollen dazu dienen, eine These oder Theorie als falsch zu erweisen. Hier wird von einem destruktiven Gedankenexperiment gesprochen. Konstruktive Gedankenexperimente sollen dagegen die Wahrheit einer Theorie stützen oder erweisen. Eine weitere

Klasse von Gedankenexperimenten dient der Exploration. Sie sollen zeigen, welche Faktoren moralisch relevant sind, oder auch nicht. Typischerweise behandeln diese Gedankenexperimente die Variation eines Szenarios wie in den Trolley-Situationen. Darüber hinaus gibt es auch Gedankenexperimente die ausschließlich der Illustration eines moralischen Prinzips dienen. Die meisten Trolley-Gedankenexperimente sollen mehrere dieser Funktionen erfüllen. Werden verschiedene Variationen genutzt, dienen sie der Exploration, aber zugleich werden die daraus gewonnen Erkenntnisse genutzt, um Thesen und Theorien gegeneinander abzuwiegen.[Gut21, S.327]

Ramirez (2017) macht die Nachteile von bestimmten Gedankenexperimenten, die er als perspektivisch bezeichnet deutlich. Dabei beruft er sich unter anderem auf die von Bryce Huebner und Marc Hauser formulierte Version:

„Sie stehen in der Nähe der Bahngleise und sehen einen leeren Güterwagen, der schnell genug fährt, um jeden zu töten, den er trifft. Wenn Sie nichts tun, fährt der Güterwagen auf dem Hauptgleis weiter und tötet fünf Menschen, die auf dem Hauptgleis gehen. In der Nähe befindet sich eine Weiche die Sie benutzen können, um den Güterwagen auf eines der beiden Nebengleise zu lenken die vom Hauptgleis in entgegengesetzte Richtungen abzweigen. Es gibt eine Person, die auf dem rechten Gleis läuft. Wenn Sie also die Weiche nach rechts umlegen, wird der Güterwagen diese Person treffen und töten. Ihr Fuß steckt im Gleisbett des linken Gleises fest. Wenn Sie also die Weiche nach links umlegen, werden Sie selbst vom Güterwagen überfahren und getötet. Was sollten Sie tun?“[Nuc13, S.6f.]

In diesem Fall wird das perspektivische Element dieses Experiments besonders deutlich. Es ist unmöglich, die Übung erfolgreich zu absolvieren, ohne die Perspektive zu wechseln und Urteile aus dieser Perspektive zu fällen. Der Großteil der Literatur über die Intuitionen in Trolley-Problemen erwarten von Probanden sich in eine bestimmte Situation zu versetzen, wie die eines Beobachters oder sich vorzustellen, wie es für jemand anderen in dieser Situation wäre. Dies ist unmöglich, solange es sich bei dem Experiment nicht um einen Basisfall handelt. Basisfälle sind solche, in denen die instrumentelle Rationalität ausreicht, um die richtigen Vorhersagen zu treffen. Die meisten Fälle in der realen Welt sind aber keine Basisfälle. [Ram17, S.508ff.]

Im Fall von Phillipa Foots Version sollen wir uns in die Rolle eines Zugführers einfühlen, der vor der Entscheidung steht ob er 5 Personen mit dem Zug überrollt, oder nur

eine auf dem Nebengleis. Das bedeutet Person A muss versuchen, Charakteristiken von B, dem Zugführer, anzunehmen, die er entweder nicht kennt oder die er sich bewusst machen muss. Ist er sich diesen Charakteristiken aber bewusst sind sie trotzdem nicht gleich denen, die Person B unterbewusst beeinflussen. Der Grund dafür ist, dass die typische Rolle dieser Veranlagungen passiv oder im Hintergrund ist, in dem Sinne, dass unsere bewussten Gedanken und Gefühle, die in unsere Überlegungen einfließen von diesen Dispositionen geprägt sind, aber nicht auf sie ausgerichtet sind. Ein weiteres Problem sind situative Einflüsse einer Umgebung, wie ob wir glücklich, traurig oder angewidert sind. Dies kann affektive Verzerrungen auslösen, die das Urteilsvermögen beeinflussen. Solche situative Eigenschaften können zum Beispiel auch Rahmungseffekts-, Ankereffekt- und Verzerrungseffekt oder Affektverzerrung sein. Sie haben Auswirkungen auf Urteile und beeinflussen die Ich-Perspektive. Auch Charaktereigenschaften sind Hintergrundmerkmale einer Perspektive. Wenn ich mutig bin, werde ich mutig handeln, auch wenn ich normalerweise nicht mit dem bewussten Gedanken handle, dass ich mutig bin. Wird dennoch versucht solche Simulationen durchzuführen, indem diese Hintergrundeigenschaften den Probanden bewusst gemacht werden, sind die Resultate verzerrt im Vergleich zu den eigenen Ich-Erfahrungen der Agenten. Eine bewussten Anpassungen, um das Verhalten einer anderen Person vorherzusagen, ist jedoch eine Abkehr von der Simulationsempathie und stattdessen eine Hinwendung kognitiven Empathie.[Ram17, S.513f.]

Studien über das Trolley Dilemma, die ausschließlich schriftliche, oder in manchen Fällen mit Animationen angereicherte Szenariobeschreibungen verwenden, vernachlässigen wichtige dynamische und emotionale Aspekte dieses Dilemmas. Dies gilt nicht nur für Schreibversionen, sondern auch für MRT Studien. Der Vorteil von Text- oder Grafikfragebögen ist die gute experimentelle Kontrollierbarkeit, aber der Nachteil ist die starke Vereinfachung des Themas durch das Entfernen aller wesentlichen kontextuellen Merkmale des Dilemmas, was die Frage der Verallgemeinerung der erzielten Ergebnisse aufwirft.[SBKP14, S.02]

Selbst wenn wir Entscheidungen aus unserer eigenen Perspektive heraus treffen sollen, können Probleme auftreten. Zum Beispiel scheinen wir große Schwierigkeiten zu haben, uns in unsere eigene Vergangenheit zu versetzen. Probanden bewerteten ihre vergangenen negativen Erfahrungen in der Erinnerung deutlich weniger schlimm als unmittelbar nach dem Erlebnis. Auf ähnliche Probleme stoßen wir, wenn wir versuchen, uns in ungewohnte Kontexte zu versetzen. So sagte zum Beispiel keine der Versuchspersonen von Stanley Milgram voraus, dass sie bereit wäre, dem „Ler-

nenden“ mehr als einen 150-Volt-Schock zu versetzen, obwohl alle von ihnen dies taten.[Ram17, S.514]

Slater und Kollegen (2006) fanden heraus, dass die Teilnehmer einer VR-Simulation von Milgrams klassischen Gehorsamsexperimenten fast genau so handelten, wie aufgrund der Ergebnisse der Originalstudien erwartbar war. Sie verabreichten einer virtuellen Person gefährliche Schocks und folgten dabei den Anweisungen eines virtuellen Experimentators, wobei die autonomen Reaktionen, mit denen die emotionale Erregung gemessen wurde, sowohl mit der Schwere des verabreichten Schocks als auch mit der Nähe zur virtuellen Person kovariierten. Interessanterweise war Slaters digitaler Lerner keine fotorealistische Darstellung eines menschlichen Wesens, sondern eher ein grober humanoider Avatar mit aufgenommener menschlicher Stimme. Diese virtuelle Person und der Versuchsaufbau sind in Abbildung 2.7 zu sehen. Die Figur reagierte ähnlich wie ein echter Mensch, und die Probanden und die Versuchspersonen reagierten auf den Lernenden genauso, wie sie auf einen echten Menschen reagieren würden. Viele äußerten sogar ihre Sorge um die Figur. Dies legt nahe, dass Kontext-Realismus bei der Konstruktion von effektiven VR Szenarien wichtiger ist als Fotorealismus.[SAD⁺06, S.2ff.]

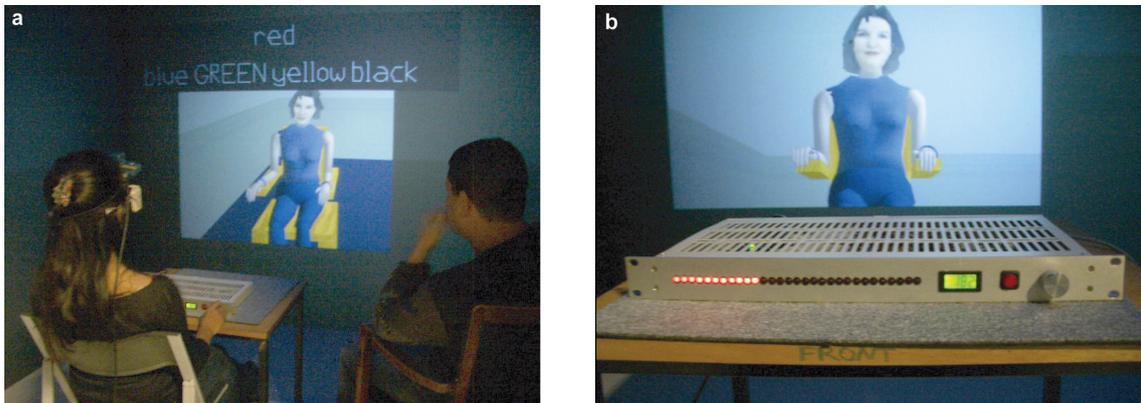


Abbildung 2.7.: Das Versuchsszenario. a) Der Teilnehmer im Cave-Aufbau b) der virtuelle Lerner scheint hinter einer Scheibe zu sitzen und zeigt Reaktionen auf den verabreichten Schock, Quelle:[SAD⁺06, S.02]

Mit Hilfe von Simulationen der virtuellen Realität können wir die situative Version des Hintergrund/Vordergrund-Problems umgehen und so den Probanden eine gewisse Form der Einfühlung „in die eigenen Schuhe“ ermöglichen. Allerdings sind den situativen Bedingungen, die in der virtuellen Realität simuliert werden können,

Grenzen gesetzt, sowohl in praktischer als auch insbesondere in ethischer Hinsicht. Gut konstruierte virtuelle Umgebungen werden den situativen Hintergrund neuer Perspektiven berücksichtigen, und verlangen daher von den Probanden nicht, dass sie sich bewusst in den Vordergrund rufen. VR-Szenarien können aber, wenn sie sorgfältig gestaltet sind, eine phänomenologisch genaue Darstellung einer Perspektive. Genauigkeit bedeutet hier, dass die Erfahrung erfolgreich die relevanten Situationsmerkmale in einer Weise nachahmt, die es ihnen ermöglicht, die Erfahrung der Testperson subdoxastisch zu beeinflussen. VR erlaubt es uns jedoch nicht, den Charakter einer Person zu verändern. VR erlaubt es einem Subjekt nicht zu erfahren, wie es wäre jemand anderes zu sein. Die Versuchspersonen bringen immer ihre charakterlichen Dispositionen in die Erfahrung ein.[Ram17, S.520ff.]

Natürlich ist zu beachten, dass die in der VR ausgeführten Handlungen nicht mit denen in der realen Welt gleichgestellt werden können. Experimente in der realen Welt haben größere rechtliche, reputationsbezogene, physische und langfristige emotionale Konsequenzen für die Akteure. Dies kann aber auch einen positiven Effekt für die Untersuchung in der VR haben, denn so können die Auswirkung der Kalkulation der Konsequenzen und Auswirkungen des eigenen Handelns auf die Ergebnisse ausgeschlossen werden. Daraus lässt sich schließen, dass Unterschiede zwischen dem Urteil und dem realen Handeln in diesem Dilemma wahrscheinlich nicht von Sinesindrücken beeinflusst werden, sondern eher auf der Ebene der Berechnung der Kosten und Nutzen der Konsequenzen entstehen.[NMMA12, S.368]

VR-Erfahrungen bieten einen noch nie dagewesenen Grad an perspektivischer Wiedergabetreue, der früheren Simulationsarten fehlt. Daher ist es wichtig, sich zu fragen, ob es irgendeine Möglichkeit gibt, wie die Simulation den Nutzern unserer Simulation bedeutenden Schaden zufügen könnte. Selbst wenn dies nicht der Fall ist, könnte sie anderen, die die Simulation nie erlebt haben, Schaden zufügen, indem sie die Benutzer dazu ermutigt, unmoralische Handlungen zu simulieren. Viele Beispiele für ethisch problematische Inhalte kommen schnell in den Sinn: gewalttätige oder pornografische Inhalte oder schädliche Stereotypen verschiedener Gruppen, die in einer Simulation kodiert sein könnten. Eine andere Art der Besorgnis über Simulationen konzentriert sich jedoch auf das Medium, in dem die Simulation durchgeführt wird. Mit der VR-Technologie können Erlebnisse geschaffen werden, die weitaus immersiver sind als jedes andere bisherige Medium. Unter Immersion versteht man das Gefühl, aus dem Raum, in dem sich der VR-Nutzer in der realen Welt aufhält, in den von den Geräten erzeugten virtuellen Raum versetzt zu werden, wo er dann

das Gefühl hat, tatsächlich mit Objekten zu interagieren, die in Wirklichkeit nur virtuell sind. Wenn dieses Gefühl stark genug ist, empfinden VR-Nutzer manchmal ein intensives Gefühl der Verkörperung in der VR-Umgebung. Ihre unwillkürlichen biologischen Reaktionen deuten auch darauf hin, dass ihr Körper diese virtuellen Erfahrungen oft so behandelt, als wären sie real.[RL18, S.249ff.]

Die Perspektive als Zuschauer macht das Bystander-Dilemma zu einem unpersönlichen Dilemma, was normalerweise wenig emotionale Reaktion hervorruft. Allerdings führt die Verwendung von VR zu mehr emotionalem Engagement. Emotionales Engagement in einem moralischen Dilemma profitiert stark von dem höheren Grad der Immersion der durch VR ausgelöst wird.[SBKP14, S.02]

Zwei Eigenschaften für die Erstellung virtuell realer Erfahrungen sind perspektivische Treue und Kontext-Realismus. Perspektivische Treue bezieht sich auf das Ausmaß, in dem eine Darstellung den subjektiven Blickwinkel eines neurotypischen Menschen genau wiedergibt. Die perspektivische Treue umfasst Elemente, wie die relative Höhe des virtuellen Subjekts, die in der virtuellen Landschaft sichtbare Tiefenschärfe, die Darstellung des neurotypischen Farbsehens und -hörens, das Fehlen von diegetisch Ton in der virtuellen Umgebung und weiteres. Eine über einer VR-Umgebung schwebende Götteraugen-Ansicht ist perspektivisch weniger getreu als eine geerdete Ansicht der gleichen Umgebung. Die Bild- und Aktualisierungsraten eines Bildschirms können die perspektivische Treue eines Erlebnisses verbessern oder verschlechtern, je nachdem, ob sie sich auf den bewussten Blickwinkel einer Person auswirken. Darüber hinaus wirkt sich das Gewicht eines kopfgetragenen Displays in dem Maße, in dem es Teil der Erfahrung einer Person wird, negativ auf die perspektivische Genauigkeit dieser Erfahrung aus. Kontextrealismus bezieht sich auf Merkmale, die für den Inhalt eines Erlebnisses relevant sind. Je mehr die Umgebung einer virtuellen Welt an die gleichen physikalischen und psychologischen Prinzipien gebunden ist, die nach Ansicht des Benutzers die Grundlage für seine eigene Welt bilden, und je mehr diese Regeln mit der gelebten Erfahrung des Benutzers übereinstimmen, desto größer ist der Kontextrealismus dieser Umgebung. Sie scheint nicht stark vom Fotorealismus abhängig zu sein. Ein Spiel, bei dem blinkende Power-Ups und Boni aus der Leiche eines besiegten Gegners herausfliegen, ist weniger kontextrealistisch als ein Spiel, das den Tod realistischer behandelt. Eine Umgebung, die mit grafischen Overlays, Voice-Overs oder anderen Formen von Meta-Inhalten gestaltet ist, ist weniger kontextbezogen. Auch kinästhetische Emotionen können den Kontext-Realismus einer Simulation verbessern oder verschlechtern. Virtuelle

Agenten, welche mäßig vernunftbegabt sind, tragen wahrscheinlich zum Kontext-Realismus eines Szenarios bei, während virtuelle Agenten, die dies nicht sind, wahrscheinlich davon ablenken. Derzeit verhalten sich die meisten virtuellen Agenten nicht auf eine mäßig begründungsorientierte Weise. Dies könnte ein Grund dafür sein, warum virtuelle gewalttätige Inhalte in der Regel nicht traumatisierend für die Probanden sind. Solchen Umgebungen fehlt es in einem Maße an Kontext-Realität, dass die Erzeugung virtuell realer Erfahrungen blockiert und die Versuchspersonen daran hindert, sich auf den Inhalt dieser Erfahrungen einzulassen, als ob sie real wären.[RL18, S.252f.]

2.7. Methodik zur Messung von Psychopathie und Empathie

Die Sozialpsychologie definiert sich als ein Versuch, das Denken, Fühlen und Verhalten von Individuen zu verstehen und zu erklären die durch die tatsächliche, imaginäre oder implizite Anwesenheit anderer beeinflusst werden. Die meisten Sozialpsychologen gehen davon aus, dass experimentelle Manipulationen von tatsächlichen, imaginierten oder implizierten menschlichen Stimuli im Wesentlichen für das Verständnis sozialpsychologischer Prozesse gleichwertig sind. Die Schaffung von Stimuli auf der Basis von imaginärer oder implizierter Anwesenheit kostet weniger, erfordert weniger Aufwand und bietet vor allem ein höheres Maß an experimenteller Kontrolle als die Erzeugung von Stimuli, die auf der tatsächlichen Anwesenheit von anderen beruht. In der Vergangenheit gab es in der experimentellen Sozialpsychologie mindestens 3 methodologische Probleme: der Kompromiss zwischen experimenteller Kontrolle und alltäglichem Realismus, fehlende Replikation und nicht repräsentative Stichproben.[BLB⁺02, S.103]

Im Idealfall erhöht der Alltagsrealismus das Engagement der Teilnehmer in den Versuchssituationen und ihre Sensibilität auf unabhängige Variablenmanipulationen, wodurch die experimentelle Wirkung verstärkt wird. Eine einfache schriftliche Vignette ist weit weniger fesselnd als aufwändig inszenierte Szenarien mit Schauspielern. Der Vorteil der Verwendung von text- oder grafikbasierten Fragebögen liegt in der großen experimentellen Kontrollierbarkeit, aber der Nachteil ist, dass sie das Thema stark vereinfachen, indem sie alle unwesentlichen kontextuellen Merkmale

der Dilemmas entfernen, was die Frage der Verallgemeinerbarkeit der erhaltenen Ergebnisse aufwirft. Moralische Dilemmata sind in Laborsituationen besonders schwer realistisch zu gestalten, da ethische Probleme mit gewalttätigen und heiklen Versuchssituationen verbunden sind. Die virtuelle Realität trägt dazu bei, einen Schritt nach vorn zu machen, um solche Situationen in einer ökologisch validieren Weise zu studieren. In einer Reihe von Studien wurde das Verhalten in Situationen untersucht, die Gewaltelemente enthalten und mit VR dargestellt werden, und es wurde gezeigt, dass Menschen in solchen Situationen realistisch reagieren. Dies ist ein Hinweis darauf, dass VR einen guten Mittelweg zwischen experimentellem Realismus und Kontrolle bieten kann, um soziale Situationen zu untersuchen, in denen körperlicher Schaden entsteht.[PCZ⁺13, S.95]

Ein weiteres Problem in der Sozialpsychologie ist die exakte Replikation einer Studie, da exakte Methoden und Verfahren nicht aus Artikeln und Fachzeitschriften herausgearbeitet werden können. Die wenigsten Forscher teilen physisch identische Laboren, was die perfekte Replikation weiter erschwert. Auch die Stichprobenauswahl stellt eine große Gefahr für die externe Validität und Verallgemeinerbarkeit da. Obwohl die experimentelle Kontrolle und damit die interne Validität eine zufällige Zuordnung der Teilnehmer zu den Bedingungen verlangt, erfordert sie keine zufällige oder gar repräsentative Auswahl der Teilnehmer. Die meisten experimentellen Sozialpsychologen verwenden nach wie vor Freiwillige Stichproben, in der Regel Studenten, die sie nicht zufällig auswählen. Die immersiven virtuellen Realitäten bieten ein überzeugendes Gefühl von persönlicher, sozialer und ökologischer Präsenz für die Benutzer, während sie dem Forscher eine nahezu perfekte Kontrolle über die experimentelle Umgebung und die Handlungen darin gibt. Nahezu perfekte Replikationen sind durchaus möglich. Über den Zugang zu einem Computer kann eine vollständige Versuchssituation eines anderen Forschers wiederholt und erweitert werden. Schließlich ermöglicht die gemeinsame Nutzung von VEs nicht nur die Querschnittsreplikation, sondern auch repräsentativere Stichproben. Nimmt die Verbreitung von geeigneter Hardware in Privathaushalten zu, dann könnte es sogar möglich werden, Experimente mit Teilnehmern durchzuführen, die wirklich repräsentativ für die Populationen sind, auf die verallgemeinert werden soll.[BLB⁺02, S.105f.]

Die Anwesenheit anderer Personen wird im Fall von tatsächlichen Anwesenheit in erster Linie auf der Grundlage der von ihnen übermittelten sensorischen Informationen wahrgenommen, über unserer Erinnerungen oder Assoziationen bei impli-

ziter Anwesenheit oder unsere Vorstellungskraft im Fall der imaginären Präsenz. [BLB⁺02, S.110]

Empathie ist ein wichtiger Bestandteil sowohl kurzfristiger als auch langfristiger menschlichen Interaktionen. Trotz ihrer Bedeutung und wegen ihrer Komplexität, ist eine einheitliche Definition noch nicht gefunden worden. Für einige Autoren verkörpert Empathie die Fähigkeit, die Emotionen anderer wahrzunehmen und für sie empfänglich zu sein sowie sich um deren Wohlbefinden zu sorgen. Sie ist nicht zu verwechseln mit der Sympathie, die als Teil der Empathie gilt und definiert wird als das Bewusstsein der Emotionen und Gefühle eines anderen, ohne sie zu teilen, zusammen mit einem Gefühl des Mitleids.[BKB⁺18, S.87],[Mel16, S.10]

„Empathische Fähigkeiten sind eine wichtige Grundvoraussetzung für erfolgreiche soziale Interaktion, weil sie es Menschen ermöglichen, Verhaltens- und Denkmuster sowie Emotionen an die Erfordernisse sozialer Situationen anzupassen und zwischenmenschliche Konflikte zu vermeiden.“[Mel16, S.4]

Die Aufteilung in kognitive und emotionale Empathie wurde vor über 200 Jahren von Sozialtheoretikern erörtert und hält sich bis heute. Die emotionale, oder auch affektive, Empathie ist eine schnelle, unwillkürliche, scheinbar emotionale Reaktion auf die Erfahrungen anderer, während intellektuelle oder kognitive Empathie die Fähigkeit beschreibt, die emotionalen Erfahrungen anderer zu erkennen, ohne diesen Zustand mitzuerleben. Beide Komponenten sind ein voneinander abhängiges System, in dem jede die andere beeinflusst. [Dav83, S.03][Mis03, S.187]

Genauer gesagt ist die affektive Empathie die Fähigkeit, sich in die Gefühlslage einer anderen Person hineinzusetzen und als Konsequenz eine eigene, auf die Gefühlslage des anderen angepasste, Emotion zu erleben. Kognitive Empathie ist die Fähigkeit, Gedankengänge und Intentionen anderer nachzuvollziehen und daraus abgeleitet deren Verhalten vorhersagen zu können in Verbindung mit der Fähigkeit die eigene Perspektive dabei verlassen zu können.[Mel16, S.11]

Die affektive Empathie kann bedeuten, sich in jemanden hineinzusetzen und dessen Schmerz selbst zu fühlen. Diese Art der Empathie wird von Psychologen als emotionale Ansteckung oder spiegelnde Empathie bezeichnet. Sie ist unmittelbar und wird vermutlich durch Spiegelneuronen im sensorischen und motorischen Kortex vermittelt. Sie grenzt sich deutlich von simulationsbasierter Empathie ab, bei der

kognitive Fähigkeiten genutzt werden, um den Zustand eines anderen durch einen konstruktiven Prozess nachzubilden oder nachzuerleben. Statt sich in die Lage der Zielperson zu versetzen, wird die Perspektive des Ziels simuliert. Stellen Sie sich vor Sie werden von einem Bären angegriffen. Im Fall der affektiven Empathie würden Sie nun Angst empfinden. Wenn Sie stattdessen die Perspektive der Zielperson erfolgreich simulieren, haben Sie keine Angst.[Ram17, S.510f.]

Es gibt interindividuelle Unterschiede in empathischen Fähigkeiten und diese sind immer in einem kulturell-normativen Kontext zu analysieren. Formal gleiche Verhaltensmuster sollten also immer im Kontext ausgewertet werden. [Mel16, S.34],[ADS+20, S.2333]

Empathie kann sowohl durch Umwelt- als auch durch genetische Einflüsse geformt werden. Viele andere Fragen, zum Beispiel zum Zusammenhang mit Verhaltenskomponenten und wie emotionale Zustände zwischen Interaktionspartnern zusammengehören sind kontrovers.

2.7.1. Levenson Self-Report Psychopathy Scale

Die Levenson Self-Report Psychopathy Scale (LSRP) besteht aus 26 Elementen, die mit einer 4-Punkte-Likert-Skala bewertet werden. Sie ist ein Selbstbericht-Inventar zur Messung von primärer und sekundärer Psychopathie in nicht-institutionalisierten Populationen. Sie wurde 1995 von Michael R. Levenson, Kent A. Kiehl und Cory M. Fitzpatrick entwickelt. Die Skala wurde zum Zweck der Durchführung einer psychologischen Studie erstellt, die antisoziale Dispositionen unter einer Stichprobe von 487 Studenten im Grundstudium untersuchte, die Psychologiekurse an der University of California, Davis, besuchten. [LKF95]

Psychopathie bezieht sich auf eine Störung, die schon früh im Leben beginnt und durch eine Vielzahl von antisozialen Verhaltensweisen und ausbeuterischen zwischenmenschlichen Beziehungen gekennzeichnet ist.[BSSN01, S.1021] Wie genau Psychopathie entsteht ist nicht abschließend geklärt, ob sie durch eine biologische Prädisposition, die relative Furchtlosigkeit und Verhaltenshemmung beinhaltet, bestimmt, oder durch Desensibilisierung erworben, wird. Levenson argumentiert, dass Psychopathie keine Störung ist, die durch ein Defizit in neurologischen Systemen gekennzeichnet ist, sondern dass ein Muster von intrinsisch antisozialem Verhalten auf Urteilen über die relative Bedeutung der eigenen Wünsche und der Rechte und des

Wohlergehens anderer beruht. Irgendwann wird die Entscheidung für ein antisoziales Verhalten auf der Grundlage von Urteilen getroffen, die für psychopathisches Denken typisch sind, und die Wiederholung eines solchen Verhaltens führt dazu, dass künftiges antisoziales Verhalten immer weniger abschreckend ist. [LKF95, S.151]

Beim LSRP handelt es sich um ein Selbstbeurteilungsinstrument, was einige Nachteile mit sich bringt. Menschen mit psychopathischen Persönlichkeitseigenschaften neigen zu Selbstdarstellung, Übertreibung und Unwahrheit. Der Vorteil des Selbstberichts kann aber gerade darin bestehen, diese Selbstdarstellung abzubilden sowie sozial erwünschtes Verhalten und systematisches Antworten zu messen. [HSSO⁺14, S.108]

Laut Kretschmers Kontinuum-Modells, unterscheiden sich Psychopathologie und „gesunde“ Variation in persönlichen Charakteristika sich quantitativ, aber nicht qualitativ. Die empathischen Kompetenzen dieser Patienten stellen eine extreme Ausprägung interindividueller Variation auf einer für alle Menschen gültigen Beschreibungsdimension dar, die die Bedeutung von Unterschieden in diesen Fähigkeiten auch für den Bereich gesunder Stichproben unterstreicht. [Mel16, S.07]

Die Einteilung in primäre und sekundäre Psychopathie beruht auf Karpmans theoretischem Konzept, nach dem die primäre Psychopathie mit ihren Merkmalen des interpersonellen und affektiven Stils die prototypischste Komponente der Psychopathie darstellt. Sie wird unter anderem durch Egoismus, fehlende Empathie und Manipulation gekennzeichnet. Die sekundäre Psychopathie soll hingegen einen impulsiven und antisozialen sowie selbstschädigenden Lebensstil beschreiben, der von nicht-psychopathischer Antisozialität weniger trennscharf unterschieden werden kann. Der LSRP erfasst das Persönlichkeitsmerkmal Ängstlichkeit valide, welche allgemein einen konsistenten Zusammenhang mit geringer Verhaltensinhibition zeigt. Während primäre Psychopathie mit niedriger Ängstlichkeit einhergeht, korreliert sekundäre Psychopathie hoch mit Ängstlichkeit. [HSSO⁺14, S.122]

Der LSRP basiert auf der diagnostischen Psychopathie-Checkliste-Revised (PCL-R) von Robert D. Hare und besteht aus 26 Aussagen, zu denen die Teilnehmer ihre Einstellung auf einer 4-Punkte-Likert-Skala („stimme überhaupt nicht zu“, „stimme eher nicht zu“, „stimme eher zu“ und „stimme voll zu“) entscheiden müssen. Sieben der Items wurden invertiert, um Antwortverzerrungen zu reduzieren. [BSSN01] Diese Art der Likert Skala forciert eine Entscheidung der Probanden, da die Auswahl eines neutralen Standpunktes nicht möglich ist. Den Entscheidungen werden Punktwerte von 1 bis 4 zugeordnet.

Eine offizielle deutsche Übersetzung vom LSRP gibt es nicht. [HSSO⁺14, S.122] Es gibt einen deutschen Online-Test, der allerdings ein Item hinzufügt, welches es im original nicht gibt. Daher wurde eine möglichst nahe Übersetzung erstellt, wobei Redewendungen nicht 1 zu 1 übernommen werden konnten und in Googleforms überführt. Eine vollständige Liste der Aussagen ist im Anhang aufgeführt.

In Anlehnung an die PCL-R wurden die Teilnehmer von Brinkley auf der Grundlage ihres Gesamtergebnisses der LSRP in drei Gruppen eingeteilt. Die Teilnehmer, die sich im oberen Drittel der Verteilung befanden, wurden als psychopathisch eingestuft (Werte von 58 oder mehr), diejenigen, die sich im unteren Drittel der Verteilung befanden, wurden als nicht psychopathisch eingestuft (Werte von 48 und darunter), und diejenigen, die sich in der Mitte der Verteilung befanden, wurden als gemischte Gruppe (Werte von 49-57) gemäß des LSRP betrachtet. Receiver-Operating-Curve(ROC)-Analysen bestätigten, dass diese Cut-Off-Scores optimal waren, um die Sensitivität und Spezifität der LSRP für die Identifizierung der PCL-R definierten psychopathischen Merkmale bei den Teilnehmern auszugleichen. [BSSN01, S.1025]

2.7.2. Interpersonal Reactivity Index

Der Interpersonal Reactivity Index (IRI) besteht aus 28 Items, die die vier folgenden Komponenten bewerten sollen: Fantasie, Perspektivenübernahme, empathische Sorge und persönliche Bedrängnis. Diese sind in Abbildung 2.8 nochmal genauer beschrieben. Sie ergeben sich aus der Erkenntnis, dass kognitive und emotionale Empathie gemeinsam betrachtet werden müssen, aber ohne getrennte Schätzungen dieser Eigenschaften können die unabhängigen und interaktiven Beiträge der beiden nicht abgeschätzt werden. Hierbei werden empathische Sorge und persönliche Belastung zu den emotionalen Subskalen gezählt. Im Fragebogen sind die Items gemischt; umgekehrte Items (Items 3, 4, 7, 12, 13, 14, 15, 18, 19) sind vorhanden. Die Items werden mit Punkten von 0 bis 4 bewertet, wobei „0“ bedeutet „Beschreibt mich nicht sehr gut“ und „4“ bedeutet „Beschreibt mich sehr gut“; anschließend wird der umgekehrte Wert berechnet. Der IRI wird nicht randomisiert, damit Items aus den unterschiedlichen Unterkategorien nicht vermehrt hintereinander abgefragt werden. Es wird kein Gesamtwert für Empathie errechnet, sondern ein Score von 0- 28 für jede Subskala der Empathie. Diese Subskalen sollten separat verwendet werden, da das Instrument nicht dazu gedacht ist, globale Empathie zu messen. Dem Entsprechend gibt es auch keinen Threshold-Wert ab dem Personen als unempathisch

gelten. Dennoch können die Scores verwendet werden, um einen Zusammenhang zwischen den Subskalen und dem Handeln in der VR-Anwendung zu untersuchen. Hier ist die Auswertung der Unterkategorie Fantasie besonders interessant. Es ist davon auszugehen, dass Menschen, die weniger Empathie für fiktionale Charaktere in Büchern und Filmen empfinden, auch im Umfeld eines Computerspieles weniger Empathie empfinden.

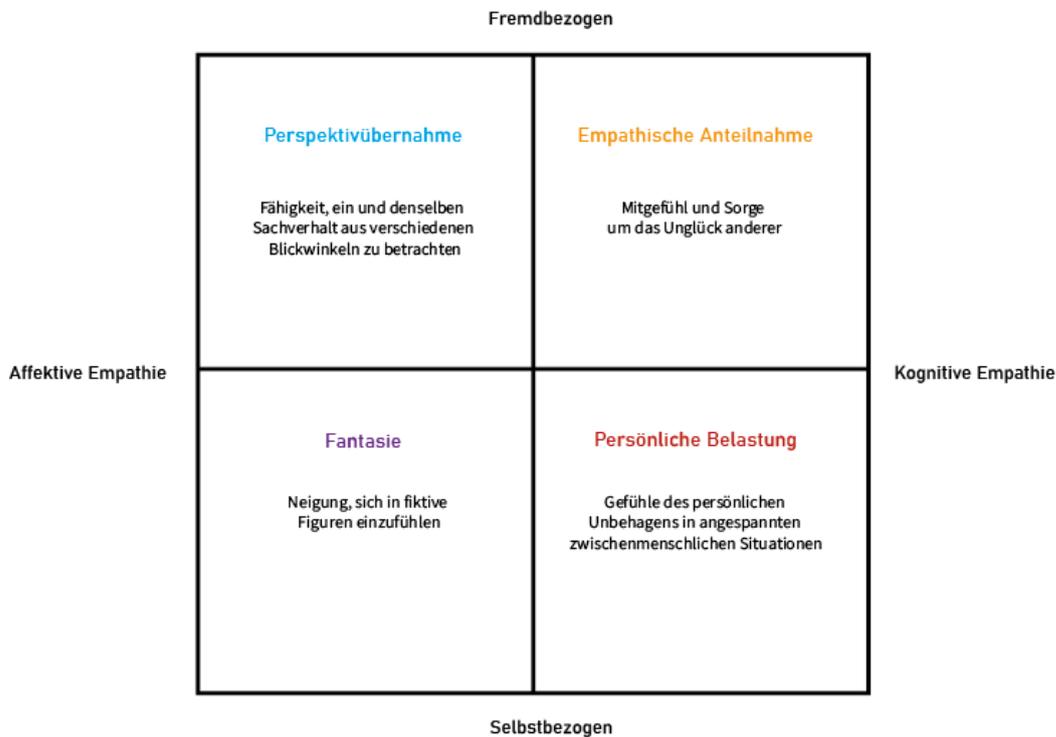


Abbildung 2.8.: IRI Matrix, Quelle: eigene Darstellung

Eine deutsche Übersetzung gibt es nur in abgewandelter Form, aber in einer medizinischen Studie wurde der IRI ins Deutsche übersetzt. Diese Version wiederum wurde zurück ins englische Übersetzt und von M.Davis autorisiert. [NST⁺12, S.16f.] Die vollständige Liste wurde für die Evaluation herangezogen. Alle Items sind im Anhang in Abbildung A.1.1 aufgeführt.

Die IRI-Skala besteht aus folgenden vier Subskalen:

1. Perspektivübernahme: evaluiert die Fähigkeit einer Person, eine Situation aus der Sicht des Anderen zu betrachten
2. Fantasie: bewertet die Neigung einer Person, sich mit der Situation und den Gefühlen von Charakteren in einem Buch, Film oder Theaterstück zu identifizieren
3. Emphatische Sorge: schätzt die Neigung einer Person ein, sich um die Gefühle und Bedürfnisse anderer zu sorgen, im Besonderen in Bezug auf Wärme, Mitgefühl und Besorgnis für andere.
4. Persönliche Bedrängnis: misst die Neigung einer Person, in schwierigen sozialen Situationen Distress und Unwohlsein zu empfinden, die aus der Beobachtung der negativen Erfahrungen anderer resultieren

Während der Evaluierung dieses neuen Messinstruments wurden signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen für jede der vier Subskalen festgestellt, wobei Frauen jeweils höhere Werte als Männer aufwiesen. Der größte Unterschied wurde für die Phantasieskala festgestellt; der Mittelwert auf dieser Skala betrug 18,75 für Frauen und 15,73 für Männer. Der geringste Unterschied zwischen Männern und Frauen ergab sich eindeutig bei der Skala Perspektivenübernahme (PT), bei der die mittlere Differenz nur etwas mehr als einen Skalenpunkt betrug (1,18). Im Gegensatz dazu wiesen die anderen drei Subskalen alle Geschlechtsunterschiede von mehr als 2,5 Skalenpunkten auf.[Dav83, S.14ff.]

Fragebogendaten machen es möglich relativ breite Empathiekonzepte zu erfassen, die Verhalten und Erleben von Probanden über viele Situationen und Zeitpunkte aggregieren können. Da es sich um eine Selbstauskunft handelt, sind sie aber auch anfällig für Störungen, wie zum Beispiel soziale Erwünschtheit, mangelnde Motivation der Teilnehmer oder ein zu hohes Abstraktionsniveau der Fragen.[Mel16, S.50]

3. Anforderungen und Spezifikation oder Konzeption

Im Folgenden werden die funktionalen und nicht funktionalen Anforderungen an die Simulationsumgebung detaillierter beschrieben. Im Forschungsmodul entstand eine Desktopanwendung in Windows 10 die mittels Steam-VR eine virtuelle Realität abbildet. Diese wurde für die HTC Vive entwickelt. Die Anwendung muss mittels einer Nvidia 1080 Grafikkarte flüssig für die Probandentest darstellbar sein.

Studien, die speziell die Moral der Verletzungen untersuchen, beschränken sich oft auf nicht-verhaltensorientierte Methoden, bei denen Dilemmata als Gedankenexperimente gelöst werden. Verschiedene Studien zeigen aber auf, dass Studien in Desktop- und immersiver VR deutlich höhere Hautleitfähigkeitswerte hervorbringt (Patil et al.,2013), was auf eine größere emotionale Beeinflussung hindeutet. Die vorliegende Studie versucht an die vorangegangenen Studien in immersiver VR anzuknüpfen, indem sie moralisch relevantes Verhalten mit potenziell schädlichen Folgen für virtuelle Agenten in einer realistischen dreidimensionalen Welt beobachtet. Die bisherige VR-Forschung in diesem Bereich hat sich meist mit der Untersuchung moralischem Handelns in unpersönlichen Dilemmas befasst. Die Einbeziehung eines persönlichen Dilemmas Einblicke in die Entscheidungsfindung in emotionalen Konfliktsituationen bieten. Die vorliegende Studie zielt genau darauf ab. Dabei soll untersucht werden, ob das beobachtete Verhalten mit früheren Erkenntnissen über moralische Urteile über hypothetische schädliche Handlungen in Textform übereinstimmen. Aufgrund der größeren emotionalen Beeinflussung in VR könnte davon ausgegangen werden, dass der utilitaristische Weg signifikant weniger gewählt wird, wenn vorher das Trilemma mit der Möglichkeit zur Selbstopferung erfahren wird. Es zeigen sich möglicherweise noch mehr deontologische Ergebnisse als in der Di Nucci Studie von 2012. Die Darstellungsweise mittels eines Head-Mounted Displays in VR führt zu anderen Ergebnissen als vergleichbare publizierte Ergebnisse mit der Darstellung am Computerbildschirm oder mit ausschließlicher Textbeschreibung. Außerdem wird analysiert, ob die Selbsteinschätzung der eigenen Empathie einen

Einfluss auf die Ergebnisse hat. Für die Durchführung der Evaluation wird eine verständliche deutsche Übersetzung der Selbsteinschätzungsfragebögen angestrebt. Die Auswahl der Selbsteinschätzungsfragebögen für die Evaluation von Empathie und Psychopathie ergibt sich aus der Studie von Francis et al. Um den zeitlichen Aufwand für die Probanden unter einer Stunde zu halten wurde der Hexaco-IP-PR hierbei nicht berücksichtigt.

Aus den im Grundlagenkapitel erklärten Erkenntnissen zur Moralethik leiten sich Grundsätze für die VR-Simulation ab. Untersuchungen in denen die Probanden aus ihrer eigenen Perspektive heraus Entscheidungen treffen sind valider, als Experimente in denen die Probanden sich in andere Menschen hineinversetzen sollen. Di Nuccis Studie führt ausschließlich Variationen des Trolley-Problems aus der Perspektive der Probanden durch, wodurch es zu weniger Verzerrungen durch Perspektivadaptierung kommen sollte.

Nach genauer Analyse der Repräsentation von Menschen in anderen VR Trolley Dilemmata fällt auf, dass alle Szenarien standardmäßig auf männliche Repräsentationen zurückgreifen. Die einzigen Ausnahmen stellen Studien dar, die Geschlechterrepräsentationen als Parameter untersuchen.[SBKP14] Während es zum Ausschluss eines geschlechterspezifischen Ergebnisses notwendig ist, allen virtuellen Agenten das selbe Geschlecht zu geben, ist dies auch mit ausschließlich weiblichen Agenten der Fall. Hier könnte nun wieder argumentiert werden, da die Ergebnisse dieser Studie mit einem Paper, welches die Formulierung MMenschenfür die möglichen Opfer auf den Schienen wählt, nicht mehr vergleichbar sind, da viele Probanden der Di Nucci Studie sich Männer vorgestellt haben könnten. Da dies aber nicht zweifelsfrei nachgewiesen werden kann ist ein kongruenter Vergleich im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Die Wahl des Geschlechts darf dem entsprechen arbiträr gewählt werden. Aufgrund der fehlenden Repräsentation weiblicher Darstellungen in anderen Studien sollen die virtuellen Menschen in dieser Studie alle Frauen sein.

Eine weitere Entscheidung bezieht sich auf die räumliche Perspektive des Probanden innerhalb des Szenarios. Navarettes virtuelle Umgebung wird als unnötig verwirrend beschrieben, da die Avatare zum Zeitpunkt der Ankunft des Waggons nicht sichtbar waren.[SBKP14, S.02] Die Perspektive in der hier umgesetzten Studie soll daher eher dem von Ramirez umgesetzten Szenario gleichen. Hierbei wird statt eines Holzsteges ein Haus konzipiert, aus dem heraus die Entscheidung getroffen werden kann. Hierbei

sollte auf große Fensterfronten geachtet werden, um eine Obstruktion des Sichtfeldes der Probanden für relevante Szenarioinhalte auszuschließen.

In der Umgebung befindet sich der Wagen auf Kollisionskurs mit fünf Agenten. Die verschiedenen Variationen ergeben sich aus den Szenarien aus Di Nuccis Studie. Für die Masterarbeit sind daher weitere Anpassungen notwendig. Wichtig für die Vergleichbarkeit mit der Di Nucci Studie ist der genaue Wortlaut des Szenarios. Die Szenarien, die Di Nucci formulierte, wurden möglichst exakt ins Deutsche übersetzt. Es wird von einem leeren Trolley gesprochen, was Draisine oder Wagen bedeutet. Es war daher wichtig eine Repräsentation ohne Führerhaus zu wählen, um die Komplikationen oder die Annahme zu vermeiden, dass sich in diesem Wagen Personen befinden. Für die Präsentation des Szenarios wurde sich neben der visuellen Komponente außerdem für ein Voice-Overlay entschieden. Wie im Grundlagenkapitel angeschnitten hat die Anwendung dadurch etwas weniger Kontextbezug, macht aber nochmal einige Metainformationen für die Probanden besser verständlich.

Für die Probandentests wird eine Valve Index zur Verfügung gestellt. Dies macht eine Anpassung der möglichen Inputs notwendig, wodurch die Interaktion aber noch realitätsnaher umgesetzt werden kann. Francis et al. nutzten Joysticks, um die Interaktion für die Probanden möglich zu machen und konzipierten eine zweite Studie, um mögliche spielbezogenen Affordance-Effekte aus der ersten Studie auszuschließen. Es könnte allerdings argumentiert werden, dass sowohl Joysticks als auch Tastaturen keine hohe körperliche Treue für das gewählte Szenario abbilden. Die Umsetzung dieses Szenarios implementiert bereits durch das Bewegen des Arms mittels der Triggertaste eine höhere körperliche Treue. Mittels der Vive Index kann dies aber noch gesteigert werden. Durch die Umsetzung in VR folgt die unumgängliche Umsetzung eines Tutorial-Szenarios. Hierzu wurde das Szenario unter Beibehaltung des Wortlauts implementiert:

„Sie stehen in der Nähe der Bahngleise und bemerken einen leeren Güterwagen, der die Gleise hinunterfährt und so schnell ist, dass er jeden tötet, den er trifft. Wenn Sie nichts unternehmen, fährt der Güterwagen auf dem Hauptgleis weiter und tötet eine Person, die auf dem Hauptgleis läuft. In der Nähe gibt es eine Weiche, mit der Sie den Güterwagen auf ein Nebengleis umleiten können, auf dem sich Kisten stapeln. Wenn Sie also den Hebel nach rechts umlegen, wird der Güterwagen auf die Kisten auffahren und diese zerstören. Was sollten Sie tun?“

Mit Neuerungen der Hardware ist es immer besser möglich Umgebungen zu schaffen, die der realen Welt entsprechen. Noch sind immersive VR Simulationen oft von der Qualität der Grafikkarte abhängig. Navarettes immersive VR-Anwendung von 2012 zeigt einen rudimentären Canyon. Dies ist recht einfach zu erklären, denn Vegetation braucht relativ viel Rechenkraft. Ziel der Umsetzung soll es sein, die gefundenen Variationen sowohl in immersiver als auch Desktop-VR grafisch zu übertreffen. Dazu werden Recherchen zu Unreals Meta-Humans durchgeführt. Diese Entscheidung wird nicht nur aus ästhetischen Gründen getroffen, sondern auch, da wie im Grundlagenkapitel beschrieben, die Darstellung von Menschen auf dem Display ein wichtiger Entscheidungsfaktor sein kann.

Ziel für die Masterarbeit ist es die rudimentäre Flora der Umgebung mit realistischeren Pflanzen zu ersetzen. Die Performance darf hier nicht vergessen werden, 90FPS werden angestrebt. Dies wird für die Anwendung als ausreichend definiert, da der Proband an einer Position stehen bleibt und sich für die Simulation kaum bewegen muss. Auslöser für die im Forschungsmodul aufgetretenen „Framerate Drops“ müssen ausfindig gemacht und umgangen werden. Um die Immersion noch zu steigern soll die Art wie Animationen dargestellt werden anders gelöst werden. Außerdem wird ein realistisches Handmodell angestrebt, statt des Standardcontrollers. Ebenso wichtig wird die Implementierung einer ausgewogenen Soundkulisse sein.

4. Implementierung

Die Grundlage für die Zusammenführung und Organisation der einzelnen Spielelemente ist die Unreal Engine. Diese wurde ausgewählt, da vor allem bei der optischen Darstellung einige Vorteile zu erkennen sind. Die Bearbeitung wurde in der Version 4.26 begonnen und mit der Version 4.27 beendet. Mit der veränderten Version sollte ein möglicher Grund für die zum Absturz der Engine führende Bugs, bezüglich der Meta Humans, ausgeschlossen werden. Insgesamt wurde ein Workflow gewählt, der es möglich macht nicht nur die für die hier durchgeführte Studie genutzten Variation zu kreieren, sondern eine Vielzahl anderer Trolley-Dilemmata.

4.1. Umgebung

Das Terrain der Simulation wurde mithilfe des Landmass-Plugins erstellt, wodurch es schnell auf andere Szenarien anpassbar ist. Hier wird mithilfe von Ebenen, wie aus Photoshop bekannt und Splines ein Einflussbereich definiert. Die Splines sind hierbei frei verschiebbar und können über die Parametereinstellungen eine Vielzahl von Oberflächenbeschaffenheiten abbilden. Für das Gleisbett war die Option Cap Shoape sehr hilfreich, da eine gerade Fläche definiert werden konnte die nicht von Noise beeinflusst werden kann. Auf ihr wurden die modularen Gleisteile platziert, ohne das auf Unebenheiten geachtet werden musste. Nach der Platzierung der Gleise wurde festgestellt, dass das dritte Gleis an der falschen Position platziert und an eine andere Stelle gespiegelt platziert werden sollte. Hier zeigt sich der Nutzen des Landmass-Plugins, denn die Anpassung erfolgte binnen weniger Minuten, ohne das einen neue Hightmap gesucht werden musste. Die Verteilung der Texturen sollte ebenfalls leicht anpassbar sein, wodurch Handpainting ausgeschlossen wurde. Die Verteilung der Texturen konnte über Höhen-Parameter zeiteffizient ohne intellektuelle Anpassung erfolgen. Bei Veränderung des Terrains werden die Texturen anhand der festgelegten Parameter automatisch verteilt. Insgesamt wurden 6 verschiedene Bodentexturen implementiert, welche leicht erweitert werden können. Die Texturen wurden über



Abbildung 4.1.: Steininformation Ohne und Mit Runtime Virtual Texture, Quelle: Eigene Darstellung

Mega Scans bezogen, um dem visuell realistischen Anspruch gerecht zu werden. Diese Bilder sind aber ohne Anpassung deutlich sichtbar wiederholt, was aber durch die seit 2020 verfügbare TextureVariation-Node gelöst werden konnte. Wie stark der Einfluss der jeweiligen Textur ist und wie schnell sie ineinander übergehen, kann wiederum im Landmass-Plugin angepasst werden.

Um die Umgebung zu beleben wurden mithilfe der Texturlayer und den Procedural Foliage Volumes Bäume und Steine auf den Grünflächen platziert. Diese Assets wurden von Megascans bezogen. Es wurde auf Varianz in der Auswahl geachtet. In der näheren Umgebung des Spielers sind Grasbüschel intellektuell mittels der Foliage Brush verteilt um Performance einzusparen. Um ein paar Fokuspunkte zu setzen wurden außerdem größere Steininformationen mittels Realtime Virtual Texture mit der Textur des Terrains verblendet, wie in Abbildung 4.1 zu sehen. Die Kanten der großen Modelle werden mittels der Höheninformation und Basecolor graduell verblendet. Die modularen 3D Modelle für den Waggon und die Gleise wurden einem frei erhältlichen Paket vom Unreal Marketplace entnommen und für die Zwecke der Anwendung angepasst. Grund hierfür war die Zeitersparnis, aber auch die optimale Nutzung bereits vorhandener Ressourcen für ein optimales Gesamtergebnis. Die gefundenen Assets wurden aus den jeweiligen Projekten migriert, da ein Kopieren von UAssets im Vergleich zu FBX nicht so einfach möglich ist.

Einige Modelle wurden dennoch innerhalb von der Modellierungssoftware Blender erstellt. Darunter zählt der Hebel, welcher zur Steuerung der Interaktion verwendet wird und das Haus, in welchem der Spieler steht. Zur Erstellung des Hauses wurde das Bagapie Plugin verwendet. Dieses ermöglicht ein noch schnelleres Erstellen von Wänden und Fenstern. Hierzu wird nur die Grundfläche mittels Edges definiert.

Diese werden über die Wändeoption erst zu Flächen und über einen Solidify-Modifier automatisch in Breite und Länge extrudiert. Die Texturen wurden mittels Substance Painter erstellt. Die Türen wurden innerhalb der Engine aus einem Asset-Pack bezogen und implementiert. Die Integration von intellektuell erstellten Modellen in die Unreal Engine sollte ebenfalls optimiert werden, daher wurde das Send to Unreal Plugin heruntergeladen und verwendet. Eine Anpassung der Achsen wie über den FBX-Export ist hier nicht mehr nötig. Bei gleichbleibender Benennung der Meshes ist so auch ein Überschreiben der Assets direkt in der Engine möglich. Die Versionierung wird hierdurch stark vereinfacht. Des Weiteren wurde ein Handmodell modelliert und animiert. Die Texturierung dieses Modells fand ebenfalls in Substance Painter statt.

4.2. Programmierung

Die Programmierung in der Unreal Engine wurde mithilfe von Blueprint Visual Scripting umgesetzt. Das nodebasierte Gameplay-Skripting System ist deutlich visueller als C++ und optimiert den Debugging Prozess. Die Programmierung des Spielers wurde von Grund auf neu erstellt und mit Funktionalität versehen. Viele Möglichkeiten des DefaultPawn waren für die Umsetzung dieses Charakters nicht notwendig, oder im Fall von Teleportation sogar schädlich für die Auswertung der geplanten Szenarien.

In anderen VR-Simulationen des Trolley-Dilemmas werden sehr einfache Interaktionsmöglichkeiten implementiert. Im Fall von Navarettes Simulation wurde ein Force-Feedback Joystick verwendet. Auch im Footbridge-Dilemma von Francis wurde ein Joystick verwendet. Im Fall von Ramirez' VR-Simulation, welche online frei verfügbar ist, wurde ein einfacher Button umgesetzt, welcher mit der Triggertaste ausgelöst werden kann. Für die in den vergangenen Monaten entstandene Anwendung sollte die Interaktion realistischer gestaltet werden. Das umlegen des Hebels sollte nicht nur mittels eines einzigen Knopfdrucks ausgelöst werden. Dies macht sie zwar anfälliger für Fehler, gibt aber den tatsächlichen Prozess der für das Umlegen eines Hebels echter wieder. Abbildung 4.2 zeigt den implementierten Hebel. Die Anwendung wurde sowohl für die HTC Vive als auch für die Valve Index umgesetzt. Hierbei zeigen sich Unterschiede in der Interaktion, die auf die Möglichkeiten der jeweilig zugehörigen Controller zurückzuführen ist. Für die HTC Vive bedeutet dies, dass mittels der

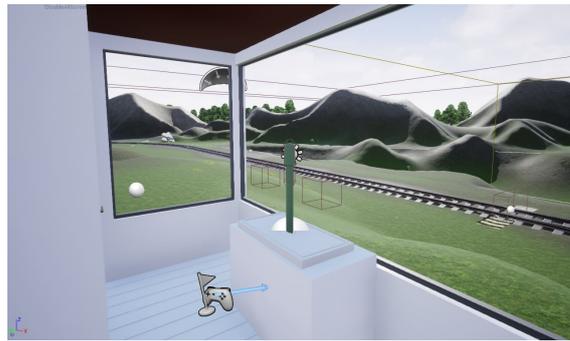


Abbildung 4.2.: Ansicht des implementierten Hebels, Quelle: eigene Darstellung

Triggertaste der Hebel ausgewählt wird, aber nur durch die tatsächliche Bewegung der Hand in die jeweilige Richtung folgt der Hebel der Hand. Die Interaktion mittels des Valve Index Controllers kann einen Schritt weiter gehen. Hier ist das Drücken einer Taste nicht erforderlich, sondern die Position der Finger kann erfasst werden. Default ist der Controller so angelegt, dass die Spieler die Hand die gesamte Zeit über in einer natürlichen, offenen Haltung tragen können. Um mit dem Hebel zu agieren müssen sie nur nah mit der Hand an den Hebel und dann die Hand schließen. Anschließend müssen sie ihn mit geschlossener Hand nach Links oder Rechts bewegen. Diese Art der Interaktion erfordert eine größere physische Treue als das Drücken eines Knopfes mit dem Trigger des Controllers, oder die Bewegung des Handgelenks beim Joystick. So soll die Authentizität der Spielerinteraktion verbessert werden. Die Anwendung kann mit einer Hand durchgeführt werden, dennoch wurden beide Hände implementiert, um Linkshänder nicht zu benachteiligen.

Der Trolley bewegt sich auf einem Pfad mittels einer Spline-Komponente, welche im Blueprint referenziert wird. Mittels der Timeline Node wird dann festgelegt, wie lang der Waggon vom ersten bis zum letzten Punkt dieser Spline braucht. Die Auswahl der Waggon wurde über die Sichtbarkeit geregelt. Alle Trolleys fahren gleichzeitig los, aber nur der aktuell durch den Hebel ausgewählte bleibt dabei sichtbar. Um Anzuzeigen, auf welchem Gleis der Trolley gerade unterwegs ist werden rote Pfeile eingeblendet. Diese mindern den Kontextbezug der Anwendung, sind aber ein unabdingbarer Hinweis für die Probanden, um die Anwendung zu verstehen. Der Waggon bewegt sich abhängig von der Timeline Node. Diese definiert mittels einer Kurve wie lang der Waggon vom ersten bis zum letzten Punkt der referenzierten Spline braucht. Zu Anfang der Anwendung wird eine auditive Beschreibung des Szenarios eingespielt. Der Hebel soll sich nicht bewegen lassen, solange die Beschreibung zu

hören ist, um Ablenkung zu vermeiden. Die Zeit die die Beschreibung braucht wird im Lever Blueprint angegeben, da sie sich zwischen Dilemmas und Trilemmas um einige Sekunden unterscheidet. Sobald der Waggon eine durch Steifen markierte Stelle vor der Weiche erreicht kann die Entscheidung nicht mehr geändert werden, der Hebel ist nicht mehr bewegbar. Hierzu wurde eine Boxcollision an der Stelle platziert. Überfährt der Trolley die Markierung, wird der nicht ausgewählte Trolley gelöscht. Der andere Trolley trifft auf die jeweiligen Opfer auf dem Gleis und diese werden gelöscht. Hierbei verschwinden sie einfach und es gibt keine blutigen Animationen des Todes. Um die Entscheidung trotzdem ersichtlich zu machen, schreien die am Leben gebliebenen Opfer auf, als sie den Tod auf dem anderen Gleis miterleben.

Das Szenario der Selbstopferung bedurfte einiger Anpassungen. Aus der neuen Perspektive heraus wurde deutlich, dass die Meta Humans deutlich größer als der Tester waren. Aus dem Haus heraus wirken sie allerdings richtig skaliert. Um den Aufwand gering zu halten wurden die MetaHumans daher nicht verändert, sondern der Spieler mithilfe der `setActorScale3D`-Node in der z-Achse skaliert und so auf ein realistischeres Maß angepasst. Der Spieler wurde so platziert, dass er das Gleis mittels Bewegung im Spielbereich nicht verlassen kann. Die Spline musste so angepasst werden, dass der Spieler im Fall der Selbstopferung den Waggon sehr nah sehen kann aber nicht im Objekt landet. Dies soll natürlich auch verhindern, dass der Spieler einem Fluchtreflex nachkommt und mit Objekten in der Realwelt hinter ihm kollidiert. Am Ende der Szenarien folgt immer ein Fade zu schwarz.

Für jedes der Level wurde in Unreal eine neue Map erstellt. Die Level werden über das Hauptmenü gesteuert. Hierzu wird eine schwebende Plane mit Buttons versehen, auf der die Tester mittels des Schließens der Hand interagieren können. Dies wird über die Abfrage des Levels in diesem Fall als Linker Mausbutton interpretiert. Um für den Tester ersichtlich zu machen wird das Hovern durch eine farbliche Veränderung des Buttons hervorgehoben und zusätzlich wurde ein kleiner blauer Ball implementiert der als Mauszeiger fungiert.

4.3. MetaHumans

Um eine möglichst hohe Immersion in der Simulation zu erreichen, sollte die Repräsentation realitätsnaher Menschen eine wichtige Rolle spielen. Traditionell wird aus Zeitgründen mit Ausnahme des Haupt- oder Spielercharacters meist auf Baukästen

zur Erstellung von Menschen zurückgegriffen. Komplette gleich aussehende Menschen hätten unrealistisch gewirkt, daher wurden zwei kostenfreie Softwaretools für die Erstellung von Menschen untersucht. Ein Vergleich dieser beiden Tools scheint in Bezug auf die Performance und Darstellungsweise von Menschen daher sinnvoll. Die zwei ausgewählten Tools sind hier Make Human, ein seit 2000 entwickelte Desktop-Anwendung, für welche viele Communityinhalte entwickelt wurden, und das Anfang dieses Jahres veröffentlichte MetaHuman, welches bisher in der Betaversion vorliegt und online mittels eines Epic-Accounts zugänglich ist. Meta Human wurde von Epic entwickelt und ermöglicht damit eine Integration in die Unreal Engine. Es wird kontrovers diskutiert, allerdings meist wegen unrühmlicher Anwendungsgebiete wie Deepfakes und Erotikbranche. Für die Anwendung in wissenschaftlichen Studien ist dieser Realismusanspruch allerdings wünschenswert.

Die von den Metahumans gemeinsam genutzten Dateien sind über 2GB groß. Darunter zählen das Skeleton und bestimmte Texturen für Haare und Kleidung. Für jeden konkreten Metahuman kommen dann nur einige hundert MB dazu. In der höchsten Auflösung ist die Performance für VR mit unspezialisierter Hardware nicht aufrechtzuerhalten. Die Komponente LODSync verwaltet die verschiedenen Detailstufen, die sich je nach Abstand zur Kamera automatisch anpassen. Statt die Detailstufen automatisch anpassen zu lassen, kann aber auch ein Detailgrad forciert werden. Diese Funktion wurde genutzt, um die Verwendung in VR zu ermöglichen. In diesem Fall wurde von 8 LODs die 5. gewählt. Dies ist schon eher im schlechten Bereich. Da aber die Orientierung der Personen laut Skulmowski nicht relevant für die Entscheidungsfindung ist, werden die Agenten in den meisten Szenarien nur von hinten gesehen. [SBKP14, S.12] Nur im Szenario der Selbstopferung sind die Personen von vorne zu sehen.

Make Humans lassen keine Anpassungen der LODs innerhalb der Engine zu: Daher hier in Abbildung 4.3 ein Vergleich zwischen einem MetaHuman in LOD 0, in LOD 5, wie in der Evaluation verwendet, und einem MakeHuman. Jetzt könnte argumentiert werden, dass die Verbesserungen der Darstellungen von Meta Humans gegenüber Make Humans ab LOD Stufe 5 verschwinden. Dies ist im Fall von Gesicht und Haaren der Fall, jedoch nimmt der Detailgrad der Kleidung, von der aus der Perspektive der Probanden am meisten gesehen wird, nicht im selben Maße ab. Insgesamt wirken Meta Humans daher auch in einem niedrigeren LOD realistischer als Make Humans.

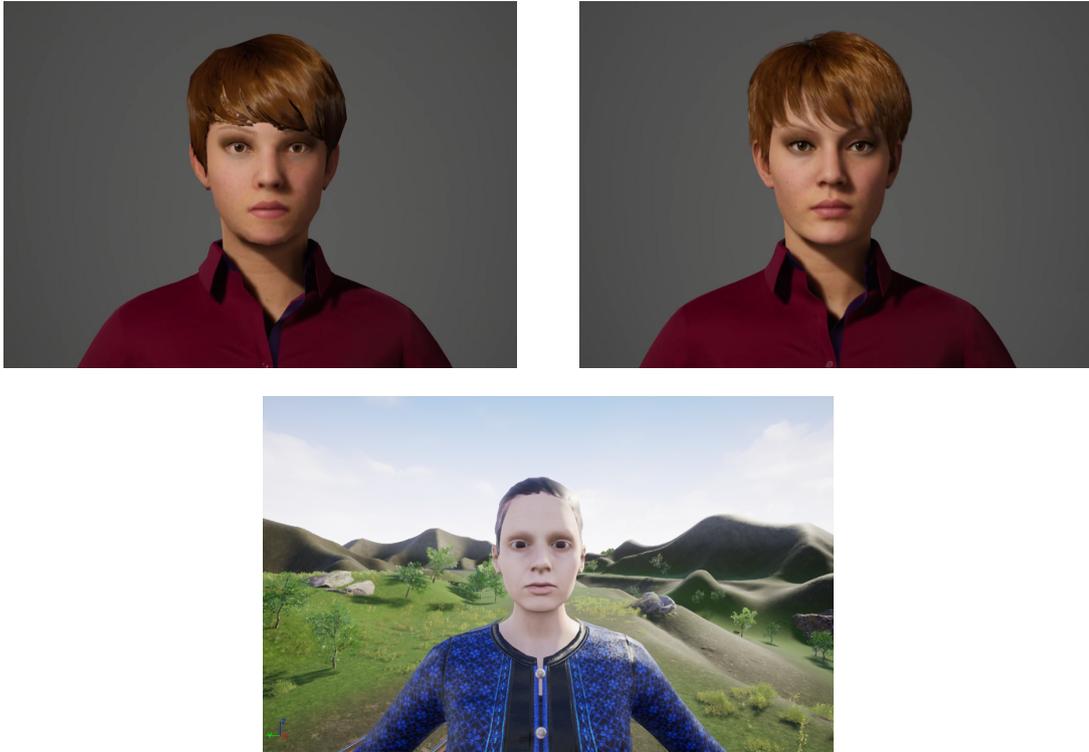


Abbildung 4.3.: Vergleich Metahuman LOD4/LOD0 und Make Human Quelle:
Oben: Meta Human Creator Unten: eigene Darstellung

Ein einzelner Make Human in der Szene und ein einzelner Meta Human auf LOD 5 sind im Editor unter hohen Scalability Settings, gleich performant. In LOD 0 erhöht sich die Zeit um einen Frame zu rendern nochmal um die Hälfte. Die reine Reduzierung des Detailgrads konnte das Ziel 90FPS mit für die Anwendung notwendigen 7 Meta Humans in der Szene jedoch nicht erreichen. Nach vielen Versuchen wurde sich, für die Gesundheit der Probanden während der Simulation, dafür entschieden, die Engine Scalability für Schatten auf die niedrigste Stufe zu stellen. Die dynamischen Schatten wurden hiermit komplett entfernt. Durch die Erhöhung der Auflösung der statischen Lichter behielt die statischen Schatten der Landschaft und der Flora aber ihre gut berechneten detaillierten Schatten.

Zur Verwendung von Metahumans in der Unreal Engine wird Quixel Bridge und einige Plugins benötigt. Die Groom Plugins sind für die Darstellung der Haare und Wimpern notwendig. Das Control Rig bietet die Möglichkeit die Metahumans sowohl durch Transformation aller Körperteile, als auch der Gesichtszüge intellektuell

anzupassen. Um Ressourcen zu sparen wurde sich aber für einen anderen Ansatz zur Animation der Menschen entschieden. Die Live Link Plugins sind dann notwendig, wenn Motioncapturing in Realtime durchgeführt werden soll, was dann sinnvoll wäre, wenn Gesichtszüge für eine Konversation aufgenommen werden sollen. Da die Metahumans allerdings meist in die entgegengesetzte Richtung orientiert sind, werden sie hier nicht benötigt.

Für die in der Simulation zu sehenden MetaHumans wurden Animationen aus den MOCAP-Basics von Unreal und Mixamo verwendet. Hierzu mussten die Bones der Meathumans auf die des Unreal Manekin retargeted werden. Zuerst wurden die Animationen über Animationssequenzen erstellt. Allerdings muss aufgrund der internen Asset IDs für jedes Level eine neue Animationssequenz erstellt werden, obwohl die Metahuman Blueprints dieselben Namen haben wie im anderen Level. Jede Anpassung führt hier zu einem viel zu hohen Aufwand. Daher wurde dieser Ansatz verworfen. Stattdessen wurde ein Animation Blueprint erstellt welcher mittels einer State Maschine die Zustände der Metahumans ändert. Sie starten zufällig in einer von drei Idle-Zuständen. Sobald der Trolley losfährt, führen die Metahumans die Animation laufen aus. Dabei bewegen sie sich hier, wie der Trolley auf einer an den Gleisverlauf angepassten Spline von Punkt A nach Punkt B. Sobald der Waggon mit einem Menschen kollidiert wird die Timeline angehalten, wodurch alle Meta Humans zum stehen kommen und sie führen eine von drei Endanimationen durch, welche auf die Knie fallen und schreien, rufen und die Hände vor dem Gesicht zusammenführen und weinen beinhalten.

Noch ist die Anwendung Metahumans ausbaufähig. Mit der Entwicklung der Unreal Engine 5, welche Nanite integriert, werden aber auch Objekte mit sehr hoher Polygonanzahl performanter dargestellt. Nanite ist das neue virtualisierte Geometriesystem der Unreal Engine 5, das ein neues internes Mesh-Format und eine neue Rendering-Technologie verwendet, um pixelgenaue Details und hohe Objektzahlen zu rendern. Es arbeitet nur mit den Details, die wahrgenommen werden können. Da es zu Beginn der Entwicklung dieser Anwendung noch keine stabile Version der Unreal Engine 5 gab, wurde mit Unreal 4.27 gearbeitet. Sollten Metahumans im höchsten Detailgrad aber bald in VR nutzbar sein, ist dies ein großer Schritt für Simulationen, die realistische Cutscenes oder Ähnliches erstellen wollen. Außerdem wird dann auch die Darstellung von Emotionen durch realistische Gesichtsanimationen möglich. Dies kann nicht nur in der Forschung sondern auch in Spielen oder Animationsfilmen Anwendung finden. Variationen wie dick oder dünn, alt oder jung sind möglich,

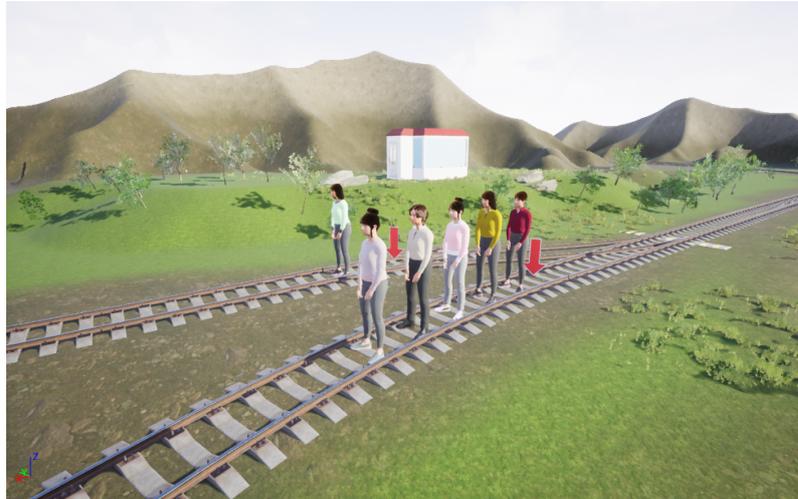


Abbildung 4.4.: Ansicht der Umgebung, Quelle: eigene Darstellung

allerdings können keine Kleinkinder dargestellt werden und der Sozialstatus durch etwaige abgenutzte Kleidung ist ebenfalls nicht darzustellen.

Noch ist die Auswahl möglicher Kleidungsstücke stark beschränkt, diese werden aber sicher mit der Zeit entweder durch die Entwickler oder durch Beiträge der Community aufgestockt. Für Makehuman sind einige Kleidungsstücke frei verfügbar, allerdings handelt es sich bei dem meisten Content um die Kleidung von Figuren aus Spielen oder Animes. Die wenige verfügbare Alltagskleidung passt sich kaum an das Mesh an, wodurch sie entweder darin verschwindet oder gar nicht nutzbar ist. Die Materialien sind ebenfalls selten realistisch und müssen intellektuell angepasst werden. Während der Bearbeitungszeit wurde ein weiteres Feature von Metahumans veröffentlicht, wobei selbst erstellte Köpfe auf den Körper von Metahumans gesetzt werden können. Diese werden dann berechnet, um ein Facial Rig zu erstellen, dass die Animation von Gesichtsausdrücken und die Nutzung der Defaultanimation im Editor möglich macht. Die Ergebnisse des Vergleichs zwischen Make Human und Metahuman werden in Tabelle 4.1 zusammengeführt. Aufgrund dieser Analyse wurde die Anwendung Meta Human zügig für die Umsetzung der Szenarien ausgewählt. Eine Übersicht der Anwendung zum Zeitpunkt der Evaluation ist in Abbildung 4.4 zu sehen.

4.4. Sound

Die Soundkullisse sollte möglichst realitätsnah abgebildet werden, um die Immersion in die Anwendung zu erhöhen. Hierzu wurde nach frei verfügbaren Soundquellen gesucht. Alle Sounds werden über Sound Cues an den jeweiligen Orten im Level abgespielt, von denen sie ausgehen sollten. Eine Ausnahme bildet der Waggon, welcher mit einer Sound Attenuation ausgestattet ist. Diese definiert einen Radius um den Trolley herum, in welcher der Sound je nach Abstand zur Quelle in einer abnehmenden Lautstärke zu hören ist. Hinter der Bergkuppe ist der Waggon noch nicht zu hören. Der herannahende Waggon wird immer lauter, bis er am Weichenstellhaus vorbei fährt, oder im Fall des Trilemmas die Menschen oder den Tester erreicht. Insgesamt ist der Trolley sehr laut, um eine trotz seiner geringen Geschwindigkeit eine gewisse Gefahr auszustrahlen. Die Geschwindigkeit des Waggons sollte nicht erhöht werden, um den Spielern genug Zeit für ihre Entscheidung zu geben. Während der gesamten Simulation ist ein ruhiger Hintergrundsound mit Vögeln, Grillen und einem leichten rauschen zu hören, um den sonnigen Tag auf einer Wiese zu unterstreichen. Die verarbeiteten Sound umfassen weiterhin die verbale Beschreibung der jeweiligen Szenarien. Es gibt verschiedene Sounds, für den Aufprall des Trolleys auf Kisten, und für den Aufprall auf Menschen. Letzterer wurde durch das Mischen verschiedener Sound mittels After Effekts realisiert, da kein realistischer Sound in einer kostenfreien Bibliothek gefunden wurde. Zuletzt wurden auch verschiedene Frauenschreie eingefügt, die von den verbliebenen Menschen ausgehen, die den Tod auf dem anderen Gleis miterleben mussten. Dies schien mir realistischer als den Menschen schreien zu lassen der getroffen wird, denn dieser war ja ahnungslos und hat den Tod nicht kommen sehen. Das Zusatzlevel zum Genderbias wurde noch nicht mit einer verbalen Beschreibung versehen, da es für die Evaluation keine Anwendung findet.

	Make Human	Meta Human
Detailgrad der Meshes	Im Vergleich ungefähr LOD 5 bei Meta Humans, eine stark vereinfachte Darstellung von Falten ist möglich	Über 8 LODs anpassbar von sehr realitätsnah bis kubistisch
Gesichter	Die Form des Gesichtes kann anhand von Slidern in seiner Form geändert werden, Form und Größe von anderen Extremitäten anhand von Größe und Position anpassbar, oft auch in Karrikaturistischer Weise	Anhand der Wahl von vorgegebenen Gesichtern können diese ineinander überblendet werden. Insgesamt können 26 weibliche und 33 männliche Gesichter ausgewählt werden, über Punkte in der Anatomie können einzelne Features per Drag and Drop im 3D-Space modelliert werden
Variation der Körperformen	Über Slider anhand der Merkmale Geschlecht, Alter, Muskelmasse, Gewicht, Größe, Proportionen und Ethnien einstellbar	Anhand der Größen klein Mittel und Groß je drei Auswahlmöglichkeiten für normal, übergewichtig und untergewichtig, also 9 Optionen pro Geschlecht
Variation des Hauttons	17 verschiedene Materialien, getrennt in männlich und weiblich	Der Farbton der Haut ist innerhalb des natürlichen Spektrums frei wählbar
Weitere Materialien	beschränkte Materialien für Augenfarbe, Augenbrauen und ähnliches	Im höchsten Detailgrad einzelne Fältchen, Haarsträhnen, Sommersprossen sichtbar, Materialienfarbe für Augen und Haare frei wählbar, Makeup und Bärte ebenso möglich
Haare	11 verschiedene Haarmeshes	22 verschiedene Haarmeshes, nicht alle für alle LODs
Kleidung	große Auswahl, wenig qualitativ hochwertige Meshes, und immer nur in einer Farbe	kleine Auswahl, dafür hoher Detailgrad, 3 Oberteile, 5 Hosen, 4 Paar Schuhe, Farben der einzelnen Bestandteile frei wählbar

Tabelle 4.1.: Vergleich der darstellerischen Vielfalt in Make Human und Meta Human.

5. Evaluation

Basierend auf der in den vorherigen Kapiteln erläuterten Anwendung wurde die Evaluation konzipiert. Hierbei wurde vor allem auf Di Nuccis Paper zurückgegriffen, um den Ablauf und die Reihenfolge der VR-Simulationen auszuwählen.

5.1. Präsentation der Studie

Vor Beginn der Simulation werden die Probanden gebeten, die Teilnehmerinformation zu lesen und die Einverständniserklärung zu unterschreiben. In dieser werden persönliche Informationen über das Alter, Geschlecht, den Beruf oder das Studium, sowie die Art der bisherigen Computerspielerfahrung. Die Probanden müssen das 18. Lebensjahr vollendet haben, um an der Studie teilnehmen zu können. Sollten keinerlei Erfahrungen mit Computerspielen vorliegen, werden die Probanden von dieser Studie ausgeschlossen, um eine traumatische Erfahrung der Probanden zu vermeiden. Darauf folgen die Fragebögen zum Levenson Self-Report Psychopathy Scale (LSRP) und Interpersonal Reactivity Index (IRI) Diese werden den Probanden auf deutsch präsentiert. Hierzu wurde ein Zeitraum von 20 Minuten veranschlagt. Anschließend folgt eine kurze VR-Simulation, in der die Testpersonen aufgefordert werden Entscheidungen in einem sozialen Setting zu treffen. Die Reihenfolge in der Probanden mit den Szenarien konfrontiert werden wird durch die von Di Nucci definierten drei Gruppen festgelegt. Die Teilnehmer wurden nach dem Zufallsprinzip den einzelnen Gruppen zugeordnet. Die Simulation kann negative Empfindungen hervorrufen, da die gezeigten Szenen graphische gewaltsame Darstellungen enthalten. Im Anschluss gab es daher die Möglichkeit einer Gesprächsrunde. Anschließend werden die Probanden gebeten, einen abschließenden Fragebogen auszufüllen, der die Gedanken zur Studie erfassen soll. Dieser nimmt nochmal 10 Minuten in Anspruch. Die gesamte Untersuchung dauerte etwa eine dreiviertel Stunde pro Testperson.



Abbildung 5.1.: Ablauf der Evaluation, Quelle: Eigene Darstellung

5.2. Simulation

Alle Szenarien wurden mittels einer Valve Index angezeigt. Diese hat eine Auflösung von 1440 x 1600 pro Auge. Der Ton wurde über die integrierten Kopfhörer übertragen. Die Probanden hatten 4m² freie Fläche, um den Kontakt mit Möbeln zu verhindern. Über die Gefahr über das Kabel zu stolpern wurde aufgeklärt, ebenso was im Fall von Motion Sickness zu tun ist. Außerdem wird das Head Mounted Display vom Probanden justiert, bis dieser das Menü scharf sieht. Die Möglichkeiten zur Interaktion werden zu Anfang der Simulation in einem Testszenario etabliert. Hierzu wurde ein Valve Index Controller verwendet. Die Entscheidungen werden aus Sicht des Probanden mittels eines Screenshot Programm aufgenommen und anonymisiert gespeichert. Aus dem Video heraus kann nicht auf die Identität des Spielers geschlossen werden. Das Testszenario enthält ein Szenario in dem der Trolley auf eine Person zurast, und der Proband mittels des Hebels den Trolley auf ein Gleis mit Kisten umleiten kann. Sollte dieses Probeszenario die Interaktion noch nicht verständlich gemacht haben, kann das Tutorial aus dem Menü heraus wiederholt werden. In dem Szenario wurden visuelle Hinweise eingebaut, um die Interaktion

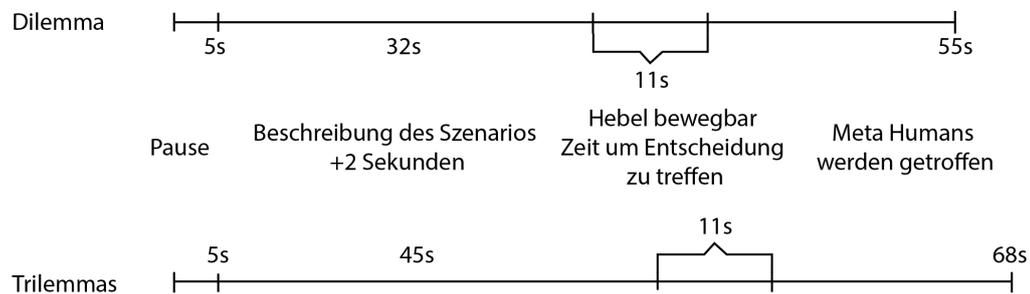


Abbildung 5.2.: Zeitlicher Ablauf der Simulation, Quelle: Eigene Darstellung

neben der verbalen Erklärung noch eindeutiger zu machen. Das Gleis auf das der Trolley aktuell zufährt ist mit einem roten Pfeil markiert. Eine schwarz gelbe Markierung auf dem Gleis zeigt an, ab welchem Punkt keine Änderung der Hebelposition, und damit der Weichenstellung, mehr möglich ist. Nachdem sichergestellt wurde, dass die Probanden die Interaktion verstanden haben, wurden sie mit zwei Szenarien konfrontiert. Zwischen den Szenarien werden sie mit einem Menü konfrontiert. Hier wählen sie selbstständig mittels der geübten Handposition die vom Experimentator angesagte Gruppe aus. Die Erklärungstexte der Szenarien sind unterschiedlich lang, da in den Trilemmas eine dritte Option beschrieben werden muss. Daher startet der Zug immer erst, nachdem der Erklärungstext vollständig vorgetragen werden konnte. Ab diesem Zeitpunkt hat der Proband 3 Sekunden Zeit bis der Zug zu sehen ist und weitere 10 Sekunden bis der Zug den Warnstreifen erreicht. Der Hebel ist erst bewegbar, wenn der Erklärungstext komplett gesprochen wurde, um Ablenkung zu vermeiden. Dieser zeitliche Ablauf ist in Abbildung 5.2 noch einmal deutlicher dargestellt. Im Abschließenden Fragebogen konnten die Probanden technische Probleme schildern. Keiner von ihnen gab an, aus Zeitmangel nicht geantwortet oder aus Verwirrung eine falsche Entscheidung getroffen zu haben.

5.3. Ergebnisse

Insgesamt nahmen 33 Probanden zwischen 18 und 31 Jahren an der Studie teil. Durchschnittlich waren sie 22,8 Jahre alt. Alle Probanden hatten normales oder auf

normal korrigiertes Sehvermögen. Die Mehrheit der Probanden war mit 97% rechts­händig. Alle Probanden waren Studenten oder Dozenten der Hochschule Mittweida. Die schriftliche Einwilligung aller Beteiligten liegt vor. Die angebotene Gesprächs­runde wurde von keinem der Teilnehmern wahrgenommen, Kommunikationsbedarf bestand nur auf der Inhaltsebene der Simulation.

Das Ausfüllen der Einverständniserklärung funktionierte bei den meisten Probanden problemlos. Zwei der Probanden gaben nicht an, wie viel Videospiele Erfahrung sie hatten. Da sie aber konkrete Beispiele für Spiele nannten, welche sie schon innerhalb der ausgewählten Genres gespielt haben, fiel dies während der Evaluation nicht auf. Aufgrund der genannten Spiele konnte davon ausgegangen werden, dass sie vom Tod der Agenten innerhalb der Simulation nicht traumatisiert werden. Dennoch sollte bei der Konzeption der Fragebögen möglicherweise eine andere Platzierung dieser Frage gewählt werden. Während der Evaluation traten beim Beantworten des Levenson Scores und des IRI Fragen auf. Zwei Probanden gaben bei der Beantwortung der Aussage „Wenn ich wütend auf jemanden bin, versuche ich normalerweise, mich für eine Weile in die Lage der anderen Person zu versetzen.“ aus dem IRI an, noch nie wütend gewesen zu sein und diese Frage deshalb eigentlich mit „beschreibt mich nicht sehr gut“ beantworten zu müssen. Es handelt sich hier um eine Aussage die auf die Fähigkeit der Perspektivübernahme abzielt. Für die Aussage „Mein Hauptzweck im Leben ist es, so viele gute Dinge zu bekommen, wie ich kann“ aus dem Levenson Score wurde erfragt, ob es sich hierbei nicht auch um emotionale Dinge handeln kann.

Die Popularität des Trolley Dilemmas in Schulbildung und KI-Entwicklung zeigt sich in der Frage, ob die Probanden vor der Simulation schon Kenntnis vom Trolley Dilemma hatte. Nur eine Person hatte vor der durchgeführten Simulation noch nicht vom Trolley Dilemma gehört. Bei der Durchführung der Evaluation kam es leider zu einigen technischen Schwierigkeiten. Aufgrund eines Wackelkontakts im Lautsprecher konnten 5 Probanden den Ton nur einseitig hören, was die Immersion gestört haben könnte. Aufgrund von fehlenden Lade-Screens kam es bei einigen Probanden zu leichtem Bildruckeln beim Laden. Ein Proband gab an, dass er die Sehschärfe in VR nicht richtig einstellen konnte. Bei zwei Probanden kam es zu einem Absturz der Software, aber immer nach der Durchführung eines Szenarios, nicht während. Die Interaktion war für einige Tester nicht sofort intuitiv, aber nur ein Proband gab an, dass er aufgrund dessen, dass er den Hebel nicht umlegen konnte, eine andere Entscheidung getroffen hätte. Die Ergebnisse dieses Probanden

werden für die statistische Auswertung aussortiert. Einer Testperson wurde aufgrund von Termenschwierigkeiten das Szenario auf einer HTC Vive statt auf einer Valve Index präsentiert, wodurch die Interaktionsmöglichkeit ein wenig verändert war. Hier wurde die Triggertaste als für die Aktion „Hand schließen“ umgesetzt, da die Controller keine Drucksensoren beinhalten.

In allen Szenarien zusammen gab es 4 Fälle, in denen die fünf Personen getötet wurden. Eine Person war wie oben erwähnt in einem Szenario zu weit vom Hebel entfernt. Das Ergebnis wird hier nicht in die Statistik eingehen. Eine weitere Person konnte den Hebel nicht mehr rechtzeitig umlegen und überfuhr daher die fünf Personen. Er hat dies aber anscheinend nicht wahrgenommen, denn in der abschließenden Befragung gab er an, den Hebel zweimal umgelegt und damit die fünf gerettet zu haben. Da er dementsprechend nicht angibt, seine Entscheidung ändern zu wollen wird seine Entscheidung wie getroffen berücksichtigt. Über die 64 betrachteten Szenarien hinweg entschieden sich die Probanden zu 4,69% für die deontologische Herangehensweise. Über die Gruppen hinweg sieht dies aber anders aus.

Für Gruppe 1, wobei auf das klassische Dilemma das persönliche Trilemma mit möglicher Selbstopferung folgte zeigen sich folgende Werte für das klassische Dilemma:

9,1% entschied sich für die deontologische Lösung,

90,9% für den utilitaristischen Weg.

in der folgenden Entscheidung, die Selbstopferung ermöglichte, entschieden sich

9,1% für den deontologischen Weg,

18,2% für die Selbstopferung und

72,7% für die Opferung einer anderen Person.

In Gruppe 2 wurde mit dem Szenario der Selbstopferung angefangen

70% der Probanden entschieden sich hier dafür, die eine andere Person zu opfern

30% opferten sich selbst,

und kein einziger ließ die fünf sterben.

Im darauf folgenden klassischen Dilemma entschieden sich alle Probanden dafür die eine andere Person zu töten. Es zeigte sich bei dieser kleinen Stichprobe nicht der von Thomson erwartete Effekt, dass durch die Konfrontation mit dem eigenen Tod die Opferung des einen anderen unzulässig wird. Dies deutet darauf hin, dass selbst dann, wenn die Menschen ausdrücklich vor die Option der altruistischen Selbstaufopferung gestellt werden, die Neigung, die fünf Menschen auf der Hauptstrecke zu retten, weiterhin ihre intuitiven Urteile dominieren.

In der Kontrollgruppe 3 mit einem anderen unpersönlichen Trilemma zu Anfang sieht es ähnlich aus.

36,4% opferten die Person auf dem rechten Gleis

54,5% opferten die Person auf dem linken Gleis

9,1% ließen die fünf sterben.

Im darauf folgenden klassischen Dilemma entschieden sich alle Probanden die fünf zu retten. Die Ergebnisse in Gruppe 2 widerlegen Thomsons Hypothese nicht eindeutig, da die Gruppengröße mit nur 10 Probanden kein generalisierbares Ergebnis zulässt. Dennoch liefert sie ein Indiz dafür, dass die Konfrontation mit der eigenen Opferung nicht ausreicht, um die Immoralität die fünf zu retten kritisch zu hinterfragen. Dies ist konträr zu Di Nuccis Ergebnissen in der Onlinebefragung. In der Onlinebefragung gab es deutliche Unterschiede zwischen den Antworten vom klassischen Dilemma wenn dieses isoliert betrachtet wurde und wenn die Beurteilung nach dem Trilemma mit der Möglichkeit zur Selbstopferung erfolgte. Im ersten Fall antwortete eine deutliche Mehrheit, dass ein Eingreifen zulässig ist, genauer 66,7% in der Online Befragung. Im zweiten Fall ändert sich die Intuition der Befragten, wo nur noch 38,7% diese teilen. Dies zeigt also deutliche Unterschiede zur hier durchgeführten Studie. Werden sich aber noch Navarettes Ergebnisse in immersiver VR ins Gedächtnis gerufen, dann zeigen sich auch deutliche Unterschiede zu Di Nucci. Hier entschieden sich schon 90,5% den einen zu opfern, um die fünf zu retten, also fast 24% mehr. Bezieht man die Untersuchungsergebnisse von Patil et al. ein, wonach in Desktop-VR mehr utilitaristische Entscheidungen getroffen werden, als bei textbasierter Präsentation, ist es bei noch immersiverer VR zu erwarten, weniger deontologische Ergebnisse zu finden als bei Di Nucci. Die hier erhobenen Daten stützen also die Hypothese, dass in VR dargestellte Inhalte andere Ergebnisse hervorrufen als das klassische Gedankenexperiment. Das Modell von Cushman

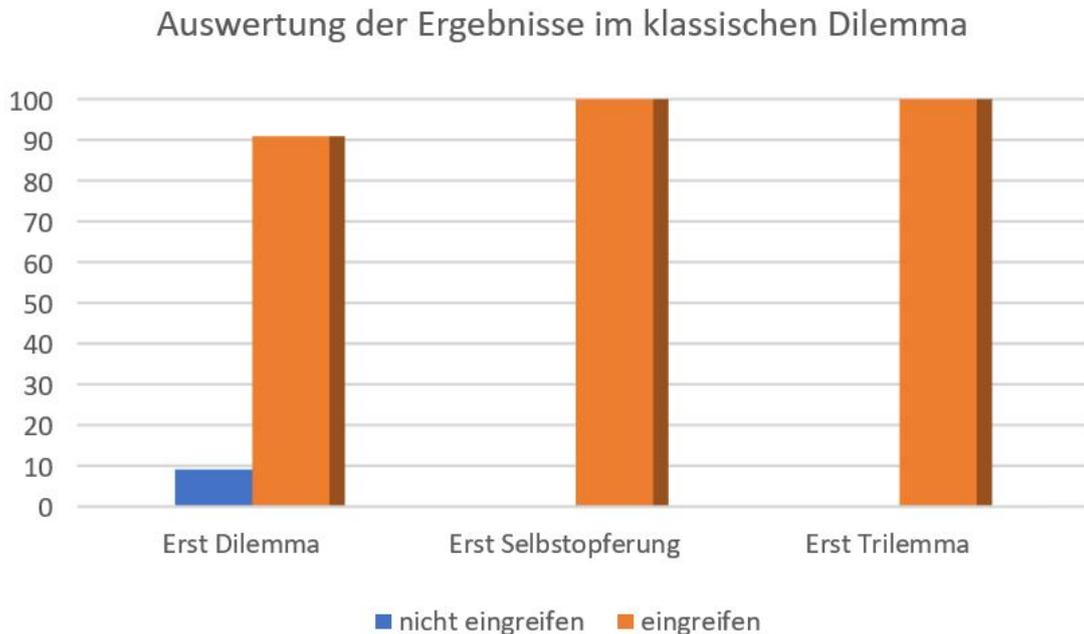


Abbildung 5.3.: Gruppenübergreifende Ergebnisse im klassischen Dilemma

würde diese Ergebnisse erklärt. Die Signifikanz der virtuellen Umgebung bedeutete, dass der ergebnisbasierte Wert, der mit dem Nichthandeln zur Rettung gefährdeter Opfer verbunden war, einen stärkeren negativen Wert hatte, als die Entscheidung, eine schädliche Handlung gegen eine einzelne Person auszuführen. Die im Kapitel Anforderungen aufgestellt Hypothese, dass aufgrund der höheren emotionalen Beeinflussung in VR weniger utilitaristische Ergebnisse getroffen werden, kann in dieser Studie nicht bestätigt werden. Die zweite Hypothese, dass die Darstellungsweise mittels eines Head-Mounted-Displays andere Ergebnisse hervorbringt als Darstellungen mit ausschließlicher Textbeschreibung wird jedoch bestätigt, da auch in dieser Studie ca. 95% der Probanden eine utilitaristische Entscheidung wählen. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Patile et al. in nicht immersiver VR und ist ähnlich zu Navarretes Ergebnissen in VR.

5.3.1. Psychologische Auswertung

Aufgrund des geringen Anteils an deontologischen Ergebnissen kann der Einfluss von IRI und LSRP-Ergebnissen nicht ausgewertet werden. Es ist aber möglich die

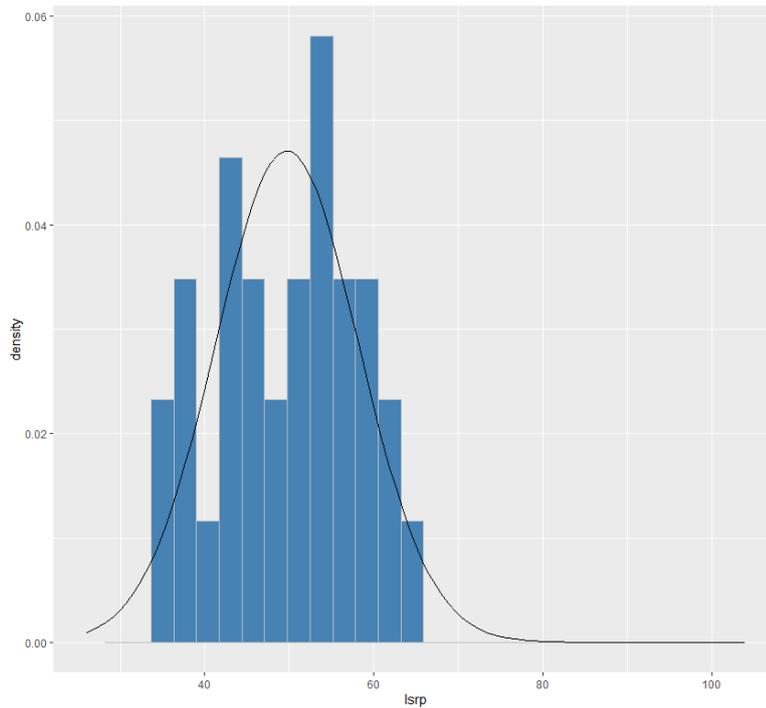


Abbildung 5.4.: Histogramm LSRP mit eingezeichnete Normalverteilungskurve, Quelle: eigene Darstellung

Verteilung der Ergebnisse in Zusammenhang mit dem utilitaristischen Ausgang auszuwerten. Hierzu wurden alle Datensätze entfernt, in denen eine oder mehrere deontologische Entscheidungen getroffen wurden. Dieser Datensatz mit 30 Einträgen wird nun genutzt, um Abhängigkeiten zwischen den einzelnen IRI Werten und dem LSRP zu untersuchen. Im vorhandenen Datensatz von 30 Personen konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Interpersonal Reactivity Index und dem Levenson Psychopathy Scale festgestellt werden.

Nun stellt sich die Frage, ob die Probanden dieser Studie, inklusive derjenigen, die sich deontologisch entschieden haben innerhalb akzeptabler Grenzen in der Verteilung des IRI und LSRP liegen.

Die Ergebnisse des LSRP liegen recht deutlich innerhalb einer Normalverteilung. Durchschnittlich lag der LSRP-Score bei 49,7. Bei den weiblichen Probanden lag er bei 46,2 und den männlichen bei 51,3. Der durchschnittliche Wert für primäre Psychopathie lag bei Frauen bei 27,0 und bei Männern bei 29,1. Für die sekundäre

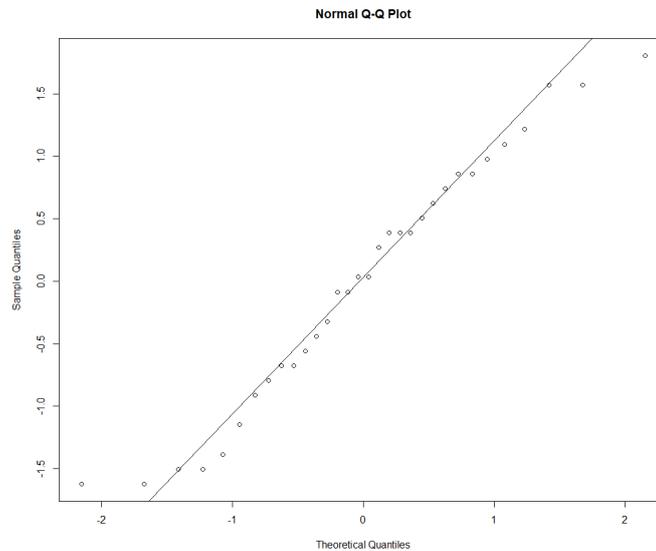


Abbildung 5.5.: Normalverteilung LSRP, Quelle: eigene Darstellung

Psychopathie lagen die Werte für Frauen durchschnittlich bei 19,2 und bei Männern bei 22,2.

Die Komponenten des Interpersonal Reactivity Index „Persönliche Belastung“ und „Perspektivübernahme“ zeigen innerhalb der getesteten Probandengruppe eine Normalverteilung. Bei den Komponenten „Fantasie“ und „Empathische Anteilnahme“ ist dies, analysiert anhand von Quantil-Quantil-Diagrammen, nicht eindeutig der Fall. Es scheint mehr Extremwerte zu geben, als bei einer Normalverteilung zu erwarten war. Bei der Komponente Fantasie zeigen sich leicht bessere Scores als in den anderen Komponenten. Auch dies widerlegt nicht die Hypothese, dass Personen mit höherem Fantasiescore mehr utilitaristische Ergebnisse wählen. Größere Personengruppen müssten befragt werden, um hier ein generalisierbares Ergebnis zu erzielen.

Die durchschnittlichen Werte für die einzelnen Komponenten, aufgeschlüsselt nach Geschlecht sind in Tabelle 5.1 zu sehen. Bei der Komponente Perspektivübernahme, in der es darum geht den selben Sachverhalt aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten, schnitten beide Geschlechter gleich ab. In der Subskala empathische Sorge schnitten die Männer etwas besser ab, in der Kategorie Fantasie die Frauen. Auch in der Subskala persönliche Belastung gaben die Frauen an, sich etwas unwohler in angespannten zwischenmenschlichen Situationen zu fühlen.

5. EVALUATION

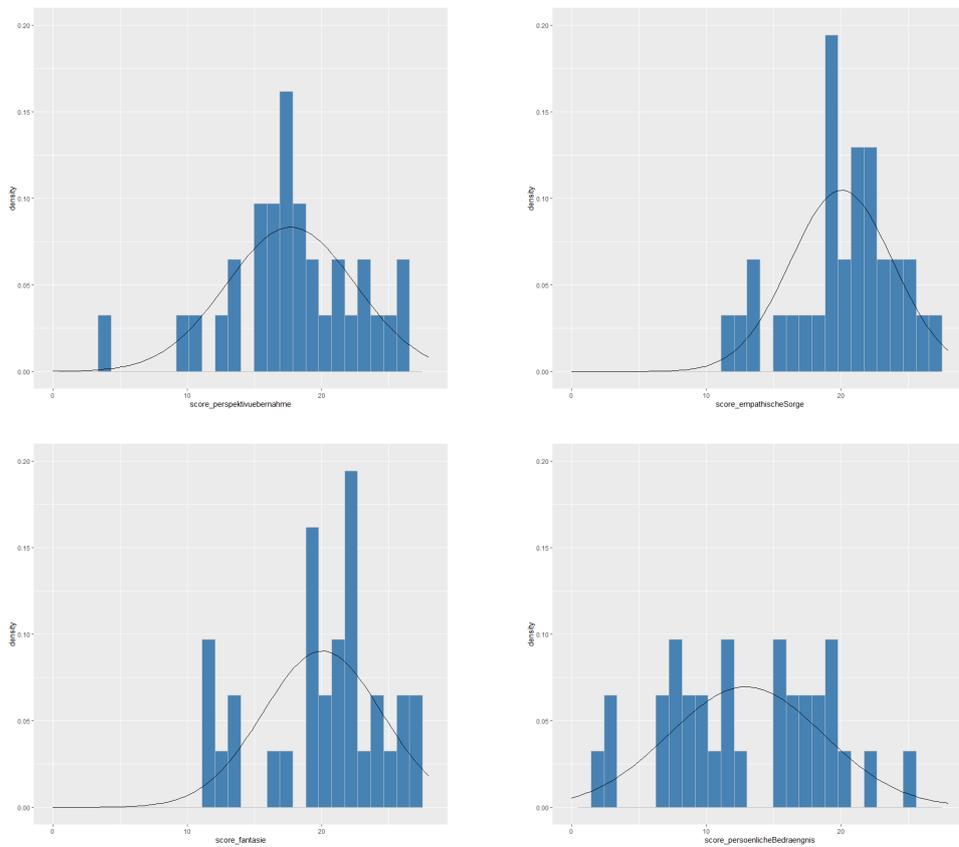


Abbildung 5.6.: Verteilungen der einzelnen IRI-Scores, Oben: Perspektivübernahme und Empathische Anteilnahmen, Unten: Fantasie und persönliche Belastung, Quelle: eigene Darstellung

	Gesamt	Weiblich	Männlich
Perspektivübernahme	17,7	17,7	17,7
Empathische Anteilnahme	20,1	18,8	20,6
Fantasie	20,1	21,0	19,6
Persönliche Belastung	13,0	14,1	12,5

Tabelle 5.1.: Durchschnittswerte der vier Komponenten des Interpersonal Reactivity Index nach Geschlechtern.

5.3.2. Einschätzung der Immersion

Weitere in der Evaluation erfasste Variablen befassten sich mit der Einschätzung der Immersion nach Slater. Hierzu wurden die folgenden Fragen auf einer 7-Punkte Likert Skala bewertet.

- (A) Wie real erschien Ihnen die virtuelle Welt? Einordnung von „ungefähr so real wie eine imaginäre Welt“ bis „nicht zu unterscheiden von der realen Welt“
- (B) Inwieweit gab es Zeiten, in denen Sie das Gefühl hatten, das die virtuelle Welt für Sie „Realität“ wurde und Sie die reale Welt draußen fast vergessen haben? - Einordnung von „zu keiner Zeit“ bis „fast die ganze Zeit“
- (C) Kam Ihnen die virtuelle Welt eher wie etwas vor, das Sie gesehen haben oder wie ein Ort, den Sie besucht haben? - Einordnung von „etwas das ich gesehen habe“ bis „ein Ort den ich besucht habe“
- (D) In der virtuellen Welt fühlte ich mich eher wie... -Einordnung von „ich stand im Labor und trug einen Helm“ bis „ich war im virtuellen Raum“

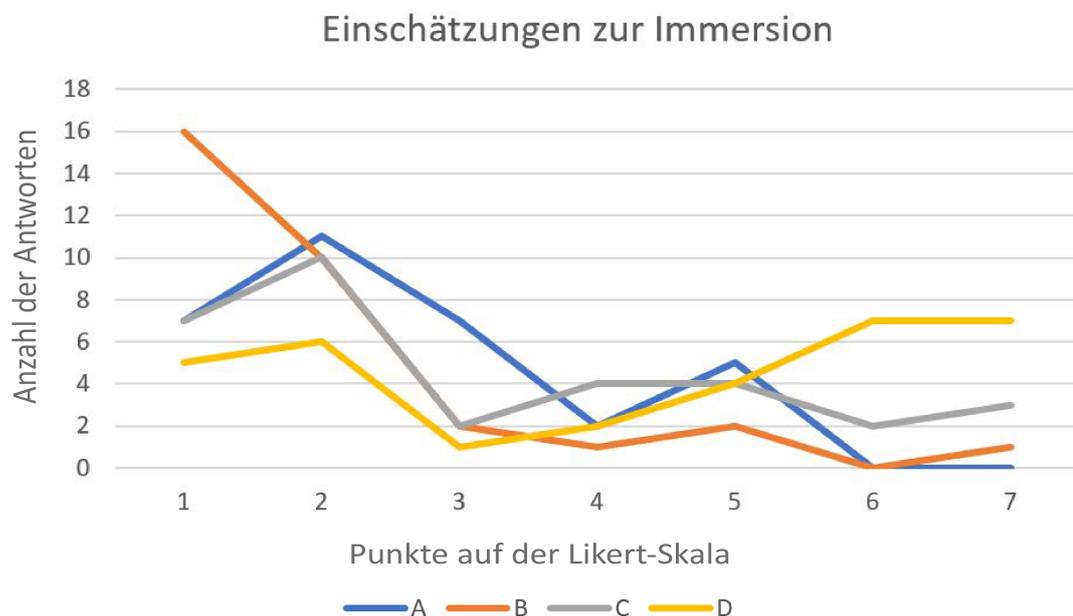


Abbildung 5.7.: Quelle: Eigene Darstellung

Frage A wird disparat beantwortet, wobei die Mehrheit der Probanden deutliche Unterschiede zur Realwelt erkennt. Hier ist anzumerken, dass die Mehrheit der Probanden Medieninformatikstudenten waren die qualitative Vergleiche zu anderen Anwendungen einschätzen konnten. Dennoch wird eine gewisse Verschiebung hin zur Realwelt festgestellt. Eine perfekte virtuelle Welt kann nach bisherigem technischen Stand nicht hergestellt werden. Daher ist die Einschätzung von 7 hier nicht als Ziel zu betrachten.

Wie sich sehr deutlich zeigt wird Frage B von den meisten Personen eher negativ beantwortet. Das bedeutet, dass sie sich der ganzen Zeit bewusst waren in einer virtuellen Welt zu sein. Dies ist einfach zu erklären, denn die Simulation dauerte bei keinem der Probanden länger als 10 Minuten. Die relevanten Szenarien selbst beliefen sich dabei nur auf insgesamt weniger als 5 Minuten, die restliche Zeit wurde die Interaktionsmöglichkeit aufgezeigt und die Sehschärfe eingestellt. Ein einlassen auf eine virtuelle Welt braucht aber mehr Zeit, als hier durch den Folgeeffekt der Szenarien gegeben werden konnte. Für künftige Studien in VR sollte dies berücksichtigt und möglicherweise ein Versuchsaufbau wie in Sütfelds Fahrsimulations-Szenarios angestrebt werden. Hier durchlief ein Proband mehr als 18 verschiedene Szenarien. Dies gibt den Probanden mehr Zeit sich in die virtuelle Simulation einzufinden.

Auf die Frage, ob die Probanden die Simulation eher als einen Ort einschätzen, den sie nur gesehen haben, oder einen, den sie besucht haben, antwortete ca. die Hälfte der Probanden mit einem Wert unter 3. Die andere Hälfte gab eine recht gleichmäßige Einschätzung von 3 bis sogar hin zu 7. Ganz pragmatisch betrachtet ist eine Einschätzung von 1 nichts weiter als eine rationale Einschätzung der Sinneseindrücke. Denn die simulierten Eindrücke umfassen lediglich den visuellen und auditiven Input. Trotz dieser Limitation fühlten sich 9 Probanden eher wie an einem anderen Ort, als ihn nur gesehen zu haben.

Frage D wird diametral beantwortet, wobei mehr Probanden trotz des Gewichtes der Valve Index von stolzen 800 Gramm (ohne Kabel) angaben, sich nicht zu fühlen als hätten sie einen Helm auf. Sie konnten trotz der sehr kurzen Simulation die physischen Eindrücke der Realwelt vergessen.

5.3.3. Einschätzungen der Probanden zu ihren Entscheidungen

Eine weitere Frage untersuchte, ob die Probanden das Gefühl hatten zu wenig Zeit für ihre Entscheidungen zu haben. Zwei der Probanden gaben an zu wenig Zeit empfunden zu haben, zwei aber auch zu viel. Für die große Mehrheit der Probanden war der gewählt Rahmen angemessen.

Eine weitere Frage ging darauf ein, wie gut sich die Probanden an die getroffenen Entscheidungen erinnern können. Da einige Probanden allerdings nur mit „ja“ geantwortet haben kann hier keine qualitative Aussage getroffen werden. Wie oben erwähnt gab es einen Probanden der seine Entscheidung nicht mehr realitätsgetreu wiedergegeben hat.

Die nächsten Fragen lauteten „Würden Sie bestimmte Entscheidungen nachträglich gerne ändern?“ und „Wenn ja, welche?“ Insgesamt gaben fünf Probanden an, dass Sie ihre Entscheidung womöglich ändern würden, wobei zwei von Ihnen in Gruppe drei eine Person getötet haben und sich zufällig entscheiden mussten. Sie hinterfragen, ob sie diese Entscheidung auf die eine Person auf dem anderen Gleis ändern sollten, da sie keinen genauen Grund dafür finden welche Person sie ausgewählt haben. Eine Person würde gern ihre Entscheidung ändern, da sie zu weit vom Hebel weg stand, und ihn daher auch nicht gegriffen hat um eine Entscheidung zu treffen. Eine Person hat in Gruppe 3 das Szenario nicht verstanden und die Person auf dem rechten Gleis nicht gesehen, gibt aber an, auch in diesem Fall vermutlich sich selbst und die Personengruppe retten zu wollen. Eine Person gibt in der Befragung an, dass sie mit mehr Bedenkzeit vermutlich nicht gehandelt hätte, das heißt die fünf Personen nicht gerettet hätte, da es Sie an das Krankenhaus-Dilemma erinnert. Hier können fünf kranke Personen nur durch die Organspende einer gesunden Person gerettet werden. Der Proband sagt aus, dass „[d]ie Autonomie einer Person ... in so einem Szenario [nicht antastbar sein sollte]. Jedoch ist es schwer solch einen Gedankengang durchzudenken mit so wenig Zeit.“

Interessanterweise sind die Probanden, wenn sie die Schreie der verbliebenen Personen gehört haben davon ausgegangen, dass es sich um die Schreie der getroffenen Person(en) handelt. Drei der Probanden gaben sogar in der abschließenden Befragung an, dass die Schreie für sie der belastendste Teil der Simulation war. Die Schreie haben ihren Zweck erfüllt, ein Unwohlsein auszulösen und die Konsequenz der getroffenen Entscheidung zu verdeutlichen.

Eine Frage zum moralischen Urteil der Probanden wurde ebenfalls integriert. Ist es moralisch akzeptabel einen Menschen zum Wohle vieler zu opfern? [FHH⁺16, S.6] Hier gingen die Meinungen stark auseinander. Da hier die Probanden eine Kurzantwort geben durften, lassen sich die Antworten nicht kategorisch in Ja und Nein einordnen. Als Ja identifiziert wurden 18 Antworten, 10 als Nein und fünf Probanden legen sich nicht fest. Hierbei werden Kombinationen folgender Faktoren aufgezählt: Es ist abhängig davon, ob die Person persönlich bekannt ist oder sogar ein Familienmitglied oder Freund ist. Zwei Probanden ziehen den Vergleich zum Organspende-Dilemma, wonach es nicht zulässig ist eine Person zu opfern. Ein Proband zieht das Alter der Personen die zum Wohle vieler geopfert werden soll in Betracht. Mehrere Probanden halten die Opferung des Einen für das kleinere Übel, um Schäden zu minimieren. Eine Person würde Personen, die großen Einfluss auf die Gesellschaft nehmen können seltener Opfern als einen Arbeiter. Dieser Ausschnitt zeigt, dass dieses Dilemma sehr unterschiedliche Assoziationen hervorruft und die Probanden über die reine Simulation hinaus beschäftigt.

Es zeigt sich hier, wie in der Studie von Francis et al. eine Diskrepanz zwischen moralischem Urteil und tatsächlicher Handlung. Obwohl 31 der beobachteten Probanden im klassischen Dilemma eingreifen, halten mindestens 10, also ein Drittel der Befragten es für inakzeptabel, das Leben eines Menschen zum Wohle vieler zu opfern.

Abschließend wurde noch erfragt, ob ein bestimmter Teil besonders belastend für die Teilnehmer war. Wie oben bereits erwähnt waren für drei der Probanden die Schreie der Agenten besonders belastend. 15 der Probanden fanden keinen Teil der Simulation besonders anstrengend, einige vor allem, weil sie sich der Virtualität des Experiments bewusst waren. Für vier Probanden war die Entscheidung in einem Dilemma an sich belastend, da kein Weg gewählt werden konnte der alle Agenten rettet. Trotz dessen, dass es sich nur um eine Simulation handelte, drückt ein Proband aus, dass es schwer war, die Entscheidung mit seinem Gewissen zu vereinbaren. Drei der Probanden, welche das unpersönliche Trilemma durchliefen, fanden es schwer sich zwischen den beiden einzelnen Personen zu entscheiden. Sieben der Probanden aus dem persönlichen Trilemma gaben an, dass dieses Szenario am schwersten für sie war, da sie sich damit konfrontiert sahen zwischen sich selbst und einer anderen Person zu wählen. Einer der Probanden, der hier die Selbstopferung wählte gab an, dass den Waggon auf sich zu fahren zu sehen doch dramatischer war, als erwartet.

Für eine erweiterte Studie lassen sich einige Verbesserungsvorschläge vorbringen. In der Simulation selbst sollte ein Ladescreen implementiert werden, um Motion Sickness noch besser zu vermeiden und die Anwendung nutzerfreundlicher zu machen. Die Menübutton sollten vergrößert werden, wenn die Interaktion gleich bleibt, oder zurück auf eine Triggerinteraktion gesetzt werden. Im Studiendesign wäre sofern für das Forschungsziel möglich, eine längere Zeitspanne für die Simulation anzusetzen, um den Probanden die Möglichkeit zu geben tatsächliche Präsenz zu empfinden. Um die Ergebnisse mit Di Nuccis Studie vergleichen zu können, war dies in diesem Versuchsaufbau nicht möglich. Das Tutoriallevel dieser Studie enthielt nur ein Szenario, welches die Probanden solange wiederholen konnten, bis sie sich mit der Interaktion wohl fühlten. Dennoch führten nur wenige Probanden das Szenario mehr als einmal aus und eine kleine Anzahl zeigte Schwierigkeiten in der Simulation. Daher wäre eine automatische Erhöhung auf drei Tutorial Level, möglicherweise ganz ohne Menschen auf den Gleisen denkbar. Dies nimmt den Druck von den Probanden, ihre Fähigkeiten vor den Versuchsleitern zu beweisen und zuzugeben ein weiteres Trainingslevel zu benötigen.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Der Schwerpunkt der Arbeit lag auf der Erweiterung eines Prototypen zur Durchführung einer Simulation über verschiedene Variationen von Trolley-Dilemmata. Bei der Erweiterung des Prototypen standen drei Aspekte im Vordergrund. Zum einen mussten die für die Umsetzung ausgewählten Meta Humans levelübergreifend animiert werden, um sich realistisch auf den Gleisen zu bewegen. Die rudimentäre Umgebung sollte außerdem mit hochauflösenden Pflanzenmodellen erweitert werden, um den Kontextrealismus zu erhöhen. Außerdem musste die Performance der Anwendung deutlich erhöht werden. Alle diese Anpassungen mussten in Vorbereitung auf die folgende Evaluation fertig gestellt werden. Diese Anforderungen konnten vollumfänglich vor Beginn der Probandentests fertiggestellt werden. Die im Rahmen dieser Masterarbeit entwickelte Anwendung bietet eine optimale Grundlage für die schnelle Anpassung an weitere Szenarien der Moralethik anhand von Trolley Dilemmas. Die implementierte Interaktionsmöglichkeit bietet außerdem eine höhere körperliche Treue als die Interaktionen in vergleichbaren Studien. Die Simulation bringt eine Variation eines persönlichen Dilemma ein, wie sie bisher in VR nicht untersucht wurde.

Neben den Untersuchungen zur Deontologie und zum Utilitarismus unter Einbeziehung der Di Nucci Studie wurde auch ein Szenario umgesetzt, in dem ein Mann auf dem rechten Gleis steht, um exemplarisch die leichte Anpassbarkeit auf anderer Bereiche der Psychologie zu demonstrieren. So können die Opfer des Trolleydilemmas schnell aufgrund ihrer Merkmale Geschlecht, Alter, Körperfülle und Herkunft angepasst werden, um sozialen Bias zu untersuchen. Kleinkinder können zum jetzigen Stand noch nicht mittels Meta Human umgesetzt werden. Eine Parametrisierbarkeit stand hierbei noch nicht im Vordergrund.

Die Studie mit 33 Probanden lieferte überraschende Ergebnisse. Die Veränderung der kontextuellen Bedeutung bei der Präsentation von Dilemmas und Trilemmas führte zu Unterschieden der Befürwortung des utilitaristischen Prinzips. Daher wurden die Empathisfragebögen untersucht, um hier mögliche Aufreißer auszuschließen. Der

größte Schwachpunkt des LSRP ist die Tatsache, dass Probanden beim Selbstbericht jederzeit lügen können. So könnten Probanden sozial erwünschte Antworten bevorzugen, obwohl sie im inneren etwas anderes empfinden. Es handelt sich hier aber nicht um eine klinische Studie zur Untersuchung von Psychopathie, daher sind die Vorzüge der kurzen Bearbeitungszeit und die fehlende Notwendigkeit für Interviews und Akteneinsicht anderen Methoden der Messung vorzuziehen. Die Auswertung der Daten legt nahe, dass die Probanden sich innerhalb einer Normalverteilung zu erwarteten Weise ausgedrückt haben, was für eine ehrliche Beantwortung spricht. Die einzelnen IRI Komponenten zeigen in zwei Fällen sehr gute Übereinstimmung mit der zu erwarteten Normalverteilung. Bei den Werten Fantasie und Emphatische Anteilnahme ist dies nicht eindeutig der Fall. Dennoch ist davon auszugehen, dass die vermehrt utilitaristischen Daten nicht anhand ungewöhnlicher psychologischer Dispositionen zu erklären sind.

Wie in Navarettes Studie hätten zu Beginn mehrere für die Auswertung nicht relevante Variationen durchgeführt werden sollen, um die Probanden länger mit der Versuchsumgebung vertraut zu machen. Das Tutorial zusammen mit den zwei relevanten Variationen zusammen dauerte nicht länger als drei Minuten, was den Probanden kaum Zeit für die Akklimatisierung in der neuen Umgebung gab. Dem entsprechend konnte sich auch kein großes Gefühl der Immersion zeigen. VR war hier vielleicht nicht der richtige Weg, um das Studiendesign Di Nuccis eins zu eins abzubilden. Eine Option, um die Immersion noch weiter zu erhöhen, wäre es die Menschen und Kisten beim Aufprall nicht einfach verschwinden zu lassen, sondern VFX-Effekte wie Blutspritzer oder zersplitternde Holzteile hinzuzufügen. Die Simulation mit den Probanden zeigt aber, dass die implementierten Schreie unerwartet sind und schon das gewünschte Gefühl des Unwohlseins auslösen.

Der wohl wichtigste Punkt zur Verbesserung, der während den Evaluationen zu kurzem Unwohlsein geführt hat, ist das Fehlen von Ladescreens. Das Level baute sich innerhalb weniger Sekunden vor dem Auge des Probanden zusammen, was zu leichtem Stocken der Bildwiederholungsrate führte. Die Fehler, die zu einer Entscheidung entgegen der vom Probanden gewünschten führten, können durch ein weiteres obligatorisches Tutoriallevel verhindert werden. Außerdem wurde für jedes der Level eine neue Map erstellt. Für kommende Projekte sollte sich daher mit dem Konzept von Sublevels auseinandergesetzt werden. Hierdurch könnten die Metahumans und das dritte Gleis je nach Bedarf zur Landschaft hinzu geladen werden. Anpassungen

der Landschaft und der manuell erstellten Flora müssten nicht mehr in jedes Level übertragen werden.

Optisch entspricht die Anwendung State-of-the-Art Anforderungen an VR- Simulationen, auch wenn noch ein weiter weg bis zu tatsächlichem Fotorealismus gegangen werden muss. Durch die Implementation von Epics Meta Humans wurde aber ein Schritt in die richtige Richtung gemacht. Die Anzahl der Metahumans in einem Level ist derzeit in VR noch von der Leistung der Grafikkarte abhängig. Ein berechtigter Kritikpunkt wäre womöglich die Plausibilität des vorgestellten Szenarios. Die Metahumans laufen ohne erkennbaren Grund auf den Gleisen, was zu der irrtümlichen Annahme führen könnte, dass sie im letzten Moment den Trolley hören und aus dem Weg springen könnten. Dieses Problem ist in der kontrollierten Versuchsanordnung unvermeidlich, denn diese Evaluation sollte sich möglichst nah an die von Di Nucci formulierten Szenarien halten. Für folgende Studien wäre es jedoch schnell möglich Anpassungen im Terrain vorzunehmen, um den Kontextrealismus weiter zu erhöhen. Die für diese Studie realisierte virtuelle Welt erfüllt dennoch insgesamt einen hohen Anspruch an Authentizität und bildet unter den gegebenen Randbedingungen das betreffende Szenario so realitätsnah wie derzeit möglich ab.

Die VR-Technologie bietet keine endgültige Lösung für den Konflikt zwischen Verhaltensrealismus und wissenschaftlicher Kontrolle, aber die visuelle und auditive Darstellung von Inhalten, die sich Probanden herkömmlicherweise nur vorstellen sollen, gibt weitere Einblicke in den moralischen Verstand, die mit Gedankenexperimenten und textuellen Fragebögen nicht abgedeckt werden können. Die exemplarischen Daten zeigen, anders als bei Di Nuccis Online-Umfrage, keine Änderung der Handlungsentscheidungen nach der Konfrontation mit der Selbstopferung. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Patil et al., wonach die Darstellungsweise, die nicht mehr auf einer gedanklichen Simulation des Szenarios beruht, utilitaristische Entscheidungen begünstigt. Aber auch Cushmans Model, wonach das ergebnisorientierte Entscheidungssystem utilitaristisches Verhalten bevorzugt, und das handlungsbasierte System nicht eingreifen, weil das ziehen eines Hebels im Allgemeinen nicht mit einer negativen Belohnung verbunden ist, würde die Ergebnisse erklären. Weitere Variationen zu persönlichen Dilemmata wären nötig, um hier ein klare Ergebnis liefern zu können.

Glossar

Affektverzerrung Erinnerungen, die mit negativen Emotionen verbunden sind werden tendenziell schneller vergessen als solche, die mit positiven Emotionen verbunden sind.. 30

Ankereffekt Der Ankereffekt ist eine kognitive Verzerrung, bei der die Entscheidungen einer Person durch einen bestimmten Bezugspunkt oder „Anker“ beeinflusst werden.. 30

diegetisch außerhalb der erzählten Welt. 33

fMRI Die funktionelle Magnetresonanztomographie ist ein bildgebendes Verfahren, um physiologische Funktionen im Inneren des Körpers mit den Methoden der Magnetresonanztomographie darzustellen.. 11

Framerate Drops Framerate Drops zeichnen sich durch einen starken Abfall der Anzahl der Bilder pro Sekunde aus. Hierdurch kann es zu Motion Sickness kommen.. 46

HMD Ein Head-Mounted Display, kurz HMD, ist ein auf dem Kopf zu tragendes visuelles Ausgabegerät. Es präsentiert Bilder entweder auf einem augennahen Bildschirm oder projiziert sie direkt auf die Netzhaut.. 18

Nanite Nanite ist eine neue virtualisierte Mikropolygon-Technologie, die unglaublich hochauflösende Assets ermöglicht. Die Geometrie-Rendering-Technologie von Unreal Engine 5 ermöglicht, dass native Assets in Filmqualität direkt in Szenen importiert werden können.. 54

Noise Noise, deutsch Rauschen, bezeichnet in diesem Zusammenhang eine prozedurale Textur, das von Künstlern für visuelle Effekte verwendet wird, um das Erscheinungsbild von Computergrafiken realistischer zu machen, Die Funktionen haben ein pseudozufälliges Aussehen, aber alle visuellen Details sind gleich groß.. 47

phaenomenologisch Wissenschaft, Lehre, die die dialektisch sich entwickelnden Erscheinungsformen des absoluten Geistes in eine gestufte Ordnung bringt, die die historisch-dialektische Entwicklung des menschlichen Bewusstseins vertritt.. 32

Rahmungseffekt Unterschiedliche Formulierungen einer Botschaft können bei gleichem Inhalt das Verhalten des Empfängers unterschiedlich beeinflussen.. 30

subdoxastisch ein unbewusster, intentionaler Zustand. Subdoxastische Zustände sind z.B. Emotionen, Gefühle, Gedächtnis, existentielle Gestimmtheiten und die Leiblichkeit.. 32

Verzerrungseffekt Handlungen können durch das Zurückgreifen auf Stereotype einen so genannten Verzerrungseffekt (Bias) auslösen.. 30

viszeral die Eingeweide betreffend. 12

Literaturverzeichnis

- [ADS⁺20] Edmond Awad, Sohan Dsouza, Azim Shariff, Iyad Rahwan und Jean-François Bonnefon: *Universals and variations in moral decisions made in 42 countries by 70,000 participants*, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Bd. 117(5):S. 2332–2337, jan 2020.
- [BKB⁺18] Giovanni Briganti, Chantal Kempenaers, Stéphanie Braun, Eiko I. Fried und Paul Linkowski: *Network analysis of empathy items from the interpersonal reactivity index in 1973 young adults*, *Psychiatry Research*, Bd. 265:S. 87–92, jul 2018.
- [BLB⁺02] Jim Blascovich, Jack Loomis, Andrew Beall, Kimberly Swinth, Crystal Hoyt und Jeremy Bailenson: *Immersive Virtual Environment Technology as a Methodological Tool for Social Psychology*, *Psychol. Inq.*, Bd. 13, 08 2002.
- [BMBW14] Christopher W. Bauman, A. Peter McGraw, Daniel M. Bartels und Caleb Warren: *Revisiting External Validity: Concerns about Trolley Problems and Other Sacrificial Dilemmas in Moral Psychology*, *Social and Personality Psychology Compass*, Bd. 8(9):S. 536–554, sep 2014.
- [BSSN01] Chad A Brinkley, William A Schmitt, Steven S Smith und Joseph P Newman: *Construct validation of a self-report psychopathy scale: does Levenson's self-report psychopathy scale measure the same constructs as Hare's psychopathy checklist-revised?*, *Personality and Individual Differences*, Bd. 31(7):S. 1021–1038, nov 2001.
- [CFHF10] Mina Cikara, Rachel A. Farnsworth, Lasana T. Harris und Susan T. Fiske: *On the wrong side of the trolley track: neural correlates of relative social valuation*, *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, Bd. 5(4):S. 404–413, feb 2010.

- [Cus13] Fiery Cushman: *Action, Outcome, and Value*, *Personality and Social Psychology Review*, Bd. 17(3):S. 273–292, jul 2013.
- [Dav83] Mark H. Davis: *Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach.*, *Journal of Personality and Social Psychology*, Bd. 44(1):S. 113–126, jan 1983.
- [Dav15] Lauren Cassani Davis: *Would You Pull the Trolley Switch? Does it Matter? The lifespan of a thought experiment*, *The Atlantic*, Okt. 2015, besucht am 08.09.2022.
URL <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/10/trolley-problem-history-psychology-morality-driverless-cars/409732/>
- [Dob15] David Dobbs: *Kill Whitey. It's the Right Thing to Do.*, Sept. 2015, besucht am 08.09.2022.
URL <https://www.wired.com/2010/09/kill-whitey-its-the-right-thing-to-do/>
- [FHH⁺16] Kathryn B. Francis, Charles Howard, Ian S. Howard, Michaela Gummerum, Giorgio Ganis, Grace Anderson und Sylvia Terbeck: *Virtual Morality: Transitioning from Moral Judgment to Moral Action?*, *PLOS ONE*, Bd. 11(10):S. e0164374, oct 2016.
- [Foo02] Philippa Foot: *The Problem of Abortion and the Doctrine of the Double Effect*, in *Virtues and Vices*, S. 19–32, Oxford University Press, oct 2002.
- [GNE⁺04] Joshua D. Greene, Leigh E. Nystrom, Andrew D. Engell, John M. Darley und Jonathan D. Cohen: *The Neural Bases of Cognitive Conflict and Control in Moral Judgment*, *Neuron*, Bd. 44(2):S. 389–400, oct 2004.
- [GSN⁺01] Joshua D. Greene, R. Brian Sommerville, Leigh E. Nystrom, John M. Darley und Jonathan D. Cohen: *An fMRI Investigation of Emotional Engagement in Moral Judgment*, *Science*, Bd. 293(5537):S. 2105–2108, sep 2001.
- [Gut21] Tobias Gutmann: *Sollten wir auf die Trolley-Fälle verzichten?*, *Zeitschrift für Praktische Philosophie*, Bd. 8(2):S. 323–350, jan 2021.

- [HSSO⁺14] Hanna Heinzen, Mara Seibert, Michel Schulte Ostermann, Christian Huchzermeier und Hedwig Eisenbarth: *Diagnostische Verfahren zur Messung von psychopathischen Persönlichkeitsmerkmalen.*, *Praxis der Psychotherapie*, Bd. 24:S. 106–137, 01 2014.
- [LKF95] Michael R. Levenson, Kent A. Kiehl und Cory M. Fitzpatrick: *Assessing psychopathic attributes in a noninstitutionalized population.*, *Journal of Personality and Social Psychology*, Bd. 68(1):S. 151–158, 1995.
- [Mel16] Martin Melchers: *Neurobiologische Grundlagen interindividueller Unterschiede in Empathie*, Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 2016.
URL <https://hdl.handle.net/20.500.11811/6812>
- [Mis03] Christoph Mischo: *Wie valide sind Selbsteinschätzungen der Empathie?, Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie (GIO)*, Bd. 34(2):S. 187–202, jun 2003.
- [NMMA12] C. David Navarrete, Melissa M. McDonald, Michael L. Mott und Benjamin Asher: *Virtual morality: Emotion and action in a simulated three-dimensional “trolley problem”.*, *Emotion*, Bd. 12(2):S. 364–370, 2012.
- [NST⁺12] Melanie Neumann, Christian Scheffer, Diethard Tauschel, Gabriele Lutz, Markus Wirtz und Friedrich Edelhäuser: *Physician empathy: Definition, outcome-relevance and its measurement in patient care and medical education*, *GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung*; 29(1):Doc11; ISSN 1860-3572, 2012.
- [Nuc13] Ezio Di Nucci: *Self-Sacrifice and the Trolley Problem*, *Philosophical Psychology*, Bd. 26(5):S. 662–672, oct 2013.
- [PCZ⁺13] Indrajeet Patil, Carlotta Cogoni, Nicola Zangrando, Luca Chittaro und Giorgia Silani: *Affective basis of judgment-behavior discrepancy in virtual experiences of moral dilemmas*, *Social Neuroscience*, Bd. 9(1):S. 94–107, dec 2013.
- [Ram17] Erick Ramirez: *Empathy and the Limits of Thought Experiments*, *Metaphilosophy*, Bd. 48(4):S. 504–526, jul 2017.

- [RL18] Erick Jose Ramirez und Scott LaBarge: *Real moral problems in the use of virtual reality*, *Ethics and Information Technology*, Bd. 20(4):S. 249–263, jul 2018.
- [SAD⁺06] Mel Slater, Angus Antley, Adam Davison, David Swapp, Christoph Guger, Chris Barker, Nancy Pistrang und Maria V. Sanchez-Vives: *A Virtual Reprise of the Stanley Milgram Obedience Experiments*, *PLoS ONE*, Bd. 1(1):S. e39, dec 2006.
- [SBKP14] Alexander Skulmowski, Andreas Bunge, Kai Kaspar und Gordon Pipa: *Forced-choice decision-making in modified trolley dilemma situations: a virtual reality and eye tracking study*, *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, Bd. 8, dec 2014.
- [SC12] Eric Schwitzgebel und Fiery Cushman: *Expertise in Moral Reasoning? Order Effects on Moral Judgment in Professional Philosophers and Non-Philosophers*, *Mind & Language*, Bd. 27(2):S. 135–153, mar 2012.
- [SGKP17] Leon R. Sütfeld, Richard Gast, Peter König und Gordon Pipa: *Using Virtual Reality to Assess Ethical Decisions in Road Traffic Scenarios: Applicability of Value-of-Life-Based Models and Influences of Time Pressure*, *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, Bd. 11, jul 2017.
- [SIM11] Christopher Shallow, Rumen Iliev und Doug L Medin: *Trolley problems in context*, *Judgment and Decision Making*, Bd. 6:S. 593–601, Okt. 2011.
- [Tho85] Jarvis J Thomson: *The Trolley Problem*, *The Yale law journal.*, Bd. 94(6), 1985, ISSN 0044-0094.

Anhang

A. Analysedokumente

A.1. Interpersonal Reactivity Index

Item
1. Ich habe Tagträume und stelle mir recht regelmäßig Dinge vor, die mir passieren könnten.
2. Ich empfinde oft warmherzige, sorgende Gefühle für Leute, denen es weniger gut geht als mir.
3. Mir fällt es manchmal schwer, Dinge aus der Sicht einer anderen Person zu sehen.
4. Manchmal habe ich wenig Mitleid für andere Menschen, die gerade Probleme haben.
5. Ich lasse mich stark auf Gefühle von Romanfiguren ein.
6. In Notfallsituationen fühle ich mich ängstlich und unbehaglich.
7. Ich bin normalerweise objektiv, wenn ich einen Film oder ein Theaterstück ansehe und vertiefe mich nur selten komplett darin.
8. Ich versuche bei Meinungsverschiedenheiten zuerst alle Ansichten zu betrachten, bevor ich eine Entscheidung treffe.
9. Wenn ich sehe, wie jemand ausgenutzt wird, habe ich das Gefühl, ihn schützen zu müssen.
10. Manchmal fühle ich mich hilflos, wenn ich mich inmitten einer sehr emotionsgeladenen Situation befinde.
11. Ich versuche manchmal, meine Freunde besser zu verstehen, indem ich mir vorstelle, wie die Dinge aus ihrer Sicht aussehen könnten.
12. Ich lasse mich eher selten sehr intensiv auf ein gutes Buch oder einen guten Film ein.
13. Wenn ich sehe, wie jemand verletzt wird, bleibe ich meistens ruhig.
14. Das Unglück anderer lässt mich normalerweise weitgehend unberührt.
15. Wenn ich mir sicher bin, dass ich Recht habe, vergeude ich nicht viel Zeit damit, mir die Argumente von anderen anzuhören.
16. Nach einem Theaterstück oder Film habe ich mich schon mal gefühlt, als wäre ich eine der Personen aus diesem Stück/Film.
17. Angespante, emotionale Situationen machen mir Angst.
18. Wenn ich eine Person sehe, die unfair behandelt wird, empfinde ich manchmal nur wenig Mitleid.
19. Normalerweise komme ich mit Notfallsituationen gut zurecht.
20. Ich bin oft ziemlich berührt von Dingen, die ich mitbekomme.
21. Ich glaube, dass jedes Problem zwei Seiten hat, und versuche deshalb, beide zu sehen.
22. Ich würde mich selbst als eine ziemlich gutmütige Person bezeichnen.
23. Wenn ich einen guten Film sehe, kann ich mich sehr leicht in die Lage einer der Hauptpersonen hineinversetzen.
24. Ich neige dazu, in Notfällen die Kontrolle zu verlieren.
25. Wenn ich wütend auf jemanden bin, versuche ich normalerweise, mich für eine Weile in die Lage der anderen Person zu versetzen.
26. Wenn ich eine interessante Geschichte oder einen guten Roman lese, stelle ich mir vor, wie ich mich fühlen würde, wenn mir die beschriebenen Ereignisse passieren würden.
27. Wenn ich jemanden sehe, der dringend Hilfe in einem Notfall benötigt, breche ich zusammen.
28. Bevor ich jemanden kritisiere, versuche ich mir vorzustellen, wie ich mich an seiner Stelle fühlen würde.

Abbildung A.1.1.: Aussagen des Interpersonal Reactivity Index, Quelle:[NST⁺12, S.16f.]

A.2. Levenson Self-Report Psychopathy Scale

1. Selbst wenn ich angestrengt dabei wäre, etwas verkaufen zu wollen, würde ich nicht lügen, um das zu schaffen.
2. Bevor ich etwas tue, denke ich sorgfältig über die möglichen Konsequenzen nach.
3. Es würde mich ärgern, wenn mein Erfolg auf Kosten eines anderen ginge.
4. Betrug ist nicht gerechtfertigt, weil es anderen gegenüber unfair ist.
5. Ich fühle mich schlecht, wenn meine Worte oder Taten jemand anderem emotionalen Schmerz bereiten.
6. Ich langweile mich oft.
7. Mein Hauptzweck im Leben ist es, so viele gute Dinge zu bekommen, wie ich kann.
8. Bei Erfolg geht es um das Überleben des Stärkeren; um Verlierer mache ich mir keine Gedanken.
9. Liebe wird überbewertet.
10. Ich bin in der Lage, für lange Zeit an einem Ziel dranzubleiben.
11. Richtig ist, womit auch immer ich ungestraft davonkommen kann.
12. Mich um mich selbst zu kümmern ist meine oberste Priorität.
13. In der heutigen Zeit fühle ich mich berechtigt, alles zu tun, was für meinen Erfolg nötig ist.
14. Ich verliere schnell das Interesse an den Aufgaben, die ich anfangs.
15. Ich versuche bewusst, bei der Verfolgung meiner Ziele andere nicht zu verletzen.
16. Wenn ich frustriert bin, verliere ich oft meine Beherrschung.
17. Manchmal finde ich ein cleveres Betrugsschema wirklich bewundernswert.
18. Ich habe mich schon oft mit Menschen angeschrien.
19. Ich lande immer wieder in denselben Schwierigkeiten.
20. Viel Geld zu verdienen ist eines meiner wichtigsten Ziele.
21. Leute, die dumm genug sind, um abgezockt zu werden, verdienen es normalerweise.
22. Ich überlasse es anderen, sich um sogenannte „höhere Werte“ zu kümmern; mein Hauptanliegen ist es, das zu bekommen, was ich will.

23. Die meisten meiner Probleme sind darauf zurückzuführen, dass andere Menschen mich nicht verstehen.
24. Ich erzähle anderen Menschen, was sie hören wollen, damit sie das tun, was ich will.
25. Ich genieße es, die Gefühle anderer Menschen zu manipulieren.
26. Ich plane nichts sehr weit im Voraus.

A.3. Genutzte Programme

Für die Arbeit am Projekt wurden folgende Programme benutzt:

1. Unreal Engine Version 4.27
2. Quixel Bridge
3. Overleaf
4. Google Formulare
5. Blender
6. Substance Painter
7. Meta Human Creator
8. Make Human
9. OBS
10. Microsoft Office
11. Discord
12. Adobe Photoshop

B. Konzeptionsdokumente

B.1. Externe Anhangsdokumente

Datenbestände	
Name	Beschreibung
IRI (Antworten)	Antworten der Probanden und Berechnungen zum Interpersonal Reactivity Index, die orange markierten Items sind invertiert, der zweite Reiter sortiert die Daten alphabetisch um sie in die Evaluationstabelle überführen zu können
LSRP (Antworten)	Antworten der Probanden und Berechnung der Levenson Psychopathy Scale, die gelb markierten Werte sind der sekundären Psychopathie zugeordnet, die Werte mit _ sind invertiert.
Abschließende Befragung (Antworten)	Die Antworten der Probanden aus der abschließenden Befragung.
Evaluationstabelle	Diese Tabelle führt die Daten aus der Einwilligungserklärung, dem IRI, dem LSRP und der Immersion aus der abschließenden Befragung zusammen. LT10NS26 wurde aufgrund von Interaktionsschwierigkeiten aus der Tabelle entfernt.

Tabelle B.1.1.: Externe Anhangsdokumente

B.2. Assettabelle

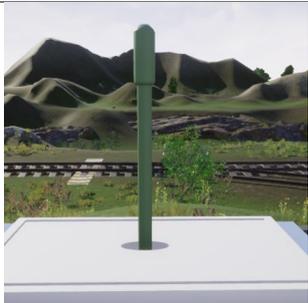
Nr.	Name	Beschreibung	Bild
1	Haus	Ein Haus mit Fenstern und Aussparungen für die Türen	
2	Hebel	Interaktionsmöglichkeit für die Probanden	
3	Hand	Eine Repräsentation einer Hand um die Immersion zu steigern	

Tabelle B.2.1.: Selbst erstellte Assets

Nr.	Name	Beschreibung	Quelle
1	Waggon	Modulares Trolley As- set	https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/product/city-subway-train-modular
2	Schienen	Modulares Schienen- Set	https://marketplace-website-node-launcher-prod.ol.epicgames.com/ue/marketplace/en-US/product/train-yard
3	Türen	Türen für das Fahr- dienstleiterhäuschen	https://marketplace-website-node-launcher-prod.ol.epicgames.com/ue/marketplace/en-US/product/old-brick-house
4	Bäume	American Aspen, Elm etc.	https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/product/city-park-environment-collection , https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/product/foilage-pack-by-meshingun-studio
5	Meta Hu- mans	Intellektuell erweiterte Versionen der standardmäßigen Meta Humans wurden für die Szenarien verwendet	https://metahuman.unrealengine.com
6	Texturen	Texturen für das Ter- rain	Asset IDs von Quixel Bridge: ubnmcc0cw, sgmkajak, vdyoagw, vdygcgtlw
7	Steine	große Steine, welche mittels Virtual Textu- res mit dem Terrain verblendet wurden	Asset IDs von Quixel Bridge: vi5ldaomw, vivubcyaw
8	Pflanzen	Blumen und Gras	Quixel Bridge Library

Tabelle B.1.: Extern erworbene Assets

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt, nicht anderweitig zu Prüfungszwecken vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Sämtliche wissentlich verwendete Textausschnitte, Zitate oder Inhalte anderer Verfasser wurden ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

Mittweida, den 9. Februar 2023

Sophie Giesa