

## Seminar Ausgewählter Themen

# Virtual Reality Training

Jonathan Psenicka  
Matrikel-Nr.: 807015

Philip Specic  
Matrikel-Nr.: 810810

Marco Raschpichler  
Matrikel-Nr.: 810841

Khoa Dinh  
Matrikel-Nr.: 810406

Abgabedatum: 15.01.2024



**Abstract:**

Virtual Reality (VR) gilt als vielversprechende Technologie, die heutzutage nicht mehr wegzudenken ist. Ein Grund dafür ist, dass es noch nie so einfach war, komplexe Inhalte mit einem hohen Potenzial für Interaktivität zu vermitteln. Die Vorteile virtueller Trainings sind vor allem die Schulungen bei gefährlicher Arbeit oder wenn diese kosten- und zeitaufwendig sind. Deshalb wird in der in der Raumfahrt vermehrt das Training mit VR eingesetzt. Für die geplanten neuen Missionen der NASA ist die Entwicklung neuer Trainings und der zugehörigen VR- Technologien erforderlich. Dabei kann auf etliche vorhandene Entwicklungen zurückgegriffen werden. Diese Literaturarbeit befasst sich in Kapitel 2 mit den Systemen Simplified Aid for EVA Rescue (SAFER) SAFER und Charlotte einem Mass Handling System. Bei Kapitel 3 behandeln wir das VR-Training bei Fahrzeugen. Darunter wird das VR-Training bei Piloten, Bodenfahrzeugen und der Automanufaktur behandelt. Dabei gehen wir einzeln auf wie es funktioniert, die Effektivität und den Ausblick ein. Im 4. Kapitel wird das VR-Training bei der Polizei untersucht. Dabei liegt der Fokus auf folgenden Aspekten: Umgang mit Stress und Amoksituationen, der Forensik und Tatort-Untersuchung sowie der Missionen Planung und Kommunikation. Dises Kapitel zielt darauf ab, einen umfassenden Einblick in die Anwendung von VR-Training bei der Polizei zu bieten und die Auswirkungen auf die genannten Schlüsselbereiche zu evaluieren. Im 5. Kapitel wird ein VR-Training im Bereich Medizin untersucht. Dabei werden Beispielbereiche zum Thema Operationen, Ängste und Phobien und Rehabilitation gezeigt. Das Kapitel soll einen Einblick auf die verschiedenen Anwendungsbereiche von VR im Medizinbereich darstellen. Das Verständnis dieser Systeme kann helfen, zukünftige Systeme zu designen und zu entwickeln

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>5</b>
1.1	Ziele und Forschungsfragen . . . . .	5
1.2	Methodik . . . . .	5
<b>2</b>	<b>VR Training in der Raumfahrt</b>	<b>7</b>
2.1	Einsatz bei SAFER . . . . .	7
2.2	Einsatz bei Charlotte . . . . .	8
2.3	Einsatz bei EVAs . . . . .	8
<b>3</b>	<b>VR Training bei Fahrzeugen</b>	<b>11</b>
3.1	VR Training bei Piloten . . . . .	11
3.2	VR Training bei Bodenfahrzeugen . . . . .	13
3.3	VR Training bei Automobilmanufaktur . . . . .	14
<b>4</b>	<b>VR Training bei der Polizei</b>	<b>17</b>
4.1	Umgang mit Stress und Amoksituationen . . . . .	18
4.2	Forensik und Tatort-Untersuchung . . . . .	18
4.3	Missionen Planung und Kommunikation . . . . .	19
4.4	Fazit . . . . .	19
<b>5</b>	<b>VR Training in der Medizin</b>	<b>21</b>
5.1	Training bei operationen . . . . .	21
5.2	Training bei Ängsten und Phobien . . . . .	22
5.3	Training für Reha . . . . .	23
<b>6</b>	<b>Bilder, Tabellen und Listings</b>	<b>25</b>
6.1	Bilder . . . . .	25
6.1.1	Einfaches Bild volle Textbreite . . . . .	25
6.1.2	Mehrere Bilder nebeneinander . . . . .	26
6.2	Tabellen . . . . .	26
6.3	Listings . . . . .	27
<b>7</b>	<b>Fazit</b>	<b>29</b>
7.1	Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	29
7.2	Weitere Arbeiten . . . . .	29

Glossar und Akronyme	31
Abkürzungen	33
Glossar	35
Literatur	36
Anhang	39
1    Zusätzliche Informationen . . . . .	39

# 1 Einführung

## 1.1 Ziele und Forschungsfragen

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, in welchen Gebieten heute VR Training angewandt wird und wie dies genau passiert. Wir gehen darauf ein, welche Vorteile ein VR Training bietet.

## 1.2 Methodik

Für diese Arbeit haben wir eine Literaturrecherche durchgeführt. Jeder hat für sein Kapitel mit eigenen Stichworten bei Suchmaschinen wie google scholar recherchiert. Dabei haben wir relevante Artikel notiert und zusammengefasst.



## 2 VR Training in der Raumfahrt

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit Frage, wie VR Technologien für das Training der Astronauten in der Raumfahrt eingesetzt wird.

Es geht im Speziellen um die Systeme Simplified Aid for EVA Rescue (SAFER) und ein Mass Handling System mit dem Spitzname Charlotte. Bei diesen wird im Training der Astronauten VR- Technologie angewandt. Außerdem wird VR Training auch für Extra Vehicular Activities (EVAs) eingesetzt.

### 2.1 Einsatz bei SAFER

Bei SAFER (Simplified Aid for EVA Rescue) handelt es sich um System, dass zur Selbstrettung verwendet wird. [MG10] Es ist während EVAs am Raumanzug befestigt und wird eingesetzt, wenn ein Astronaut unabsichtlich von der ISS getrennt wird. [Mir13] SAFER besteht aus einem Triebwerksrucksack mit gasförmigem Stickstoff. [MG10] Es wird deshalb auch als "Jetpack" bezeichnet. [GSP20]. Der letzte Einsatz von SAFER liegt 30 Jahre zurück, trotzdem ist SAFER weiterhin für jeden EVA notwendig.[GSP20]

Die Simulation wird über ein VR Head Mounted Display (HMD) dargestellt. [GSP20] Garcia et al. führen aus, dass beim erste VR Headset der Systems 2012 ein Laptop auf den Kopf des Astronauten geschnallt wurde. Dadurch konnte die VR Technologie auch auf der ISS das erste Mal zum trainieren benutzt werden. [GSP20] 2020 wurden dann laut Garcia et al. die Vive Pro HMDs eingesetzt. Dazu kommen noch Hand und Körpertracking sowie eine Handgestenerkennung. [GSP20]

Die SAFER Simulation beinhaltet die Physik-, Dynamik- und Sensordaten sowie Modelle für die Flugeigenschaften, Energie und Triebwerk. [GSP20] Simuliert werden kann eine Überprüfung des SAFER Systems, welche direkt vor einem EVA durchgeführt wird. Der Ausbilder kann auf das Interface der Simulation zugreifen und kann Fehlermeldungen hervorrufen. Die Astronauten trainieren so, wie sie bei Fehlern reagieren müssen. [GSP20] Garcia et al. beschreiben noch eine zweite Einsatzmöglichkeit. Diese ermöglicht es, das SAFER system in VR zu fliegen. [GSP20] Laut Moore et al. wird beim Training ein Astronaut in der virtuellen Welt von der ISS getrennt und dieser muss sich selbst durch den Einsatz von SAFER retten. [MG10] Im Trainingsszenario taumelt der Astronaut 30 Sekunden von

der ISS weg. Danach muss erfolgreich zurück zur ISS fliegen. Astronauten proben den Flug von SAFER viele Male mit unterschiedlichen Konfigurationen. Am Ende muss ein Prüfungsflug bestanden werden. Auch an Bord der ISS hat der Astronaut dann nochmals die Möglichkeit zu trainieren. [GSP20] Ein Astronaut muss diese Technik der Selbstrettung gut beherrschen, da ihm sonst der Treibstoff ausgehen kann. [MG10]

## 2.2 Einsatz bei Charlotte

Moore et al. beschreiben, dass die VR Trainingsstation für die akkurate Simulation des Umgangs mit schweren Bauteilen in der Schwerelosigkeit benutzt wird.[MG10] Charlotte besteht aus einem oder zwei Robotern. Dabei können zwei Astronauten gleichzeitig am selben Bauteil üben.[Mir13] Garcia et al. stellen in ihrer Arbeit die Trainingsstationen dar. Die Trainingsumgebung ist so aufgebaut, dass zwei Astronauten sich Rücken an Rücken sitzen. Sie befinden gleichzeitig sich in einer verbundenen virtuellen Umgebung, bedienen aber zwei physische Charlotte Roboter. Beide Astronauten tragen Vive Pro HMD, Handschuhe mit je einem Vive tracking Vorrichtung und einem Tracker für den Torso. Die HMDs werden mit Windows PCs betrieben, die mit einer Nvidia 1080Ti Graphikkarte ausgestattet sind. Außerdem läuft DOUG auf einem Linux Server Prozess. [GSP20] Mit Charlotte können Astronauten mit simulierten Bauteilen üben, die unterschiedlich schwer, groß und gewichtet sind. [Mir13] Charlotte wurde 1997 in das Training der Astronauten integriert und hat den Vorteil gegenüber früheren Trainingsmethoden, dass das Erscheinungsbild der Übungsmassen leicht verändert werden konnte. [GSP20]

Garcia et al. beschreiben, dass die auf der Interfaceplatte, Sensoren die vom Astronaut wirkten Kräfte und Drehungen registriert. Die Interfaceplatte ist die Schnittstelle zwischen Astronaut und simuliertem Bauteil, also die Griffe, die der Astronaut in der Hand hält. Die DOUG Grafik wird dann auf dem HMD des Astronauten und dem Bildschirm des Ausbilders entsprechend geupdated. [GSP20]

Charlotte kann einfach verändert werden und kann dann andere physikalische Bauteile simulieren. Dabei müssen keine echten Gegenstände modelliert werden. [GSP20] Die Astronauten können solange mit Charlotte trainieren, bis sie sich mit dem Umgang von großen Massen in der Schwerelosigkeit wohl fühlen.[GSP20]

## 2.3 Einsatz bei EVAs

Das Virtual Reality Laboratory ist eine der Trainingsstätten für das EVA Training am NASA Johnson Space Center(JSC). [MG10] Das VR Lab ist der einzige Ort, an



dem Astronauten überall auf der ISS trainieren können, da es wegen der Größe der ISS keine echten Modelle gibt. Die Mehrheit der durchgeführten VR Trainings beschäftigen sich mit EVAs. Das VR Training wird hier zusätzlich zu anderen Methoden eingesetzt. [OL12] Osterlund et al. beschreiben weitere Vorteile des VR Trainings. Durch die relative Position des Astronauten zur ISS und den zur Mission gehörenden Teilen können die Position des Piloten und des Roboterarmes korrigiert werden. Dabei findet das Training in einer sicheren Umgebung statt. [OL12]

Moore et al. beschreiben, dass dort komplizierte EVAs am besten visualisiert und analysiert werden können. Außerdem kann das VR Training für Roboter-Manöver nur dort akkurat durchgeführt werden. Die Astronauten studieren dort auch ihre Kommunikation und die zeitliche Abfolge genau ein. [MG10] Miralles schreibt in ihrer Arbeit, dass Astronauten für verschiedene Arbeitsplätze auf der ISS üben können und sich damit vertraut machen können, welche Wege sie für EVAs nehmen sollten. [Mir13] Die eingesetzte Software heißt Dynamic Onboard Ubiquitous Graphics (DOUG). Sie kann auch an Bord der ISS genutzt werden, um bevorstehende EVAs zu trainieren. Dies macht die Astronauten selbstbewusster neue Techniken und Schritte anzuwenden. [OL12] Dies ist notwendig, da viele EVAs Reparatur Aufgaben geworden sind, die nicht vorher auf der Erde trainiert wurden. [Mir13] Osterlund et al. beschreiben DOUG als eine 3D Animation der ISS in der neuesten Konfiguration.

Sie wird nicht nur für das Training, sondern auch in der Planung und beim Nachvollziehen der Arbeitsschritte eingesetzt. Es handelt sich dabei um einen Prototypen, der eine billige Lösung darstellt. [OL12] Das liegt daran, dass das System schnell angepasst werden kann und so eine Vielzahl von Szenarien evaluiert werden können. DOUG kann für hochrealistische Trainingsszenarien eingesetzt werden. [Mir13] Astronauten können sich mit dem Arbeitsplatz für das Space Station Remote Manipulator System (SSRMS) vertraut machen. Damit können Bauteile und Astronauten außerhalb der ISS bewegt werden. [GSP20] Miralles beschreibt, dass im VR Lab zusätzlich realistische Lichtverhältnisse simuliert werden. Außerdem können Szenarien mit dem Einsatz des Roboterarmes und zwei weiteren Astronauten trainiert werden. [Mir13]

Das Training für EVAs findet normalerweise Monate vor dem Flug zur ISS statt. Spezifische Aufgaben werden auf der Erde geplant und dann eine Gruppe von Astronauten speziell darauf trainiert. [GSP20]



## 3 VR Training bei Fahrzeugen

Virtual-Reality ist für die meisten Zukunftsmusik. Derzeitig wird stark und viel an dieser Technologie geforscht, in welchen Bereichen sie nützlich ist, wie man sie verbessern kann und so weiter. In diesem Kapitel fokussieren wir uns auf die Benutzung der VR beim Training der Benutzung von Fahrzeugen.

### 3.1 VR Training bei Piloten

Schulung der Benutzung von LuftfahrzeugenDie Schulung der Benutzung eines Luftfahrzeuges mittels VR (Virtual-Reality) kann durch einen Flug Simulator mit VR-Funktion angewandt werden.

Dabei ist ein Vorteil des VR-Trainings die Fähigkeit des Simulators eine Welt sehr ähnlich unserer Welt zu replizieren, dadurch können die erlernenden Piloten/Pilotinnen trainieren ohne Schäden und Risiken einzugehen. Jedoch muss bei einem Flug Simulator auch darauf geachtet werden, dass der Simulator den erlernenden Piloten/Pilotinnen auch ein Gefühl des Fliegens vermittelt durch haptisches Feedback zum Beispiel, als Lösung kann ein full-motion Simulator dienen, da dieser auch Bewegung replizieren kann. Das Problem bei diesen full-motion Simulatoren ist, dass diese groß und kostenintensiv sind und deshalb meistens im Besitz von Fluggesellschaften, Leasingunternehmen oder unabhängigen Schulungsorganisationen sind, wodurch diese Simulatoren der Mehrheit der fliegenden Öffentlichkeit nicht zur Verfügung steht. In einer Studie von Ryan Guthridge und Virginia Clinton-Lisell wurden erlernenden Piloten/Pilotinnen in drei Gruppen aufgeteilt wurden, diese Gruppen haben dann jeweils eine andere Trainingsmethode benutzt, dies Methoden sein Computer-software-Training, VR-software-Training und einer Controll-Methode, die kein direktes Training machte sondern nur zuschaute. „In der Nachbefragung, der Studie, beschrieben die Teilnehmer die Vorteile der VR-Technologie als eine praktikable Methode zur Ausbildung von Studentenpiloten. Viele der Antworten waren konsistent und beinhalteten die Fähigkeit, sich im Flugsimulator um das Flugzeug zu bewegen, indem die Flügel oder andere Objekte als Referenzpunkte verwendet werden". Einige Teilnehmer wiesen darauf hin, dass "VR für Studenten leichter verfügbar und



Abbildung 3.1: Beispiel für VR-Flugsimulator (Full-motion)

kostengünstiger ist im Vergleich zu teuren Flugausbildungsgeräten. Schließlich fügten einige Teilnehmer hinzu, dass "VR zu einem vernünftigen Preis für den Heimgebrauch verfügbar ist", was "bei der Vorbereitung auf Lektionen zu Hause vor dem Fliegen des echten Flugzeugs helfen kann". Mit der Weiterentwicklung der Technologie werden Flugschulorganisationen verstärkten Zugang zu kostengünstigen Simulator-alternativen haben. Diese Forschung liefert Beweise, die Pilotenleistungsvariablen sowie qualitative Akzeptanz- und Akzeptanzdaten vergleichen, um VR-Trainingsgeräte und PC-basierte Trainingsgeräte zu bewerten. [GCL23]“ Insgesamt hat sich das VR-Training nachweislich positiv auf die Leistung von Studierenden während ihres Ausbildungsverlaufs ausgewirkt. Ganz angekommen ist die VR-Technologie noch nicht, aber wir sind uns ziemlich sicher,

dass auch hier die VR-Technologie immer mehr und mehr benutzt werden wird.  
Abbildung 1 <sup>1</sup>

## 3.2 VR Training bei Bodenfahrzeugen

VR Training bei Bodenfahrzeugen Bei Autorennen werden VR-Simulatoren verwendet, die meist auch Lenkrad und Pedale mit beinhalten. Die meisten Rennfahrer benutzen diese um sich Rennstrecken einzuprägen und diese zu fahren. Jedoch ist das Training populärer bei Hobby-Rennfahrern als bei Professionellen Rennfahrern, da die Professionellen von ihrem Verein Trainingstrecken und Rennautos gestellt bekommen und dies natürlich ein besseres Training ist, da sie dabei ein zu eins das machen was sie trainieren. Bei dem VR Simulatoren fehlen meist bestimmte Einflüsse wie physische Störungen oder das Momentum, das auf den Körper übertragen wird beim Bremsen beziehungsweise Beschleunigen. Für Hobby-Sportler ist der VR-Simulator eine günstige und einfache Alternative auf berühmten Rennstrecken und sehr teuren Rennwägen zu fahren.

Derzeitig wird jedoch auch an normalen Autofahr-Simulatoren (für Führerscheine) mit VR geforscht. Diese könnten bei Fahrlehrlingen die grade ihren Führerschein machen helfen, da wie auch bei den Rennsimulatoren kein echtes Auto und keine echte Straße benötigt wird. Das gibt die Vorteile in keine gefährlichen Situationen zu geraten, andere in keine gefährlichen Situationen zu bringen und die Kosten sind um einiges billiger. Dazu kann man mit verschiedenen Autos Trainieren. Am hilfreichsten ist der Autofahr-Simulator den Fahrlehrling zu trainieren was dieser in Stress- und Panik-Situationen macht ohne irgendein Risiko einzugehen [ISEH<sup>+</sup>17]. Zusätzlich kann der Fahrlehrling Mut und Selbstsicherheit aufbauen währenddessen er im Simulator fährt und keine Fehler baut. Nachteile sind, dass man das Gefühl des Autofahrens nicht direkt übermittelt bekommt, dadurch können Sachen wie die Kupplung richtig benutzen und auch gefühlsvoll zu bremsen nicht wirklich durch den Simulator erlernt werden.

Bei Bodenfahrzeugen ist VR-Training im Bereich der Rennautos weit entwickelt und wird von vielen benutzt, sogar von nicht-Sportlern, die einfach nur Spaß an einem VR-Spiel haben. Bei dem Trainieren von dem Auto fahren selbst ist die VR-Technologie noch kaum angekommen, aber es gibt positive Ausblicke das auch in diesem Teilbereich die VR-Technologie integriert wird und somit es leichter macht.

Abbildung 2 <sup>2</sup>

---

<sup>1</sup><https://legaltech.future-law.at/vr-flug-simulator-auf-der-ltk23/>

<sup>2</sup><https://eveprocom.de/eventmodule/virtual-reality/full-motion-vr-racing-seat-pro-mieten/>



Abbildung 3.2: Autorenn-Simulator (full-motion)

### 3.3 VR Training bei Automobilmanufaktur

Vr beim Auto manufaktur Bei der Auto Manufaktur werden sogenannte VTS (Virtual-Trainings-Systeme) verwendet. Bei einem dies VTS sieht der Benutzer eine Virtuelle Welt, in der er das das Auto sehen und verändern kann, dabei kann der Benutzer Schrauben, Motoren, Sitze und so weiter einbauen wie und wo er möchte.

Damit VR-Training bei der Autoherstellung akzeptiert werden kann, muss es als nützliche und effektive Trainingsmethode anerkannt werden. Dazu haben [LLH<sup>+</sup>16] eine Studie gemacht bei der folgendes als Ergebnis herauskam: „Diese Arbeit hat begonnen, die Effektivität und Effizienz des ersten Prototyps des VTS (Virtual-training-system) mithilfe objektiver und subjektiver Maßnahmen zu etablieren.



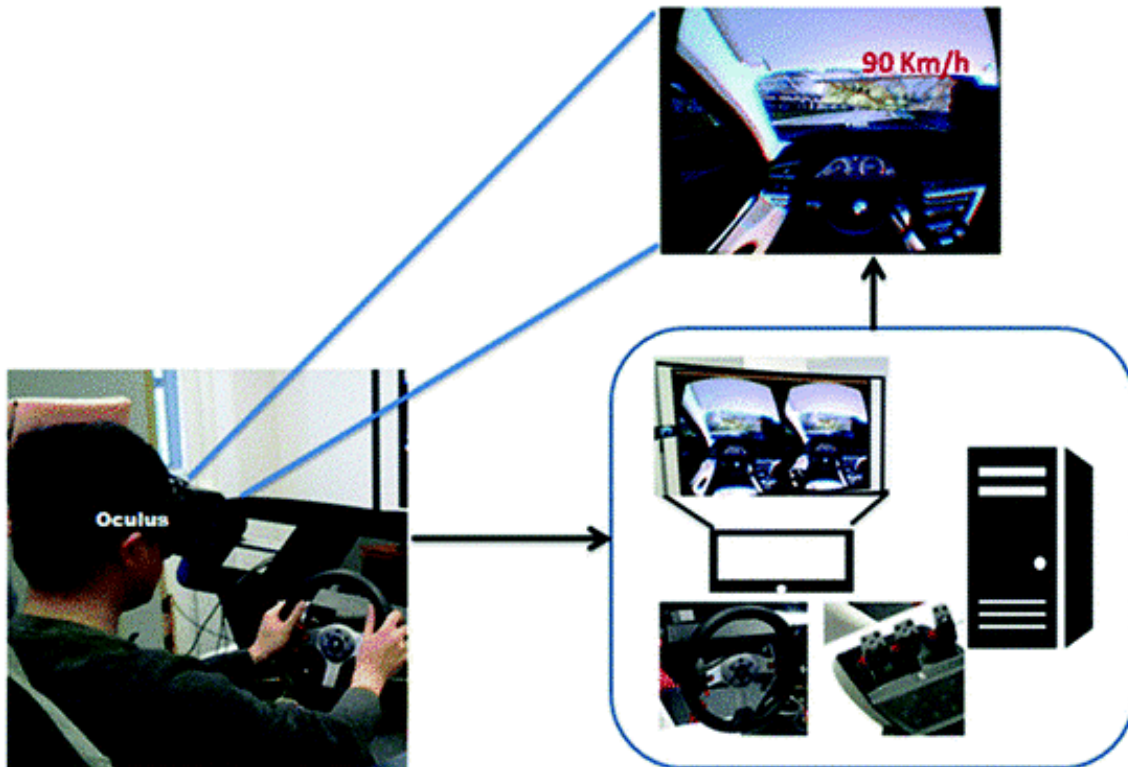


Abbildung 3.3: Beispiel wie VR bei einer Fahrschule eingesetzt werden könnte[ISEH<sup>+</sup>17]

Allerdings hat diese Studie auch eine Reihe von Problemen identifiziert, die im nächsten Entwicklungs- und Verbesserungszyklus berücksichtigt werden. [LLH<sup>+</sup>16]

Hier werden die selbst-behobenen Fehler, vom Trainer behobene Fehler und die Insgesamten Fehler von Lehrlingen, die zu einem das VTS benutzt haben und zum anderen die traditionale Variante benutzt haben, gezeigt. Hier sieht man das bei dem VTS insgesamt nur halb so viele Fehler passiert sind und daraus kann man schließen, dass durch den VTS-Fehler besser ausgeschlossen werden können[LLH<sup>+</sup>16]. Im Bereich der Automanufaktur ist die VR-Technologie noch kaum angekommen, aber da wo es angekommen ist bietet es Vorteile. Daraus lässt sich schließen, dass auch in diesem überraschenden Bereich, die VR-Technologie immer mehr und mehr benutzt werden wird.

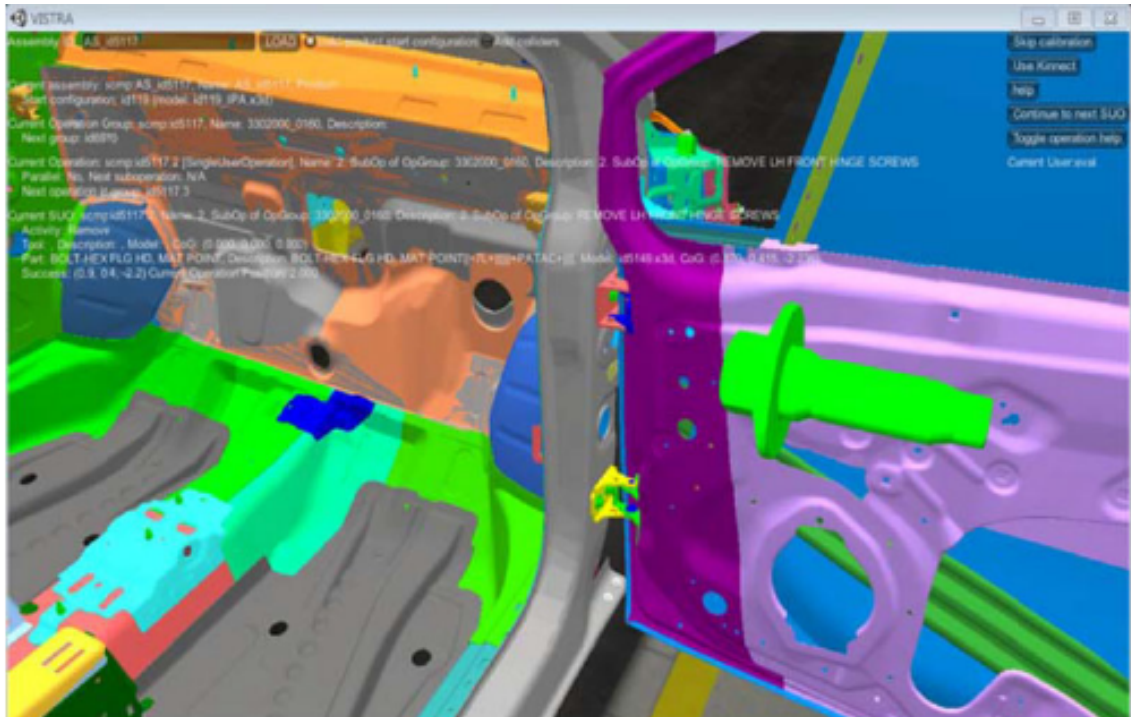


Abbildung 3.4: Hier sieht man ein Beispiel dieser Virtuellen Welt durch das VTS VISTRA [LLH<sup>+</sup>16].

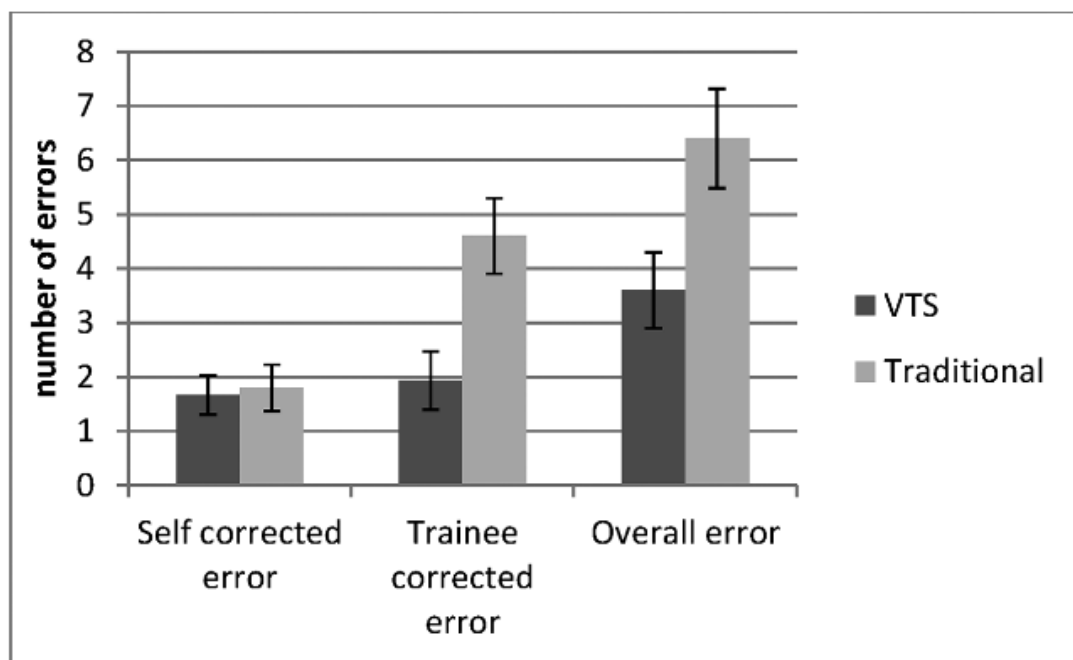


Abbildung 3.5: In dieser Abbildung sieht man einen Vergleich von Ergebnissen der Studie von [LLH<sup>+</sup>16].



## 4 VR Training bei der Polizei

In der modernen Welt der polizeilichen Ausbildung und Einsatzvorbereitung hat die virtuelle Realität (VR) eine bedeutende Rolle eingenommen. Die Integration von VR-Trainingstechnologien ermöglicht es Polizeikräften realistische Szenarien zu simulieren und ihre Fähigkeiten in verschiedenen Bereichen zu verbessern. Diese Arbeit widmet sich der Analyse und Evaluation des Einsatzes von VR-Training bei der Polizei, wobei der Fokus auf folgenden Aspekten liegt: dem Umgang mit Stress und Amoksituationen (Abschnitt 4.1), der Forensik und Tatort-Untersuchung (Abschnitt 4.2) sowie der Missionen Planung und Kommunikation (Abschnitt 4.3).

Die zunehmende Komplexität und Vielfalt der Herausforderungen, denen Polizeikräfte gegenüberstehen, erfordert innovative Trainingsmethoden, die über herkömmliche Ansätze hinausgehen. Die Anwendung von VR ermöglicht es den Polizeibehörden, realitätsnahe Szenarien zu schaffen, in denen die Einsatzkräfte ihre Reaktionsfähigkeiten in Stresssituationen trainieren können. Der Abschnitt 4.1 wird daher den Einfluss von VR-Training auf den Umgang mit Stress und Amoksituationen eingehend untersuchen, wobei die Wirksamkeit dieser Technologie bei der Steigerung der Belastbarkeit und Entscheidungsfähigkeit der Polizeibeamten analysiert wird.

Im Abschnitt 4.2 wird der Schwerpunkt auf der forensischen und Tatort-Untersuchung liegen. VR-Technologien bieten ein immersives Umfeld, das es den Ermittlern ermöglicht, Tatorte zu rekonstruieren und forensische Analysen durchzuführen. Diese virtuellen Übungen können die Genauigkeit und Effizienz der Ermittlungen steigern. Die Arbeit wird die Integration von VR in diesen Prozessen eingehend beleuchten und die potenziellen Vorteile für die polizeiliche Arbeit herausstellen. Schließlich wird der Abschnitt 4.3 sich mit der Missionen Planung und Kommunikation befassen. Die Fähigkeit zur effektiven Planung und Koordination von Einsätzen ist entscheidend für den Erfolg polizeilicher Missionen. Hier wird untersucht, wie VR-Training die Zusammenarbeit und Kommunikation innerhalb von Polizeieinheiten verbessern kann, indem es realistische Simulationen von Einsatzszenarien bereitstellt.

## 4.1 Umgang mit Stress und Amoksituationen

Ein großer Schwachpunkt des traditionellen Polizeitrainings ist der Umgang mit Stress und Amoksituationen. Durch normale Schießübungen und Probedurchläufe von Trainingseinheiten mit Dummys ist es unmöglich, eine realitätsgetreue Stresssituation nachzustellen. Wohin entgegen VR-Szenarien eine ähnlich hohe Stresslevel Höhe erreichen können, die sonst nur durch reale Konfliktsituationen erreicht wird. Das führt zur Folge, dass Polizisten echte Amoksituationen besser einschätzen und dementsprechend handeln können. Doch nicht nur die Einschätzung der Situation wird gefördert, sondern auch die Selbsteinschätzung. Durch die realitätsnahe Simulation werden charakteristische Eigenschaften der Polizisten offenbart. Dies dient dazu, falsche Herangehensweisen zu erkennen und zu verbessern, bevor diese in einer realen Situation passieren. Ein weiterer Vorteil des VR-Trainings ist die Wiederholungsmöglichkeit der Trainingslektion. Während bei den traditionellen Übungen Ressourcen wie Munition oder Trainingsdummys begrenzt und schwer wiederverwendbar sind, ist es mit Hilfe einer Virtual Reality Brille und einem Computerprogramm ganz einfach, ganze Trainingseinheiten zu Übungszwecken mehrfach zu wiederholen. [KHKO24]

Durch die Ersparnisse der Dauerkosten aufgrund von Ressourcenbeschaffung ist virtuelles Training trotz hoher Einmalkosten für Brillen und Programme günstiger als herkömmliche Trainingsmethoden. Außerdem werden Kosten gespart, indem veraltete Programme aktualisiert werden können, um dem heutigen Standard zu entsprechen. Deswegen können mehrere Generationen ausgebildet werden, ohne dass die Polizei ständig neue Ressourcen und Materialien zur Verfügung zu stellen muss. [Hel23]

## 4.2 Forensik und Tatort-Untersuchung

In der Tatort-Untersuchung ist die VR-Technologie eine immer häufiger auftauchende Alternative. Mit Hilfe einer vorgefertigten 3D-Welt werden Auszubildende in einen virtuellen Tatort versetzt, in dem sie sich frei-bewegen können, dort das Suchen von Spuren und das Bilden von Zusammenhängen zu lernen. Bewegen kann man sich in diesem Raum mit Hilfe von Sensoren, die den Körper tracken, oder durch Benutzung des Controllers. Diese Lernmethode beweist sich als besonders effektiv, da die meisten jungen Erwachsenen heutzutage bereits Erfahrung mit Videospielen haben. Sie empfinden die Übung weniger als Arbeit, da der spielerische Faktor überwiegt. Dieses Spiel ermöglicht es, schneller und einfacher zu lernen, währenddessen Kosten eingespart werden. Der einzige Mangel der Anwendung ist die Bewegungskrankheit, die einem ein Übelkeitsgefühl geben kann, da der Körper Unstimmigkeiten zwischen visuell wahrgenommener Bewegung und dem Bewegungssinn aufweist. [MG20]

Eine weitere Methode den Auszubildenden die Forensik näherzubringen, ist es, einen Tatort mit einer 360° Kamera einzuscannen und anschließend als Lernübung bereitzustellen. Anders als bei der vorherigen Methode kann hier jeder Schüler ganz einfach mit seinem Smartphone über einen QR-Code den Tatort analysieren. Das hat den Vorteil, dass das Lernen nicht standortabhängig ist und man auch in z.B. der Corona Zeit sein Wissen erweitern kann. [KNTF20]

## 4.3 Missionen Planung und Kommunikation

Gute Kommunikation mit den Arbeitskollegen als auch mit Zivilpersonen ist eine Grundvoraussetzung für einen anerkannten Polizisten. Was früher ausschließlich durch Rollenspiele mit anderen Kollegen machbar war, ist heute mithilfe von auf virtuellen Szenarien basierenden Programmen erlernbar. Um hitzige Situationen durch Kommunikation zu entschärfen, werden Polizisten mit Hilfe einer VR-Brille in stressreiche und emotionale Situationen befördert. Das hat zum Vorteil, realitätsnahe Situationen einzustudieren, um bei einem echten Einsatz eigene, durch Stress ausgelöste Fehler zu minimieren. Außerdem erwies sich das Rollenspiel von Person zu Person als makelhaft, da es den Polizisten schwer fiel, den Partner als Rollenspiel Person anzuerkennen, weswegen es oft nötig war, professionelle Schauspieler zu engagieren. Um das empathische Denken weiter zu fördern, müssen Beamte in den VR-Simulationen oftmals auch die Rolle der Zivilperson einnehmen. [Koh23]

Während die Virtuelle Realität dabei hilft Kommunikation und Empathie zu Zivilpersonen zu erlernen, ist sie außerdem bei der Planung einer Mission und dementsprechend für die Kommunikation der Polizisten untereinander nützlich. 3D Modelle können mit Hilfe der erweiterten Realität (AR), durch geographische Informationen eine Abbildung des realen Einsatzgebietes darstellen. Diese können wiederum durch die VR-Technologie einstudiert und als Trainingseinheit verwendet werden, um das Fehlerrisiko auf ein Minimum zu beschränken.[AMC<sup>+</sup>13]

## 4.4 Fazit

Die Benutzung der VR-Technologie bringt viele Vorteile mit sich. Sie bietet angehenden und ausgebildeten Polizisten die Chance sich weiterzuentwickeln und in Stresssituationen sich selbst als auch die aktuelle Situation besser einzuschätzen. Es wird ihnen leichter gemacht sich auf Amoksituationen durch VR-Trainingseinheiten vorzubereiten und ein besseres Verständnis zu bekommen was ihre Aufgaben und Vorgehensweisen sind. Hohe Einmalkosten, die durch die

Ausstattung der VR-Brillen und Programme aufkommen sind im Gegensatz zu den Dauerkosten des traditionellen Trainings geringer. Durch 360° Scans und virtuell nachgestellte Tatorte fällt es der Forensik leichter, sich weiterzubilden und das teilweise, ohne das Haus verlassen zu müssen. Die Kommunikation wird beim VR-Training nicht vernachlässigt, da stressreiche Situationen nachgespielt und geübt werden können, ohne dass professionelle Schauspieler benötigt werden. Ebenfalls ist die Missionen Planung durch 3D Modelle, die mithilfe erweiterter Realität dargestellt und somit analysiert und studiert werden können, eine wesentliche Erleichterung.

Abschließend kann man sagen, dass das Training in der Virtuellen Realität viele positive Aspekte mit sich bringt und nur wenig bis keine Kritikpunkte aufkommen. Deshalb kann man sich auf die Zukunft freuen da sich diese Lernmethode immer weiterentwickelt und angewendet wird.

## 5 VR Training in der Medizin

VR-Training in der Medizin spielt eine große Rolle, da in der Medizin viel praktisch gearbeitet wird. Extremfälle und Operationen sind schwer zu testen und der Mangel an Übung kann zu fatalen Folgen führen. Durch das VR-Training wird dieses Problem gelöst und meist schwierige Operationen können somit gelehrt und geübt werden.

### 5.1 Training bei operationen

Es wird eine Simulation eines Operationssaals erstellt in der Ärzte den Operationssaal näher kennenlernen können und sich mit den verschiedenen Werkzeugen vertraut machen können. Es können verschiedene schwierige Operationen simuliert werden. Es gibt bei Operationen verschiedene Arten wie Virtual Reality zum Einsatz kommt.

Operationssimulation:

Ein virtueller Operationsraum in dem frei geübt werden kann. Die Werkzeuge sind alle virtuell und durch einen Controller steuerbar. In der Simulation können verschiedene Operationen mit unbegrenzten Ressourcen getestet werden. Ein Fehlversuch der Operation führt zu einem Neustart der Simulation, was eine endlose Testmöglichkeit bietet

3D-Body- Mapping:

Mit Hilfe von Augmented Reality lassen sich verschiedene Organe auf einem Gerät des zu behandelnden Patienten anzeigen und der Arzt kann die Lage der einzelnen Organe besser einschätzen.

[?] Operationsroboter:

Eine echte Operation mit Hilfe eines Operationsroboters welcher über eine VR-Brille gesteuert wird.

Vor- und Nachteile

Operationssimulation:

Vorteile:

- Schwere Operationen können ohne Konsequenzen gelehrt und getestet werden

- Eine vollständige Simulation wirkt realer Nachteile:

Kann reale Szenarien nicht perfekt widerspiegeln 3D-Body- Mapping: Vorteile:

- Präzisere Arbeit -Besserer Blick auf die Organe des Patienten Nachteile:
- Kann teils zu ungenau sein Operationsroboter: Vorteile:
- Arbeitet genauer als ein Mensch Nachteile:
- Schulung zur Benutzung nötig -Kostenaufwendig

Fazit

Ein VR-Training bei Operationen ist sehr wichtig, da in der Medizinbranche direkt mit dem Patient gearbeitet wird und bei Fehlern fatale Folgen entstehen können. Das VR-Training bietet Ärzten somit eine perfekte Vorbereitung für verschiedene Operationen ohne jegliche Konsequenzen mit sich zu bringen.

1

## 5.2 Training bei Ängsten und Phobien

In der Medizin gibt es mittlerweile auch verschiedene Trainingseinheiten für das Beseitigen von Ängsten oder Phobien. Dabei werden verschiedene Simulationen durchgeführt in denen die Patienten ihren Ängsten ausgesetzt sind. Dies wird auch Expositionstherapie genannt.

Methoden

Ängste und Phobien:

Patienten werden in einer Simulation ihren Ängsten ausgesetzt. Haben keinen Einfluss auf das Geschehen also nur visuell

Schmerztherapien:

Patienten werden in einer Simulation von dem Schmerz abgelenkt. Die Therapie fokussiert sich darauf das Gehirn zu entspannen oder die Patienten vor einem Trauma zu bewahren

Vor- und Nachteile

Ängste und Phobien:

Vorteile:

- Es sind keine Medikamente notwendig
- Personal wird entlastet

Nachteile:

---

<sup>1</sup><https://vr-dynamix.com/virtual-reality-medizin/>

-spiegelt nicht Realität wieder

Schmerztherapie:

Vorteile:

- Abhängigkeit von Medikamenten nimmt ab, da man einer Therapie ausgesetzt ist und die Patienten langsam von den Schmerzmitteln wegkommen können.
- Ablenkung der Patienten macht bestimmte Aufgaben leichter, wie zum Beispiel das Spritzen bei Kindern, wenn diese durch ein VR-Programm abgelenkt werden.

Fazit

Ein solches Training ist besonders sinnvoll, da es die Patienten direkt mit ihren Ängsten und Phobien in einem gespielten Szenario konfrontiert und sie sich langsam gegenüber diesen abhärten. Bei einer Schmerztherapie kann man Menschen vor einem Trauma bewahren und die Patienten von ihren Schmerzen ablenken als auch zu mindern.

## 5.3 Training für Reha

Bei diesem Training werden Patienten vor allem bei Lähmungen verschiedene Aufgaben in einer Simulation gegeben und diese schrittweise erfüllt. Die Patienten bekommen eine Extralernerinheit zusätzlich zum eigentlichen Rehabilitationsprogramm und können sich anhand von diesem langsam verbessern.

Idee

Rehabilitation ist anstrengend und meist ist kaum Fortschritt spürbar durch ein zusätzliches VR-Programm wäre es deutlicher einfacher und Fortschritt wird den Patienten auch sichtbar gemacht. Dies sollte die Patienten motivieren ständig am Programm zu bleiben und sich gesundheitlich verbessern. Durch Spiegelung soll der Patient langsam Kontrolle über eigenen Körper wiedererlangen, in dem der Patient durch das VR-Programm sieht, wie dieser eine virtuelle Hand steuern kann. Dies würde im Gehirn dann Nervenzellen aktivieren, welche den echten Arm Reize senden und diesen langsam wieder bewegen lassen.

Fazit

Ein VR-Training für Rehabilitation erweist sich besonders als hilfreich, da Patienten ihren eigenen Fortschritt erkennen können. Der eigene Fortschritt könnte

diese dann motivieren und positive Effekt auslösen was zu einer schnelleren Genesung führen könnte. Es sollte aber nicht das Programm ersetzen sondern es jeglich ergänzen



## 6 Bilder, Tabellen und Listings

### 6.1 Bilder

#### 6.1.1 Einfaches Bild volle Textbreite



Abbildung 6.1: Beispielbild

In der Abbildung 6.1 ist ein Beispielbild zu sehen. Bilder werden mit `\begin{figure}` eingeleitet. Mit `\includegraphics[width=1.0\textwidth]{Pfad/zum/Bild}` wird das Bild hinzugefügt, wobei das Bild durch die Zahl skaliert werden kann. Das Pfad/-zum/Bild ist mit dem relationalen Pfad zum Bild vom Projektordner aus zu ersetzen.

Abfahrt	Linie	Ziel	Gleis
22:10	REB1	Floha - Pockau-Lengefeld	8
22:30	REB3	Floha - Freiberg	11
22:31	REB3	Floha - Freiberg	10
22:36	REB3	Floha - Zsch	8
22:36	REB3	Floha - Zsch	9
22:44	REB3	Floha - Zsch	5
22:45	REB3	Floha - Zsch	14
23:30	REB3	Floha - Zsch	11

Abbildung 6.2: Beispielbild A

Abfahrt	Linie	Ziel	Gleis
22:10	REB1	Floha - Pockau-Lengefeld	8
22:30	REB3	Floha - Freiberg	11
22:31	REB3	Floha - Freiberg	10
22:36	REB3	Floha - Zsch	8
22:36	REB3	Floha - Zsch	9
22:44	REB3	Floha - Zsch	5
22:45	REB3	Floha - Zsch	14
23:30	REB3	Floha - Zsch	11

Abbildung 6.3: Beispielbild B

Abfahrt	Linie	Ziel	Gleis
22:10	REB1	Floha - Pockau-Lengefeld	8
22:30	REB3	Floha - Freiberg	11
22:31	REB3	Floha - Freiberg	10
22:36	REB3	Floha - Zsch	8
22:36	REB3	Floha - Zsch	9
22:44	REB3	Floha - Zsch	5
22:45	REB3	Floha - Zsch	14
23:30	REB3	Floha - Zsch	11

Abbildung 6.4: Beispielbild C

Abfahrt	Linie	Ziel	Gleis
22:10	REB1	Floha - Pockau-Lengefeld	8
22:30	REB3	Floha - Freiberg	11
22:31	REB3	Floha - Freiberg	10
22:36	REB3	Floha - Zsch	8
22:36	REB3	Floha - Zsch	9
22:44	REB3	Floha - Zsch	5
22:45	REB3	Floha - Zsch	14
23:30	REB3	Floha - Zsch	11

Abbildung 6.5: Beispielbild D

Abbildung 6.6: Kollektion

## 6.1.2 Mehrere Bilder nebeneinander

In der Kollektion von Bildern in Abbildung 6.6 ist die zusammenhängende Darstellung von Bildern gezeigt. Die Bilder sind in den Anhang verlinkt. Wenn auf ein Bild geklickt wird, kann dieses in voller Größe im Anhang betrachtet werden. Die Verlinkung ist in `attachments\bigpicture.tex` zu sehen.

## 6.2 Tabellen

In Tabelle 6.1 ist ein Beispiel für eine Tabelle zu sehen. Die Anzahl der Spalten wird nach `\begin{tabular}` definiert. Hier wird gleichzeitig auch die Textausrichtung mit `c(=center)`, `l(=left)` oder `r(=right)` gesetzt werden. Die einzelnen Zellen der Tabelle werden mit `&` voneinander getrennt und mit `\\` beendet. Mehrere Spalten können mit `\multicolumn{x}{y}{Text}` verbunden werden, wobei `x` die Anzahl der zusammengeführten Spalten und `y` die Textausrichtung (`l`, `c` oder `r`) ist.

	BIOS	UEFI
Standardisiert	Nein	Ja
Aktualisierbar	Nein	Ja
Programmiersprache	Assembler schwer lesbar	C einfacher lesbar
Prozessormodus	16 Bit	32-64 Bit
Modulumsetzung	Option-ROM	Treiber
Parallele Ausführung	Nein	Ja
Geschwindigkeit	Langsamer	Schneller
Verwendete Formatierung der Festplatten		
	MBR max 4 Partitionen max 2.1TB/HDD	GPT unlimitiert Partitionen max 9.44ZB/HDD

Tabelle 6.1: Vergleich von BIOS und UEFI

## 6.3 Listings

```
def main():
    print("Hello World\n");

main()
```

Listing 6.1: HelloWorld Programm in Python

Listings enthalten Quellcode von Programmen. Das Beispiel in Listing 6.1 veranschaulicht das HelloWorld Programm in Python. Bei `\begin{lstlisting}` sind in den eckigen Klammern folgende Eigenschaften definiert.

**caption** beinhaltet die Beschreibung des Listing

**captionpos** positioniert die Beschreibung unter das Listing.

**label** wird verwendet, um das Listing mit `~\ref{1st:...}` im Text referenzieren zu können.

**language** ist die Programmiersprache, die für das Markup verwendet wird.

Folgende Programmiersprachen sind im language-Feld der Listings möglich.

ABAP2,4, ACSL, Ada4, Algol4, Ant, Assembler2,4, Awk4, bash, Basic2,4, C#5, C++4, C4, Caml4, Clean, Cobol4, Comal, csh, Delphi, Eiffel, Elan, erlang, Euphoria, Fortran4, GCL, Go (golang), Gnuplot, Haskell, HTML, IDL4, inform, Java4, JVMIS, ksh, Lisp4, Logo, Lua2, make4, Mathematica1,4, Matlab, Mercury, MetaPost, Miranda, Mizar, ML, Modelica3, Modula-2, MuPAD, NASTRAN, Oberon-2, Objective C5 , OCL4, Octave, Oz, Pascal4, Perl, PHP, PL/I, Plasm, POV, Prolog, Promela, Python, R, Reduce, Rexx, RSL, Ruby, S4, SAS, Scilab, sh, SHELXL, Simula4, SQL, tcl4, TeX4, VBScript, Verilog, VHDL4, VRML4, XML, XSLT<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Website mit unterstützten Programmiersprachen für Listings

# 7 Fazit

## 7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Beim Training der Benutzung der Fahrzeuge ist VR ein fortschrittlicher Bestandteil. Bei Autos ist es schon ziemlich weit entwickelt und fast an der Grenze. Bei Piloten ist es ziemlich weit aber hat Luft nach oben und wird wahrscheinlich in Zukunft immer häufiger benutzt und verbessert. Bei der Automanufaktur wird es noch ziemlich wenig benutzt, jedoch wird dadurch hier der größte Anstieg der Benutzung erwartet und wir persönlich vermuten das es auch hier und Zukunft fast immer benutzt wird. Bei allen Bereichen wird es in Kombinationen benutzt um beste Ergebnisse zu bekommen.

## 7.2 Weitere Arbeiten

Welche neue Ideen haben sich ergeben? Was müsste weiter untersucht werden? Welche weiteren Bachelor- oder Masterarbeiten sind in dem Themenfeld nun interessant geworden?



# Glossar und Akronyme

Die Beschreibung des Begriffs Akronym wird im Glossar erklärt. Hierfür wird in der Datei `appendix/glossary.tex` der entsprechende Eintrag hinzugefügt. Mit dem `\gls{glossar-referenz}` Befehl kann man die Begriffe im Text auf direkt in das Glossar verlinken.

Akronyme selbst wie beispielsweise Rechenzentrum (RZ), werden beim ersten Mal ausgeschrieben. Wird RZ ein zweites Mal verwendet, ist nur die Abkürzung im Text zu sehen. Akronyme werden in der Datei `attachments/acronyms.tex` definiert und können zur Definition des Akronyms in das Glossar weiter verlinkt werden.





# Abkürzungen

RZ Rechenzentrum



# Glossar

**Akronym** Ein Akronym ist „aus den Anfangsbuchstaben oder -silben mehrerer Wörter oder der Bestandteile eines Kompositums gebildetes Kurzwort (z. B. EDV aus elektronische Datenverarbeitung, Kripo aus Kriminalpolizei)“.

**Rechenzentrum** Ein Rechenzentrum ist „mit großen Rechenanlagen u. a. ausgerüstete zentrale Einrichtung zur Ausführung umfangreicher Berechnungen im Rahmen der Datenverarbeitung“.



# Literaturverzeichnis

- [AMC<sup>+</sup>13] Joni A Amorim, Carlos Matos, Ana RM Cuperschmid, Per M Gustavsson, and Cesar T Pozzer. Augmented reality and mixed reality technologies: Enhancing training and mission preparation with simulations. In *NATO Modelling and Simulation Group (MSG) Annual Conference 2013 (MSG-111)*, 2013, 2013.
- [GCL23] Ryan Guthridge and Virginia Clinton-Lisell. Evaluating the efficacy of virtual reality (vr) training devices for pilot training. *Journal of Aviation Technology and Engineering*, 12(2):1, 2023.
- [GSP20] Angelica D Garcia, Jonathan Schlueter, and Eddie Paddock. Training astronauts using hardware-in-the-loop simulations and virtual reality. page 0167, 2020.
- [Hel23] Marius Heltne. Cost-benefit analysis of the transition from traditional on-site training to interactive vr-training. Master's thesis, uis, 2023.
- [ISEH<sup>+</sup>17] Quinate Chioma Ihemedu-Steinke, Rainer Erbach, Prashanth Halady, Gerrit Meixner, and Michael Weber. Virtual reality driving simulator based on head-mounted displays. *Automotive User Interfaces: Creating Interactive Experiences in the Car*, pages 401–428, 2017.
- [KHKO24] Lisanne Kleygrewe, RI Vana Hutter, Matthijs Koedijk, and Raoul RD Oudejans. Virtual reality training for police officers: a comparison of training responses in vr and real-life training. *Police Practice and Research*, 25(1):18–37, 2024.
- [KNTF20] Shaphyna Nacqiar Kader, Wei Bo Ng, Stella Wei Ling Tan, and Fun Man Fung. Building an interactive immersive virtual reality crime scene for future chemists to learn forensic science chemistry. *Journal of Chemical Education*, 97(9):2651–2656, 2020.
- [Koh23] Jacqueline Kohl. Empathy in police officers undergoing de-escalation simulation training: A comparison between virtual reality and live action modalities. 2023.

- [LLH<sup>+</sup>16] A Langley, G Lawson, S Hermawati, M D’cruz, J Apold, F Arlt, and K Mura. Establishing the usability of a virtual training system for assembly operations within the automotive industry. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing and Service Industries*, 26(6):667–679, 2016.
- [MG10] Sandra K Moore and Matthew A Gast. 21st century extravehicular activities: Synergizing past and present training methods for future spacewalking success. *Acta Astronautica*, 67(7-8):739–752, 2010.
- [MG20] Richard Mayne and Helen Green. Virtual reality for teaching and learning in crime scene investigation. *Science & Justice*, 60(5):466–472, 2020.
- [Mir13] Evelyn Miralles. An onboard iss virtual reality trainer. 2013.
- [OL12] Jeffrey Osterlund and Brad Lawrence. Virtual reality: Avatars in human spaceflight training. *Acta Astronautica*, 71:139–150, 2012.

# Anhang

## 1 Zusätzliche Informationen

Im Anhang platzieren Sie weitere Informationen aus dem Kontext Ihrer Arbeit. Wichtige Ergebnisse, die Sie erzielt haben, gehören allerdings nicht hierher.