



Kolpingstadt
Kerpen
Feuerwehr

Thema:

Einsatz von virtueller Realität im Feuerwehreinsatz

Facharbeit

im Rahmen der Ausbildung für das zweite Einstiegsamt der
Laufbahngruppe 2 im feuerwehrtechnischen Dienst

Dienststelle:

Feuerwehr Kerpen, Amt für Feuerschutz, Rettungsdienst,
Katastrophenschutz und Leitstelle des Rhein-Erft-Kreises

Verfasser:

Brandrat

Andre Haupts

Manheimer Straße 37

50170 Kerpen

Laufbahngruppe 2, 2. Einstiegsamt
8. Ausbildungsabschnitt

Abgabetermin:

21.12.2018

Thema der Facharbeit gemäß § 21 VAP2.2-Feu

Einsatz von virtueller Realität im Feuerwehreinsatz

Erörtern Sie, in welchen Bereichen der Feuerwehr der Einsatz von Virtual Reality sinnvoll sein kann. Beschreiben Sie Anwendungsmöglichkeiten und bewerten Sie dazu Vor- und Nachteile.

Anmerkungen

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die parallele Verwendung der weiblichen und männlichen Sprachform verzichtet. Die ausschließliche Verwendung der männlichen Form soll daher explizit als geschlechtsunabhängig verstanden werden.

Sofern es keine bundeseinheitliche Gesetzgebung gibt, werden die einschlägigen Gesetzes- und Rechtsvorschriften des Landes Nordrhein-Westfalen zitiert.

Der Begriff Feuerwehr steht stellvertretend für alle Arten der Feuerwehr gemäß dem Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und des Katastrophenschutzes des Landes Nordrhein-Westfalen (BHKG)¹ in der aktuell gültigen Fassung vom 17. Dezember 2015 und wird in der vorliegenden Facharbeit nicht weiter differenziert.

¹ Vgl. § 7 Abs. 1 BHKG [1]

Zusammenfassung und Einordnung

Die vorliegende Facharbeit wurde gemäß der Verordnung über die Ausbildung und Prüfung für die Laufbahn des zweiten Einstiegsamtes der Laufbahngruppe 2 des feuerwehrtechnischen Dienstes im Land Nordrhein-Westfalen (VAP2.2-Feu) vom 11. März 2010 verfasst.

Die Bekanntgabe des Facharbeitsthemas sowie die Bekanntgabe der Rahmenbedingungen und zu beachtenden Grundsätze für die Erstellung der vorliegenden Facharbeit erfolgten mit Schreiben vom 21. September 2018 sowie durch persönliche Bekanntgabe am 21. September 2018 durch den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses an der Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg in Bruchsal.

Die Aufgabenstellung wird dahingehend betrachtet, dass in der vorliegenden Facharbeit der Einsatz von virtueller Realität mit den sich ergebenden Vor- und Nachteilen in den möglichen Bereichen der Feuerwehr dargestellt wird. Ein Fokus wird hierbei auf die originären Anwendungsbereiche der Feuerwehr gelegt.

Diese Anwendungsbereiche lassen sich vergleichbar auch auf die Bereiche Rettungsdienst, einheitliche bzw. integrierte Leitstellen und Katastrophenschutz übertragen. In der vorliegenden Facharbeit wird dies nicht weiter betrachtet.

Auf Grundlage heutiger Anwendungsbeispiele von virtueller Realität im Feuerwehrwesen werden zukünftige Nutzungsoptionen mit ihren Vor- und Nachteilen aufgezeigt. Es wird in der vorliegenden Facharbeit verdeutlicht, dass bereits Anwendungsbereiche für virtuelle Realität in der Feuerwehr existieren und sich zukünftig mit fortschreitender technischer Entwicklung noch weitere sinnvolle Nutzungsmöglichkeiten eröffnen werden. Neue Informations- und Simulationsmöglichkeiten werden vorgestellt und Synergien zwischen einzelnen Anwendungsbereichen erläutert. Bisher nicht genutzte Anwendungsbereiche von virtueller Realität in der Feuerwehr werden benannt. Die vielfältigen Vorteile und Chancen werden bewertet, aber auch Nachteile, Bedingungen und Herausforderungen, wie beispielsweise die Digitalisierung und die Vernetzung, thematisiert.

Inhaltsverzeichnis

Thema der Facharbeit gemäß § 21 VAP2.2-Feu	II
Anmerkungen	II
Zusammenfassung und Einordnung	III
Inhaltsverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung.....	2
1.2 Zielsetzung und Struktur der Facharbeit.....	2
2 Grundlagen	3
2.1 Virtuelle Realität	3
2.1.1 Immersion.....	4
2.1.2 Interaktion.....	4
2.2 Gemischte Realität	4
2.2.1 Erweiterte Realität	4
2.2.2 Erweiterte Virtualität	4
2.2.3 Hard- und Software	5
2.2.4 Ausgabegeräte – Head-Mounted Display.....	5
2.3 Serious Games.....	5
3 Virtuelle Realität in der Feuerwehr – <i>wo stehen wir heute?</i>	6
3.1 Anwendungsbeispiele – IST-Situation	6
3.2 Ergebnis der Recherche zu bestehenden Anwendungen.....	8
3.3 Anwendungsbereiche von VR in der Feuerwehr	9
4 Anwendungsmöglichkeiten von virtueller Realität in der Feuerwehr – <i>wo wollen wir hin?</i>.....	10
4.1 Allgemein.....	11
4.2 Operativ-taktische Anwendungsmöglichkeiten	11
4.3 Organisatorische Anwendungsmöglichkeiten	12
4.3.1 Aus- und Fortbildung	12
4.3.2 Einsatzplanung und Einsatzvorbereitung	14
4.3.3 Technik / Beschaffungen	14
4.4 Präventive Anwendungsmöglichkeiten	14
4.4.1 Vorbeugender Brandschutz.....	14
4.4.2 Brandschutzerziehung	15
4.4.3 Brandschutzaufklärung.....	15

4.4.4	Öffentlichkeitsarbeit	15
4.5	Administrative Anwendungsmöglichkeiten	15
4.6	Synergien von Anwendungsmöglichkeiten sowie Vor- und Nachteile von VR in der Feuerwehr	15
5	Fazit	18
5.1	Zusammenfassung	18
5.2	Ausblick	20
	Literaturverzeichnis.....	VII
	Gesprächsnachweise	XIII
	Abbildungsverzeichnis	XIV
	Tabellenverzeichnis.....	XV
	Anhang	XVI
	Ehrenwörtliche Erklärung	XVII

Abkürzungsverzeichnis

AFKzV	Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung des AK V der Innenministerkonferenz
AK V	Arbeitskreis V – Feuerwehrangelegenheiten, Rettungswesen, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung – der ständigen Konferenz der Innenminister und -senatoren der Länder
AR	Augmented reality (zu Deutsch: erweiterte Realität)
AUT	Österreich
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BHKG	Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutzgesetz – Landesrecht Nordrhein-Westfalen
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BIM	Building Information Modeling
BMI	Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat
BM.I (AUT)	Bundesministerium für Inneres Österreich
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.
FwDV	Feuerwehr-Dienstvorschrift
GPS	Global Positioning System
HMDs	Head Mounted Displays
IdF NRW	Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen
IT	Informationstechnik
MR	Mixed Reality (zu Deutsch: gemischte Realität)
VR	Virtuelle Realität
VAP2.2-Feu	Verordnung über die Ausbildung und Prüfung für die Laufbahn des zweiten Einstiegsamtes der Laufbahngruppe 2 des feuerwehrtechnischen Dienstes im Land Nordrhein-Westfalen

1 Einleitung

Mit nachfolgendem Zitat erfolgt ein erster Einstieg, wie sich dem Potential von virtueller Realität für die Feuerwehr genähert werden kann.

"Von dem, was du erkennen und messen willst, musst du Abschied nehmen, wenigstens auf eine Zeit. Erst wenn du die Stadt verlassen hast, siehst du, wie hoch sich ihre Türme über die Häuser erheben." (Friedrich Nietzsche)

Kaum ein anderer Faktor kann die Wahrnehmung deutlicher beeinflussen, als die individuelle Perspektive. Durch die Perspektive wird der Rahmen dessen gesteckt, beschränkt oder erweitert, was gesehen oder wahrgenommen werden kann. Hieraus leitet sich ab, dass die Perspektive auch maßgeblich dafür verantwortlich ist, welche Informationen gewonnen werden können und für die individuelle Bewertung vorliegen. Genau darin liegen Chancen und Risiken zugleich. Eine bestimmte Perspektive des Einsatzleiters im Feuerwehreinsatz kann dazu führen, dass der gesamte Einsatzerfolg gefährdet wird, da unter Umständen wesentliche Informationen übersehen werden und folglich fehlen und die Realität somit falsch wahrgenommen wird. Im Umkehrschluss können eine andere Perspektive und das (rechtzeitige) Erkennen und Vorliegen der erforderlichen Informationen dazu führen, dass durch einen erfolgreichen Einsatz der Feuerwehr viele Menschenleben gerettet werden. Die Perspektive ist aber nicht nur im operativen Einsatz der Feuerwehr von Relevanz. Nahezu in allen Bereichen der Feuerwehr ist die Perspektive von prägender Bedeutung. So gibt es beispielsweise in der Aus- und Fortbildung anerkannte Lehr- und Lernmethoden, die durch einen Perspektivwechsel unterschiedlichste neue Lernerfolge bringen. Mit dem Bewusstsein, dass die Perspektive in vielen Bereichen der Feuerwehr eine exponierte Bedeutung hat, lässt sich nun auch der Einstieg in die virtuelle Realität leichter gestalten. Bekannte (reale) Sichtweisen müssen um neue (virtuelle) Perspektiven erweitert werden, um genau das zu verwirklichen, was der originäre Auftrag der Feuerwehr ist: „Schutz der Bevölkerung durch vorbeugende und abwehrende Maßnahmen bei Brandgefahren (Brandschutz), bei Unglücksfällen [...] (Hilfeleistung) und bei Großeinsatzlagen und Katastrophen (Katastrophenschutz).“² Insbesondere werden durch virtuelle Realität Darstellungen ermöglicht, welche in der Wirklichkeit nicht oder nur sehr begrenzt abgebildet werden können. Virtuelle Realität stellt somit ein zusätzliches Angebot dar. Global und gesellschaftlich wird das übergeordnete Thema „Digitalisierung“ diskutiert – Auswirkungen und vor allem die Chancen werden betrachtet. Das deutsche Feuerwehrwesen orientiert sich grundlegend auch immer an gesamtgesellschaftlichen Entwicklungen, da sich hieraus auch Aufgaben der nicht-polizeilichen Gefahrenabwehr im Umkehrschluss ableiten. Überdies wäre es fahrlässig, technischen Fortschritt und Innovationen außer Acht zu lassen. Auch die virtuelle Realität ist ein Bestandteil der weltweiten Digitalisierung. Beispielhaft ist eingangs der Bereich Bildung erwähnt. „Berufsbildung 4.0 eröffnet in den Arbeitswelten der Zukunft neue Chancen. [...]“, so Thomas Rachel, der parlamentarische Staatssekretär der Bundesministerin für Bildung und Forschung in einer Pressemitteilung [2].

Daher gilt es in der vorliegenden Facharbeit Wege zu beschreiben, in welchen Bereichen der Feuerwehr virtuelle Realität sinnvoll eingeführt und genutzt werden kann.

² Vgl. § 1 Abs. 1 BHKG

1.1 Problemstellung

Die Digitalisierung stellt in allen Bereichen des Lebens und somit auch für das gesamte Feuerwehrwesen eine enorme Chance, aber auch Herausforderung dar. Bekannte Arbeitsweisen werden umgestellt. Neuerliche Techniken eröffnen zum Teil unbekannte Möglichkeiten und begründen den digitalen Wandel [3]. Die grundlegenden Aufgaben der Feuerwehr, welche in den unterschiedlichen Landesbrandschutzgesetzen erfasst sind, haben sich in ihrem Wesenskern jedoch nicht verändert. Insofern muss betrachtet werden, ob und an welcher Stelle virtuelle Realität einen Mehrwert für die Feuerwehr bilden kann. Neben dieser Grundsatzfrage spielen natürlich auch Kosten und Nutzen eine bedeutende Rolle. Viele Städte und Gemeinden befinden sich in einer permanenten Spar- bis Schuldensituation. Dadurch werden vielfältige Fragen aufgeworfen. Wofür benötigt die Feuerwehr, die im realen Leben ihre Leistungsstärke über Jahrzehnte eindrucksvoll bewiesen hat, virtuelle Realität? Welche Chancen bietet die Nutzung von virtueller Realität? Und was ist virtuelle Realität überhaupt und welcher reale Nutzen soll sich für die Feuerwehr ergeben? In welchen Bereichen der Feuerwehr ist virtuelle Realität sinnvoll und welche Vor- und Nachteile müssen Beachtung finden? Es wird versucht, diese Fragestellungen in der vorliegenden Facharbeit zu beantworten. Es gilt virtuelle Realität zu verstehen und mögliche Potentiale und Anwendungsbereiche für die Feuerwehr zu beschreiben.

1.2 Zielsetzung und Struktur der Facharbeit

Das Ziel der vorliegenden Facharbeit ist es, mögliche Anwendungsbereiche von virtueller Realität in der Feuerwehr mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen zu benennen. Das Ergebnis der Arbeit soll für die Feuerwehren eine Bewertungsgrundlage bilden, wie heute und zukünftig mit der Thematik der virtuellen Realität umgegangen werden kann.

Dazu wird eine Auswahl von heutigen technischen Möglichkeiten des Einsatzes von virtueller Realität im Feuerwehrwesen aufgezeigt. Basierend hierauf werden mögliche sinnvolle Anwendungsbereiche von virtueller Realität bei der Feuerwehr erarbeitet. Synergien zwischen den einzelnen Anwendungsbereichen werden aufgezeigt. Die erforderlichen Rahmenbedingungen wie beispielsweise die Digitalisierung allgemein, die Vernetzung von IT-Systemen, die Qualität von Daten und Interpretation von Daten in korrespondierender Software werden kurz dargestellt und die Umsetzungsprozesse thematisiert.

Strukturell wurden einleitend die Problemstellung sowie die daraus resultierende Motivation und das Ziel der vorliegenden Facharbeit erläutert.

Die Facharbeit beginnt im folgenden zweiten Kapitel mit der Schaffung eines erforderlichen Begriffsverständnisses zur virtuellen Realität. Dem folgt die Beschreibung der heutigen IST-Situation im dritten Kapitel, in dem Produkte und Forschungsprojekte auf Grundlage einer umfassenden Recherche dargestellt werden. Aufbauend auf dieser Recherche werden Anwendungsbereiche in der Feuerwehr skizziert. Die Darstellung von Chancen und Synergien der zukünftigen Nutzung von virtueller Realität in den zuvor heraus gearbeiteten Anwendungsbereichen erfolgt unter Darlegung von Vor- und Nachteilen im vierten Kapitel. Abschluss der Facharbeit bildet das fünfte Kapitel mit einer Zusammenfassung sowie einem Ausblick im Fazit. Methodisch wird nach den Begriffsbestimmungen aus dem IST-Zustand – über definierte Bereiche im

Feuerwehrwesen – eine Zukunftsperspektive entwickelt und einer Bewertung unterzogen.

Die nachfolgende Abbildung 1 beschreibt den Aufbau und die Struktur der vorliegenden Facharbeit.

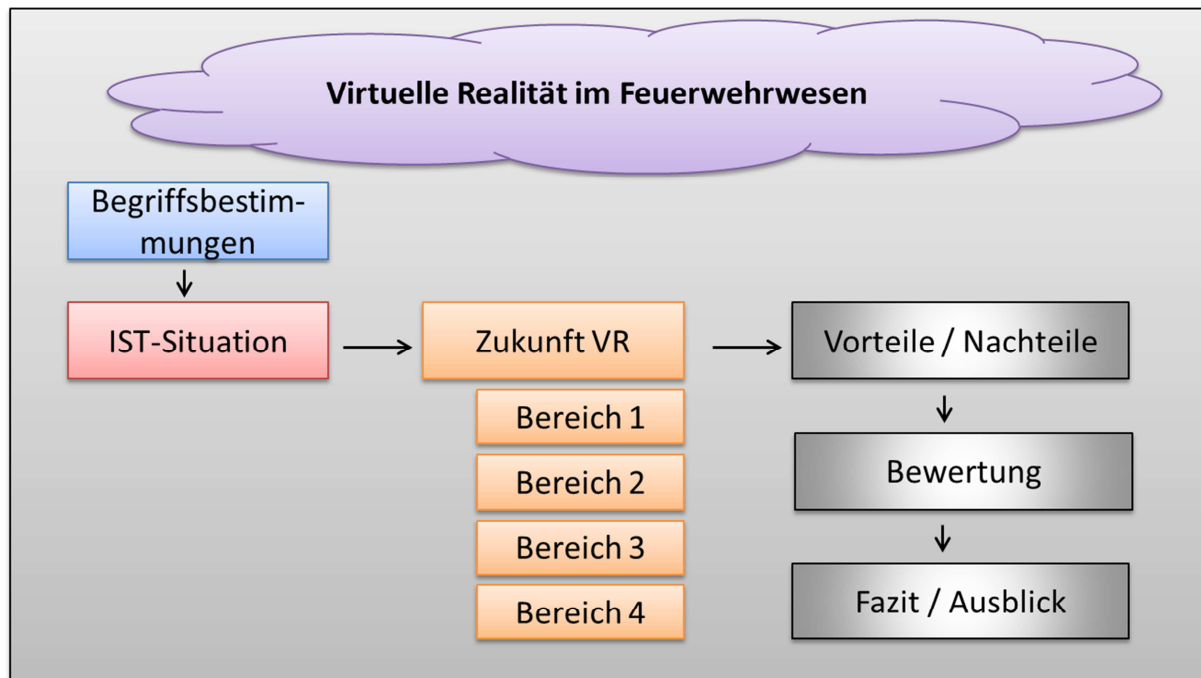


Abbildung 1: Aufbau und Struktur der vorliegenden Facharbeit (Quelle: eigene Darstellung)

Für die Erstellung der Facharbeit wurde Kontakt mit diversen Unternehmen bzw. Anbietern im Bereich der virtuellen Realität sowie verschiedenen Hochschulen und Feuerwehren aufgenommen, um vorhandene Unterlagen zu sichten und / oder Interviews mit Fachleuten zu führen. Der Kontakt wurde zum Teil über die Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF)³ hergestellt. Darüber hinaus wurde eine Internet- und Literaturrecherche, unter anderem über das Referat Z.3. des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) sowie die Fachdokumentation des Brandschutzwesens des Instituts für Brand- und Katastrophenschutz Heyrothsberge (IBK), durchgeführt.

2 Grundlagen

Im Folgenden werden grundlegende Begriffsbestimmungen vorgenommen, die für ein Verständnis des Einsatzes von virtueller Realität erforderlich sind. Gleichzeitig werden einzelne Begriffe voneinander abgegrenzt, um eine Begriffsschärfe zu erlangen. Abschließende Definitionen liegen nicht für sämtliche Begriffe vor, so dass die Erläuterungen vornehmlich der Nachvollziehbarkeit dieser Facharbeit dienen.

2.1 Virtuelle Realität

Der Begriff „Virtuelle Realität“ ist nicht abschließend bestimmt. Unter Virtueller Realität (nachfolgend VR) – im Englischen „Virtual Reality“ – wird im Wesentlichen die

³ Arbeitskreis Ausbildung AGBF Bund

Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten virtuellen Umgebung, die Plausibilität, Interaktivität und Immersivität vermitteln muss, bezeichnet [4, 5, 6, 7]. In VR wird eine scheinbare Welt generiert, in die der Benutzer eintauchen und sich bewegen kann. Steuerungsinstrumente sind über Kopf- und Handbewegungen, über die Sprache oder den Tastsinn möglich [7, 8]. Die virtuelle Welt vermittelt dem Nutzer mit Hilfe von Visualisierung (optisch), Haptik, Akustik und olfaktorischer Wahrnehmung eine vermeintlich bzw. möglichst reale Umgebung und der Nutzer soll sich in der virtuellen Welt frei bewegen sowie diese mit Hilfe von Bewegungen frei manipulieren können [6].

2.1.1 Immersion

Als Immersion wird das Eintauchen in eine virtuelle Welt bezeichnet [4, 7]. Zur Erzeugung des Gefühls von Immersion werden zur Darstellung von Virtualität beziehungsweise virtuellen Welten spezielle Ausgabegeräte benötigt.

2.1.2 Interaktion

Für die Interaktion mit der virtuellen Welt bedarf es geeigneter Eingabegeräte. Vornehmlich dienen hierzu die 3-D-Maus, der Datenhandschuh, der Datenanzug, der Flystick (vergleichbar mit einem Joystick), das omnidirektionale Laufband (durch reales Gehen wird ein Gehen in der VR gesteuert) und das Tracking (Erfassung der Position einer Person, von Körperteilen oder Objekten im Raum). Zum Teil können diese Eingabegeräte eine Kräfte rückkopplung insbesondere auf die Hände oder andere Körperteile geben, was wiederum die Realitätsnähe der virtuellen Welt fördert [4, 7].

2.2 Gemischte Realität

Die gemischte Realität (nachfolgend MR) – auch vermischte Realität genannt – im Englischen „Mixed Reality“ – ist dadurch gekennzeichnet, dass die natürliche (reale) Wahrnehmung mit einer künstlichen, computererzeugten (virtuellen) Wahrnehmung vermischt wird. Anders formuliert bezeichnet die gemischte Realität den gesamten Bereich zwischen der reinen Realität und der reinen Virtualität [9].

2.2.1 Erweiterte Realität

Die erweiterte Realität (nachfolgend AR) – im Englischen „Augmented Reality“ – bildet eine computerunterstützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung [4, 6].

2.2.2 Erweiterte Virtualität

In der erweiterten Virtualität erfolgt eine Anreicherung der Virtualität um reelle Informationen.



Abbildung 2: Realität, gemischte Realität und Virtualität (Quellen: [4, 5, 6, 9] eigene Darstellung)

Für eine bessere Lesbarkeit wird der Begriff VR in den nachfolgenden Kapiteln als Obergriff eingesetzt. Eine exakte Differenzierung zwischen VR, MR und AR erfolgt bedarfsgerecht beziehungsweise an den Stellen, die einer technischen Genauigkeit in der Begrifflichkeit – auch im Sinne der Nachvollziehbarkeit – bedürfen.

2.2.3 Hard- und Software

Die Nutzung von VR bedarf einer geeigneten Hard- und Softwareumgebung. Daraus leitet sich ab, dass die Nutzung von VR sowohl investiv und konsumtiv Kosten verursacht. Die Kosten werden sich, da VR zunehmend eine breite (Massen-) Anwendung findet, zukünftig vermutlich sukzessive mindern [4, 5, 8]. Einzel- oder Speziallösungen mit besonderer Ausgestaltung von Software, welche im Regelfall auch besondere Anforderungen an die Hardware stellt, werden weiterhin kostenintensiv bleiben.

2.2.4 Ausgabegeräte – Head-Mounted Display

Head Mounted Displays (HMDs) werden am Kopf befestigt beziehungsweise getragen und sind Displaysysteme beziehungsweise Ausgabegeräte von virtueller Realität. Technisch ist zwischen monokularen (für ein Auge) oder binokularen (für zwei Augen) HMDs zu differenzieren [7, 10, 11]. Beispiele sind die Videobrille, die Virtual-Reality-Brille oder die Augmented-Reality-Brille (auch Datenbrille genannt; Beispiele Google Glass [12] oder Microsoft HoloLens [13]).

2.3 Serious Games

Bei Serious Games – ins Deutsche übersetzt „Ernsthafte Spiele“ – handelt es sich um Computerspiele bzw. spielerische Anwendungen, die zwar originär aufgrund ihrer Konzepte und Technologien die reine Spielebranche bedienen, aber nicht primär nur für isolierte Unterhaltungszwecke entwickelt wurden. Es werden Ziele wie Ausbildung und Training oder Prozesssteuerung und Entscheidungsfindung gefördert [6, 7, 8, 11].

3 Virtuelle Realität in der Feuerwehr – wo stehen wir heute?

Im nachfolgenden Kapitel werden bestehende Anwendungsmöglichkeiten von VR bei der Feuerwehr anhand konkreter Beispiele und Forschungsprojekte aufgezeigt.

3.1 Anwendungsbeispiele – IST-Situation

Derzeit existiert bereits eine Vielzahl von VR-Anwendungen im Rahmen der Aus- und Fortbildung, welche im Wesentlichen die realistische Simulation von Einsatzszenarien ermöglichen. Davon werden im Folgenden einige exemplarisch aufgeführt.

Das Projekt SAFER („Simulation in der Ausbildung für Einsatzkräfte in Rheinland-Pfalz“) ist eine computergestützte 3D-Simulation unter Nutzung der Programme XVR (eine Abkürzung von eXerciseVR und eXamVR) und ISEE® („Interactive Simulator for Emergency Exercises“), in dem eine realistische Abarbeitung von Großschadenslagen mit bis zu 500 Verletzten unter Beachtung realistischer Zeit- und Ressourcenansätze und verschiedener Taktikvarianten fachdienstübergreifend simuliert wird. Dynamische und zeitlich realistische Veränderungen im Schadensszenario können eingespielt werden. Das System ist für Gruppenführer bis zur Stabsarbeit geeignet [14, 15].

Das System XVR der Firma XVR Simulation B.V. richtet sich als Trainingssoftware an Einsatzkräfte auf operativer und taktischer Ebene. Mit Hilfe eines Joysticks bewegt man sich durch den virtuellen Einsatzort; Phasen des Führungskreislaufs der Erkundung, Beurteilung und Befehl werden durchlaufen. Ein Ausbilder steuert das gesamte Szenario und kann dieses dynamisch anpassen und eskalieren lassen [16].

Das System RescueSim der Firma VSTEP B.V. ist ein 3D-Ereignis- oder Krisensimulator, in dem Reaktionsstrategie und Konsequenzen von Entscheidungen in Echtzeit dargestellt werden. Es kann von Standardszenarien bis hin zu voll flexibel erstellten Vorfallszenarien für Individual- oder Gruppentrainings genutzt werden [17].

Das Forschungsprojekt KATIE („Katastrophen, Avatare, Technische Simulationen - in virtuellen Environments“) der Universität Kassel hat die Zielsetzung, eine Simulationsumgebung zur Darstellung von Zimmerbränden in Echtzeit zu verwirklichen, wobei die 3D-Umgebungen nach Wunsch programmiert werden können. Um eine möglichst realistische Darstellung zu erlangen, werden die Teilnehmer durch digitale Stellvertreter (Avatare) im Spiel dargestellt [18].

Das Forschungsprojekt TEAMWORK basiert auf einem Serious Gaming-Konzept und möchte eine Art spielerisches Lernen in einer simulierten Umgebung erreichen. Der Ansatz hierbei ist, dass basierend auf dem bekannten Spiel EMERGENCY [11] – einer Computerspielreihe zur Simulation von Gefahrenabwehreinsetzungen – Umgebungsparameter und das Verhalten von Menschen realistisch und dynamisch modelliert werden. Das Spiel soll von einer Community unterstützt werden, so dass ein Portal für den system- und organisationsübergreifenden Austausch von Informationen entsteht. Die Simulation soll hierbei auch mittels „wisdom of the crowd“, sinnhaft ins Deutsche übersetzt „Weisheit der Vielen“, und „out-of-the-box“ Denken, sinnhaft ins Deutsche übersetzt „kreativ Denken“, Lösungsoptionen für komplexe Situationen durch Verbindung und Nutzung aller vorhandenen Potenziale, insbesondere der teilnehmenden Spieler, ermöglichen [19, 20, 21].

Das Forschungsprojekt RescueLab sucht nach innovativen Ausbildungs- und Trainingsmethoden für operative, taktische und strategische Übungen der zivilen Gefahrenabwehr. Hierbei werden Übungsdaten IT-gestützt erhoben, zusammengeführt und analysiert [22].

Einen Unterpunkt in der Aus- und Fortbildung bilden Simulatoren für Einsatzfahrten.

Das System ERDS (Emergency Response Driving Simulator) der Firma Rosenbauer ist ein mobiler Fahr Simulator mit einer LKW-Kabine, welcher auf einem Container verlastet ist und durch die Lagerung auf einer Hubeinheit auch Lenkbewegungen realistisch nachempfindet [23].

Das System PANTHER Taktik Simulator der Firma Rosenbauer ist ein Fahr Simulator in einer originalen Kabine eines Flugfeldlöschfahrzeuges der Baureihe „PANTHER“, in dem die Einsatztaktik an Flughäfen – optional unter Berücksichtigung des Rollfeldverkehrs und von Löschmaßnahmen – simuliert wird. Hierbei wird eine möglichst realistische Darstellung auf einer 210°-Leinwand mittels Projektoren ermöglicht [24].

Neben weiteren privaten Anbietern [25] von Fahr Simulatoren halten bspw. die Berufsfeuerwehren Frankfurt [26] und Hamburg [27] oder die bayrischen Feuerwehren [28] Simulatoren für ein simulationsgestütztes Fahrtraining der Einsatzkräfte vor.

Die Drehleitersimulationen Drehleiter.info [29] und KoSi [30], welche exemplarisch benannt werden, simulieren den Hubrettungsgeräteinsatz. Beim Simulationsprogramm Drehleiterinfo wird der Einsatz in AR trainiert, bei KoSi handelt es sich um ein offline stationär zu installierendes Programm.

Zunehmend gibt es auch Systeme, welche sich zum Teil noch in einer Vorstufe von VR befinden, und über Ausgabegeräte zusätzliche Informationen im Feuerwehreinsatz anbieten.

Das System alpha Personal Network der Firma MSA [31, 32] ist ein kabelloses Kurzstrecken- und Langstrecken-Überwachungs-, Mess- und Kommunikationssystem, das einerseits das persönliche Risiko einer Einsatzkraft minimieren und andererseits die Leistungsfähigkeit erhöhen soll. Durch spezielle Ausrüstung im Atemschutzeinsatz sollen beispielsweise die Überwachung der Luftversorgung, Evakuierungssignale oder Gasalarme automatisiert in einer Atemschutzmaske mit Head-Up-Display angezeigt werden. Die Atemschutzüberwachung wird automatisiert über spezielle Endgeräte, beispielhaft ein Tablet oder ein PC, geführt und alle Daten der eingesetzten Atemschutztrupps werden protokolliert und analysiert.

Das System C-THRU der Firma Qwake Tech Inc. [33] führt durch eine spezielle Atemschutzmaske reale und virtuelle Informationen in AR in Echtzeit zusammen. Rückwärtig wird über ein „Command and Controllcenter“ (Kommando und Befehlscenter) das Vordringen der Trupps dreidimensional auf Endgeräten mit spezieller Software, beispielhaft ein Tablet oder ein PC, dargestellt.

Die Anwendung wird in der nachfolgenden Abbildung 3 verdeutlicht.

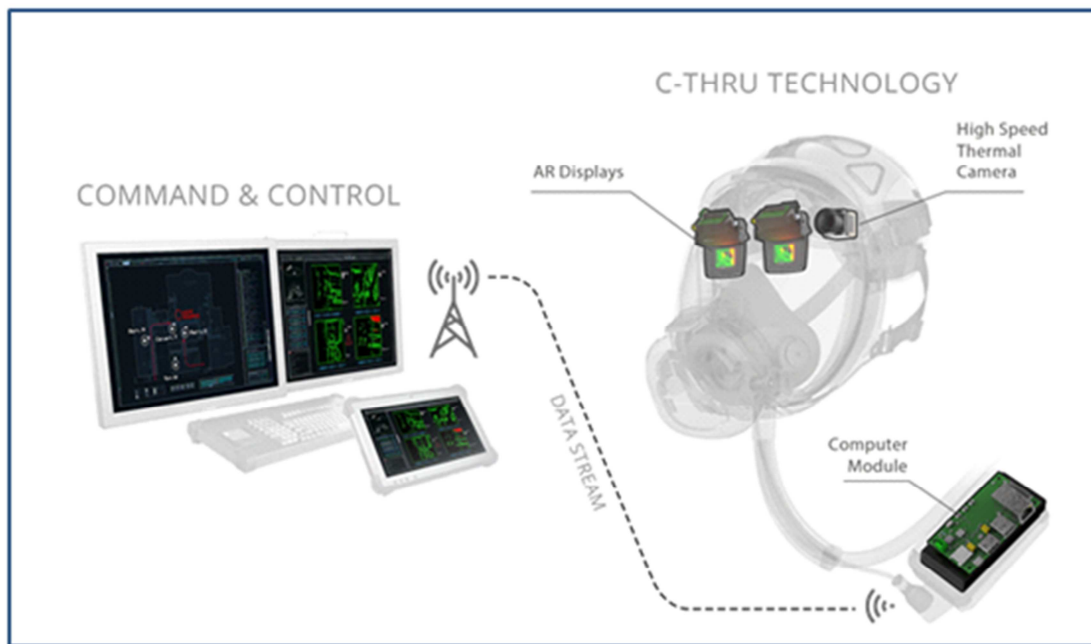


Abbildung 3: C-THRU Firma Qwake Tech Inc. (Quelle: Qwake, 2018)

Das System Holopackage Tactical der Firma REAL SIM [34] bietet die Möglichkeit, sich anhand eines kontrollierten Aufbereitens von Lageplänen, Brandschutzplänen oder Live-Aufnahmen einsatzrelevante Beurteilungs- und Entscheidungshilfen als AR – Hologramm bedarfsgerecht direkt ins Sichtfeld projizieren zu lassen.

Die Anwendung wird in der nachfolgenden Abbildung 4 verdeutlicht.

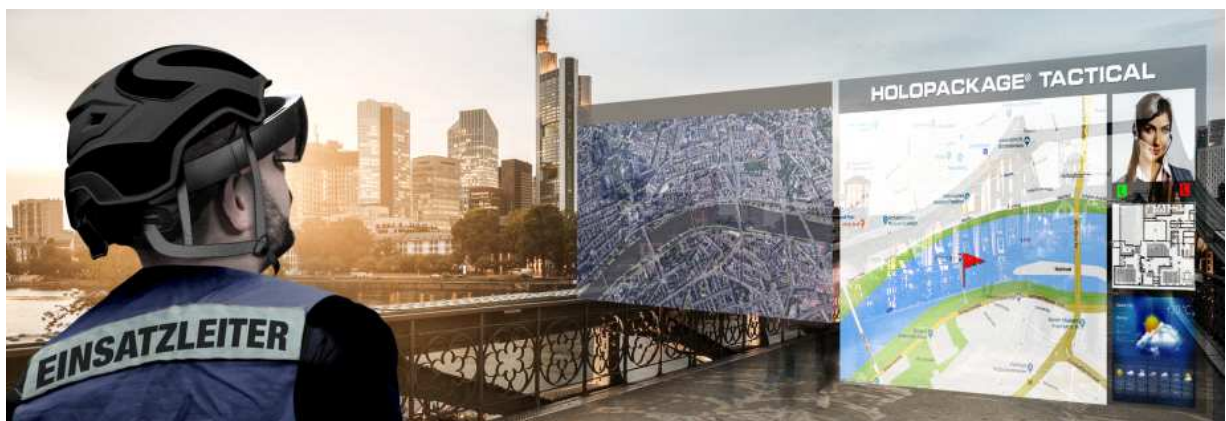


Abbildung 4: Holopackage Tactical der Firma REAL SIM (Quelle: REAL SIM, 2018)

3.2 Ergebnis der Recherche zu bestehenden Anwendungen

Eine abschließende Aussage, in welcher Form VR bereits heute im Feuerwehrwesen genutzt wird, ist trotz einer intensiven bundesweiten Recherche kaum möglich. Die sich in Deutschland derzeit darstellende Situation beschreibt – aufgrund unterschiedlicher Projekte, Forschungen, Studien einerseits, aber auch bereits konkreter Lösungen und Anwendungen andererseits – bildlich gesprochen einen „Flickenteppich“. Insofern muss man festhalten, dass in den Feuerwehren in vereinzelt Bereichen VR genutzt wird, dies aber nicht flächendeckend und immer nur in Teilbereichen der bestehenden technischen Möglichkeiten. Dennoch ist eine deutliche „Bewegung im

Feuerwehrwesen“ erkennbar, da VR diskutiert wird und in den unterschiedlichsten Bereichen, neben bereits existierenden Lösungen, an der weiteren Nutzung von VR gearbeitet und geforscht wird. Eine zunehmende Dynamik ist vermutlich auch darin begründet, dass VR nicht nur isoliert für den Markt der Gefahrenabwehr entwickelt wird, sondern sehr intensiv und für nahezu alle denkbaren Bereiche, insbesondere in der Wirtschaft und Industrie, genutzt wird. Es gibt hier bereits nachweisliche Erfolge, beispielsweise in der Automobilindustrie [35, 36, 37, 38].

3.3 Anwendungsbereiche von VR in der Feuerwehr

Aus der Betrachtung der heutigen IST-Situation des Einsatzes von VR im Feuerwehrwesen in Kapitel 3.2 wird deutlich, dass es bereits eine Vielzahl von bestehenden Anwendungen in der Aus- und Fortbildung gibt. Auch untersuchen aktuelle Forschungsprojekte weitere Nutzungsoptionen. Des Weiteren gibt es erste VR-Systeme, die eine Unterstützung im Feuerwehreinsatz bieten. Die Anwendungsbereiche werden in der nachfolgenden Tabelle deutlich.

	Feuerwehreinsatz	Aus- und Fortbildung
SAFER		X
XVR		X
RescueSim		X
KATIE		X
TEAMWORK		X
RescueLab		X
ERDS		X
PANTHER		X
Drehleiter.info		X
KoSi	X	
alpha Personal Network	X	
C-THRU	X	
Holopackage Tactical	X	

Tabelle 1 – Anwendungsbereiche (Quelle: eigene Darstellung)

Übergeordnet lassen sich aus der Tabelle 1 zwei Bereiche klassifizieren:

- Operativ-taktische Bereiche / Gefahrenabwehr
- Organisatorische Bereiche / rückwärtige Dienste

Bei der Betrachtung der generellen Organisationsform der Feuerwehr lassen sich zwei weitere Bereiche zusätzlich identifizieren:

- Präventive Bereiche / Gefahrenvorbeugung
- Administrative Bereiche / Verwaltung der Feuerwehr

Die Definition der vier vorgestellten Bereiche ist eine Schlussfolgerung aus den existierenden VR-Lösungen sowie der bestehenden generellen Organisationsstruktur der Feuerwehr. Zu betonen gilt es, dass diese nicht normierten Bereiche primär schematischer Natur sind und einer groben Zuweisung der Anwendungen von VR dienen, um sie trotz der zum Teil erheblich voneinander abweichenden Organisationsformen der Feuerwehren in Deutschland auf möglichst viele Organisationsstrukturen von Feuerwehren übertragen zu können.

Nachfolgend wird nun weitergehend spezifiziert, welche untergeordneten Bereiche gesondert zu betrachten sind.

Im operativ-taktischen Bereich – der Gefahrenabwehr – stellt der Einsatz der Feuerwehr den eigentlichen Kernbereich dar. Des Weiteren ist im Operativen gleichermaßen ein Nutzen im Rettungsdienst, in den einheitlichen bzw. integrierten Leitstellen sowie im Katastrophenschutz von Relevanz.

Dem organisatorischen Bereich – den rückwärtigen Diensten – werden die Bereiche der Einsatzplanung und -vorbereitung, der Aus- und Fortbildung sowie der Technik und der Beschaffungen zugeordnet.

Dem präventiven Bereich – der Gefahrenvorbeugung – werden die Bereiche der Brandschutzdienststelle, der Brandschutzaufklärung, der Brandschutzerziehung und der Öffentlichkeitsarbeit zugeordnet.

Dem administrativen Bereich – der Verwaltung – werden alle sonstigen Bereiche zugeordnet, die der Aufgabenerfüllung dienen und nicht dem operativ-taktischen, dem organisatorischen oder präventiven Bereich zuzuordnen sind. Hierzu zählen der Innere Dienst, das Personal sowie die Führung und Leitung der Behörde.

Die Abbildung 5 stellt eine grafische Zusammenfassung der Anwendungsbereiche von VR bei der Feuerwehr mit den Unterbereichen dar.

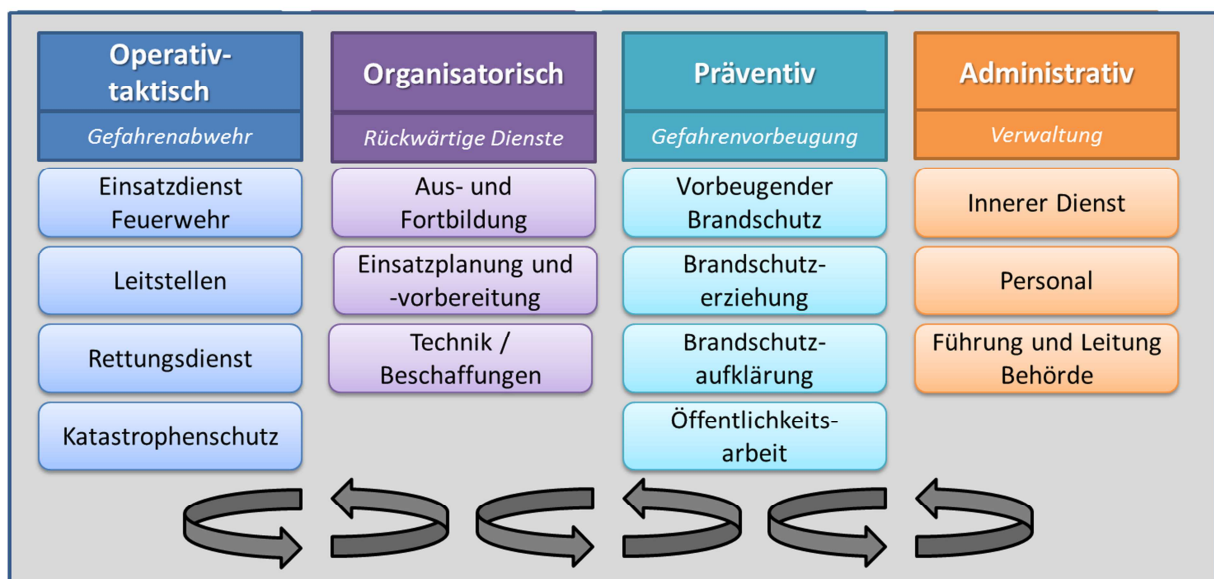


Abbildung 5 – Anwendungsbereiche von VR in der Feuerwehr (Quelle: eigene Darstellung).

4 Anwendungsmöglichkeiten von virtueller Realität in der Feuerwehr – wo wollen wir hin?

In der Übersicht der Tabelle 1 des vorherigen Kapitels wurde deutlich, dass derzeit ausschließlich eine Nutzung im operativ-taktischen und organisatorischen Bereich – hier der Aus- und Fortbildung – erfolgt. Die Frage, was in der Zukunft möglich ist und erreicht werden soll, wirkt bei erster Betrachtung komplex, ist aber möglicherweise doch leichter zu beantworten, als es die Fragestellung zunächst vermuten lässt. In der Einleitung dieser Facharbeit wurde der gesetzliche Auftrag der Feuerwehr skizziert. Letztendlich soll der Feuerwehr die Anwendung von VR helfen, diesen Auftrag besser, sicherer und zielgerichteter umzusetzen. Wenn dies durch VR ermöglicht wird, dann ist ein großer Nutzen für die nicht-polizeiliche Gefahrenabwehr gegeben.

Eine weitere Beantwortung der Fragestellung „Wo wollen wir mit VR hin?“ ist somit ebenfalls naheliegend – VR muss in den Anwendungsbereichen der Feuerwehr eingesetzt werden, in denen eine VR eine Verbesserung der aktuellen Situation hervorrufen würde.

4.1 Allgemein

Ähnlich wie bei der im Kapitel 3 betrachteten Fragestellung des aktuellen IST-Standes, ist eine Aussage, in welcher Form VR zukünftig im Feuerwehrwesen genutzt werden soll, nicht mit Gewissheit möglich, da VR als Bestandteil der Digitalisierung einer deutlichen Dynamik unterliegt. Dennoch werden nachfolgend konkrete Anwendungsmöglichkeiten aufgezeigt, in welchen Bereichen der Feuerwehr VR sinnvoll und flächendeckend einsetzbar ist. Es werden einzelne Vor- und Nachteile aufgezeigt. Um den bereichsübergreifenden Nutzen von VR abschließend deutlich zu machen, werden Synergien zwischen den einzelnen Bereichen der Feuerwehr in einer exemplarischen Anwendungsoption, welche auf bereits existierenden Einzellösungen basiert, erläutert. Hierzu erfolgt eine Gesamtzusammenfassung der wesentlichen Vor- und Nachteile.

4.2 Operativ-taktische Anwendungsmöglichkeiten

VR ist im operativ-taktischen Bereich überall dort von Nutzen, wo mit Hilfe von VR im Einsatz die Menschenrettung, die Hilfeleistung und der Eigenschutz der Einsatzkräfte verbessert werden können. Technisch betrachtet handelt es sich im Einsatz fast ausschließlich um AR-Anwendungen.

Als wesentliches Kriterium erweist sich hierbei der Einsatz unter Atemschutz. Dieser Einsatz ist geprägt von der Schwierigkeit der Sicht einschränkung für vorgehende Trupps und der rückwärtigen Koordination und Kontrolle der Atemschutzgeräteträger durch die Abschnitts- oder Einsatzleitung sowie die Atemschutzüberwachung. AR schafft durch eine zielgerichtete Erweiterung der realen Wahrnehmung mit virtuellen Elementen einen erheblichen Nutzen für den Einsatzerfolg und die Einsatzsicherheit. Projektionen, Head-Up-Displays oder spezielle Brillen in Atemschutzmasken können den vorgehenden Trupps wertvolle Informationen liefern. Oftmals liegen digitale, interaktive Informationen vor, so dass den vorgehenden Trupps – vergleichbar mit in einem Navigationsgerät – der Weg in der Atemschutzmaske eingeblendet werden kann. Parameter werden automatisiert in der Atemschutzmaske und in Atemschutzüberwachungssystemen angezeigt und analysiert, so dass ein völlig neues, höheres Sicherheitsniveau erreicht wird. Überdies können weitere Parameter wie der Luftverbrauch erfasst und für einen sicheren Einsatz automatisiert ausgewertet werden. Die Abschnitts- oder Einsatzleitung kann das Vordringen der Trupps durch Nutzung von GPS-Daten – respektive Indoor-Tracking-Daten –, automatisch übertragenen Parametern der Atemschutzgeräte und durch die Übermittlung von Bildern von Wärmebildkameras koordinieren und die vorgefundene Lage besser beurteilen. Diese Informationen können mit weiteren Informationen verknüpft werden, beispielsweise mit 3-D-Plänen von Objekten, Laufkarten oder Feuerwehr(einsatz)plänen, sodass eine visuelle Aufbereitung aller zur Verfügung stehenden Informationen erfolgt. Eine weitere Verknüpfung mit Aufnahme- und Erfassungsgeräten wie Dash-Cams oder Droh-

nen sowie die Einbindung öffentlicher Kamera- und Überwachungssysteme ist möglich.

Aber auch außerhalb des Atemschutzeinsatzes kann die Nutzung von AR wesentliche Vorteile bringen. Beispielsweise ist es möglich bei der technischen Hilfeleistung dem Angriffstrupp Daten zum verunfallten Fahrzeug über eine Brille einblenden zu lassen, so dass ein gezielter Einsatz von hydraulischem Rettungsgerät erfolgen kann [39]. Der Einsatz von hydraulischem Rettungsgerät könnte unter Nutzung der Fahrzeugdaten sowie realer Einsatzbilder in einer virtuellen Umgebung zusammengeführt werden. Hierdurch kann eine patientenorientierte Rettung in Echtzeit vor jeder realen Aktion simuliert werden, welche möglichst weitere Schädigungen der zu rettenden Personen ausschließt.

Insbesondere können in AR alle relevanten Informationen über entsprechende Ausgabegeräte in nahezu allen Einsatzsituationen angeboten werden, beispielsweise das Eintreffen nachrückender Kräfte, Informationen aus Alarm- und Einsatzplänen oder dem Einsatzleitsystem und Gefahrstoff- oder Wetterinformationen. Die Umsetzung beziehungsweise Ausgabe der Informationen muss in geeigneten Ausgabegeräten erfolgen, um eine sichere Bedienung in Stresssituationen zu gewährleisten.

Die Nutzung sollte sich auch an den Führungsstufen⁴ orientieren. Auf Ebene der Gruppenführer, der Zugführer und der Verbandsführer wird es aufgrund der unterschiedlichen Aufgaben im Einsatz auch unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten geben, da im Fokus stehen muss, dass VR grundsätzlich eine möglichst adressatengerechte Unterstützung liefern soll. Der Gruppenführer kann beispielsweise Informationen zum Standort seiner Trupps erhalten (vergleichbar „Befehlstaktik“). Der Zugführer erhält übergeordnet keine Einzelinformationen zu den vorgehenden Trupps, sondern lediglich, wie viele Trupps beispielsweise in welchem Abschnitt im Atemschutzeinsatz sind (vergleichbar „Auftragstaktik“). Wichtig beim Einsatz von VR in der Gefahrenabwehr ist, dass die verwendeten Systeme einer uneingeschränkten Verfügbarkeit unterliegen (technische Ausfallsicherheit bzw. redundante Systeme/Komponenten). Des Weiteren müssen die Systeme den Einsatzkräften nachweisliche Vorteile bieten und auch in Stresssituationen und unter eingeschränkten Sichtverhältnissen möglichst intuitiv bedienbar sein, um eine hohe Akzeptanz zu erreichen. Abschließend muss beachtet werden, dass kein „Datenüberfluss“ für die Einsatzkräfte ohne effektiven Nutzen erzeugt wird.

4.3 Organisatorische Anwendungsmöglichkeiten

Die organisatorischen Anwendungsmöglichkeiten von VR beziehen sich heute fast ausschließlich auf die Aus- und Fortbildung. Zukünftig bestehen aber auch noch weitere Anwendungsmöglichkeiten, die nachfolgend ebenfalls benannt werden.

4.3.1 Aus- und Fortbildung

Einen erheblichen Nutzen wird VR in der Aus- und Fortbildung erfahren. Überall dort, wo es heute im Realen nicht oder nur mit einem besonderen Aufwand darstellbar ist, wird VR die Aus- und Fortbildung prägen. Anwendungsbeispiele sind Einsatzsimulationen und Übungen in den unterschiedlichen Ausbildungs- und Führungsebenen

⁴ Vgl. FwDV 100, 3.2.5 Führungsstufe [40]

[41], Simulation von Stabsarbeit in virtuellen Teams [42] sowie Fahrsimulationen. Hierbei können verschiedene Techniken der VR genutzt werden. Isolierte Simulationen zum Training nur in der virtuellen Welt (VR), aber auch erweiterte Trainingsmethoden in der gemischten Realität (MR und AR). Parallel sind Mischformen der Vermittlung der jeweiligen Lerninhalte durch die Lehreinrichtungen möglich, beispielsweise durch Präsenz am Schulungsort und/oder durch Nutzung von zuhause. Individuelles Lernen, Lernen in interaktiven Gruppen und Gemeinschaften wird ergänzend durch VR ermöglicht. VR kann bei den Simulationen eine Verwendung von historischen Einsatzdaten in Trainingssituation ermöglichen und generell ein sehr positiv zu bewertender Faktor im Kontext Wissensmanagement sein. Die Wissensvermittlung durch virtuelle Online-Welten und Computerspiele stellt eine kooperative und kollaborative neue Trainingsmaßnahme für die Gefahrenabwehr dar [43]. Zusammenfassend eröffnet VR die Möglichkeit, alle Lernoptionen adressatengerecht anzubieten. Gleichzeitig sind Lernmethodik und Lerndidaktik anzupassen. Hierbei gilt es herauszustellen, dass insbesondere den Herausforderungen im Ehrenamt durch geeignete VR-Schulungsangebote begegnet werden kann, da individuelle (zeitlich und örtlich flexible) Lehr- und Lernangebote eröffnet werden. Die Techniken in der Aus- und Fortbildung in VR sind überaus vielfältig und untereinander modular ergänzungsfähig. Es besteht ein breites Portfolio an Hard- und Software, welches einen zielgerichteten Nutzen ermöglicht.

Insgesamt kann VR im Rahmen der Aus- und Fortbildung auch eine sehr enge Anbindung an E-Learning [8, 44] erfahren, da sich diese beiden Bereiche sinnvoll ergänzen können. Anwendungsmöglichkeiten werden sich ergeben, da eine moderne Aus- und Fortbildung nicht mehr zwingend an Lehrorte gebunden sein wird. VR könnte hierbei zukünftig auch durch künstliche Intelligenz erweitert werden und virtuelle Trainer somit eine individuell zugeschnittene Aus- und Fortbildung ermöglichen.

Aber nicht nur die Nutzung von VR als Einzellösung an Feuerweherschulen oder in Feuerwehren ist anzustreben, vielmehr gilt es tatsächlich „größer zu denken“ und die Möglichkeiten der Vernetzung auszuschöpfen. Die Projektgruppe „Feuerwehr-Dienstvorschriften“ hat mittels der Arbeitsgruppe „E-Learning“ hierzu im Rahmen eines Abschlussberichtes des Ausschusses Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (AFKzV) für den Arbeitskreis V (AK V) Feuerwehrangelegenheiten, Rettungswesen, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung der ständigen Konferenz der Innenminister und -senatoren der Länder festgehalten, dass Simulationstrainings in virtuellen Umgebungen unterstützt durch künstliche Intelligenz, Serious Gaming-Anwendungen für Game Based Learning, sinnhaft ins Deutsche übersetzt „Spielbasiertes Lernen“, und in VR dargestellte digitale Planübungen für die Feuerwehr geeignet sind. Eine weitere wesentliche Feststellung in diesem Bereich ist, dass die Entwicklung und Implementierung solcher digitalen Anwendungen die Möglichkeiten einzelner Bundesländer übersteigt und die Einrichtung einer virtuellen Feuerweherschule als länderübergreifendes Digitalisierungsprojekt sinnvoll ist [44]. VR wird daher die eher traditionell dezentralen Strukturen in der Aus- und Fortbildung zum Teil vernetzen.

4.3.2 Einsatzplanung und Einsatzvorbereitung

In der Einsatzplanung und Einsatzvorbereitung kann VR beispielhaft bei der Erstellung, Evaluierung, Analyse und Fortschreibung von Brandschutzbedarfsplänen⁵, Alarm- und Ausrückeordnungen, Gefahrenabwehrplänen oder Einsatzplänen genutzt werden. Eine weitere Anwendungsoption ergibt sich auch bei Risikoanalysen und Evakuierungsszenarien [34, 45]. Beispielsweise könnte die Evakuierung bei Großveranstaltungen unter Berücksichtigung der Personenströme simuliert und hierauf basierend ein Einsatzkonzept für die Feuerwehr erstellt werden. Der Nutzen wäre dadurch gegeben, dass im Rahmen der Einsatzplanung und Einsatzvorbereitung konkrete Simulationen in VR erfolgen könnten, um die Wirksamkeit der Planungen und Vorbereitungen im Vorfeld realistisch zu prüfen.

4.3.3 Technik / Beschaffungen

Vergleichbar mit der Modellierung und Konzeption von baulichen Anlagen, können zukünftig anstehende Beschaffungen in VR-Umgebungen geplant, mit Herstellern abgestimmt und umgesetzt werden, beispielsweise bei der Beschaffung von Fahrzeugen [36, 37]. Dies gilt gleichermaßen auch für eigene bauliche Anlagen, wie dem Um- oder Neubau von Feuerwachen. Die Überwachung des Fahrzeugparks und der gesamten feuerwehrtechnischen Infrastruktur könnte durch VR optimiert oder unterstützt werden.

4.4 Präventive Anwendungsmöglichkeiten

Die präventiven Anwendungsmöglichkeiten von VR lassen sich in vier Unterpunkte gliedern und werden nachfolgend vorgestellt.

4.4.1 Vorbeugender Brandschutz

Die Gemeinden haben gesetzlich definierte Aufgaben im Rahmen des vorbeugenden Brandschutzes zu leisten⁶. Schwierigkeiten bestehen oftmals darin, dass ein innerbehördlicher Abgleich mit den zuständigen Fachämtern, vornehmlich den Bauordnungsämtern, erforderlich ist und hierzu Bauakten oder Baupläne mit aktuellem Stand vorliegen müssen. Häufig gibt es diese Pläne nur in Papierform und digitale Pläne werden zwischen allen beteiligten Akteuren, hier vornehmlich den Behörden, dem Bauherrn bzw. dem Baubetreiber, selten aktuell oder gar automatisiert abgeglichen. Zukünftig könnten die Stellungnahmen im vorbeugenden Brandschutz, sofern als elementare Grundlage eine strukturierte Digitalisierung von Akten mit entsprechenden Systematiken der synchronisierten Datenbasis bzw. Aktualisierung vorhanden ist, in bauaufsichtlichen Verfahren durch Betrachtung digitaler Pläne und im Rahmen virtueller Rundgänge durch bauliche Anlagen erfolgen.

Die Nutzung digitaler Technologien kann zur Kostentransparenz und Effizienz entscheidend beitragen. Für alle am Bauprojekt Beteiligten wird die Realisierung eines Bauprojektes somit optimiert. Dies ist beispielsweise mit Building Information Modeling (BIM) möglich [46, 47]. Auch durch zukünftig immer mehr vorhandene „Smart-Homes“ / „Smart Buildings“ ergeben sich sinnvolle Optionen. Vorgenannte Vorteile gelten gleichermaßen für Brandverhütungsschauen. Bei nahezu allen neuerlichen

⁵ Vgl. § 3 Abs. 3 und § 1 Abs. 1 BHKG

⁶ Vgl. § 3 Abs. 2 und §§ 25 und 26 BHKG

Gebäuden gibt es 3-D-Modelle und zunehmend werden in allen Behörden Daten von Objekten digital erfasst, beispielsweise mit Luftbildern oder Geokoordinaten. Auch die Anwendungen von Ingenieurmethoden im vorbeugenden Brandschutz lassen sich in VR verbessert umsetzen, beispielsweise Brandlastberechnungen oder Entrauchungskonzepte.

4.4.2 Brandschutzerziehung

Die Brandschutzerziehung könnte in Kindertagesstätten und Schulen das Verhalten in Gefahrensituationen in den konkreten Objekten in der virtuellen Realität simulieren, beispielsweise die Nutzung der Fluchtwege. Es könnten altersgerechte Video-Tutorials zur Nutzung von Kleinlöschgeräten, unterstützt durch VR-Simulationen, erstellt werden.

4.4.3 Brandschutzaufklärung

Der Umgang mit Kleinlöschgeräten und das Absetzen von Notrufen könnten in VR simuliert werden, um die Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung zu stärken.

4.4.4 Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit könnten beispielsweise Feuerwachen, Fahrzeuge oder Einsatzszenarien in VR dargestellt werden, um der Bevölkerung oder Nicht-feuerwehrangehörigen die Arbeit der Feuerwehr vorzustellen.

4.5 Administrative Anwendungsmöglichkeiten

Im administrativen Bereich sind ebenfalls Anwendungsmöglichkeiten von VR gegeben. Als Beispiel ist die Durchführung von Besprechungen zu benennen. Bilden heute Telefon- oder Videokonferenzen zumeist die maximale technische Variante von gemeinsamer Kommunikation zwischen räumlich getrennten Gesprächspartnern, könnten zukünftig Besprechungen in VR stattfinden und die Besprechungsteilnehmer hierzu in virtuellen Räumen zusammenführen. Dies würde Anfahrten in vielen Fällen entbehrlich machen und eine enorme Effizienz von Besprechungen bzw. Optimierung zeitlicher Ressourcen ermöglichen. In der Personalunterhaltung könnte VR im Arbeitsschutz eingesetzt werden. Ein Arbeitssystem kann simuliert werden und mithilfe von Rechnersystemen und Projektionstechnik lassen sich dreidimensionale, dynamische Arbeitsumgebung erschaffen. Dies wird heute beispielsweise in Produktionsbereichen [48] eingesetzt und könnte auf Bereiche der Feuerwehr übertragen werden. Gefährdungsbeurteilungen könnten unter Nutzung von VR orts- bzw. umgebungs-spezifisch erstellt werden. Im Rahmen von Personalgewinnungsmaßnahmen könnte in Assessment-Centern die realistische Simulation von Einsatzszenarien erfolgen, um eine fachlich geeignete Personalauswahl zu treffen.

4.6 Synergien von Anwendungsmöglichkeiten sowie Vor- und Nachteile von VR in der Feuerwehr

Die Bereiche mit ihren jeweiligen Unterpunkten in der Feuerwehr, in denen eine Anwendung von VR sinnvoll ist, wurden aufgezeigt, wobei sich diese auch dynamisch mit dem technischen Fortschritt weiterentwickeln werden. Bereits heute kann die eindeutige Aussage getroffen werden, dass VR in allen Bereichen der Feuerwehr sinnvolle Anwendungsoptionen finden kann. Wichtig ist, dass man die Bereiche der Feu-

erwehr nicht statisch oder isoliert betrachtet, sondern auch den potentiellen korrelierenden Nutzen von VR, welcher oftmals durch den Begriff der Vernetzung geprägt wird, ganzheitlich zwischen den einzelnen Bereichen bewertet. Eine exemplarische Anwendungsoption verdeutlicht das nachfolgende Beispiel:

Im präventiven Bereich wird im Rahmen des vorbeugenden Brandschutzes ein neues Schulbauprojekt komplett begleitet. Der organisatorische Bereich der Einsatzplanung und Einsatzvorbereitung erstellt basierend hierauf eine Einsatzmittelkette sowie eine objektspezifische Alarm- und Ausrückeordnung. Ein Feuerwehreinsatzplan wird gemeinsam zwischen der Brandschutzdienststelle und der Abteilung Einsatzplanung und Einsatzvorbereitung aufgestellt. Im Rahmen der Aus- und Fortbildung erfolgen virtuelle Begehungen des Objektes mit den Einsatzkräften und es werden virtuelle Anleiterproben angeboten, so dass eine Schulung aller Einsatzkräfte erfolgt. Für die Schüler wird unter Mitarbeit der Brandschutzdienststelle eine virtuelle Fluchtsimulation erstellt. Im konkreten Einsatz startet mit der Alarmierung durch die Leitstelle automatisiert eine Drohne [49] und erkundet die Einsatzstelle. Der Einsatzleiter erhält auf der Anfahrt im Rahmen von AR mit Hilfe einer speziellen Brille eine Visualisierung aller Einsatzinformationen, ergänzt durch Informationen über Body-Cams der ersteintreffenden Einsatzkräfte [50], plant bereits vor Eintreffen die Einsatzstellenorganisation und teilt die Trupps ein. Die vorgehenden Trupps erhalten in Echtzeit in der Atemschutzmaske alle für sie spezifischen Informationen und Laufkarten werden eingeblendet. Alle gewonnenen Informationen werden automatisiert analysiert und für eine verbesserte Einsatzplanung und Einsatzvorbereitung (Controlling), virtuelle Einsatzübungen sowie beispielsweise die Brandschutzerziehung vor Ort genutzt.

Dieses Anwendungsbeispiel ließe sich weiter fortführen und zeigt deutlich auf, welche Potentiale in VR liegen und wie notwendig die Nutzung der sich ergebenden Synergien ist. Die Machbarkeit des aufgezeigten Szenarios wird jedoch vermutlich nur bei vollumfänglicher Standardisierung (bei heutigem Stand der Technik) und entsprechender Rechenleistung realistisch sein.

Die Vorteile von VR in den unterschiedlichen Anwendungsbereichen sind sehr vielfältig, aber auch oftmals sehr ähnlich. Die wesentlichen Vorteile ergeben sich zusammenfassend aus einem völlig neuen Informationsangebot und einer Visualisierung mittels moderner Technologien. Hierzu zählen die Bündelung, Vereinheitlichung und Integration von Daten mit situationsbezogener, dynamischer Verfügbarkeit beziehungsweise Visualisierung auf End- oder Ausgabegeräten in Echtzeit sowie eine interaktive, dynamische Lagekartendarstellung. Eine bessere Einsatzeffizienz im Atemschutz ist durch Anzeige der wichtigsten Parameter oder einer Navigation in einem Head-Up-Display in der Atemschutzmaske möglich. Die automatisierte Atemschutzüberwachung mit Darstellung der Situation der Einsatzkräfte und die vollständige Dokumentation und statistische Auswertung eines Einsatzes sowie der verbesserte Schutz der Einsatzkräfte durch smarte Schutzausrüstung [51, 52] stellen diverse Anwendungsoptionen dar.

VR bietet einheitliche und adressatengerechte Ausbildungs- und Trainingsoptionen, gefahrloses und umweltschonendes (emissions- und immisionsfreies) Üben und Verknüpfung unterschiedlicher Lehr- und Lernmethoden, vor allem mit E-Learning. Die computergestützte Simulation von bekannten, realen oder fiktive Einsatzlagen als Individual- oder Gruppentraining, Reproduzierbarkeit von Übungsszenarien mit Ana-

lysemöglichkeiten, Minimierung von Kosten und Aufwand für Realübungen, die Einbindung einer hohen Anzahl von Übungsteilnehmern mit hohem Personaldurchsatz und fachdienst- oder organisationsübergreifende Übungen sind weitere Vorteile. Die realistische, dynamische Darstellung des Führungsvorgangs, die Simulation von Ressourcenmanagement auf taktischer und strategischer Ebene und logistischer Aspekte der Notfallplanung, die Erhöhung der Fahrsicherheit durch Simulation von Gefahren mit erhöhtem Unfallrisiko sowie die Simulation von Krisenkommunikation – auch von Online- und Social-Media-Nachrichten – bieten ebenfalls einen zusätzlichen Nutzen.

Die Simulation von 3D-Brandprozessen, Strömungen sowie Ausbreitung von Feuer, Rauch und thermischer Strahlung im vorbeugenden Brandschutz sind als weitere Vorteile zu benennen.

Die wesentlichen Nachteile werden nachfolgend zusammengefasst und erstrecken sich auch auf alle Anwendungsbereiche. Ein Teil dieser potentiellen Nachteile sind jedoch vielmehr als Herausforderung zu betrachten, die es sukzessive zu verbessern gilt. Sicherlich ist die Beschaffung und Vorhaltung der notwendigen Technik als solche zu benennen. Die Nutzung von VR bedarf einer angemessenen Technikausstattung und erfordert somit investiv als auch konsumtiv einen entsprechenden Finanzeinsatz. VR und Vernetzung bedürfen physikalisch einer geeigneten IT-Infrastruktur. Die konkreten Kosten zu benennen ist derzeit nicht möglich. Einerseits hängt dies vom Verwendungsbereich ab, andererseits bedarf es hier auch eines Kosten- und Nutzenvergleichs, welcher vor dem Hintergrund der Erhöhung des Sicherheitsniveaus nur schwierig zu führen ist. Konkrete Aussagen zum jeweiligen Kosten-/ Nutzenverhältnis zu treffen ist – insbesondere vor dem Hintergrund der vielfältigen Anwendungsbereiche und Systeme – daher zu komplex und muss im Rahmen von Erfahrungswerten weitergehend betrachtet und evaluiert werden.

Sofern VR zu Ausbildungs- und Schulungszwecken auch außerhalb von Lehrinrichtungen genutzt werden soll, bedarf es im privaten Bereich auch der erforderlichen Technik. Das Lernen in der virtuellen Welt muss als Ergänzung betrachtet werden, da auch gemeinschaftliches und „reales“ Lernen weiterhin seine Bedeutung hat. Ein Nachteil ist sicherlich, dass bei einer konsequenten Nutzung von VR auch eine Abhängigkeit von dieser Technik besteht, insbesondere im Einsatz, sofern man nicht weiterhin als Rückfallebene heutige Vorgehensweisen trainiert. Insofern muss VR in einer sicheren, möglichst resilienten und redundanten technischen Umgebung ausgelegt werden, so dass die Verfügbarkeit, vor allem in operativ-taktischen Bereichen, möglichst uneingeschränkt vorliegt. Von der Installation bis zur Administration von VR braucht es Fachleute, welche derzeit nur schwer zu gewinnen sind.

Grenzen sind der VR durch die jeweils individuelle gesundheitliche Eignung gegeben, da VR-Anwendungen besondere Anforderungen stellen. Hier ist exemplarisch die „motion sickness“, sinnhaft ins Deutsche übersetzt „Bewegungsübelkeit“, zu benennen. Daher gilt es auch im Rahmen des Arbeitsschutzes und in Vorsorgeuntersuchungen entsprechende Voraussetzungen zukünftig sicherzustellen, damit alle Einsatzkräfte einen entsprechenden Gesundheitsschutz begleitend bei der VR-Nutzung erfahren. Weitere Grenzen sind dem Einsatz von VR sicherlich auch durch die heterogene Altersstruktur in den Feuerwehren gesetzt. Hinsichtlich der Akzeptanz der „neuen Technik“ ist tendenziell davon auszugehen, dass die jüngeren Generationen

und auch zukünftige Generationen VR wesentlich selbstverständlicher annehmen und nutzen, so dass VR für sie eine Alltagstechnik darstellen wird (vergleichbar mit der heutigen Nutzung des Internets und von Smartphones) [10]. Auch muss sich VR an der jeweiligen Leistungsfähigkeit der Feuerwehr orientieren, um zwar im Hinblick auf die Grundstruktur einheitliche, jedoch den örtlichen Verhältnissen angepasste Lösungen zu realisieren. VR stößt auch auf sehr reale organisatorische und politische Probleme. Die Konsolidierung von Datenquellen setzt hierbei eine Form von Standardisierung voraus, um multiple individuelle Schnittstellen zu vermeiden [47]. Die fehlende Standardisierung ist ein Hemmschuh für eine erfolgreiche Digitalisierung [53]. Perspektivisch könnte die künstliche Intelligenz eine Lösung sein, da Daten nicht mehr standardisiert würden, sondern zukünftig die Schnittstelle ad hoc modelliert würde [47]. Jedoch gilt es diesbezüglich, die weitere Entwicklung abzuwarten. Die wesentlichen Vor- und Nachteile sowie Herausforderungen werden in der Abbildung 6 zusammengefasst.

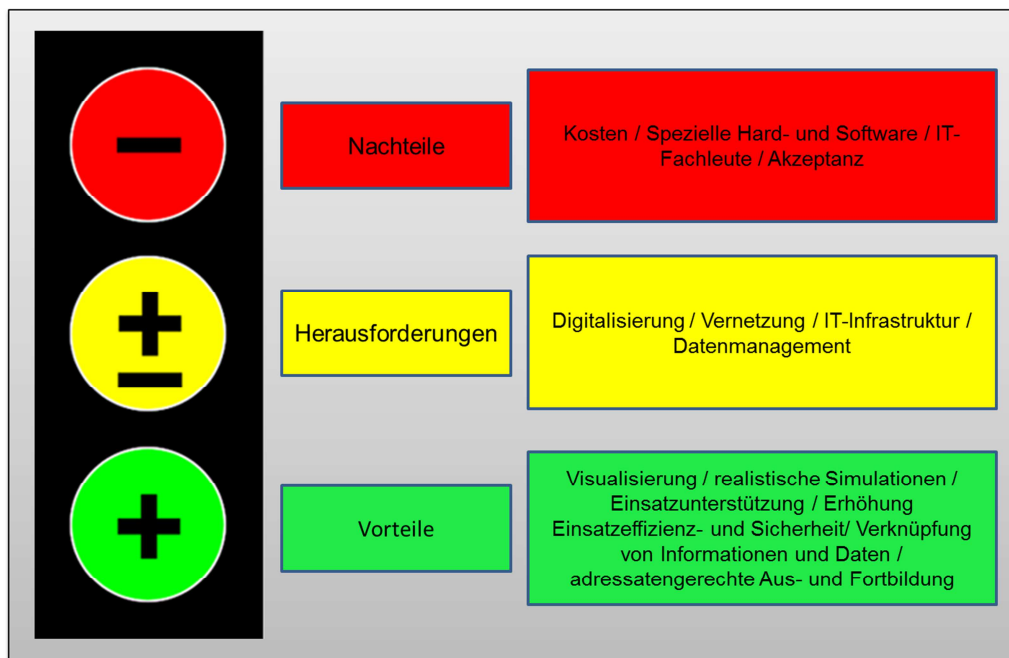


Abbildung 6 – Vor- und Nachteile / Herausforderungen VR (Quelle: eigene Darstellung)

5 Fazit

5.1 Zusammenfassung

Die vorliegende Facharbeit befasste sich mit existierenden und zukünftigen Anwendungsmöglichkeiten von VR im Feuerwehrwesen. Es wurden Vor- und Nachteile aufgezeigt und einer Bewertung unterzogen. Fachliche Grundlagen zum Verständnis von VR wurden geschaffen. Zu beachtende Querschnittsthemen wie E-Learning und zukünftig die künstliche Intelligenz wurden erläutert und die Synergien und Abhängigkeiten andiskutiert.

Es wurden zwei wesentliche Anwendungsbereiche identifiziert: die Aus- und Fortbildung sowie der Feuerwehreinsatz.

In der Aus- und Fortbildung gibt es bereits diverse VR-Anwendungen, die eine deutliche Verbesserung bewirkt haben. Zu den Vorteilen zählt hierbei insbesondere, dass eine adressatengerechte Ausbildung mit realistischen Szenarien angeboten werden kann. Auch nicht alltägliche und in der Realität oftmals nur mit einem erheblichen Aufwand im Rahmen von Großübungen zu realisierende Einsatzszenarien können in VR mit deutlich geringerem Aufwand angeboten werden. VR ermöglicht auch eine hohe Reproduzierbarkeit und Analyse von Übungsszenarien. Durch Serious Games können überdies zukünftig auch vernetzte Übungen und ein Wissensaustausch realisiert werden. Als Nachteil ist zu betrachten, dass Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten in VR besondere Technik verlangen und eine Administration von IT-Fachleuten benötigt. Auch muss weiterhin eine Reflektion der Lernerfolge und Lernerfordernisse für den Auszubildenden erfolgen.

Im Feuerwehreinsatz kann VR, im wesentlichen AR, diverse Unterstützungsmöglichkeiten bieten. Informationen, welche man heutzutage während des Einsatzes kaum vorhalten kann, werden strukturiert zusammengeführt und über spezielle End- oder Ausgabegeräte angeboten. Die Daten- und Informationsaufbereitung mit einer adressatengerechten Unterstützung sind als wesentlicher Vorteil zu benennen. Ähnlich wie in der Aus- und Fortbildung ist die Vorhaltung von spezieller Technik eine Herausforderung. Des Weiteren muss diese Technik den besonderen Anforderungen im Feuerwehreinsatz genügen. Die präventiven und administrativen Anwendungsbereiche spielen derzeit noch eine untergeordnete Rolle. Dennoch sind auch hier deutliche Potenziale vorhanden, die einen Nutzen von VR im Feuerwehrwesen bieten.

Zusammenfassend sind die Vorteile von VR dahingehend zu konkretisieren, dass VR sinnvolle Visualisierungen und Informationsangebote eröffnet, die es in der realen Welt nicht gibt. VR darf hierbei nicht als ein in sich geschlossenes System oder als ein (konkurrierender) Gegenpol zur realen Welt beziehungsweise zum realen Feuerwehrleben verstanden werden, sondern als neue Möglichkeit, die die gesamte Aufgabenwahrnehmung – in allen Bereichen des Feuerwehrwesens – ergänzen und optimieren kann. Virtuelle Realität kann Informationen gewinnen, aufbereiten und darstellen sowie Umgebungen simulieren – in einem Maße und auf eine Art und Weise, wie es in der Realität kaum oder gar nicht möglich ist. Gleichzeitig darf jedoch kein „Datenüberfluss“ provoziert werden.

Die wesentlichen Nachteile bestehen darin, dass eine grundlegende Akzeptanz für VR geschaffen werden muss. Anwendungen im operativen Bereich müssen eine nachgewiesene Einsatzreife besitzen und für die Einsatzkräfte Vorteile generieren. Überdies setzt der Einsatz von VR die notwendigen finanziellen, technischen und personellen Ressourcen voraus.

Grundlage von VR ist ein strukturiertes Informations- und Datenmanagement sowie die Digitalisierung in den Feuerwehren. Auch wird es eines strukturierten und übergeordneten Prozesses der Implementierung bedürfen, welcher sich zeitlich über viele Jahre erstrecken wird und in unterschiedliche Migrationsschritte bzw. Prozessphasen aufzuteilen ist.

Im Ergebnis bleibt festzuhalten, dass VR einen Nutzen in der Feuerwehr, hier eindeutig in den Bereichen der Aus- und Fortbildung sowie im Feuerwehreinsatz bietet. Weitere ergänzende Anwendungsbereiche innerhalb der Feuerwehr sind in Zukunft möglich.

5.2 Ausblick

VR wird zukünftig in allen Bereichen der Feuerwehr sinnvolle Anwendungsmöglichkeiten finden. Oftmals wird VR bereits mit der „Technik des 21. Jahrhunderts“ oder als „Quantensprung in der Informationstechnologie“ umschrieben [7]. Deutschland befindet sich im digitalen Wandel [3, 54]. Die Aussage „stellen sie sich vor...“ wird durch einen zielgerichteten Einsatz von VR entbehrlich werden, beispielhaft im operativen Einsatz, in der Aus- und Fortbildung aber auch in planenden Bereichen der Feuerwehr.

Das Grundverständnis in der Digitalisierung sollte dahingehend bei den Feuerwehren geprägt werden, dass man nicht ein Minimal- sondern ein Maximalprinzip verwirklichen möchte. Daten bzw. Informationen gilt es in allen Bereichen der Feuerwehr strukturiert, bedarfs- und adressatengerecht vorzuhalten. Kommunikation ist mit Hilfe moderner Technik auszugestalten. Organisationsübergreifende Lösungen sind mittelfristig anzustreben und mithilfe von VR sind Daten und Informationen für die unterschiedlichen Aufgabenbereiche aufzubereiten. Der heutige „Flickenteppich“ ist in einem strukturierten Prozess zusammenzuführen und es sind ggf. Kompetenzzentren und Bündelungsbehörden zu schaffen⁷. Digitalisierung und VR benötigen entsprechende Grundlagen von der Bundes- bis zur Kommunalebene. VR wird vermutlich nur mit einem generellen Fortschreiten der Digitalisierung der Behörden ein Erfolgsmodell. Fachleute und Spezialisten sind auch in der Feuerwehr vorzuhalten. Datensparsamkeit und Datensicherheit sowie virtuelle Angriffsmöglichkeiten durch die Digitalisierung und Vernetzung sind zu beachten⁸. Die Quantität der Daten ist nicht das bestimmende Kriterium, sondern primär die Datenqualität und die dynamische Verfügbarkeit in Echtzeit.

Neue Geräte bzw. technische Möglichkeiten werden den Einsatz, die Kommunikation und die Zusammenarbeit in der Gefahrenabwehr sicherlich verändern. Routinierte, über Jahrzehnte vermittelte Handlungsweisen und Arbeitsalgorithmen werden durch VR aufgeweicht und nachhaltig beeinflusst. Die digitale Transformation wird vermutlich auch ein umfassendes Umdenken in Organisationsprozessen erfordern und weitreichende Einflüsse auf das gesamte Leben haben [55]. Insofern gilt es, den gesamten Prozess der Einführung auch strukturiert zu gestalten. Die Feuerwehr 4.0 wird vermutlich keine Vision bleiben. Sie darf aber nicht nur abstrakt diskutiert und vermittelt werden, sondern das größte Kapital in der Gefahrenabwehr – die (ehrenamtlichen) Feuerwehrangehörigen – sind „mitzunehmen und einzubinden“. VR schafft im Feuerwehrwesen neue Möglichkeiten proaktive Ressourcen zu nutzen, die reaktive Ressourcen – insbesondere den Einsatz von Personal – mindern können. Dies gilt es auch vor dem Hintergrund gesamtgesellschaftlicher Entwicklungen zu betrachten, da die Verfügbarkeit von ehrenamtlichen Feuerwehreinsatzkräften, aber auch von hauptberuflichen Feuerwehrkräften zunehmend kritischer wird. Ebenso erfordert die technische Komplexität von Fortbewegungsmitteln, von baulichen Anlagen und Infrastrukturen sowie neuerlichen Energieträgern ein zunehmendes Detail- oder Spezialwissen der Feuerwehren.

⁷ Vgl. Umsetzungsstrategie der Bundesregierung zur Gestaltung des digitalen Wandels [55]

⁸ Vgl. FwDV 800, 4. Sprach- und Datendienste, Informations- und Kommunikationsverbindungen [56]

Genau an diesen Stellen, an der die Realität deutliche Herausforderungen oder gar bereits existierende Probleme hervorbringt, wird VR für das Feuerwehrwesen einen erheblichen Nutzen bringen.

Da dem Menschen kognitive Grenzen natürlich gegeben sind [57], sollte im nächsten Schritt eine Unterstützung durch künstliche Intelligenz betrachtet werden, primär nicht in Konkurrenz zu den Feuerwehrangehörigen, sondern zu deren Unterstützung [47]. Eine thematische Verzahnung bzw. Synergien von VR mit anderen Themen wie E-Learning müssen konsequent erfolgen und „Best-Practice-Beispiele“ aus Bereichen außerhalb der Feuerwehr sollten als Orientierung dienen.

Die Nutzung von VR in der Feuerwehr ist eine Investition in die Zukunft, die aber auch vor allem initial den Einsatz von Finanzmitteln – vornehmlich für Personal und Technik – bedarf. Diese Investition wird sich bei einer strukturierten Einführung und Nutzung sicherlich amortisieren, aber heute lassen sich Zahlen noch nicht valide hinterlegen. Gemeinschaftliche Ressourcen sollten geschaffen werden. VR wird vermutlich auch zum Teil in der Feuerwehr vorhandene eher kleinzellige Strukturen aufbrechen, da die Vernetzung im Vordergrund steht und es einer übergeordneten Koordination bedarf. Daher sollte VR auch als Chance betrachtet werden, dass analoge Prozesse im Rahmen der Digitalisierung optimiert werden. Digitalisierung ist hierbei kein isolierter technischer Akt, sondern vor allem müssen Prozesse grundlegend betrachtet werden. Technische Expertise wird nicht kommunal vorzuhalten sein. Evaluierungen zum Nutzen von VR sind erforderlich und müssen fortlaufend erfolgen. Virtuelle Realität ist mit Sicherheit kein Allheilmittel für bestehende Probleme und Herausforderungen im Feuerwehrwesen. Virtuelle Realität ist jedoch mehr als eine Vision. Sie ist bereits heute in der Wirklichkeit angekommen und wird zukünftig einen immer höheren Stellenwert im Alltag einnehmen. Es braucht daher den Mut und gemeinsame Anstrengungen im Feuerwehrwesen, um notwendige Veränderungen zu wagen und mit Bedacht umzusetzen, die nicht im Widerspruch zu den bewährten Strukturen der Feuerwehr stehen.

Virtuelle Realität bietet dem Feuerwehrwesen neue Perspektiven und genau aus diesem Blickwinkel muss man sie betrachten!

Literaturverzeichnis

- [1]** BHKG – Brandschutz-, Hilfeleistungs-, Katastrophenschutzgesetz Nordrhein-Westfalen (2016)
Auflage: 9., erweiterte und überarbeitete Auflage, ISBN / Artikel-Nr: 978-3-555-01837-9
W. Kohlhammer Deutscher Gemeindeverlag GmbH
- [2]** BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2018)
„Neuer virtueller Durchblick in der beruflichen Bildung“, Pressemitteilung: 016/2018, 06.03.2018
<https://www.bmbf.de/de/neuer-virtueller-durchblick-in-der-beruflichen-bildung-5771.html> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [3]** Die Bundeskanzlerin (2018)
„Den digitalen Wandel gestalten“, Interview der Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel mit t-online.de, 14.11.2018
<https://www.bundeskanzlerin.de/bkin-de/aktuelles/den-digitalen-wandel-gestalten-1549692> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [4]** Bremer, Christian (2016)
„Einsatz von virtuellen Welten: Anwendungsmöglichkeiten und Programme“, 11 · 2016 | 39. Jahrgang | Rettungsdienst - Zeitschrift für präklinische Notfallmedizin | 1072, S. 40 – 44
- [5]** Bremer, Christian (2016)
„Virtuelle Welten in der Feuerwehr – ein aktueller Trend?“, 8/2016 Feuerwehren in Sachsen-Anhalt, S. 11 – 14
- [6]** Lobing, Rudolf (2018)
„Virtual Reality – Spielerei oder mehr?“, Blaulicht (AUT) – Brandschutz und Feuerwehrtechnik Fachzeitschrift, 05-2018, S. 6 – 8
- [7]** Richter, Sabine (2009)
„Virtual Reality und Serious Games im Feuerwehreinsatz. Nur Sciencefiction und Spielerei oder doch mehr?“, Jahresbericht 2006/2007/2008, IdF Sachsen-Anhalt, Heyrorthsberge 2009, S. 130 – 136
- [8]** Widetschek, Otto (2018)
„Virtuelle Realität in Zukunft auch bei der Feuerwehr?“, Blaulicht (AUT) – Brandschutz und Feuerwehrtechnik Fachzeitschrift, 05-2018, S. 9
- [9]** Schanze, Robert (2018)
„Was ist Mixed Reality? – Unterschied zu Virtual & Augmented Reality erklärt“, 17.10.2018
<https://www.giga.de/extra/mixed-reality/> (letzter Aufruf 11.12.2018)

- [10] BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2017)
„Head-Mounted-Displays – Bedingungen des sicheren und beanspruchungsoptimalen Einsatzes“, 07-2017
https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Bericht-kompakt/F2288-3.pdf?__blob=publicationFile&v=8 (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [11] Kollinger, Hermann (2012)
„Virtuelle Feuerwehrausbildung – Die Zukunft?“, Blaulicht (AUT) – Brandschutz und Feuerwehrtechnik Fachzeitschrift, 03-2012, S. 14 - 25
- [12] Thielicke, Robert (2013)
„So ist die Google Glass“, 24.04.2013, Technology Review – das Magazin für Innovationen (über Homepage Firma Heise)
<https://www.heise.de/tr/artikel/So-ist-die-Google-Glass-1848922.html> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [13] Microsoft, 2018
Microsoft HoloLens, Produktinformationen, Homepage Microsoft
<https://www.microsoft.com/de-de/hololens> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [14] SAFER (2018)
Feuerwehr- und Katastrophenschutzschule Rheinland-Pfalz, „Simulation in der Ausbildung für Einsatzkräfte in Rheinlandpfalz – SAFER“, 2018, Flyer, Homepage Feuerwehr- und Katastrophenschutzschule Rheinland-Pfalz
<https://internet.lfks-rlp.de/SAFER.425.0.html> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [15] Schmidt, Carl Werner; Neitzer, Christian; Kreuz, Thomas (2011)
„Projekt SAFER - Simulation in der Ausbildung für Einsatzkräfte in Rheinland-Pfalz „Brandhilfe (Ausgabe Rheinland-Pfalz), Band/Jahrgang 58 (2011), Heft 5, Seite 12-16
- [16] XVR - simulation (2018)
„XVR – simulation“, XVR Simulation B.V., 2018, Produktinformationen, Homepage
<https://www.xvrsim.com> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [17] VSTEP (2018)
„RS Aviation System“, 2018, Produktinformation, Homepage VSTEP
<https://www.vstepsimulation.com> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [18] KATIE (2018)
Universität Kassel, Fachgebiet Technische Informatik, „Katastrophensimulation“, 2018, Projektbeschreibung, Homepage Universität Kassel
<http://katie-katastrophensimulation.de/> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [19] BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (o.J.)
„Krisensimulation für die Zusammenarbeit von Einsatzkräften und Bevölkerung (TEAMWORK)“, Projektumriss TEAMWORK, Homepage Bundesministerium für Bildung und Forschung
<https://www.sifo.de/de/teamwork-krisensimulation-fuer-die-zusammenarbeit-von-einsatzkraeften-und-bevoelkerung-2101.html> (letzter Aufruf 11.12.2018)

- [20] Dreibrodt, Vanessa; Reckendorf Nina (2016)
„Mit Serious Gaming zu ziviler Sicherheit“, Pressemitteilung, Universität Paderborn, 15.08.2016
<https://www.uni-paderborn.de/nachricht/82846/> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [21] TEAMWORK (o.J.)
IdF NRW – Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen, Forschungsprojekt „Teamwork“, Projektbeschreibung, Homepage Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen
<http://www.idf.nrw.de/projekte/teamwork/vorstellung.php> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [22] RESCUELAB (o.J.)
IdF NRW – Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen, Forschungsprojekt „RescueLab“, Projektbeschreibung, Homepage Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen
<http://www.idf.nrw.de/projekte/rescuelab/vorstellung.php> (letzter Aufruf 11.11.2018)
- [23] Rosenbauer – ERDS (2018)
ROSENBAUER International AG, „ERDS Simulator“, 2018, Produktinformation, Homepage Rosenbauer International AG –
<https://www.rosenbauer.com> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [24] Rosenbauer – PANTHER (2018)
ROSENBAUER International AG, „PANTHER Taktik Simulator“, Produktinformation, Homepage Rosenbauer International AG
<https://www.rosenbauer.com> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [25] Müller, Eckhart (2013)
„Sicherheit durch Training auf Fahrsimulatoren“, vfdb 03/2013, S. 138 – 139
<http://www.sifat-roadsafety.de/wp-content/uploads/2013/10/Sicherheit-durch-Training-auf-Fahrsimulatoren.pdf> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [26] FW-FRANKFURT – Feuerwehr Frankfurt a.M. (o.J.),
„Fahrsimulator“, Homepage Feuerwehr Frankfurt a.M.
<http://www.feuerwehr-frankfurt.de/frtc/index.php/trainingsmoeglichkeiten/simulatoren/fahrsimulator> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [27] HFUK Nord – Hanseatische Feuerwehr-Unfallkasse Nord (2014)
„Feuerwehr Hamburg nimmt Fahrsimulator in Betrieb: Innensenator Michael Neumann dreht die erste Runde“, Pressemitteilung, Feuerwehr Unfallkasse für Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein, 11.11.2014
<https://www.hfuknord.de/hfuk/aktuelles/meldungen/2014/Fahrsimulator-Hamburg.php> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [28] Behörden-Spiegel (2013)
„Neuer Fahrsimulator für bayrische Feuerwehren“, Behörden Spiegel Newsletter Netzwerk Sicherheit Nr. 438 Berlin und Bonn, 05. Februar 2013, ISSN 1867-2000
<http://mobile.behoerden-spiegel.de/icc/internet/sub/e4e/binarywriterservlet?imgUid=98730f24-7bdd-5d31-6f60-c9157b988f2e&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111> (letzter Aufruf 11.12.2018)

- [29]** GFBA Gesellschaft für Brandschutzausbildung mbH (o.J.)
„drehleiter.info“, 2005-2018, Produktinformation, Homepage
<https://www.drehleiter.info/> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [30]** Piel, Axel (o. J.)
FW Laatzen, „Korbdisplay Simulator für Metz L32A der Feuerwehr Laatzen“, Produktinformation, Homepage
<http://www.pielplatz.org> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [31]** MSA (2018)
„alphaCONTROL 2“ 2018, Produktinformation, Homepage MSA
<http://de.msasafety.com> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [32]** MSA (2018)
„alpha Personal Network“, 2018, Produktinformation, Homepage MSA
<http://de.msasafety.com> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [33]** Qwake Tech Inc. (2018)
„C-Thru“, 2018, Produktinformation, Homepage Qwake Tech Inc.
<https://www.qwake.tech/> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [34]** Peterseil, Thomas (2018)
REAL SIM, „HOLOPACKAGE TACTICAL“, „HOLOPACKAGE FIRE PREVENTION“, „AR- HOLOPACKAGE / FIRE“, 2018, Produktinformationen, Homepage Real Sim
<http://www.holotranslating.com> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [35]** Audi AG (2015)
„Dialogue – Smart Factory 2015“, 2015
<https://www.audi-mediacyenter.com/de/publikationen/magazine/dialoge-smart-factory-2015-156> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [36]** Audi AG (2017)
DRECHSEL, Moritz, Pressesprecher Vertrieb und Marketing, „Audi startet Virtual Reality im Autohaus“, 30.08.2017, Audi MediaInfo, Kommunikation Unternehmen
<https://www.audi-mediacyenter.com/de/pressemitteilungen/audi-startet-virtual-reality-im-autohaus-9270> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [37]** Audi AG (2017)
KILLIAN, Susanne, Pressesprecherin Vertrieb und Marketing, „Audi startet neue 3D-Konfiguration“, 24.07.2018, Audi MediaInfo, Kommunikation Unternehmen
<https://www.audi-mediacyenter.com/de/pressemitteilungen/audi-startet-neue-3d-konfiguration-10496> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [38]** Audi AG (2017)
TANER, Sabine, Pressesprecherin Produktion und Logistik, „Audi testet „Virtual Reality Holodeck“ für schnellere Produktionsentwicklung“, 22.02.2018, Audi MediaInfo, Kommunikation Unternehmen
<https://www.audi-mediacyenter.com/de/pressemitteilungen/audi-testet-virtual-reality-holodeck-fuer-schnellere-produktentwicklung-9873> (letzter Aufruf 11.12.2018)

- [39]** MODITECH Rescue Solutions BV (o. J.)
 „Crash-Recovery-System®“, Produktinformationen, Homepage Moditech Rescue Solutions BV
<https://www.moditech.com> (letzter Aufruf 11.12.2018)

- [40]** Feuerwehr-Dienstvorschrift 100 (FwDV 100) (2003)
 Führung und Leitung im Einsatz, Stuttgart 2003, Auflage: 1. Auflage, ISBN / Artikel-Nr: 978-3-555-01318-3
 W. Kohlhammer Deutscher Gemeindeverlag GmbH

- [41]** Speth, Hauke (2012)
 „Realistische Aus- und Fortbildung im Brandschutz“, Crisis Prevention 2/2012

- [42]** Zinnhobler, Andreas (2017)
 „Stabsarbeit in virtuellen Teams“, Leverkusen, Online-Ausgabe, Masterarbeit, Hochschule Bremerhaven, 2017

- [43]** Amrei, Groß (2010)
 „Virtuelle Welten für die Ausbildung von Einsatzkräften im Katastrophenschutz“, Online-Ausgabe; – Bachelorarbeit, Universität, Augsburg, 28.09.2010

- [44]** Demke, Roland (2018)
 Leiter der Projektgruppe Feuerwehr-Dienstvorschriften, TOP „12, Abschlussbericht betreffend die Entwicklung von E-Learning Schulungsprogrammen für die Ausbildung von Feuerwehrangehörigen“ (per E-Mail von Herrn Demke erhalten)

- [45]** Lehmann, Hendrick (2013)
 „Agenten im Einsatz. Virtuelle Realität und Simulationen bei Evakuierungsszenarien Zeitschriftenaufsatz“, W & S, Band/Jahrgang 35 (2013), Heft 2, S. 28 – 30

- [46]** BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2018)
 „Umsetzung des Stufenplans Digitales Planung Bauen“, 17.09.2018
<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bim-umsetzung-stufenplan-erster-fortschrittsbe.html> (letzter Aufruf 11.12.2018)

- [47]** Truthän, Stefan (2017)
 hhpberlin, „Digitale Feuerwehr“, FEUERWEHR Retten-Löschen-Bergen, Band/Jahrgang 67 (2017), Heft 3, Seite 29-31

- [48]** DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (2014),
 „Virtuelle Realität im und für den Arbeitsschutz“, 07-2014
https://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/sutave_flyer.pdf (letzter Aufruf 11.12.2018)

- [49]** WAZ – Westdeutsche Allgemeine Zeitung (2018)
 „Feuerwehr Duisburg testet Drohne als neues Hilfsmittel“, Pressebericht 16.05.2018
<https://www.waz.de/staedte/duisburg/feuerwehr-duisburg-testet-drohne-als-neues-hilfsmittel-id214297925.html> (letzter Aufruf 11.12.2018)

- [50] FAZ – Frankfurter Allgemeine Zeitung (2018)
 „Pilotprojekt in Darmstadt – Bodycams sollen Feuerwehrleuten mehr Überblick geben“, Pressebericht 15.11.2018
<http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/feuerwehr-darmstadt-bodycams-gegen-das-unfallchaos-15892877.html> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [51] Bleyer, Tobias (2015)
 „Entwicklung eines Bewertungsansatzes für die Gebrauchstauglichkeit von Feuerwehrschutzkleidung“, Dissertation, Dortmund/Berlin/Dresden 2015
https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2202.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [52] Nessler, Thomas (2018)
 Presse- und Öffentlichkeitsarbeit Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V., Pressemitteilung, 09.10.2018
<https://idw-online.de/de/news705397> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [53] Engels, Barbara (2017)
 „Bedeutung von Standards für die digitale Transformation – Befunde auf Basis des IW-Zukunftspanels“, Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung, Jg. 44, IW-Trends 2. 2017
https://www.iwkoeln.de/fileadmin/publikationen/2017/339509/IW-Trends_2017-02_Standards_Digitalisierung.pdf (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [54] FAZ – Frankfurter Allgemeine Zeitung (2018)
 „Zukunft des Landes. So soll Deutschland in Künstlicher Intelligenz Weltklasse werden“, Pressebericht 15.11.2018
<http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/diginomics/so-will-merkel-deutschland-in-ki-fit-machen-15892445.html> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [55] Die Bundesregierung (2018)
 „Umsetzungsstrategie der Bundesregierung zur Gestaltung des digitalen Wandels“, 2018
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/umsetzungsstrategie-der-bundesregierung-zur-gestaltung-des-digitalen-wandels-1539060> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [56] Feuerwehr-Dienstvorschrift 800 (FwDV 800) (2017)
 Informations- und Kommunikationstechnik im Einsatz, Stand 06.11.2017
 Homepage Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen
<http://www.idf.nrw.de> (letzter Aufruf 11.12.2018)
- [57] Wahlster, Wolfgang (2013)
 „Künstliche Intelligenz: Computer mit Augen, Ohren, Hand und Fuß - aber auch Verstand?“, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH Saarbrücken/Kaiserslautern/Bremen/Berlin, Hamburg, 04.07.2013
https://www.awhamburg.de/fileadmin/redakteure/Vortraege/Vortrag_Wahlster_pdf.pdf (letzter Aufruf 11.12.2018)

Gesprächsnachweise

Herr Thomas Kreuz, Landesfeuer- und Katastrophenschutzschule Rheinland-Pfalz (02.10.2018)

Herr Olaf Grebner, mobilion.eu (09.10.2018)

Herr Dr. Hauke Speth, Feuerwehr Dortmund (09.10.2018)

Herr Dr. Roland Demke, Staatliche Feuerweherschule Würzburg (17.10.2018)

Herr Thomas Gruber, Feuerwehr Frankfurt am Main (17.10.2018)

Herr Stefan Truthän, hppberlin (26.10.2018)

Herr Dr. Volker Ruster, Feuerwehr Köln (31.10.2018)

Herr Dennis Richmann, Feuerwehr Köln (05.11.2018)

Frau Dr. Sabine Richter, Institut für Brand- und Katastrophenschutz Heyrothsberge (12.11.2018)

Herr Thomas Lembeck, Feuerwehr Essen (05.12.2018)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Aufbau und Struktur der vorliegenden Facharbeit (Quelle: eigene Darstellung)
Abbildung 2	Abgrenzung Realität, gemischte Realität und Virtualität (Quellen: [4, 5, 6, 9] eigene Darstellung).
Abbildung 3	C-THRU Firma Qwake Tech Inc. (Quelle: 2018, „C-Thru“, 2018, Produktinformation, Homepage Qwake Tech Inc.) http://www.qwake.tech.com (letzter Aufruf 11.12.2018)
Abbildung 4	Holopackage Tactical der Firma REAL SIM (Quelle: Peterseil, Thomas (2018), REAL SIM, “HOLOPACKAGE TACTICAL”, Produktinformation, Homepage REAL SIM http://www.holotranslating.com (letzter Aufruf 11.12.2018)
Abbildung 5	Anwendungsbereiche von VR in der Feuerwehr (Quelle: eigene Darstellung)

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Anwendungsbereiche (Quelle: eigene Darstellung)

Anhang

Anhang 1

Thema der Facharbeit

Institut der Feuerwehr
Nordrhein-Westfalen



Institut der Feuerwehr NRW, Postfach 4967, 48028 Münster

Datum: 21.09.2018

Herr
Andre Haupts
Manheimer Str. 37
50170 Kerpen

Aktenzeichen Z2-5-2-05
bei Antwort bitte angeben

Nicole Krüler
Telefon 0251 3112-4202
Telefax 0251 3112-4299
pruefungsamt@idf.nrw.de

Ausbildung für das zweite Einstiegsamt der Laufbahngruppe 2 des höheren feuerwehrtechnischen Dienstes hier: Facharbeit

Sehr geehrter Herr Haupts,

nachstehend teile ich Ihnen das Thema der Facharbeit mit:

Einsatz von virtueller Realität im Feuerwehreinsatz

Erörtern Sie, in welchen Bereichen der Feuerwehr der Einsatz von Virtual Reality sinnvoll sein kann. Beschreiben Sie Anwendungsmöglichkeiten und bewerten Sie dazu Vor- und Nachteile.

Ich bitte um Vorlage der Arbeit in dreifacher Ausfertigung (zwei gebundene Exemplare und ein Exemplar als pdf-Datei auf CD) spätestens drei Monate nach Erhalt dieses Schreibens.

Die mit dem Facharbeitsthema ausgehändigte Lizenzvereinbarung ist mit der Facharbeit einzureichen.

Mit freundlichen Grüßen

B. P. V.

Dienstgebäude und
Lieferanschrift:
Wolbecker Str. 237
48155 Münster
Telefon 0251 3112-0
Telefax 0251 3112-1099
poststelle@idf.nrw.de
www.idf.nrw.de

Öffentliche Verkehrsmittel:
Buslinien 11, 22, R22, R32,
N84, Hauptbahnhof Münster
(Bussteig A) bis Haltestelle
„Institut der Feuerwehr“

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Facharbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form ganz oder teilweise noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Kerpen, 12.12.2018

Ort, Datum

Andre Haupts

Andre Haupts