Der Einsatz der Virtual Reality-Technologie zur Entwicklung von Handlungskompetenz in Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben am Beispiel der Polizeiausbildung

Anna Kruse

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Humanwissenschaften der Universität der Bundeswehr München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Philosophie (Dr. phil.)

angenommenen Dissertation.

Gutachter:

1. Prof. Dr. Bernhard Ertl
2. Prof. Dr. Sebastian Manhart

Die Dissertation wurde am 01.12.2025 bei der Universität der Bundeswehr München eingereicht und durch die Fakultät für Humanwissenschaften am 07.04.2026 angenommen. Die mündliche Prüfung fand am 13.05.2026 statt.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

1.1 Problemstellung 2

1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit 3

2 Grundlegende Perspektiven auf Lernen für Anwendungssituationen 4

2.1 Lerntheoretische Grundlagen 4

2.1.1 Behaviorismus 5

2.1.2 Kognitivismus 6

2.1.3 Konstruktivismus 6

2.2 Vom Lernen zum Handeln 7

2.2.1 Lernziele und Lernzieltaxonomien 8

2.2.2 ACT-Theorie 10

2.2.3 Träges Wissen 11

2.3 Ansätze zum Lernen und Kompetenzerwerb 12

2.3.1 Cognitive Apprenticeship 13

2.3.2 Fallbasiertes und problembasiertes Lernen in VR 15

2.4 VR als Unterstützung zum Lernen 16

3 Kompetenzverständnis 18

3.1 Ursprünge des Kompetenzbegriffs 19

3.2 Kompetenzen – begriffliche Klärungen 20

3.3 Verbreitete Kompetenzverständnisse 22

3.3.1 Kompetenzverständnis nach Heyse & Erpenbeck 22

3.3.2 Kompetenzverständnis nach Roth 27

3.3.3 Kompetenzverständnis nach Weinert 28

3.3.4 Kompetenzverständnis nach Klieme & Leutner 29

3.3.5 Kompetenzverständnis nach KMK 30

3.3.6 Zwischenfazit 31

3.4 Medien- und technologiebasierte Problemlösekompetenz 36

3.5 Kompetenzprofil für Polizeibedienstete 38

3.5.1 Kompetenzen von Polizeibediensteten 42
3.5.2 Kernkompetenzen von Polizeibediensteten 42
3.5.3 Schlüsselkompetenzen von Polizeibediensteten 43
3.6 Kompetenzprofil des Forschungsvorhabens 43
4 Kompetenzerwerb und VR 45
4.1 Begriffsbestimmungen VR 45
4.2 Entwicklung der VR-Technologie 48
4.3 VR im Bildungssektor 49
4.4 Mediendidaktische Theorien 51
4.4.1 CAMIL 51
4.4.2 CTML 54
4.5 Gestaltungsmöglichkeiten von VR-Lernumgebungen 55
4.5.1 Interaktion 57
4.5.2 Benutzerfreundlichkeit 59
4.5.3 Technische Voraussetzungen 60
4.6 Einflussfaktoren von VR 62
4.6.1 Motivation und Interesse 62
4.6.2 Selbstwirksamkeit 64
4.6.3 Präsenz und Immersion 65
4.6.4 Weitere individuelle Einflussfaktoren 68
4.7 Herausforderungen beim Kompetenzerwerb mittels VR 71
4.7.1 Gesundheitliche Herausforderungen 71
4.7.2 Kognitive Belastung 73
4.7.3 Didaktische Herausforderungen 76
4.8 Wirksamkeit virtueller Lernumgebungen 78
5 Gegenstandsbereich VR in der Polizeiausbildung 81
5.1 Untersuchungsumgebung der HdP 82
5.2 Beschreibung der Polizeiausbildung in Rheinland-Pfalz 83
5.3 VR-Szenario „Tankstellenüberfall“ 84

5.4 Lernziele und Kompetenzen in der VR-Lernumgebung 86
5.5 Konstitutive Merkmale der VR-Lernumgebung 90
5.5.1 Inhaltliche Merkmale der VR-Lernumgebung 91
5.5.2 Didaktische Merkmale der VR-Lernumgebung 92
5.5.3 Entwicklungsmethodische Merkmale der VR-Lernumgebung 94
5.5.4 Technische Merkmale der VR-Lernumgebung 95
5.5.5 Interaktive Merkmale der VR-Lernumgebung 96
5.5.6 Zwischenfazit 98
6 Rahmenmodell 100
7 Forschungsfrage und Hypothesen 104
8 Methodisches Vorgehen 106
8.1 Forschungsdesign 106
8.2 Rahmenbedingungen des Designs: Feldstudie 107
8.3 Aufbau des Forschungsvorhabens 112
8.4 Erhebungs- und Auswertungsmethoden 113
8.4.1 Paper-Pencil-Befragung 113
8.4.2 Fragebogen zur kognitiven Belastung 114
8.4.3 Wissenstest 115
8.4.4 Leitfadeninterview 116
8.4.5 Beobachtung 119
8.5 Inhaltsanalytische Gütekriterien 121
8.6 Durchführung der Studien 123
8.7 Stichproben der Studien 129
9 Ergebnisse der Untersuchung 132
9.1 Vorstudie 132
9.1.1 Ergebnisse der P & P-Befragung der Vorstudie 133
9.1.2 Ergebnisse des Wissenstests der Vorstudie 136
9.1.3 Ergebnisse des Interviews der Vorstudie 138
9.1.4 Videodokumentation der Vorstudie 146

9.1.5 Praktische Erkenntnisse der Vorstudie 147
9.1.6 Interpretation und Diskussion der Vorstudie 148
9.1.7 Folgerungen nach der Vorstudie 149
9.2 Zwischenstudie 150
9.2.1 Ergebnisse des Wissenstests der Zwischenstudie 150
9.2.2 Ergebnisse des Interviews der Zwischenstudie 152
9.2.3 Praktische Erkenntnisse der Zwischenstudie 160
9.2.4 Interpretation und Diskussion der Zwischenstudie 161
9.2.5 Folgerungen nach der Zwischenstudie 161
9.3 Haupt- und Ergänzungsstudie 163
9.3.1 Ergebnisse der P & P-Befragung der Haupt- und Ergänzungsstudie ... 163
9.3.2 Kompetenzeinschätzung 167
9.3.3 Ergebnisse des Wissenstests der Haupt- und Ergänzungsstudie 168
9.3.4 Ergebnisse zur wahrgenommenen kognitiven Belastung 171
9.3.5 Ergebnisse des Interviews der Haupt- und Ergänzungsstudie 174
9.3.6 Praktische Erkenntnisse der Haupt- und Ergänzungsstudie 182
9.3.7 Auswertung der intendierten Lernziele 183
10 Beantwortung der Fragestellungen 186
10.1 Deskriptive Statistiken der Variablen 187
10.2 Oberfragestellung 1 187
10.3 Oberfragestellung 2 189
10.3.1 Hypothese 2a 190
10.3.2 Hypothese 2b 191
10.4 Oberfragestellung 3 193
10.4.1 Hypothese 3a 194
10.4.2 Hypothese 3b 195
10.4.3 Hypothese 3c 197
10.5 Oberfragestellung 4 198
10.5.1 Hypothese 4a 198

10.5.2 Hypothese 4b 200
10.5.3 Hypothese 4c 201
10.5.4 Hypothese 4d 203
11 Interpretation und Diskussion der Ergebnisse 206
11.1 Erreichte Ziele und Anpassungen des Forschungsvorhabens 206
11.1.1 Validierung des Rahmenmodells 206
11.1.2 Erreichte Ziele 207
11.1.3 Theoretische Implikationen 209
11.1.4 Methodische Implikationen 209
11.1.5 Praktische Implikationen 211
11.2 Zentrale Befunde der Studien 211
11.2.1 Allgemeine Erkenntnisse über den Einsatz von VR als Lernmedium 212
11.2.2 Wahrgenommener Kompetenzzuwachs 214
11.2.3 Selbsteinschätzung von Kompetenzen 215
11.2.4 Einfluss von Präsenzerleben und Interaktionsmöglichkeiten 216
11.2.5 Einfluss individueller Faktoren 219
11.3 Erkenntnisse zu VR und Polizei 221
11.3.1 VR als Lernmedium bei der Polizei 221
11.3.2 VR zur Einsatzvorbereitung 222
11.3.3 Realitätsnähe in VR für polizeiliche Einsatzsimulationen 223
11.3.4 Didaktische Aspekte von VR-Einsatzsimulationen 224
11.3.5 Technologische Anforderungen an die VR-Technologie 225
11.3.6 Herausforderungen beim Einsatz von VR bei der Polizei 225
11.4 Methodenkritik und Limitationen 226
11.5 Forschungsdesiderate 229
12 Schlussbetrachtung 231
Literatur- und Quellenverzeichnis 234
Abkürzungsverzeichnis 269
Abbildungsverzeichnis 270

Tabellenverzeichnis 272
Anhang A – Instrumente und Ablaufpläne 274
I. Ablaufmodell zusammenfassende Inhaltsanalyse 274
II. Paper-Pencil-Befragung 275
III. Wissenstest (mit Lösungen) – Vorstudie 278
IV. Wissenstest (mit Lösungen) – Zwischenstudie 284
V. Fragebogen zur kognitiven Belastung 291
VI. Kompetenzeinschätzung nach der VR-Einsatzsimulation 292
VII. Wissenstest (mit Lösungen) – Haupt- und Ergänzungsstudie 293
VIII. Leitfadeninterview – Vorstudie 299
IX. Leitfadeninterview – Zwischenstudie 301
X. Leitfadeninterview – Hauptstudie 303
XI. Leitfadeninterview – Ergänzungsstudie 305
XII. Beobachtungsprotokoll – Vorstudie 307
XIII. Beobachtungsprotokoll – Zwischenstudie 309
XIV. Beobachtungsprotokoll – Hauptstudie 311
XV. Beobachtungsprotokoll – Ergänzungsstudie 314
XVI. Zeitplanung der Hauptstudie 317
XVII. Ablaufplan der Hauptstudie 318
XVIII. Übersicht Studierende VR-Nutzung – Hauptstudie 319
XIX. Skript VR-Szenario Tankstellenüberfall 320
XX. Zeitplanung der Ergänzungsstudie 324
XXI. Auswertung der Instrumente 325
Anhang B – Statistische Verfahren und Teststärken 336
I. Tests für unabhängige Stichproben 336
II. Tests für abhängige Stichproben 337
III. Chi-Quadrat-Test 338
IV. Teststärken 339
Anhang C – Kategorienbildung 341

Danksagung

Mein Dank gilt allen Personen, die zum Gelingen des Forschungsvorhabens beigetragen, mich beraten und unterstützt haben.

Prof. Dr. Bernhard Ertl bin ich ausgesprochen dankbar für die Betreuung und dass ich im Rahmen meines berufsbegleitenden Dissertationsvorhabens meine Interessen für Didaktik und immersive Technologien vereinen konnte sowie den nötigen Freiraum zur Verwirklichung meiner Vorstellungen hatte. Die Denkanstöße und der fortlaufende Austausch sowie die konstruktiven Rückmeldungen haben dazu beigetragen meine Forschungsarbeit stetig weiterzuentwickeln. Bei Prof. Dr. Sebastian Manhart möchte ich mich für seine Zeit und die Begutachtung der Arbeit bedanken. Ein herzliches Dankeschön gilt auch den Kolleginnen und Kollegen der Universität der Bundeswehr München, die im Rahmen der Forschungskolloquien wertvolle Impulse lieferten.

Bedanken möchte ich mich auch ganz besonders bei meinem Projektpartner, der Hochschule der Polizei Rheinland-Pfalz, der es mir ermöglichte ein Virtual Reality-Szenario in der polizeilichen Ausbildung wissenschaftlich zu untersuchen. Insbesondere bei Martin Gruner möchte ich mich für die Zusammenarbeit und die interne Organisation bedanken. Er erstellte den Kurzfilm sowie die Screenshots zum Szenario und hat durch seine Koordination wesentlich zur Erhebung des Datenmaterials beigetragen. Ebenso gilt mein Dank den Beschäftigten der Hochschule der Polizei Rheinland-Pfalz, die im Rahmen der Untersuchungstage bei der Durchführung der Studien unterstützten. Diese Arbeit wäre nicht ohne die Bereitschaft zahlreicher interessierter Studierender möglich gewesen, denen ich für ihre Teilnahme an den Studien danke.

Weiterhin möchte ich mich auch bei Jörg Döbler bedanken, der mir jederzeit für einen Austausch zur Seite stand, aufmerksam zuhörte und mich durch seine Erfahrung stets ermutigte. Seine Unterstützung und sein Vertrauen in meine Arbeit haben mir in herausfordernden Momenten geholfen, den Fokus zu bewahren.

Nicht zuletzt möchte ich meinem Ehemann Andreas von ganzem Herzen danken. Er hat mich in der Promotionsphase durch seine unermüdliche Unterstützung, seinen Zuspruch in jeglicher Hinsicht und mit großem Verständnis begleitet. Die Anfertigung dieser Dissertation neben meiner beruflichen Tätigkeit war eine herausfordernde Zeit, in der er mir stets zur Seite stand und mein Vorhaben jederzeit unterstützte.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden die Auswirkungen des Einsatzes der Virtual Reality-Technologie als Lernmedium auf Lernprozesse und -ergebnisse von Studierenden in Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben untersucht. Am Beispiel des Bachelorstudiengangs Polizeidienst wird die Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses von Kern- und Schlüsselkompetenzen betrachtet. Den Schwerpunkt der Untersuchung bilden die situationsadäquate Handlungskompetenz und die technologiebasierte Problemlösekompetenz.

Bisherige wissenschaftliche Befunde konzentrieren sich beim Einsatz der Virtual Reality-Technologie vor allem auf die Benutzerfreundlichkeit, das Immersions- und Präsenzerleben, die Akzeptanz und die Motivation der Lernenden. Weitestgehend unbeachtet ist der Kompetenzerwerb in virtuellen Lernumgebungen geblieben. Mit der vorliegenden Arbeit soll ein Beitrag zur Schließung dieser Forschungslücke geleistet werden.

Das Forschungsdesign umfasst vier Studien, die gemäß des *Design-Based Research*-Ansatzes in Form einer feldbasierten Querschnittstudie durchgeführt wurden. Der Hauptdatensatz zur Beantwortung der Hypothesen umfasst 47 Studierende. Dabei wurde ein Methodenmix angewandt, der quantitative und qualitativ-empirische Verfahren miteinander kombiniert. Die für das Forschungsvorhaben entwickelte Virtual Reality-Einsatzsimulation „Tankstellenüberfall“ wurde von den Studierenden in einem Single-User-Design mit einem HMD durchlaufen.

Die Auswertung der Daten zeigt, dass Studierende signifikant bessere Ergebnisse im Wissenstest erzielen, wenn sie einen hohen Kompetenzzuwachs wahrnehmen, sie die Interaktionsmöglichkeiten in der Virtual Reality-Einsatzsimulation positiv bewerten und sich in einem fortgeschrittenen Stadium ihres Studiums befinden – und damit über mehr Vorwissen verfügen.

Die vorliegende Arbeit zeigt am Beispiel der Polizeiausbildung auf, dass die Virtual Reality-Technologie als Lernmedium positiven Einfluss auf Lernprozesse und -ergebnisse der Studierenden haben und förderlich für den Kompetenzerwerb sein kann. Zu den Faktoren, die den Kompetenzerwerb beeinflussen gehören die didaktische und visuelle Gestaltung der Virtual Reality-Lernumgebung, die kognitive Belastung der Studierenden und die Leistungsfähigkeit der einbezogenen Technologie. Ein Video des Szenarios findet sich unter: https://youtu.be/q0ONADyJiGU

Abstract

This thesis examines the effects of using virtual reality technology as a learning tool on the learning processes and results of students in public authorities and organisations with public safety responsibilities. Using the bachelor's degree programme in police service as an example, the study examines the perception of the increase in core and key competencies. The focus is on situation-adequate action competence and technology-based problem-solving competence.

Previous research on the use of virtual reality technology has primarily focused on usability, the experience of immersion and presence, acceptance, and learner motivation. The acquisition of skills in virtual learning environments has remained largely unnoticed. This thesis aims to contribute towards closing this research gap.

The research design comprises four studies, which were conducted in accordance with the design-based research approach in the format of a field-based cross-sectional study. The main data set used to answer the hypotheses comprises 47 students. A mix of methods was used, combining quantitative and qualitative empirical procedures. The virtual reality simulation "Gas Station Robbery" developed for the research project was conducted by the students in a single-user design using an HMD.

The evaluation of the data shows that students achieve significantly better results in the knowledge test if they perceive a high increase in competence, if they rate the interaction possibilities in the virtual reality simulation positively, and if they are at an advanced stage of their studies – and thus have more prior knowledge.

Using the example of police training, this study shows that virtual reality technology as a learning tool can have a positive impact on students' learning processes and results and can be conducive to skill acquisition. Factors influencing skill acquisition include the didactic and visual design of the virtual reality learning environment, the cognitive load on students, and the performance of the technology involved. A video of the scenario can be found at: https://youtu.be/q0ONADyJiGU

1 Einleitung

Virtuelle Realität erlangt als immersives Lernmedium im Bildungsbereich zunehmend an Relevanz. Ursächlich dafür ist die schnelle Weiterentwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) durch erhöhte Rechenleistungen, hochauflösende grafische Darstellungen und künstliche Intelligenz (KI). Die Virtual Reality (VR)-Technologie eröffnet damit im Bildungskontext neue Möglichkeiten für Lehr- und Lernprozesse und den Kompetenzerwerb (Müser & Fehling, 2022, S. 122).

Der Lernprozess ist ganzheitlich zu betrachten, vom Lernen über das Wissen hin zum Handeln. Welche Faktoren diesen Prozess beeinflussen und wie die Überführung erfolgreich gestaltet werden kann, bedarf einer näheren Betrachtung. Lernen ist ein komplexer Prozess, der durch verschiedene Ansätze beschrieben werden kann. Zwei Ansätze, die erklären können, wie in VR gelernt werden kann und sich Kompetenzen erwerben lassen, sind der Konstruktivismus und das situierte Lernen (Fink, Eisenlauer, & Ertl, 2023a, S. 136). Gegenüber herkömmlichen Lernmedien tauchen die Lernenden mit der VR-Technologie in eine virtuelle Welt ein, setzen sich aktiv mit den Inhalten der virtuellen Lernumgebung auseinander und konstruieren ihr Wissen. Sie erleben und erfahren realitätsnahe Situationen, indem sie selbstgesteuert die virtuelle Umgebung erkunden. Besonders handlungsorientiertes Lernen kann gefördert werden, sodass anwendungsbezogene Fähigkeiten gezielt trainiert werden können (Tangocci, Hartmann, & Bannert, 2023, S. 284; Mulders, Buchner, & Kerres, 2022, S. 138). Der VR-Technologie wird zugeschrieben insbesondere den Erwerb prozeduraler Fertigkeiten und affektiver Fähigkeiten, wie Perspektivenübernahme, zu fördern (u. a. Mulders, Träg, Kaninski, Kirner, & Kerres, 2025, S. 1; Makransky & Petersen, 2021, S. 943). Fähigkeiten, Fertigkeiten und Wissen werden von Kompetenzen umfasst (Weinert, 2001, S. 27). Der Erwerb von Kompetenzen ist das Ergebnis von Lernprozessen. Kompetenzen werden beobachtbar in der situationsadäquaten Handlungskompetenz, die benötigt wird, um reflektiertes und analytisches Handeln in Situationen ausführen zu können (Mayr, Schachner, Miko, & Stadler-Vida, 2015, S. 9; Schlesinger & Nagl, 2015, S. 228). Für den kompetenten und kritischen Umgang mit einer Technologie ist zudem die technologiebasierte Problemlösekompetenz Voraussetzung (Baumgartner, Tarnai, Wolf, & Ertl, 2014, S. 247). Mit VR lässt sich eine Vielzahl von Kompetenzen in komplexen Situationen vermitteln, die in der Realität nur begrenzt und mit erheblichem Aufwand zu Übungszwecken erstellt werden können (Wiepke, Richter, Zender, & Richter, 2019, S. 133). Dies trifft auf viele Szenarien zu, die von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), insbesondere der Polizei, erlernt und

fortlaufend trainiert werden müssen. Für die Bewältigung polizeilicher Einsatzsituationen sind entsprechendes Wissen und spezifische Kompetenzen erforderlich.
Um den komplexen lerntheoretischen Zusammenhängen und Modellen nachzugehen, wird ein Rahmenmodell erarbeitet und darauf aufbauend ein Forschungsdesign entwickelt. Dadurch sollen Erkenntnisse zum wahrgenommenen Kompetenzzuwachs von Polizeibediensteten gewonnen werden. Die dabei untersuchte Lernumgebung bildet die VR-Einsatzsimulation „Tankstellenüberfall“, die von Studierenden in der Polizeiausbildung in Rheinland-Pfalz durchlaufen wird.

1.1 Problemstellung

VR wird bereits in zahlreichen Bereichen eingesetzt. Im Bildungskontext ist sie eine verhältnismäßig junge Technologie, die bislang nicht kontinuierlich, sondern oft nur experimentell genutzt wird. Technologien werden primär eingesetzt, um den Lehr- und Lernprozess zu verbessern und die Digitalisierung voranzutreiben. Dabei sollen Lernende neben Wissen auch Schlüsselkompetenzen erwerben. Es handelt sich um Kompetenzen, die insbesondere zur gesellschaftlichen Partizipation und in der Berufswelt erforderlich sind (Tippelt & Gebrande, 2017, S. 629; KMK, 2021, S. 15).
Für Berufe in BOS ist der Erwerb von spezifischen Kompetenzen von besonderer Bedeutung. Zu den BOS gehören Einrichtungen, die Aufgaben und Maßnahmen der inneren Gefahrenabwehr übernehmen (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, o. D.). Hierzu zählen verschiedene Organisationen (Polizei, Feuerwehr, Rettungsdienst, Technisches Hilfswerk, Katastrophenschutz), die sich in ihren Einsatzgebieten unterscheiden, jedoch vermehrten Bedarf an einer vernetzten Arbeitsweise haben. Von Polizeibediensteten als Teil der BOS wird sowohl beruflich als auch privat ein verantwortungsbewusstes Handeln erwartet. Sie repräsentieren den Staat und sind für die Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung zuständig (§ 1 Abs. 1 POG RP). Polizeibedienstete treffen bei Einsatzsituationen oft als Ersthelfende ein und sind dabei Situationen ausgesetzt, in denen sie den weiteren Verlauf nicht antizipieren können (Zechner, et al., 2023). Sie müssen die Situation schnell und umfassend einschätzen und darauf basierend Handlungen vornehmen. Von ihnen wird jederzeit ein selbstorganisiertes Handeln verlangt. Dabei gleicht keine Amtshandlung einer anderen. Besonders in (Hoch-)Stresssituationen sind ihre Entscheidungen überlebenswichtig. Das Tätigkeitsfeld von Polizeibediensteten ist umfangreich und reicht von der Erteilung von Auskünften und Routinekontrollen bis hin zu lebensgefährlichen Einsatzsituationen. Mögliche Eskalationen sind oftmals nicht vorherzusehen. Um in solchen Situationen als Polizeibedienstete/r erfolgversprechend

zu handeln, ist es nicht ausreichend ausschließlich über polizeiliches Fachwissen zu verfügen. Die Ausführung der Handlung und insbesondere das Verhalten der Polizeibediensteten spielt eine entscheidende Rolle für den Eskalationsgrad. Von Polizeibediensteten wird in komplexen und dynamischen Einsatzlagen erwartet werteorientiert und mit der notwendigen Sensibilität für die Situation folgerichtig zu handeln (Schlesinger & Nagl, 2015, S. 220). Aufgrund der Komplexität und den vielen Unwägbarkeiten unterscheidet sich der Polizeiberuf von vielen anderen Berufen. Umso wichtiger ist es bereits in der polizeilichen Ausbildung die benötigten Kompetenzen umfassend zu schulen. Neben der frontalen theoretischen Vermittlung von Inhalten ist das Konzept des einsatzbezogenen Lernens in Form von realen Übungen eine gängige Lernmethode. Das Training mittels realer Übungen stößt bei komplexen und gefährlichen Einsatzlagen an seine Grenzen.

Damit die Leistungsfähigkeit der Sicherheitsbehörden weiter verbessert werden kann (Bartlewski, 2025), ist es erforderlich stets die Lernmedien einzusetzen, die bestmöglich auf solche Einsatzsituationen vorbereiten und den Kompetenzerwerb unterstützen. Der Einsatz der VR-Technologie als Lernmedium könnte eine solche Unterstützung sein, um den Kompetenzerwerb zu fördern, Lerninhalte nachhaltig zu festigen und für komplexe Einsatzsituationen zu sensibilisieren. Trotz der zunehmenden Popularität der VR-Technologie im Bildungskontext fehlt es bis dato an empirischen Befunden, wie sich der Einsatz der VR-Technologie auf Lernprozesse und -ergebnisse von Studierenden im Rahmen der polizeilichen Ausbildung auswirkt.

1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Um eine systematische Untersuchung des Einsatzes der VR-Technologie als Lernmedium vorzunehmen, sollen in dieser Arbeit deren Auswirkungen auf Lernprozesse und -ergebnisse von Studierenden, insbesondere auf den wahrgenommenen Kompetenzzuwachs, in einer VR-Einsatzsimulation im Rahmen des Projekts SAFER (Simulation in der Ausbildung für Einsatzkräfte in Rheinland-Pfalz), erforscht werden. Die Grundlage bildet ein taktisches VR-Szenario, das von Studierenden der Hochschule der Polizei Rheinland-Pfalz (HdP) im Rahmen ihrer Polizeiausbildung durchlaufen wird.

Für die Arbeit ergibt sich folgender systematischer Aufbau: Die Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit werden in Kapitel 1 beschrieben. Die grundlegenden Perspektiven auf Lernen für Anwendungssituationen sind in Kapitel 2, unter Rückbezug auf VR, dargestellt. Lerntheorien und -ansätze sind entscheidend, um das Lernverhalten und die Gestaltung einer Lernumgebung zu verstehen. Kapitel 3 vergleicht zunächst die

Kompetenzverständnisse verschiedener Autoren miteinander. Sodann wird das Kompetenzprofil für Polizeibedienstete und darauf aufbauend das Kompetenzprofil des Forschungsvorhabens hergeleitet. In Kapitel 4 wird der aktuelle Stand der Forschung zum Einsatz von VR-Technologien beim Kompetenzerwerb dargelegt sowie relevante Theorien und Modelle erklärt. Der Gegenstandsbereich von VR in der Polizeiausbildung wird in Kapitel 5 betrachtet. Das Rahmenmodell dieser Arbeit wird in Kapitel 6 dargelegt, die Forschungsfrage und die daraus abgeleiteten Hypothesen und Annahmen in Kapitel 7. In Kapitel 8 werden die methodische Vorgehensweise, inklusive der Erhebungs- und Auswertungsmethoden der Studien sowie die Stichproben beschrieben. Kapitel 9 stellt die Ergebnisse der vier Studien entlang der Erhebungsmethoden dar. Darauf aufbauend werden die Ober- und Unterfragestellungen sowie die diesen zugeordneten Hypothesen beantwortet (10). Die Ergebnisse im Forschungskontext werden in Kapitel 11 interpretiert und diskutiert. Daraus werden Erkenntnisse zu VR und Polizei abgeleitet. Zudem werden die Methodenkritik und Limitationen sowie die Forschungsdesiderate dargestellt. Die Schlussbetrachtung folgt in Kapitel 12.

2 Grundlegende Perspektiven auf Lernen für Anwendungssituationen

Dieses Kapitel bildet das Fundament für die Lerntheorien und -ansätze, die dieser Arbeit zugrunde liegen. Es wird beschrieben, wie Lernen erfolgen kann, Kompetenzen erworben werden können und wie das Erlernte in Einsatzsituationen angewendet werden kann.

Zunächst werden lerntheoretische Grundlagen (2.1) eingeführt, die Erklärungsansätze liefern wie der Lernprozess erfolgt. Darauf aufbauend wird der Prozess vom Lernen zum Handeln dargestellt (2.2), der beschreibt, wie Wissen in Handeln überführt und träges Wissen vermieden werden kann. Kapitel 2.3 zeigt auf, wie Ansätze zum Lernen (*Cognitive Apprenticeship*, fall- und problembasiertes Lernen) und Kompetenzerwerb, insbesondere zur Entwicklung von Handlungskompetenz, beitragen können. Abschließend wird gezeigt, wie die VR-Technologie das Lernen unterstützen kann, um sich dem Untersuchungsgegenstand zu nähern (2.4).

2.1 Lerntheoretische Grundlagen

In der Wissenschaft bestehen unterschiedliche Lerntheorien, die versuchen den Ablauf des Lernprozesses zu erklären. Diese können einen Erklärungsansatz liefern, wie Lernprozesse – auch in VR-Lernumgebungen – gestaltet werden können. Lerntheorien untersuchen Veränderungen des menschlichen Handelns, liefern Erklärungen dafür, wie

Menschen lernen und warum es zu bestimmten Verhaltensweisen kommt. Am weitesten verbreitet sind die Lerntheorien Behaviorismus (2.1.1), Kognitivismus (2.1.2) und Konstruktivismus (2.1.3). Lerntheorien werden auch zur Analyse förderlicher Faktoren des Kompetenzerwerbs herangezogen (Reinmann, 2013, S. 130). Lernen kommt beim Kompetenzerwerb ein hoher Stellenwert zu, da es sich um einen iterativen Prozess handelt, der durchlebt und erfahren wird. Das Lernen endet nicht mit der Ausbildung oder dem Studium, sondern erfolgt auch noch darüber hinaus. So individuell wie Menschen sind, so verschieden ist auch die Art und Weise wie gelernt werden kann. Beim Lernen setzen Menschen ihre Sinne ein, mittels derer sie die Umwelt wahrnehmen, Erfahrungen sammeln und verarbeiten (Gnahs, 2010, S. 44). Ein Faktor ist das Medium, im hier betrachteten Fall VR, das eingesetzt wird, um den Lernprozess zu unterstützen. Im Folgenden werden die Lerntheorien, Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus in konzentrierter Form nacheinander betrachtet.

2.1.1 Behaviorismus

Der Behaviorismus ist eine von drei bekannten Lerntheorien, begründet von John B. Watson (1913). Gegenstand der behavioristischen Theorie sind ausschließlich von außen beobachtbare Gegebenheiten des menschlichen Verhaltens (Fürstenau, 2019, S. 3). Ausschlaggebend beim Behaviorismus ist der Reiz, der auf den Menschen trifft und die Reaktion, die der Mensch im Anschluss zeigt. Die inneren Prozesse (im Gehirn) des Menschen, wie Emotion und Motivation, sind im Behaviorismus nicht relevant. Sie können nicht berücksichtigt werden, da sie von außen nicht beobachtbar sind. Hierin begründet sich auch die Kritik am Behaviorismus, da nur beobachtbares Verhalten erfasst wird. Das menschliche Verhalten wird mit dem Reiz-Reaktions-Modell erklärt (Gnahs, 2010, S. 39; Grotlüschen & Pätzold, 2020, S. 18). Ein Reiz trifft auf die *Black Box*, den Verarbeitungsprozess des Menschen. Dieser nimmt den Reiz durch seine Sinne wahr, was zu einer bestimmten Reaktion bzw. zu einem(-r) bestimmten Verhalten(-sänderung) führt (Piotrowski, 2008, S. 29).

Ein gängiges Konzept aus dem Behaviorismus ist die Konditionierung. Es wird zwischen der klassischen Konditionierung nach Iwan Pawlow (1927) und der operanten Konditionierung nach Burrhus Skinner (1938) unterschieden. Die Konzepte erklären, wie menschliches Verhalten beeinflusst werden kann. Bei der klassischen Konditionierung entwickeln Menschen auf einen aus der Umwelt kommenden Reiz eine entsprechende Reaktion, ein Verhalten. Damit ein Lerneffekt erzielt werden kann, müssen die bei der Konditionierung verwendeten Reize von angemessener Intensität und Qualität sein (Petermann & Petermann, 2018, S. 93). Bei der operanten Konditionierung bestimmen

die Konsequenzen, die einem Verhalten folgen, ob diese Verhaltensweise in Zukunft häufiger oder seltener getätigt wird. Die operante Konditionierung wird häufig auch als Lernen durch Verstärkung bezeichnet, da erwünschtes Verhalten belohnt und unerwünschtes Verhalten bestraft wird.

2.1.2 Kognitivismus

Im Gegensatz zum Behaviorismus konzentriert sich der Kognitivismus, begründet von Jean Piaget (1952), nicht nur auf das Endverhalten, sondern auch auf den Denk- und Lernprozess. Der Kognitivismus beschäftigt sich mit den inneren, kognitiv ablaufenden Prozessen des Menschen. Dabei sind geistige Prozesse, wie Aufmerksamkeit, Planen, Fantasien und Bewusstsein Gegenstand der Betrachtung (Mayer, Hertnagel, & Weber, 2009, S. 15). Im Kognitivismus stehen beim Lernen die individuelle Informationsaufnahme und -verarbeitung sowie die dazugehörigen Denk- und Verarbeitungsprozesse des Menschen im Mittelpunkt (Fürstenau, 2019, S. 3). Ein Reiz von außen ist notwendig, der auf den Menschen trifft. Der Mensch nimmt Informationen aus der Umwelt wahr, speichert und verarbeitet diese. Damit wird Lernen zu einem Prozess des aktiven Wahrnehmens, Erfahrens und Erlebens. Es werden neue Informationen unter Einbeziehung bereits vorhandener Informationen verarbeitet (Mayer, et al., 2009, S. 15). Die Lernenden nehmen damit eine aktive Rolle ein. Im Vergleich zum Behaviorismus erfolgt die Steuerung nicht durch Reize, sondern durch die didaktische Aufbereitung von Inhalten, welche die Aufnahme von Informationen und das Verstehen erleichtern (Reinmann, 2013).

Immersive Simulationen können den kognitivistischen Ansatz des Lernens durch Einsicht fördern (Gerth & Kruse, 2020, S. 157). Neues Wissen soll auf der Grundlage von Erfahrungen mit vorhandenem Wissen verknüpft werden. Die visuelle Darstellung in der virtuellen Umgebung reduziert die kognitive Belastung bei der Erfassung komplexer Systeme. Um eine Überforderung zu vermeiden bedarf es einer Konkretisierung oder Abstraktion der Lerninhalte.

2.1.3 Konstruktivismus

Verglichen mit den Theorien des Behaviorismus und des Kognitivismus steht beim Konstruktivismus nicht die Informationsverarbeitung im Mittelpunkt, sondern die subjektive Wahrnehmung des Menschen. Die jeweiligen Reize werden durch die Sinnesorgane aufgenommen, entsprechend interpretiert und anschließend zu einem individuellen und subjektiven Sinneseindruck vom Individuum verarbeitet. Die

Wahrnehmung des Individuums ist demgemäß keine objektive Wahrnehmung der Realität, sondern die subjektiv geprägte Interpretation.

Das Lernen im Konstruktivismus erfolgt durch Erleben und Erfahren. Lernen ist damit ein aktiver, selbstgesteuerter Prozess, in dem sich die Lernenden ihre eigene individuelle Repräsentation der Welt und damit neues Wissen basierend auf ihren Erfahrungen und ihrem Vorwissen, konstruieren. Es geht dabei nicht nur um den Erwerb von Informationen, sondern auch darum die Bedeutung und das Verständnis durch Erkunden zu entwickeln (Piaget, 1952). Der Lernprozess kann von außen nur angeregt, aber nicht eingeleitet werden. Lernen ist ein „dynamischer intrapersoneller Konstruktionsprozess des selbsttätigen Individuums“ (Piotrowski, 2008, S. 29) und kein bloßes Abspeichern von Informationen. Lerninhalte und Wissen können nicht auf Andere übertragen werden, vielmehr muss das Wissen von den Lernenden eigenständig durch Erfahrung und Aktivität konstruiert werden (Kliebisch & Meloefski, 2011, S. 50).

In der pädagogischen Lerntheorie hat sich zunehmend der konstruktivistische Ansatz etabliert, da dieser die Lernenden als aktiv Gestaltende in den Mittelpunkt des Lernprozesses stellt. Im nächsten Kapitel wird der Übergang vom Lernen zum Handeln aufgezeigt.

2.2 Vom Lernen zum Handeln

Der Weg vom Lernen zum Handeln erfolgt in drei Schritten: Lernen, Wissen und Handeln. Zunächst beschreibt der Begriff „Lernen“ einen Prozess, in dem die Lernenden Informationen aufnehmen, verarbeiten, dadurch Wissen erwerben und schließlich die Fähigkeit erlangen dieses auf das eigene Verhalten anzuwenden (Boos & Jonas, 2002, S. 133; Konrad, 2014, S. 15). Lernen ist ein komplexes Konstrukt, da Lernen von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird. Einstellungen, Emotionen und die Auseinandersetzung mit der Umwelt sind Faktoren, die auf den Lernprozess einwirken. Lernen ist häufig ein Vorgang, der beiläufig erfolgt (Gnahs & Seidel, 1999, S. 71) und neben emotionalen auch von motivationalen Aspekten begleitet wird (Grotlüschen & Pätzold, 2020, S. 46).

Aus dem Lernprozess resultiert Wissen, das aufgebaut oder mit bestehendem Wissen verknüpft wird, um es für künftige Situationen nutzbar zu machen. Wissen fungiert als Verknüpfung zwischen Lernen und Handeln. Schließlich wird das Wissen in situatives Handeln überführt. Lernen bedeutet Veränderung und führt zu Änderungen in Einstellungen und Fertigkeiten und im Verhalten (Petermann & Petermann, 2018, S. 51). Es ist eine grundlegende Voraussetzung für (erfolgreiches) Handeln (Hellriegel & Čubela, 2018, S. 64). Das neu gelernte Verhalten muss nicht unmittelbar gezeigt

werden. Es ist ausreichend, dass Lernende über das Potenzial verfügen in einer passenden Situation das neue Verhalten anzuwenden (Petermann & Petermann, 2018, S. 13). Damit führt Lernen zu Wissen und dieses wiederum zum Handeln. In polizeilichen Einsatzsituationen ist es entscheidend, dass Polizeibedienstete das erlernte Wissen abrufen und anwenden können.

Um den Lernprozess zu strukturieren und den Aufbau von Wissen bis hin zu dessen Anwendung zu ermöglichen, werden Lernzieltaxonomien benötigt. Die Lernzieltaxonomie von Bloom (1956) dient dazu die von den Lernenden aufzuwendenden kognitiven Fähigkeiten nach Komplexität und Schwierigkeit zu klassifizieren (2.2.1), um Lernziele zu operationalisieren. Um den Weg vom Wissensaufbau zur Wissensanwendung zu verfolgen, bedarf es eines Ansatzes zur Vermeidung trägen Wissens. Die *Adaptive Control of Thoughts (ACT*)-Theorie (2.2.2) von Anderson (1982) beschreibt, dass Lernen ohne Anwendungsbezug zu trägem Wissen führt, weswegen erlerntes Wissen in Handlungen überführt werden muss. Gelingt der Übergang vom Wissen zum Handeln nicht, entsteht träges Wissen. Es beschreibt, dass Wissen zwar theoretisch vorhanden ist, aber nicht in konkreten Handlungssituationen genutzt wird. Dementsprechend stellt träges Wissen beim Kompetenzerwerb eine Herausforderung dar (2.2.3).

2.2.1 Lernziele und Lernzieltaxonomien

Im Allgemeinen beschreiben Lernziele den Zuwachs an Kompetenz, den Lernende beim Durchlaufen von Lernprozessen erzielen (Kliebisch & Meloefski, 2011, S. 71) und der bei diesen zu einer Verhaltensänderung führen soll (Euler & Hahn, 2014, S. 172). Lernziele strukturieren anhand einzelner Stufen den Weg vom Lernen, zum Wissen, zum Handeln. Um die im Zusammenhang mit Lernzielen angesprochenen Kompetenzen zu operationalisieren, klassifizieren Lernzieltaxonomien Kompetenzen. Kompetenz existiert in unterschiedlicher Komplexität und auf verschiedenen Stufen. Lernzieltaxonomien geben an, was Lernende lernen sollen, um in künftigen Situationen angemessen handeln zu können. Lernziele dienen als Orientierungshilfe und beschreiben Fähigkeiten, Kenntnisse und Fertigkeiten, die Lernende zu einem bestimmten Inhalt erwerben sollen. In der lernzielorientierten Didaktik werden Lernziele hinsichtlich ihres Abstraktionsgrades (Richtziele, Grobziele, Feinziele) unterschieden. Während die Richt- und Grobziele eine Orientierungsfunktion wahrnehmen und den höchsten Abstraktionsgrad besitzen, werden Feinziele präziser und konkreter formuliert (Euler & Hahn, 2014, S. 172). Darüber hinaus können Lernziele in kognitive (Kenntnisse, intellektuelle Fähigkeiten), affektive (Interessen, Einstellungen, Werthaltungen) und psychomotorische Lernziele

(das Beherrschen und Ausführen von Bewegungsabläufen) differenziert werden (Kliebisch & Meloefski, 2011, S. 109).

Um den Übergang vom Wissen zum Anwenden zu erfassen, eignen sich Lernzieltaxonomien. Ein Instrument zur Präzisierung, Überprüfung und Klassifizierung von Lernzielen ist die Taxonomie nach Bloom, Engelhart, Furst, Hill & Krathwohl (1956, S. 18). Sie ordnet die kognitiven Fähigkeiten auf sechs Stufen nach zunehmender Komplexität und Schwierigkeit an. Die höheren Stufen der Taxonomie setzen die Beherrschung der unteren Stufen voraus. Jede Stufe wird durch spezifische Verben präzisiert (Abbildung 1). Die stufenweise Anordnung zielt darauf ab, die verschiedenen Ebenen zu systematisieren. Sie reicht dabei vom Abruf von Informationen über deren Vertiefung bis zur Anwendung in neuen Kontexten und deren kritischer Beurteilung.

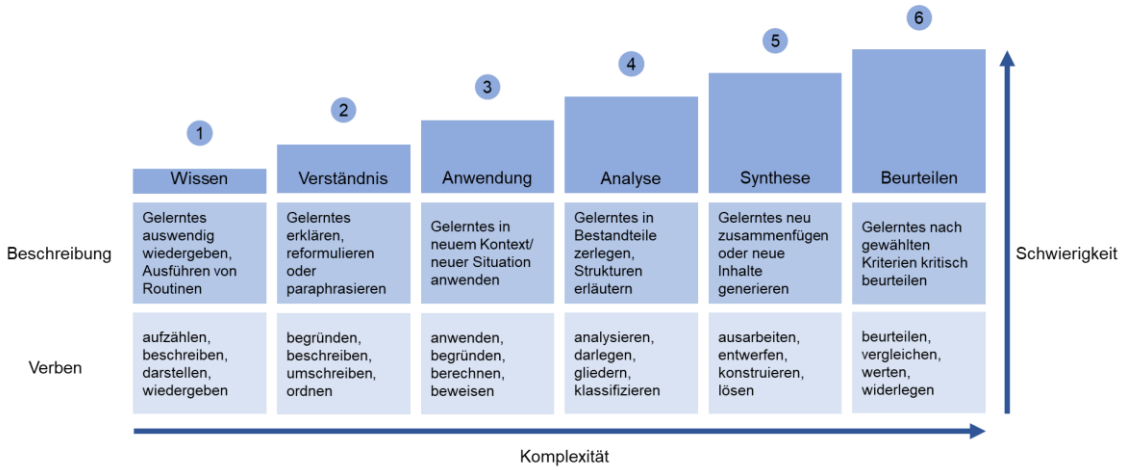


Abbildung 1: Lernzieltaxonomie nach Bloom, et al. (1956, S. 18)

Eine weitere Lernzieltaxonomie neben Bloom, et al. (1956, S. 18) ist das Modell von Anderson, et al. (2001, S. 28). Sie haben das Modell modifiziert, indem sie den sechs Stufen nach Bloom, et al. (1956, S. 18) vier Wissensdimensionen zuteilen: Faktenwissen, Konzeptionelles Wissen, Prozedurales Wissen, und Metakognitives Wissen. Ab der Stufe Anwenden nimmt die Komplexität und die angestrebte Fähigkeit der Problemlösung stetig zu. Beide Modelle haben die Darstellung der ersten vier kognitiven Stufen (Erinnern, Verstehen, Anwenden, Analysieren) gemein. Sie konstatieren, dass bei höheren Stufen die Inhalte der jeweils niedrigeren vorausgesetzt werden. Auch wird nach beiden Taxonomien Wissen erst dann angewendet, wenn es zuvor verstanden wurde (Dieterich-Schöpff, 2008, S. 39). Anders als Bloom, et al. (1956), stufen Anderson, et al. (2001) die Beurteilung nicht als die kognitiv anspruchsvollste Stufe ein, sondern das Erschaffen.

Die Lernzieltaxonomie nach Bloom, et al. (1956) bietet ein Grundgerüst zur Strukturierung des Lernprozesses und zur Gestaltung des Übergangs vom Wissen zur praktischen Anwendung. Die höheren Stufen der Taxonomie sind entscheidend, um

Wissen in Handlungen umzusetzen und diese zu reflektieren. Lernformate sollten diese stufenweise Anordnung berücksichtigen, wenn sie gezielt kompetenzorientiertes Handeln fördern wollen.

2.2.2 ACT-Theorie

In der ACT-Theorie beschreibt Anderson (1982) konkret den Übergang vom Lernen zum Wissen und zum Handeln. Er unterscheidet zwei Formen von Wissen: deklaratives und prozedurales Wissen. Unter deklarativem Wissen wird Faktenwissen verstanden. Es handelt sich dabei um abrufbare Fachinhalte. Prozedurales Wissen hingegen beschreibt Kenntnisse, Strategien über Vorgehensweisen und Methoden. Der Begriff des prozeduralen Wissens in der ACT-Theorie ist von der Wissensdimension prozedurales Wissen nach Anderson, et al. (2001) abzugrenzen. In der ACT-Theorie wird prozedurales Wissen aus dem deklarativen Wissen generiert. Das deklarative Wissen ist Voraussetzung für die Entwicklung des prozeduralen Wissens. Demgegenüber ist prozedurales Wissen nach Anderson, et al. (2001, S. 28) eine der vier Wissensdimensionen und somit eine unabhängige Kategorie. Prozedurales Wissen kann – abhängig vom Inhalt – deklaratives Wissen erfordern. Hierarchische Stufen existieren nicht.

Deklaratives und prozedurales Wissen spielen in der ACT-Theorie im Prozess der Entwicklung der Handlungskompetenz eine entscheidende Rolle. Die ACT-Theorie beschreibt die Prozeduralisierung von Wissen, einen Prozess in dem deklaratives Wissen in prozedurales Wissen umgewandelt wird (Gruber & Stamouli, 2009, S. 36). Dies bezeichnet die Bearbeitung von Faktenwissen, indem Informationen aufgenommen, gespeichert, abgerufen, genutzt und so automatisiert prozeduralisiert werden (Gruber, 2008, S. 99). Der Prozess erfolgt durch wiederholtes Üben und Anwenden. Gemäß der ACT-Theorie kann deklaratives Wissen verbalisiert werden, prozedurales Wissen hingegen nicht (Renkl, 2015, S. 4; Renkl, Mandl, & Gruber, 1996, S. 117). Der ACT-Theorie folgend werden Fertigkeiten in drei Stufen erworben. In der ersten, deklarativen Stufe wird Faktenwissen erworben. In der zweiten Stufe, der Kompilation, wird das Faktenwissen durch wiederholte Übung in prozedurales, anwendbares Wissen (Fertigkeiten, Abläufe) überführt. In der dritten Stufe, *Tuning*, erfolgt eine Feinabstimmung des prozeduralen Wissens (Gruber, 2008, S. 100). Durch eine reflektierte Bearbeitung werden erfolgreiche Prozeduren gestärkt und weniger erfolgreiche Prozeduren vermieden. Folglich liegt die Prozeduralisierung von Wissen vor, wenn eine Person, die in deklarativer Form vorhandenen Informationen in Handlungen umwandelt, bspw. durch Üben in realen Situationen.

Neben der ACT-Theorie bestehen weitere Ansätze Wissen zu klassifizieren. De Jong & Ferguson-Hessler (1996, S. 105) haben ein Klassifikationssystem entwickelt, das neben der weitverbreiteten Unterscheidung von deklarativem und prozeduralem Wissen weitere Unterscheidungen vornimmt. Dabei unterscheiden sie vier Wissensarten (*Knowledge Types: Situational Knowledge, Conceptual Knowledge, Procedural Knowledge, Strategic Knowledge*) und fünf Wissensqualitäten (*Knowledge Qualities: Level, Structure, Automation, Modality, Generality*). Die Kombination von Wissensarten und Wissensqualitäten wird in einer 4 x 5 Matrix dargestellt. Sie ist für die Beschreibung einer Wissensbasis geeignet, die für eine bestimmte Art der Aufgabenerfüllung relevant ist (de Jong & Ferguson-Hessler, 1996, S. 110). Auf eine detaillierte Betrachtung der Klassifikationsmatrix wird im Nachfolgenden verzichtet, da es nicht Ziel der Arbeit ist ausschließlich Wissen zu betrachten und abzugrenzen. Wissen wird vielmehr im Zusammenhang mit Kompetenz und weiteren Faktoren, wie Emotion, Motivation, Regeln, Normen, Werte, betrachtet. Im Gegensatz zur ACT-Theorie zielt die Klassifikation nach de Jong & Ferguson-Hessler (1996) vor allem auf die Einordnung von Wissen ab. Die statische Betrachtung der Einordnung von Wissen bietet kein Erklärungspotenzial für das Untersuchungsvorhaben. Die Unterscheidung in deklaratives und prozedurales Wissen hingegen hat das Ziel eine differenzierte Analyse für Lehr-Lern-Prozesse vorzunehmen. Es sind unterschiedliche Lehr-Lernwege erforderlich, um verschiedene Wissensarten zu fördern (Gruber & Stamouli, 2009, S. 37). Die ACT-Theorie ist ein Konzept, das aufzeigt, wie Wissen verarbeitet wird. Wenn der Transfer von deklarativem zu prozeduralem Wissen nicht gelingt, wird von trägem Wissen gesprochen.

2.2.3 Träges Wissen

Träges Wissen stellt, insbesondere im Kontext des Kompetenzerwerbs, eine zentrale Herausforderung dar. Unter trägem Wissen wird verstanden, dass Wissensbestände, die zwar theoretisch bei den Lernenden vorhanden sind, sich nicht hinreichend in relevanten Anwendungs- und Problemsituationen anwenden lassen (Kerres, 2018, S. 306). Um das Phänomen des trägen Wissens zu erklären, führen Renkl, et al. (1996, S. 116) drei mögliche Erklärungen an: Relevantes Wissen ist vorhanden, auf dieses kann aber nicht zugegriffen und folglich nicht genutzt werden, z. B. aufgrund mangelnder metakognitiver Kontrolle oder geringer Selbstwirksamkeitserwartung. Das Wissen ist deklarativ vorhanden, kann jedoch nicht mit anderen Wissensbeständen verknüpft oder in einem kohärenten Zusammenhang organisiert werden. Das Wissen ist nur isoliert vorhanden. Interesse und Motivation beim Lernen sind grundlegend, damit die Inhalte

nach Prüfungen bspw. nicht schnell wieder vergessen werden (Renkl, et al., 1996, S. 116). Der zweite Erklärungsansatz geht davon aus, dass Defizite in der Struktur des Wissens vorhanden sind. Das Wissen ist nicht in einer Form verfügbar, dass eine direkte Anwendung erlaubt. Eine Erklärung für diese Trägheit liegt darin, dass Lernende die gelernten Inhalte nicht mit ihren alltäglichen Erfahrungen in der realen Welt verbinden können. Der Prozess der Wissenskompilierung, wie deklaratives Wissen in prozedurales Wissen übergeht, ist auch bei der ACT-Theorie zentral (2.2.2). Durch wiederholte Anwendung führt er zur Wissenskompilation (Renkl, et al., 1996, S. 117). Handeln und (prozeduralisiertes) Wissen sind eng miteinander verbunden (Renkl, et al., 1996, S. 117). Der dritte Ansatz verfolgt die Annahme, dass Wissen grundsätzlich situiert (kontextgebunden) ist. Das bedeutet, dass Wissen auch nur in einem bestimmten Kontext abrufbar ist.

Eine isolierte und fragmentierte Wissensvermittlung erschwert häufig die Anwendung in praxisnahen Situationen und den Kompetenzerwerb. Dementsprechend sollte es das Ziel von Bildungseinrichtungen sein die Lernenden in die Lage zu versetzen komplexe Probleme im außerschulischen Kontext erfolgreich zu bewältigen, anstatt diese nur darauf vorzubereiten wie sie Prüfungsfragen in Tests beantworten können (Renkl, et al., 1996, S. 115). Reines Auswendiglernen trägt nicht zum nachhaltigen Lernen bei (Kerres, 2018, S. 364). Um den Lerntransfer zu erhöhen, sollte das Interesse der Lernenden geweckt und sie dazu motiviert werden sich das Wissen anzueignen, um ein Problem lösen zu können (Renkl, et al., 1996, S. 119) und dort erfolgen, wo es später angewandt wird (Kerres, 2018, S. 364). Die Lern- und Anwendungsumgebung sollten ähnlich gestaltet sein. Immersive, virtuelle Lernszenarien bieten die Möglichkeit träges Wissen zu reduzieren, indem Lernende nicht nur Wissen erwerben, sondern dieses auch in realitätsnahen Situationen und Kontexten durch aktives Erleben und Erfahren anwenden, was den Transfer des Gelernten auf neue Situationen stärken kann. Theoretisches Wissen und praktische Anwendung werden miteinander verknüpft und Wissen kontextbezogen angewendet.

Zwei Ansätze um das Lernen und den Kompetenzerwerb zu unterstützen und träges Wissen zu verringern, sind das *Cognitive Apprenticeship*-Modell (2.3.1) und das fall- und problembasierte Lernen (2.3.2). Sie tragen dazu bei, dass die Anwendung von theoretischem Wissen gefördert wird.

2.3 Ansätze zum Lernen und Kompetenzerwerb

Ansätze wie *Cognitive Apprenticeship* und fallbasiertes und problembasiertes Lernen sind geeignet, um das Lernen und den Kompetenzerwerb in VR-Lernumgebungen zu

unterstützen. Dies geschieht mittels *Scaffolding* durch die Lehrenden oder die technologiegestützte Lernumgebung beim problembasierten Lernen.

Um Wissen in Handlungswissen zu transferieren und Kompetenzen zu erwerben bedarf es spezifischer Lernansätze. Lernen ist stets das Ergebnis bestimmter Lernszenarien. Es geht um den Wissenserwerb und darum dieses Wissen in unterschiedlichen Kontexten anzuwenden. Bevor Wissen angewendet werden kann, muss es zuvor aufgenommen und verarbeitet werden. Mayer & Fiorella (2022a, S. 10) unterscheiden zwischen zwei Sichtweisen des Lernens: Informationserwerb und Wissensaufbau. Beim Informationserwerb besteht das Lernen darin, dass Lernende die präsentierten Informationen aufnehmen. Das Lernen als Wissenskonstruktion sieht im Gegensatz dazu vor, dass die Lernenden sich das Lernmaterial erschließen, indem sie neue Informationen auswählen, organisieren und in das vorhandene Wissen integrieren.

Wissen ist beim Kompetenzerwerb entscheidend, da neue Informationen mit bestehenden Wissensrepräsentationen, dem Vorwissen, verknüpft werden (Ziegler, Stern, & Neubauer, 2012, S. 19). Durch die Verknüpfung entsteht ein Netz mit vielen Verbindungen. Je größer dieses Netz ist, desto einfacher gelingt es, neues Wissen darin einzubinden. Kompetenzen sind meist das Ergebnis einer intensiven Auseinandersetzung und eines tiefen Durchdringens des Lernstoffes (Ziegler, et al., 2012, S. 20). Damit sich aus dem Lernprozess nachhaltige und langfristige Kompetenzen ergeben, ist es erforderlich frühzeitig mit dem Wissensaufbau zu beginnen. Ein kompetenzorientierter Ansatz zum Lernen erfordert handlungsorientierte Lerneinheiten, die mit einer Kompetenzmessung in Form von Lernerfolgskontrollen verbunden sind (Zender, et al., 2020, S. 46). Dies kann durch Reflexion der Lernenden und Bewertung der Lehrenden erfolgen. Trotz der großen Bedeutung der Kompetenzmessung in der Bildungspraxis wird häufig unterschätzt, wie anspruchsvoll die Erfassung von Kompetenzen ist (Hartig & Jude, 2007, S. 17). Wie Lernen im Handeln gestaltet werden kann, ist Gegenstand der *Cognitive Apprenticeship* (2.3.1) sowie des fall- und problembasierten Lernens (2.3.2).

2.3.1 Cognitive Apprenticeship

Zu den bekanntesten Modellen situierten Lernens gehört die *Cognitive Apprenticeship* von Collins, Seely Brown, & Newman (1987, S. 16). Es beschreibt, wie Lernen durch Unterstützung und Anleitung – unabhängig vom Medium – gestaltet werden kann. Das Modell besteht aus sechs Phasen. Die Phasen beschreiben die Intensität der Unterstützung durch die Lehrkraft, die mit zunehmendem Verlauf des Lernprozesses reduziert wird (*Fading*). Zu Beginn des Lernprozesses steht das *Modeling*, bei dem die

Lehrkraft die einzelnen Arbeitsschritte, ein Problem oder eine Aufgabe vorstellt. Die Lernenden beobachten den Prozess, der zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich ist und machen sich eine Vorstellung davon (Straka & Macke, 2002, S. 127). Die Lehrenden unterstützen die Lernenden, indem sie bei der Aufgabenbearbeitung Hinweise, Rückmeldungen und Unterstützung geben. Das *Coaching* erfolgt während des gesamten Lernprozesses individuell (Mandl & Kopp, 2003, S. 76). Unter *Scaffolding* werden Unterstützungsleistungen der Lehrkraft verstanden. Diese können durch Hinweise, unterstützende Elemente, in Form von Hilfestellungen oder Feedback erfolgen, um die Lernenden bei der Bewältigung einer Aufgabe oder beim Lösen eines Problems zu unterstützen, welche sie nicht allein bewältigen können (Wood, Bruner, & Ross, 1976, S. 90).

Es wird zwischen zwei Arten von *Scaffolding*-Maßnahmen unterschieden (Brush & Saye, 2002, S. 2): *soft scaffolds* (Feedback durch die Lehrkraft als Reaktion auf das Verhalten der Lernenden) und *hard scaffolds* (Vorabbereitstellung von Informationen). Die Unterstützungsleistung nimmt bei *soft scaffolds* während des Lernprozesses ab, sobald die Lernenden zunehmend Kompetenzen erworben haben (Küng, Staudacher, & Panfil, 2018, S. 117). Die Lehrkraft unterstützt nur noch mit einem sogenannten mentalen Gerüst (Mandl & Kopp, 2003, S. 76). *Scaffolding*-Maßnahmen können sich positiv auf die Leistungen und die Kompetenzentwicklung der Lernenden auswirken. Sie können u. a. die Reflexionsfähigkeit fördern und unterstützen bei der Problemlösung (Simons & Klein, 2007, S. 70). Simons & Klein (2007, S. 41) fanden heraus, dass Lernende mit optionalem und obligatorischem *Scaffolding* bessere Ergebnisse erzielten als jene, die ohne Unterstützung lernten.

Beim Lernen in technologiegestützten Lernumgebungen erfolgt die Unterstützung nicht durch die Lehrkraft, sondern durch die Technologie (Devolder, van Braak, & Tondeur, 2012). Die Unterstützung durch die Technologie kann spezifischer ausfallen als gewollt. Generische *Prompts* beim computerbasierten Lernen scheinen geeigneter zu sein, um Lernende zu unterstützen (Belland, 2014, S. 514). Es besteht jedoch keine Einigkeit darüber, welche Arten von *Scaffolding* den Lernprozess am wirksamsten und effektivsten unterstützen (Devolder, et al., 2012, S. 557).

Zu den weiteren Phasen des *Cognitive Apprenticeship* gehört *Articulation.* In dieser Phase ermutigt die Lehrkraft Lernende zu Problemlösungen (Küng, et al., 2018, S. 118). In der Phase *Reflection* überdenken die Lernenden ihre Vorgehensweise und Lösungen (Straka & Macke, 2002, S. 127). Die *Exploration* steht am Ende des Lernprozesses. Die Lernenden sollen das Gelernte eigenständig auf andere Aufgaben und Situationen übertragen. Die Übertragbarkeit des Erlernten auf andere Situationen kann in Form des fall- und problembasierten Lernens erfolgen.

2.3.2 Fallbasiertes und problembasiertes Lernen in VR

Fallbasiertes und problembasiertes Lernen sind pädagogische Ansätze, die den Kompetenzerwerb fördern können. Fallbasiertes Lernen ist eine Lernmethode, bei der die Lernenden Wissen, das in authentische Kontexte eingebettet ist, unter Einbezug analytischer Kompetenzen konstruieren (Gräsel & Mandl, 1993, S. 356). Gegenstand des fallbasierten Lernens sind reale oder konstruierte Fälle, die von den Lernenden analysiert werden müssen, um komplexe Probleme zu verstehen und diese zu lösen. Bei einem Fall handelt es sich um einen Ausschnitt einer authentischen Situation, der exemplarisch eine spezifische Situation über ein Medium, bspw. Text, Video, oder auch virtuelle Lernumgebung repräsentiert (Syring, et al., 2016, S. 89). Die Lernenden sollen so in die Lage versetzt werden, Wissen und Prinzipien aus dem exemplarischen Fall zu extrahieren, um es auch in zukünftigen Situationen anwenden zu können (Krammer, 2014, S. 164). Aus diesem Grund wird der Arbeit mit Fällen großes Potenzial für die Professionalisierung zugeschrieben (Digel, 2012, S. 42). Insbesondere Fälle, bei denen es keine standardmäßige Lösung gibt, eignen sich für diese Art des Lernens (Digel, 2012, S. 44). Es ist auch für problembasiertes Lernen geeignet, da die eigenständige Auseinandersetzung mit einem Problem und die Erarbeitung von Lösungsvorschlägen im Vordergrund stehen (Syring, et al., 2016, S. 89). Das Problemlösen umfasst Aktivitäten wie das Lesen der Aufgabenstellung, das Aktivieren von Vorwissen, das Feststellen der Situation und die Lösungsfindung (Veenman, Van Hout-Wolters, & Afflerbach, 2006, S. 7). Der Schwerpunkt des problembasierten Lernens liegt auf der Bearbeitung komplexer, offener Probleme, die auch in Gruppen gelöst werden können (Kolodner, Hmelo, & Narayanan, 2003, S. 496). Dadurch soll kollaboratives Arbeiten gefördert werden und – wie auch beim fallbasierten Lernen – die Anwendung von Wissen und Prinzipien auf neue Probleme ermöglicht werden (Kolodner, 1992, S. 3). Die Synergien beider Ansätze münden in das *Case Based Reasoning* (Kolodner, 1992, S. 6). Beim *Case Based Reasoning* werden Fälle als grundlegender Lehr- /Lerninhalt genutzt, um in diesen Probleme zu lösen, mit dem Ziel die Lernenden in die Lage zu versetzen die erlangten Kompetenzen in vergleichbaren zukünftigen Situationen anzuwenden.

VR als Lernmedium kann genutzt werden um realitätsnahe Fälle in einer virtuellen Umgebung erlebbar zu machen und auf Situationen im Arbeits- und Berufsleben vorzubereiten. Der Lernansatz regt die Lernenden an reale Probleme in einer virtuellen Welt zu lösen, wodurch die Lernenden ein tieferes Verständnis für den Lernstoff entwickeln und sich auf reale Herausforderungen vorbereiten können (Marougkas,

Troussas, Krouska, & Sgouropoulou, 2023). Anhand von Fällen kann ein verstärktes Bewusstsein für die beruflichen Kernkompetenzen geschaffen werden, indem berufsspezifische Handlungen simuliert werden (Schrems, 2022, S. 9). Die Lernenden erhalten die Möglichkeit die Situation zu analysieren und Entscheidungen zu treffen, bei denen sie unmittelbar sehen, welche Auswirkungen ihr Handeln auf den Fall hat. Virtuelle Lernumgebungen können den Lernenden eine Lernerfahrung bieten, in der sie ihr kritisches Denken, Problemlösungs- und Entscheidungsfähigkeiten entwickeln können (Marougkas, et al., 2023). Auch kollaboratives Arbeiten an Fällen ist in VR möglich. Die Lernenden kommen virtuell zusammen, um Lösungen für komplexe Probleme zu finden. Der Transfer von fallbasiertem und problembasiertem Lernen in Form des *Case Based Reasonings* in virtuellen Lernumgebungen ermöglicht eine Weiterentwicklung dieser pädagogischen Ansätze. Daraus folgt eine neue Art und Weise wie Kompetenzen erworben werden können sowie eine erweiterte Darstellung praxis- und realitätsnaher Situationen. Das fall- und problembasierte Lernen wird als bedeutendes Potenzial zur Förderung von Fähigkeiten zur Analyse und Problemlösung angesehen. Virtuelle Lernumgebungen bieten die Möglichkeit fall- und problembasiertes Lernen zu unterstützen. Wie VR als Unterstützung zum Lernen eingesetzt werden kann, wird im folgenden Kapitel beschrieben.

2.4 VR als Unterstützung zum Lernen

Die in den vorgehenden Kapiteln dargestellten Konzepte und Theorien aus 2.1 bis 2.3 werden in diesem Kapitel aufgegriffen und in Bezug zu Virtual Reality gesetzt. Ziel ist es, aufzuzeigen, wie VR als Lernmedium die Umsetzung konstruktivistischen und situierten Lernens unterstützen kann und welche Auswirkungen sich auf den Kompetenzerwerb ergeben können.

Durch zunehmenden Einbezug von zeitgemäßen Medien und Technologien in den Lernprozess hat der Lernbegriff eine Weiterentwicklung erfahren. Zentrale Bedeutung kommt dem immersiven Lernen zu, das den Lehr- und Lernprozess intensivieren kann, indem stärker auf die Lernerfahrungen der Lernenden eingewirkt wird. Unter immersivem Lernen wird ein Lernansatz verstanden, bei dem die Lernenden in eine virtuelle Lernumgebung eintauchen und durch ihre Interaktionen Abläufe oder eigenes Erleben lernen (Wölfel, 2023, S. 323). Die Lernenden nehmen mittels ihrer Handlungen aktiv am Lernprozess teil, indem ihre Interaktionen unmittelbar Einfluss auf die virtuelle Umgebung haben. Der Ansatz des immersiven Lernens berücksichtigt die unterschiedliche Art und Weise wie die Lernenden lernen und sie ihre Umgebung und Informationen mit unterschiedlichen Sinnen wahrnehmen. VR bietet das Potenzial

Lernumgebungen zu gestalten, in denen das Erlernte in Handlungen umgesetzt werden kann (Schäfer, Rohse, Gittinger, & Wiesche, 2023, S. 13).

Im Zusammenhang mit virtuellen Lernumgebungen wird häufig auf konstruktivistische Lerntheorien verwiesen, da diese das Lernen und den Kompetenzerwerb fördern können (Hellriegel & Čubela, 2018, S. 58). Gemäß der konstruktivistischen Lerntheorie erschaffen Lernende ihre eigene Realität, setzen sich selbständig mit Lerninhalten auseinander und erkunden selbstgesteuert die Zusammenhänge (Reinmann, 2013, S. 4) – so wie es in VR-basierten Lernumgebungen der Fall ist. Dabei sollen vordergründig authentische (Problem-)Situationen behandelt werden (Kerres & De Witt, 2004, S. 80). Die Ansätze des Konstruktivismus und des situierten Lernens beschreiben theoretische Grundlagen, wie ein Kompetenzerwerb auch in VR erfolgen kann (Fink, et al., 2023a, S. 136).

Situiertes Lernen basiert auf der konstruktivistischen Lerntheorie (Mandl, Gruber, & Renkl, 2002, S. 140). Es ist das Lernen des Individuums in einer möglichst authentischen Situation mit hohem Anwendungsbezug (Brown, Collins, & Duguid, 1989). Wissen und dessen praktische Anwendung stehen in einem engen Zusammenhang. Die Lern- und Anwendungssituation in VR-Lernumgebungen sollten möglichst ähnlich gestaltet sein, um den Transfer des Wissens zu sichern und trägem Wissen vorzubeugen. Die ACT-Theorie von Anderson (1982) postuliert, wie deklaratives Wissen in prozedurales Wissen umgewandelt wird, um den Transfer zu fördern, indem sie den Lernprozess als Übergang von bewusstem Lernen hin zur automatisierten Anwendung beschreibt. Wissen wird in Handeln überführt. In VR lassen sich nicht nur einzelne Inhalte und Situationen erlebbar und erfahrbar machen, sondern auch die Situation als Ganzes. Die aktive, konstruktive Rolle der Lernenden ist grundlegend für den Erwerb von Kompetenzen und Wissen (Hellmer, 2007, S. 104). Bei dem Lernprozess können die Lernenden in unterschiedlichem Maße unterstützt und angeleitet werden (*Cognitive Apprenticeship*).

Darüber hinaus eignen sich VR-Lernumgebungen für fallbasiertes und problembasiertes Lernen, die eine Anwendung von Wissen in realitätsnahen Szenarien ermöglichen, um Kompetenzen im Handeln zu erfassen. Die Lernenden entwickeln Problemlösungsstrategien, treffen Entscheidungen, analysieren Entscheidungswege und bewerten diese. Eine Bearbeitung kann individuell oder im Wege kollaborativen Lernens erfolgen. VR-Lernumgebungen unterstützen den Aufbau von Kompetenzen und deren Anwendung.

Im folgenden Kapitel werden zentrale Kompetenzverständnisse vorgestellt und miteinander verglichen. Dies soll aufzeigen, wie Wissen und Handeln miteinander

verzahnt sind und welche Kompetenzen in der polizeilichen Ausbildung von besonderer Relevanz sind.

3 Kompetenzverständnis

Um das dieser Arbeit zugrunde liegende Kompetenzprofil für Polizeibedienstete zu erschließen, ist es erforderlich den Begriff Kompetenz zunächst im Allgemeinen zu betrachten, um diesen in der Folge weiter zu konkretisieren. Es existiert eine Vielzahl an Kompetenzverständnissen, die in unterschiedlichen Kontexten und Gebieten verwendet werden. So können Kompetenzen u. a. im künstlerischen, sportlichen oder auch naturwissenschaftlichen Bereich erworben werden (Ziegler, et al., 2012, S. 16). In der Literatur lassen sich auch im Rahmen von Bildung zahlreiche Verfeinerungen des Begriffs, wie Soziale Kompetenz, Medienkompetenz, Fachkompetenz, finden (Heil, 2007, S. 46).

In der vorliegenden Arbeit wird der Kompetenzbegriff schwerpunktmäßig im pädagogischen Kontext betrachtet. Anhand ausgewählter Autoren wird die Entwicklung des Kompetenzbegriffs dargestellt und die verschiedenen Begriffe im Anschluss parallelisiert. Es werden fünf verschiedene Kompetenzverständnisse detailliert betrachtet. Heyse & Erpenbeck (2009) haben den Kompetenzbegriff im arbeitsweltbezogenen Kontext geprägt. Aufgrund des hohen Detaillierungsgrades ihres Modells decken sie nahezu alle Kompetenzen ab, die für diese Arbeit relevant sind. Das Kompetenzverständnis nach Roth (1971) wird herangezogen, weil er die Grundlage des Kompetenzbegriffs in der Erziehungswissenschaft legte. Basierend auf den Kompetenzverständnissen nach Weinert (2001) und Klieme & Leutner (2006) wurden Schulleistungsstudien durchgeführt. Das Hochschulstudium der Polizeibediensteten hat einen sehr hohen Praxisanteil und damit eine Parallelität zu Ausbildungsberufen im herkömmlichen Sinne, weswegen die Kompetenzdimensionen der Kultusministerkonferenz (KMK) (2021), die für die berufliche Bildung entwickelt wurden, betrachtet werden. Es ist erforderlich die unterschiedlichen Kompetenzverständnisse gegenüberzustellen, da der Begriff Kompetenz in der Pädagogik ein zentrales Konzept bezeichnet und in der Bildungsforschung nicht einheitlich definiert wird (Klieme, Maag-Merki, & Hartig, 2007, S. 5; Gnahs, 2010, S. 19).

In einem ersten Schritt wird die historische Entwicklung des Kompetenzbegriffs beschrieben (3.1). Sodann folgt die Erläuterung und Abgrenzung von Begriffen, die häufig im Zusammenhang mit Kompetenzen thematisiert werden, aber keine Kompetenz als solche darstellen (3.2). In einem nächsten Schritt werden die unterschiedlichen Kompetenzverständnisse in der Sprachwissenschaft, der Erziehungswissenschaft sowie

der Erwachsenen- und Berufsbildung abgebildet und deren Gemeinsamkeiten und Unterschiede aufgezeigt (3.3). Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit ist die VR-Technologie, weswegen die in diesem Zusammenhang relevante Medien- und technologiebasierte Problemlösekompetenz ebenfalls betrachtet wird, da diese essentiell für den Erwerb von Kompetenzen in einer virtuellen Lernumgebung ist (3.4). Aufbauend auf dem Kompetenzverständnis von Heyse & Erpenbeck (2009) wird das Kompetenzverständnis nach POLIS (Polizei und Öffentlichkeit: Lehre – Intensivierung – Sicherheit) nach Schlesinger, et al. (2016, S. 66) sowie Schlesinger & Nagl (2015, S. 220) zugrunde gelegt (3.5), um das Kompetenzprofil dieser Arbeit herzuleiten. Aufgrund der Komplexität des Polizeiberufs ist es erforderlich, neben der allgemeingültigen Betrachtung des Kompetenzverständnisses Kern- und Schlüsselkompetenzen zu betrachten. Während Kernkompetenzen die Grundlage für die Ausübung des beruflichen Handelns von Polizeibediensteten bilden, ermöglichen Schlüsselkompetenzen situationsbezogenes Handeln. Basierend auf den vorgenannten Ausführungen schließt dieses Kapitel mit dem Kompetenzprofil für Polizeibedienstete, wie es dieser Arbeit zugrunde liegt, ab (3.6).

3.1 Ursprünge des Kompetenzbegriffs

Die historischen Ursprünge des Kompetenzbegriffs zeigen, dass Kompetenz mehr ist als ein theoretisches Konstrukt. Es geht um die Fähigkeit eine Kompetenz in konkreten Situationen anzuwenden, sodass die Kompetenz in der Performanz sichtbar wird.

Die linguistischen Ursprünge des Wortes Kompetenz liegen im Lateinischen. Sie gehen auf das Verb *competere*, was übersetzt „zu etwas fähig sein, für etwas ausreichen“, heißt sowie das im Wortstamm enthaltene Verb *petere*, übersetzt u. a. „nachgehen, nach etwas streben, etwas zu erreichen suchen, verlangen, fordern, begehren“, zurück. Aus dem Wort *competere* leitet sich das Subjekt *competentia*, übersetzt „Eignung“ sowie das Partizipialadjektiv *competens*, übersetzt „passend, geeignet, angemessen“, ab.

Unabhängig von der linguistischen Betrachtung wurde das Kompetenzverständnis im wissenschaftlichen Diskurs von White (1959) und Chomsky (1965) geprägt. Robert W. White (1959, S. 318) führte den Begriff Kompetenz in der Motivationspsychologie ein. Kompetenz definiert er als „*an organism's capacity to interact effectively with its environment*“ (White, 1959, S. 297). Weiter ist für ihn Kompetenz bei Menschen ein Prozess, bei dem die Fähigkeit mit der Umwelt zu interagieren, langsam durch langwierige Lernvorgänge erlangt wird (White, 1959, S. 297). Da zur Erlangung der Lernleistungen Zielgerichtetheit und Beharrlichkeit erforderlich seien und sich der Kompetenzerwerb nicht ausschließlich aus Energiequellen ableiten lasse, stuft White

Kompetenz als einen motivationalen Aspekt ein. Die Ursache des motivationalen Aspekts nennt er *effectance* (White, 1959, S. 321).

Kompetenz im modernen Verständnis hat seine Ursprünge in der Arbeit von Noam Chomsky (1965). In den 1960er Jahren entwickelte Chomsky einen sprachtheoretischen Ansatz, der häufig in den Bildungswissenschaften als theoretische Grundlage herangezogen wird und prägte damit in der Linguistik die Begriffe Kompetenz und Performanz, die er grundlegend unterscheidet. Unter Kompetenz versteht er die Fähigkeit, Sätze bilden und verstehen zu können (Chomsky, 1965, S. 4). Diesen Terminus gebraucht Chomsky im Kontext des Sprechens und Hörens. Kompetenz ist für ihn ein theoretisches Konstrukt, das nicht messbar ist. Gemessen werden kann Kompetenz in der Performanz. Performanz ist für Chomsky (1965, S. 4) der tatsächliche Gebrauch dieser Fähigkeit, Sprache in konkreten Situationen anzuwenden. Weiter führt er aus, dass sich die Kompetenz in einem idealen Zustand in der Performanz widerspiegelt.

3.2 Kompetenzen – begriffliche Klärungen

Bei der Auseinandersetzung mit Kompetenzen ist es erforderlich weitere in diesem Zusammenhang häufig thematisierte Begriffe zu erläutern und abzugrenzen, um ihr Zusammenspiel mit Kompetenz beim Einsatz der VR-Technologie zu verstehen. Der Begriff „Kompetenz“ ist ein vielfach und vielseitig verwendeter Begriff, der je nach Kontext unterschiedlich definiert wird. Im Kontext von Kompetenzen werden die Begriffe Fähigkeiten, Fertigkeiten, Werte und Einstellungen sowie Qualifikationen thematisiert und teilweise synonym verwendet (Schlesinger, et al., 2016, S. 4; Heyse & Erpenbeck, 2009, S. XV). Sie sind die Grundlage von Kompetenzen, aber nicht selbst Kompetenzen (Erpenbeck, 2012, S. 13).

Kompetenz ist von den Begriffen Charakter- und Persönlichkeitseigenschaften zu unterscheiden. Diese beschreiben die Ausprägung einer Persönlichkeit, die jedoch keine Fähigkeiten geistigen oder physischen Handelns beinhalten (Hackl, 2015, S. 238). Es kann nicht von diesen auf Kompetenzen geschlossen werden, da sich Charakter- und Persönlichkeitseigenschaften zwar langfristig im Lebensverlauf verändern, aber kaum trainiert werden können, im Gegensatz zu Kompetenzen, die entwickelbar und trainierbar sind (Hackl, 2015, S. 238). Kompetenzen stärken die Persönlichkeit (Clement, 2008, S. 14). Sie sind subjektzentriert (Kliebisch & Meloefski, 2011, S. 73), personengebunden (Tippelt & Gebrande, 2017, S. 630) und umfassen Persönlichkeitsmerkmale, Motive sowie Wille und Absicht (Piotrowski, 2008, S. 28). Des Weiteren ist Kompetenz von Talent abzugrenzen. Bei Talent handelt es sich um positive

Persönlichkeitseigenschaften, die einem Menschen zugeschrieben werden, unabhängig davon, ob dieses Talent genutzt und in Handlungen umgesetzt wird. Talent kann somit zwischen Persönlichkeitseigenschaften und Kompetenz, mit einer stärkeren Ausprägung hin zu Persönlichkeitseigenschaften, eingeordnet werden (Hackl, 2015, S. 238).

Kompetenzen beruhen auf Wissen, interiorisierten Werten und Normen, ohne die es keine Kompetenzen geben würde (Erpenbeck, Grote, & Sauter, 2017, S. XIII). Wissen wird oft auch als Kenntnisse bezeichnet. Unter beiden Begriffen wird die „Gesamtheit der Fakten, Grundsätze, Theorien und Praxis in einem Lern- oder Arbeitsbereich verstanden. […] Kenntnisse bzw. Wissen stellen eine Kompetenzebene dar“ (KMK, 2021, S. 32). Sie umfassen immer notwendiges Wissen (Heyse, 2010, S. 69). Wissen ist für den Kompetenzerwerb grundlegend, allein aber nicht ausreichend. Dafür bedarf es zusätzlicher Komponenten (Erpenbeck, 2012, S. 16). Denn Wissen allein führt nicht zu Handlungsfähigkeit, ist aber eine wesentliche Voraussetzung dafür. Wohingegen Fertigkeiten und Qualifikationen zwar Handlungsfähigkeiten beinhalten, „aber keine im kreativen, selbstorganisativen Sinne“ sind (Heyse & Erpenbeck, 2009, S. XV).

Unter Fertigkeiten wird die Fähigkeit verstanden, „Wissen anzuwenden und Kenntnisse einzusetzen, um Aufgaben auszuführen und Probleme zu lösen“ (KMK, 2021, S. 31). Es geht zum Beispiel um das handwerkliche Geschick oder auch das Beherrschen von Techniken (Gnahs, 2010, S. 24). Qualifikation bezieht sich auf Fähigkeiten und Fertigkeiten, ist objektbezogen und auf die Erfüllung vorgegebener Ziele gerichtet (Heyse, 2010, S. 70). Qualifikationen und Kompetenzen lassen sich nicht verordnen, sondern entstehen durch gezielte Förderung (Gessler & Sebe-Opfermann, 2022, S. 197).

Kompetenzen sind nicht beobachtbar und nicht direkt überprüfbar (Heyse, 2010, S. 69). Sie sind eine Verhaltensdisposition, die erst in einer spezifischen Situation, in der Performanz, einem beobachtbaren Verhalten, einem wahrnehmbaren Handeln, sichtbar werden (Clement, 2008, S. 14; KMK, 2021, S. 32; Schlesinger, et al., 2016, S. 76). Kompetenzen werden in konkreten Handlungen sichtbar (Heyse, 2010, S. 69). Kompetenz ist grundlegend, damit ein Individuum die Befähigung erlangt eine konkrete Anforderungssituation zu bewältigen (KMK, 2021, S. 32).

Kompetenzen schließen Wissen, Fertigkeiten, interiorisierte Werte und Normen mit ein. Sie dürfen im Kontext von Kompetenz nicht isoliert betrachtet werden, sondern sind grundlegend für die Ausführung von Handlungen in konkreten Situationen (Erpenbeck, et al., 2017, S. XVII). Kompetenz beinhaltet Fähigkeiten wie Wissen zur Problemlösung eingesetzt werden kann (Baumert, Artelt, Klieme, & Stanat, 2001, S. 289).

3.3 Verbreitete Kompetenzverständnisse

Kompetenz ist ein vielseitig verwendeter Begriff, weswegen in der Literatur eine Vielzahl an Kompetenzverständnissen zu finden sind. Die historische Entwicklung und Etablierung des Begriffs in unterschiedlichen Kontexten weisen auf die breite Verwendung hin. Für die Herleitung des Kompetenzprofils für Polizeibedienstete ist es wesentlich, die Kompetenzverständnisse danach zu bewerten, inwiefern sie zentrale Aspekte der Handlungskompetenz abbilden.
Die in dieser Arbeit dargestellten Kompetenzverständnisse erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, sondern sind die Essenz dessen was für die hier vorliegende Arbeit grundlegend ist. In diesem Kapitel werden verschiedene Kompetenzverständnisse aufgeführt und voneinander abgegrenzt. Ausgehend von dem Kompetenzverständnis nach Heyse & Erpenbeck (2009), werden die Kompetenzdefinitionen nach Roth (1971), Weinert (2001), Klieme & Leutner (2006) sowie KMK (2021) dargestellt. Anschließend werden die verschiedenen Kompetenzverständnisse mit dem von Heyse & Erpenbeck verglichen, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede aufzuzeigen.

3.3.1 Kompetenzverständnis nach Heyse & Erpenbeck

Volker Heyse & John Erpenbeck (2009) betrachten Kompetenzen aus einem arbeitsweltbezogenen Kontext. Ziel ist es Kompetenzen in der betrieblichen Praxis zu erkennen, zu verstehen und zu bewerten (Heil, 2007, S. 63). Der Kompetenzatlas von Heyse & Erpenbeck (2009, S. XIV), der als allgemeines Kompetenzmodell für Unternehmen und Behörden wissenschaftlich und methodisch entwickelt wurde, liegt dieser Arbeit zugrunde.
Für Heyse & Erpenbeck (2009, S. XI) werden Kompetenzen „von Wissen im engeren Sinne fundiert, durch Regeln, Werte und Normen konstituiert, durch Interiorisationsprozesse personalisiert, als Fähigkeiten disponiert, durch Erfahrungen konsolidiert und aufgrund von Willen realisiert. Kompetenzen sind Selbstorganisationsfähigkeiten. Sie sind die individuellen Voraussetzungen, sich in konkreten Situationen an veränderte Bedingungen anzupassen, eigene Verhaltensstrategien zu ändern und erfolgreich umzusetzen.“ Menschen verfügen über unterschiedliche Kompetenzen, die erforderlich sind, um in (neuen) Situationen erfolgreich zu handeln (Erpenbeck, 2010, S. 16). Erpenbeck führt an, dass Kompetenzen im Zusammenhang mit Regeln, Werten und Normen stehen (Abbildung 2). Regeln, Werte und Normen werden für das Individuum erst handlungsrelevant, wenn diese mit eigenen Emotionen und Motivationen erfahren, also durch emotionale Labilisierung interiorisiert werden (Erpenbeck, 2012, S. 48; Heyse & Erpenbeck, 2009, S. XI). Die

interiorisierten Emotionen und Motivationen münden dann in die eigenen Erfahrungen. Ausschließlich interiorisierte Werte sind handlungswirksam, nur gelernte Werte hingegen nicht (Erpenbeck, 2012, S. 37). Der Interiorisationsprozess ist der Kern bei der Aneignung von Werten und damit entscheidend für die Kompetenzentwicklung (Heyse, 2010, S. 71; Keim & Wittmann, 2012, S. 427). Emotionale Labilisierungen können u. a. im Training erreicht werden, aber nicht in der reinen Weitergabe von Wissen (Heyse, 2010, S. 71).

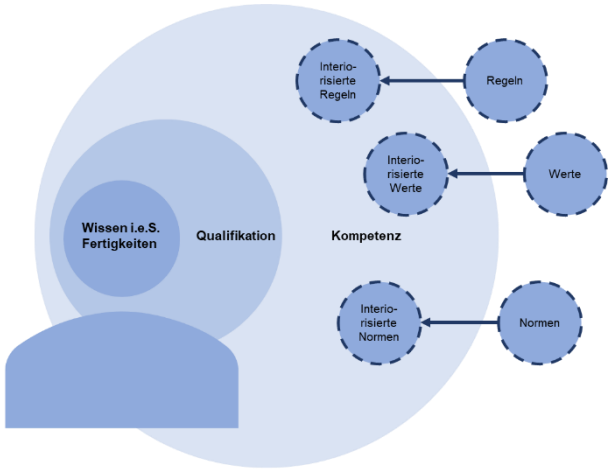


Abbildung 2: Überblick Wissen, Qualifikation, Kompetenz in Anlehnung an Heyse (2010, S. 71)

Der Abbildung lässt sich entnehmen, dass Kompetenzen stets mit Wissen und Qualifikationen einhergehen. Zudem ist Wissen von Kompetenz abzugrenzen. Zu unterscheiden ist dabei Wissen im engeren Sinne – das Regeln, Werte, Normen, Emotionen, Motivationen und Erfahrungen ausschließt – und der Wissensbegriff im weiteren Sinne – der auch Emotionen und Motivationen miteinschließt (Heyse & Erpenbeck, 2009, S. XII).

Kompetenz schließt Wissen im engeren Sinne und Qualifikation mit ein. Anders wiederum gibt es Wissen und Qualifikationen ohne Kompetenzen (Heyse & Erpenbeck, 2009, S. XVIII). Kompetenzen setzen Fertigkeiten, Kenntnisse und Qualifikationen voraus, lassen sich aber nicht auf diese reduzieren (Ortmann, 2010, S. 275). „Wissen im engeren Sinne lässt sich prinzipiell durch Lehrprozesse vermitteln. Erfahrungen, Werte, Kompetenzen können nur durch emotions- und motivationsaktivierende Lernprozesse“ angeeignet werden (Heyse, 2010, S. 109). Kompetenzen sind nicht ohne Weiteres sichtbar. Es sind interne Qualifikationen, die Menschen zugeschrieben werden. „Kompetenzen kann man nicht ‚lernen‘, so wie man das Einmaleins oder die Differentialrechnung oder die Abfolge historischer Ereignisse lernt“ (Heyse, 2010, S. 63). Kompetenzen werden von Werten fundiert und von Erfahrungen konsolidiert. Sie können und müssen gezielt entwickelt und trainiert werden (Erpenbeck, 2010, S. 18; Heyse, 2010, S. 109), denn sie können nicht übertragen werden (Heyse & Erpenbeck, 2009, S.

XXIII). Das Vorhandensein von Kompetenz wird in der Performanz in unterschiedlichen, neuartigen Situationen manifestiert (Erpenbeck, 2012, S. 18).

Heyse & Erpenbeck haben mit KODE ein Verfahren zur Kompetenzdiagnostik und Kompetenzentwicklung erstellt. Das Akronym KODE steht für Kompetenz-Diagnostik und -Entwicklung (Heyse, 2017, S. 247). KODE ist ein Verfahrenssystem, das vier Kompetenzgruppen (Personale Kompetenz, Aktivitäts- und handlungsbezogene Kompetenz, Fachlich-methodische Kompetenz, Sozial-kommunikative Kompetenz) misst (Heyse, 2010, S. 78). Erfasst werden die selbst- oder auch fremdeingeschätzten Kompetenzausprägungen in Form eines Fragebogens (Heyse, 2017, S. 251).

Der Kompetenzatlas[1] ist ein zweidimensionales Raster und bietet einen umfassenden Überblick über die einzelnen Kompetenzen. Er ordnet die Teilkompetenzen den Kompetenzgruppen zu und stellt deren Zusammenhänge dar. Das Kompetenzmodell wird in vier Kompetenzgruppen subsumiert (Abbildung 3):

- Personale Kompetenz (P),
- Aktivitäts- und Handlungskompetenz (A),
- Sozial-kommunikative Kompetenz (S) und
- Fach- und Methodenkompetenz (F).



Abbildung 3: Grundkompetenzen bei KODE in Anlehnung an Hackl (2015, S. 241)

Personale Kompetenzen „sind die Dispositionen, reflexiv selbstorganisiert zu handeln, d. h. Selbsteinschätzungen vorzunehmen, produktive Einstellungen, Wertvorstellungen, Motive und Deutungen zu entwickeln, Motivationen und Leistungsvorsätze auf allen Ebenen zu entfalten und im Rahmen der Arbeit und anderer Tätigkeiten Kreativität zu entwickeln und zu lernen“ (Heyse, 2010, S. 81). Aktivitäts- und Handlungskompetenzen „sind die Dispositionen, gesamtheitlich selbstorganisiert zu handeln, d h. Initiativen und

[1] Der in dieser Arbeit dargestellte Kompetenzatlas bezieht sich auf Erwachsene. Aufgrund der Zielgruppe und Zielsetzung der Arbeit wird der Kompetenzatlas für Jugendliche (Heyse & Erpenbeck, 2009, S. XV) nicht betrachtet.

Umsetzungsanstrengungen von Individuen, Teams und Unternehmen/ Organisationen zu aktivieren und in die Bewältigung von Vorhaben zu integrieren“ (Heyse, 2010, S. 81). Sozial-kommunikative Kompetenzen „sind die Dispositionen, kommunikativ und kooperativ selbstorganisiert zu handeln, d. h. sich als Individuum, Team oder Unternehmen/ Organisation mit anderen kreativ auseinander- und zusammenzusetzen, sich beziehungsorientiert zu verhalten um gemeinsam neue Pläne und Ziele zu entwickeln“ (Heyse, 2010, S. 81).

Fach- und Methodenkompetenz „sind die Dispositionen, gedanklich – methodisch selbstorganisiert zu handeln, das bedeutet einerseits, mit fachlichen Kenntnissen und fachlichen Fertigkeiten kreativ Probleme zu lösen, das Wissen sinnorientiert einzuordnen und zu bewerten, andererseits Tätigkeiten, Aufgaben und Lösungen methodisch kreativ zu gestalten und von daher das gedankliche Vorgehen zu strukturieren“ (Heyse, 2010, S. 81).

Die vier Kompetenzgruppen können in weitere Teilkompetenzen unterteilt werden. Jede der vier Kompetenzgruppen wird von Heyse & Erpenbeck (2009, S. XXI) in 16 Teilkompetenzen untergliedert, die in der Summe 64 Einzelkompetenzen ergeben und mittels einer Matrix abgebildet werden können (Heyse & Erpenbeck, 2009, S. XXI). Ziel dieser schachbrettartigen Darstellung ist es die Fülle an Kompetenzen gegliedert und strukturiert darzustellen (Abbildung 4). Jede Kompetenz ist mit einer Definition hinterlegt. Der Kompetenzatlas und die damit verbundenen Einzelkompetenzen sind generisch für alle Berufsgruppen.



Abbildung 4: Kompetenzatlas nach Heyse & Erpenbeck (2009, S. XIII)

Jeweils vier Einzelkompetenzen sind einer Raute zugeordnet. In einer Raute sind entweder ein oder zwei Großbuchstaben notiert. Ein Großbuchstabe symbolisiert die Zuordnung zu einer der vier Kompetenzgruppen, so bspw. die Teilkompetenz Fachwissen/ fachübergreifende Kenntnisse (durch gestrichelten Rahmen hervorgehoben), welche sich ausschließlich auf die Fach- und Methodenkompetenz bezieht. Zwei Großbuchstaben in einer Raute symbolisieren die Zuordnung einer Einzelkompetenz zu zwei Kompetenzgruppen, bspw. A/P welche sich auf die Aktivitäts- und Handlungskompetenz sowie die Personale Kompetenz beziehen. Die Einzelkompetenzen Entscheidungsfähigkeit, Gestaltungswille, Innovationsfreudigkeit und Belastbarkeit gehören grundsätzlich zur Aktivitäts- und Handlungskompetenz. Allerdings weisen diese Einzelkompetenzen auch Bezüge zur Kompetenzgruppe Personale Kompetenz auf. So ist die Teilkompetenz Gestaltungswille primär eine

Aktivitäts- und Handlungskompetenz, welche aber zusätzlich ein gewisses Maß an Personaler Kompetenz erfordert. Weiter unterscheiden Heyse & Erpenbeck (2009, S. XXIV) neben Grundkompetenzen (Personale, Aktivitätsbezogene, Fachlich-methodische oder Sozial-kommunikative Kompetenzen) auch übergreifende, alle Einzelkompetenzen berührende Kompetenzen (u. a. Führungs-, Medien-, Innovations-, interkulturelle Kompetenz).

Jeder Mensch besitzt Anteile der vier Grundkompetenzen und setzt sie in unterschiedlicher Ausprägung ein. Die Intention bei KODE ist nicht die Erfassung von guten oder schlechten Kompetenzen, da es keine schlechten Kompetenzen gibt (Heyse, 2017, S. 246). Kompetenzen sind in unterschiedlich starken Ausprägungsgraden ausgebildet. Es gibt ausschließlich Kompetenzen, die gut oder schlecht zu einem Beruf oder den strategischen Anforderungen eines Unternehmens oder einer Behörde passen (Keim & Wittmann, 2012, S. 429).

3.3.2 Kompetenzverständnis nach Roth

In den 1970er Jahren hat Heinrich Roth (1971) den Begriff der Kompetenz in der Erziehungswissenschaft geprägt. Den Kompetenzbegriff unterteilt er in Sach-, Selbst- und Sozialkompetenz, die nach seinem Verständnis die Handlungskompetenz bilden und verbindet diesen mit Mündigkeit. „Mündigkeit [wird] ausgelegt als freie Verfügbarkeit über die eigenen Kräfte und Fähigkeiten für jeweils neue Initiativen und Aufgaben“ (Roth, 1971, S. 180). Nach Roth (1971, S. 180) kann es „keine Entwicklung zur Selbstkompetenz ohne eine Entwicklung zur Sach- und Sozialkompetenz“ geben. Die Kompetenzen bedingen sich gegenseitig. Die drei Teilkompetenzen der pädagogischen Mündigkeit unterteilen sich wie folgt:

- Selbstkompetenz ist die Fähigkeit, für sich selbst verantwortlich handeln zu können,
- Sachkompetenz ist die Fähigkeit, für Sachbereiche urteils- und handlungsfähig und damit zuständig sein zu können und
- Sozialkompetenz ist die Fähigkeit für sozial, gesellschaftlich und politisch relevante Sach- oder Sozialbereiche urteils- und handlungsfähig und zuständig sein zu können.

Die Kompetenzdefinition fokussiert sich auf das Individuum, Andere sowie gesellschaftliche Aspekte und ist für die Entwicklung der Persönlichkeit wesentlich. Für Roth ist Mündigkeit das Erziehungsziel. Mündigkeit in vollem Umfang setzt für ihn voraus, dass die Entscheidungen jedes Individuums auf eigenen selbstbestimmten Einsichten beruhen und auf einem entwickelten moralischen Fundament gründen

(Grunert, 2012, S. 51). Für Roth ist die Entwicklung von Kompetenz ein nicht endender Prozess, da über einen längeren Zeitraum eine höhere Handlungsqualität entwickelt werden kann (Frey & Jäger, 2009, S. 353). Roth (1967, S. 367) geht davon aus, dass sich der Mensch in seiner Entwicklung lernend und handelnd mit der Welt auseinandersetzt. Es handelt sich dabei um Eigenschaften, die nicht angeboren sind, sondern die der Mensch erlernen muss.

3.3.3 Kompetenzverständnis nach Weinert

Im pädagogisch-psychologischen Bereich hat sich die Kompetenzdefinition von Franz Emanuel Weinert (2001) durchgesetzt. Weinert (2001, S. 27) definiert Kompetenzen als „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“. Darunter unterscheidet Weinert (2001, S. 28)

- Fachliche Kompetenzen (bspw. physikalischer, fremdsprachlicher, musikalischer Art),
- Fachübergreifende Kompetenzen (bspw. Problemlösen, Teamfähigkeit) und
- Handlungskompetenzen, die eine Kombination aus kognitiven, sozialen, motivationalen, volitionalen und moralischen Kompetenzen enthalten und in unterschiedlichen Lebenssituationen eingesetzt werden.

Diese Kompetenzen sind im schulischen und beruflichen Alltag bedeutsam. Weinert (2001, S. 28) erachtet es für problematisch, wenn einzelne Kompetenzen stärker gewichtet werden und präferiert daher eine gleichmäßige Beachtung und Bedeutung der Kompetenzen. Zur Erlangung dieser Kompetenzen ist Lernen erforderlich (Heil, 2007, S. 59). „Lernen ist ein aktiver Vorgang, durch den neue Informationen aufgenommen, verarbeitet, in die verfügbare Wissensbasis integriert und damit flexibel nutzbar gemacht werden“ (Weinert, 2001, S. 81). Zusätzlich bedarf es der geistigen Aktivität und der Konzentration des Individuums. Subjektive Befindlichkeiten, Motivationen und Aktivitäten des Individuums sind Faktoren, die die kognitive Auseinandersetzung mit den Aufgaben beeinflussen und sind maßgeblich für den Lernerfolg. Die Leistungen von Lernenden manifestieren sich in beobachtbarem Verhalten, z. B. in sprachlichen Äußerungen und Aufgabenbearbeitungen (Weinert, 2001, S. 90). Damit erörtert Weinert das Lernpotenzial sowie die Lernbereitschaft, welche durch Motivation, Volition (Willenskraft) und Emotion erzeugt werden (Ziegler, et al., 2012, S. 16).

3.3.4 Kompetenzverständnis nach Klieme & Leutner

Neben dem Kompetenzverständnis von Roth (1971) und Weinert (2001) haben auch Eckhard Klieme und Detlev Leutner (2006) den Kompetenzbegriff definiert. Klieme & Leutner (2006, S. 879) verstehen Kompetenzen als „kontextspezifische kognitive Leistungsdisposition, die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen beziehen." Ihr Kompetenzverständnis deckt sich mit denen der Schulleistungsstudien, wie *Third International Mathematics and Science Study* (TIMMS) und *Programme for International Student Assessment* (PISA), die ausschließlich kognitive Bereiche messen (Klieme, et al., 2007, S. 7).

TIMSS ist eine international vergleichende Schulleistungsuntersuchung, die alle vier Jahre in den Sekundarstufen I und II in Deutschland durchgeführt wird (Weinert, 2001, S. 16). Es werden Test- und Fragebogeninstrumente eingesetzt, um die Leistungen der Lernenden in Mathematik und den Naturwissenschaften zu messen sowie Informationen zu psychosozialen und motivationalen Schülermerkmalen zu erfassen (Köller, Baumert, & Bos, 2001, S. 271). Anhand standardisierter Leistungstests wird ermittelt, über welches Kenntnisniveau (Kompetenzniveau) die Lernenden bei der Bearbeitung von Aufgaben verfügen (Köller, et al., 2001, S. 277).

Bei PISA handelt es sich um eine internationale Studie der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), die alle drei Jahre Schülerleistungen zur Lesekompetenz, mathematischen, naturwissenschaftlichen und fächerübergreifenden Kompetenzen bewertet (Weinert, 2001, S. 16). PISA setzt damit „auf die Erfassung von Basiskompetenzen in variierenden Anwendungssituationen" (Baumert, et al., 2001, S. 287). Erfasst werden mittels standardisierter Tests Aspekte wie selbstreguliertes Lernen, Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit sowie Problemlösefähigkeit (Baumert, et al., 2001, S. 289). Dabei werden neben schulischen auch außerschulische Lerngelegenheiten fünfzehnjähriger Lernender erfasst und mit den Ergebnissen anderer Mitgliedstaaten verglichen (Baumert, et al., 2001, S. 285). Die Aufgaben in PISA sollen möglichst realitätsnah sein und es erforderlich machen, das Schulwissen zunächst eigenständig zu identifizieren, um es dann flexibel und zielgerichtet anzuwenden (Hartig & Klieme, 2006, S. 137). Grundsätzlich wird der Kompetenzbegriff in der PISA-Studie lediglich in Ansätzen beschrieben, jedoch nicht vollumfänglich definiert (Grunert, 2012, S. 59; Müller-Ruckwitt, 2008, S. 53).

Das Kompetenzverständnis von Klieme, et al. (2007, S. 7) beschränkt sich lediglich auf den kognitiven Bereich. Motivationale oder affektive Aspekte werden nicht mitberücksichtigt. Obwohl empirische Zusammenhänge bei der Erfassung mit standardisierten Leistungstests zwischen Kompetenz und Intelligenz bestehen, grenzen

Hartig & Klieme (2006, S. 141) den Kompetenzbegriff vom Intelligenzbegriff ab. Mit Intelligenz wird die Fähigkeit eines Menschen verstanden sich an neue Bedingungen anzupassen sowie neue Probleme auf der Grundlage von vorhandenen Erfahrungen erfolgreich zu lösen (Gruber & Stamouli, 2009, S. 31). Kompetenz ist stärker an spezifische Kontexte und Situationen gebunden und wird als erlernbar betrachtet, Intelligenz hingegen ist durch generalisierbare Leistungsdispositionen gekennzeichnet (Hartig & Klieme, 2006, S. 130).

3.3.5 Kompetenzverständnis nach KMK

Die KMK verwendet den Begriff Kompetenz mit Bezug auf die Handlungskompetenz im Kontext der beruflichen Bildung. Wesentliches Ziel von Bildungsinstitutionen ist es, die Entwicklung umfassender Handlungskompetenz zu fördern (KMK, 2021, S. 15). „Handlungskompetenz wird verstanden als die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht, durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten“ (KMK, 2021, S. 15). Handlungskompetenz setzt sich aus drei Komponenten zusammen: Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz (Tabelle 1), die in wechselseitiger Abhängigkeit zueinander stehen. Es handelt sich dabei um Kompetenzen, die insbesondere zur gesellschaftlichen Partizipation und in der Berufswelt erforderlich sind. Diese lassen sich weiterhin unterteilen in Methodenkompetenz, kommunikative Kompetenz und Lernkompetenz.

Kompetenz	Beschreibung
Fachkompetenz	Die Fähigkeit basierend auf Fachwissen „Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen“ (KMK, 2021, S. 15).
Selbstkompetenz	Die Fähigkeit als Individuum „die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in Familie, Beruf und öffentlichem Leben zu klären, zu durchdenken und zu beurteilen, eigene Begabungen zu entfalten sowie Lebenspläne zu fassen und fortzuentwickeln“ (KMK, 2021, S. 15).
Sozialkompetenz	Die Fähigkeit „soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten […] sowie Spannungen zu erkennen und zu verstehen und sich mit anderen verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen“ (KMK, 2021, S. 15).
Methodenkompetenz	Die Fähigkeit zu zielgerichtetem Vorgehen bei der Aufgaben- und Problembehandlung (KMK, 2021, S. 16).
Kommunikative Kompetenz	Die Fähigkeit, in Situationen eigene Absichten und Bedürfnisse zu kommunizieren sowie den Partner zu verstehen (KMK, 2021, S. 16).
Lernkompetenz	Das Verständnis für Sachverhalte und Zusammenhänge zu entwickeln, diese auszuwerten und einzuordnen sowie die Fähigkeit Lerntechniken und -strategien zu entwickeln und diese für lebenslanges Lernen zu nutzen (KMK, 2021, S. 16).

Tabelle 1: Kompetenzdefinitionen KMK (2021)

Die gemäß der KMK beschriebenen Kompetenzen sind als Teilkompetenzen zu verstehen. Sie können erst in ihrer Verzahnung zur Handlungskompetenz entwickelt werden (Streffer & Häusler, 2007, S. 87).

3.3.6 Zwischenfazit

Im Nachfolgenden werden die vorgestellten Kompetenzverständnisse von Heyse & Erpenbeck (2009), Roth (1971), Weinert (2001), Klieme & Leutner (2006) sowie der KMK (2021) in tabellarischer Form gegenübergestellt (Tabelle 2). Es erfolgt eine Darstellung des jeweiligen fachlichen Kontextes, des Kompetenzverständnisses sowie der Kompetenzdimensionen. Darauf aufbauend wird, ausgehend von dem Kompetenzverständnis von Heyse & Erpenbeck (2009), dieses mit den übrigen Kompetenzverständnissen verglichen, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede herauszuarbeiten.

Autor	Kontext	Kompetenzverständnis	Kompetenzdimension
Heyse & Erpenbeck (2009)	Personalwirtschaft	Kompetenzen werden „von Wissen im engeren Sinne fundiert, durch Regeln, Werte und Normen konstituiert, durch Interiorisationsprozesse personalisiert, als Fähigkeiten disponiert, durch Erfahrungen konsolidiert und aufgrund von Willen realisiert. Kompetenzen sind Selbstorganisationsfähigkeiten. Sie sind die individuellen Voraussetzungen, sich in konkreten Situationen an veränderte Bedingungen anzupassen, eigene Verhaltensstrategien zu ändern und erfolgreich umzusetzen“ (Heyse & Erpenbeck, 2009, S. XI).	• Fach- und Methodenkompetenz • Personale Kompetenz • Sozialkommunikative Kompetenz • Aktivitäts- und Handlungskompetenz
Roth (1971)	Erziehungswissenschaft	Kompetenz wird verbunden mit Mündigkeit. Mündigkeit wird „ausgelegt als freie Verfügbarkeit über die eigenen Kräfte und Fähigkeiten für jeweils neue Initiativen und Aufgaben“ (Roth, 1971, S. 180).	• Sachkompetenz • Selbstkompetenz • Sozialkompetenz
Weinert (2001)	Pädagogik-Psychologie	Unter Kompetenzen werden „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2001, S. 27).	• Fachliche Kompetenz • Fachübergreifende Kompetenz • Handlungskompetenz
Klieme & Leutner (2006)	Pädagogik	Kompetenzen werden als „kontextspezifische kognitive Leistungsdisposition, die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen beziehen“, verstanden (Klieme & Leutner, 2006, S. 879).	• Fachkompetenz • Problemlösekompetenz
KMK (2021)	Berufliche Bildung	„Handlungskompetenz wird verstanden als die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht, durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten“ (KMK, 2021, S. 15).	• Fachkompetenz • Methodenkompetenz • Selbstkompetenz • Sozialkompetenz • Kommunikative Kompetenz • Lernkompetenz

Tabelle 2: Gegenüberstellung Kompetenzverständnisse

Die Kompetenzdefinitionen berücksichtigen unterschiedlich viele Dimensionen und betonen unterschiedlich stark die Handlungskompetenz. Ausschließlich Heyse & Erpenbeck (2009) sowie Weinert (2001) benennen im Rahmen der Kompetenzdimensionen ausdrücklich die Handlungskompetenz. Gleichwohl werden die Kompetenzexplikationen der verschiedenen Autoren nahezu vergleichbar verwendet.

Allen Autoren ist gemein, dass sie Kompetenzen auf den Menschen, auf das handelnde Subjekt, beziehen. Zudem konstatieren sie, dass Kompetenzen eigenverantwortlich durch Lernen erworben und entwickelt sowie im Handeln eingesetzt werden, um verantwortungsvoll agieren zu können (Hartig & Klieme, 2006, S. 130). Kompetenzerwerb kann als Eigenleistung des sich bildenden Menschen betrachtet werden und setzt damit eine gewisse Selbsttätigkeit voraus (Grunert, 2012, S. 68). Im Mittelpunkt steht der Prozess des Kompetenzerwerbs, der in engem Zusammenspiel zwischen Kompetenz und Performanz sichtbar wird (Grunert, 2012, S. 73). Demnach sind Kompetenzen weder angeboren noch statisch. Sie müssen über den Lebensverlauf erworben werden. Kompetenzen sind Fähigkeiten, die für die Bewältigung von neuen Aufgaben und Problemlösungen in konkreten Handlungssituationen benötigt werden.

Die Handlungskompetenz ist bei allen Autoren zentral. Sie findet sich bei Roth (1971), in Mündigkeit, bei Klieme & Leutner (2006), Weinert (2001) und KMK (2021) in der Handlungs- bzw. Problemlösekompetenz und bei Heyse & Erpenbeck (2009) in der Aktivitäts- und Handlungskompetenz wider. Dass Kompetenz und Handeln bzw. Kompetenz und Performanz in engem Zusammenhang zueinander stehen, haben Chomsky (1965), Roth (1971), Weinert (2001) sowie Heyse & Erpenbeck (2009) dargelegt. Die Kompetenz eines Individuums zeigt sich ausschließlich im Handeln und in Handlungen – in der Performanz. Allein Chomsky (1965) hat in seinem Kompetenzverständnis eine strikte Trennung von Kompetenz und Performanz vorgenommen. Die anderen Autoren schließen in ihrer Kompetenzdefinition die Performanz ausdrücklich mit ein (Grunert, 2012, S. 63), ohne diese gesondert zu benennen. Weinert (2001) geht nicht explizit auf die Performanztheorie ein. Vielmehr liefert er eine Kompetenzdefinition, die die Performanzbedingungen mitberücksichtigt. Nach Weinert (2001) umfassen Kompetenzen neben Fähigkeiten, Fertigkeiten und Wissen, auch Bereitschaften und Einstellungen, über die Lernende verfügen müssen, um neue Situationen bewältigen zu können. Dies bildet im weitesten Sinne eine Schnittmenge mit dem Kompetenzverständnis der KMK (2021), die spezifischer als Weinert (2001) ausführt, dass die Kompetenzen in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen zum Tragen kommen. Der kognitive Bereich wird bei allen Autoren, die hier betrachtet werden, stärker betont als bei Heyse & Erpenbeck.

Die genannten Kompetenzdefinitionen wurden im pädagogischen, sprachwissenschaftlichen, psychologischen und beruflichen Kontext entwickelt. Dabei weist das Kompetenzverständnis der Autoren einen unterschiedlichen Detailierungsgrad auf. Die Ausführungen bei Chomsky (1965) und White (1959) sind noch weit gefasst. Dies lässt sich mit der Pionierarbeit der beiden Autoren zum Kompetenzverständnis begründen. Dementsprechend werden die Kompetenzdefinitionen von Chomsky (1965)

und White (1959) gegenwärtig in wissenschaftlichen Publikationen lediglich im Kontext der historischen Entwicklung des Kompetenzverständnisses angeführt. Da beide im Vergleich zu den anderen aufgeführten Autoren keine Kompetenzdimensionen adressieren, werden sie im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Der Schlüsselbegriff bei Roth (1971) ist Mündigkeit. Er interpretiert Mündigkeit als Kompetenz im dreifachen Sinne: Als Selbst-, Sach- und Sozialkompetenz (Roth, 1971, S. 180) und liefert darüber hinaus wenig Hinweise, was er konkret unter Kompetenz versteht. Er unterscheidet in seinem Ansatz auch nicht zwischen Kompetenz und Performanz, sondern fokussiert sich auf die Bedingungen des mündigen Handelns (Grunert, 2012, S. 53). Roth betrachtet die Dimensionen von Kompetenz als Grundlage für Mündigkeit, die er als Handlungskompetenz ansieht.

Klieme & Leutner (2006, S. 879) vertreten gegenüber den anderen Ansätzen ein engeres Kompetenzverständnis. Dieses bezieht sich ausschließlich auf den kognitiven Bereich und die kontextspezifische Bewältigung von Problemen. Deren Kompetenzverständnis ist Grundlage für die Schulleistungsstudien TIMSS und PISA. Beide Studien sind thematisch eingegrenzt. Ihnen ist gemein, dass Kompetenz in den Schulleistungstests, der Performanz, beobachtbar ist.

Weinerts (2001) Kompetenzverständnis ist detaillierter als das der zuvor genannten Autoren und unterscheidet im Gegensatz zu Roth (1971) zwischen Kompetenz und Performanz. Er bezieht in seiner Kompetenzdefinition neben kognitiven Aspekten, auch motivationale, volitionale und soziale Aspekte mit ein. Weinerts (2001) sowie Klieme & Leutners (2006) Kompetenzdefinition beziehen sich auf den schulischen Bereich. Während Weinert (2001) in seiner Kompetenzdefinition ausführt, dass Kompetenz und Verantwortung zusammenhängen und sich dabei auf das Lösen von Problemen bezieht, nennen Klieme & Leutner (2006) dies die kontextspezifische Bewältigung von Problemen.

Die KMK (2021) weist in ihrer Kompetenzdefinition einen hohen Detaillierungsgrad auf. Sie definiert Kompetenz nicht im Allgemeinen, sondern ausschließlich in Form von Handlungskompetenz und unterteilt diese in sechs Kompetenzdimensionen. Noch detaillierter sind Heyse & Erpenbeck. Sie weisen 64 Einzelkompetenzen vier Kompetenzgruppen zu (Heyse & Erpenbeck, 2009, S. XIII). Im Gegensatz zur KMK (2021) binden Heyse & Erpenbeck (2009) die Methodenkompetenz an die Fachkompetenz. Die Kompetenzdefinitionen von Roth und Weinert sind hingegen enger gefasst. Sie richten ihre Kompetenzen in spezifischen Kontexten aus. Während sich im pädagogischen Bereich die Kompetenzdefinition von Weinert (2001, S. 27) durchgesetzt hat, dominiert im arbeitsweltbezogenen Kontext – zu der auch die hier gegenständliche Polizeiausbildung zählt – die Begriffsbestimmung von Heyse & Erpenbeck (2009, S. XI).

Sie gehen bei ihrer Kompetenzbegriffsdefinition vorwiegend auf die berufliche Bildung und wirtschaftliche Aspekte ein. So zeigen sie, dass die Formulierung von Kompetenzen nicht ausschließlich an schulfachbezogenen Lernzielen orientiert sein sollte, sondern auch für Situationen erfolgen muss, in denen der Mensch zur selbsttätigen Anwendung und Entwicklung herausgefordert wird (Grunert, 2012, S. 74).

Die Entwicklung von Kompetenz ist ein fortwährender, nie abgeschlossener Prozess (Heil, 2007, S. 74). Kompetenzen können nicht gekauft, geschenkt oder übertragen werden, sie müssen durch zielgerichtetes Lernen erworben werden (Ziegler, et al., 2012, S. 14). Dass beim Kompetenzerwerb Emotionen, Werte und Motivation bedeutend sind, zeigt sich übereinstimmend in dem Verständnis von Heyse & Erpenbeck (2009, S. XXII) und Weinert (2001, S. 27). Motivation und Volition werden bei Heyse & Erpenbeck (2009) zwar nicht als Einzelkompetenzen erfasst, finden sich jedoch implizit als Teil der personalen Kompetenz wieder. Gleiches gilt für Kognition als Teil der Fach- und Methodenkompetenz. Die Implikation der Darstellung findet sich bei allen vorgenannten Autoren wieder, mit Ausnahme von Weinert, bei dem Motivation, Volition und Kognition Bestandteil der Kompetenzdefinition sind.

Es existieren zahlreiche Arten von Kompetenzen, die im jeweiligen Handlungskontext zum Tragen kommen. Der Kompetenzatlas von Heyse & Erpenbeck (2009) bietet eine Grundlage sich systematisch mit der Vielfalt an Kompetenzen zu befassen. Die Einordnung der Kompetenzen in vier Bereiche (A, F, S, P) schafft eine Strukturierung. Die Berücksichtigung von 64 Einzelkompetenzen ermöglicht, dass fast alle beruflichen Kompetenzen verortet werden und in unterschiedlichen Kontexten angewendet werden können. Dadurch ist das Modell breit anwendbar und vielseitig einsetzbar. Die breite Anwendbarkeit kann jedoch auch kritisch betrachtet werden, da damit eine gewisse Beliebigkeit einhergehen kann, da fast jede Kompetenz dem Modell zuordenbar ist. Die vier Bereiche des Kompetenzatlasses lassen sich nicht immer trennscharf voneinander abgrenzen, was zu Überschneidungen führen und eine klare Zuordnung erschweren kann. Kompetenzen sind im Wesentlichen kontextspezifisch (Ziegler, et al., 2012, S. 19; Klieme, et al., 2007, S. 7). Sie werden auf bestimmte Aufgaben und Situationen bezogen und sind grundlegende Bedingungen zum Handeln (Hartig & Klieme, 2006, S. 130; Klieme & Leutner, 2006, S. 879). Kompetenzen sind essentiell, um am gesellschaftlichen Leben teilzuhaben. Nicht jede Kompetenz ist in jeder Situation gleich bedeutend. Daher erscheint es sinnvoll sich nicht auf eine Vielzahl an Kompetenzen, sondern gezielt auf ausgewählte Einzelkompetenzen zu konzentrieren, um diese systematisch zu fördern und einen Kompetenzaufbau zu ermöglichen. Sofern für die Erfüllung von Aufgaben der Einsatz von Medien und Technologien notwendig ist, wird dies unter die Medien- und technologiebasierte Problemlösekompetenz subsumiert.

3.4 Medien- und technologiebasierte Problemlösekompetenz

Die Fähigkeit mit neuartigen Technologien kompetent umzugehen, ist nicht nur in der polizeilichen Ausbildung, sondern auch im Berufsalltag von Polizeibediensteten unerlässlich. Dies rückt die technologiebasierte Problemlösekompetenz in den Fokus. Aus der Vielzahl an Definitionen, die sich mit dem kompetenten Umgang mit Medien und Technologien befassen, wird in der Literatur oft die Begriffsdefinition von Baacke (1997) genannt. Für Baacke (1997, S. 98) ist Medienkompetenz die Fähigkeit und Bereitschaft Möglichkeiten der Informationsverarbeitung sicher zu beherrschen. Medienkompetent zu sein bedeutet nicht nur Medien aktiv zu nutzen, sondern auch die eigene Auffassung zu kommunizieren und so am gesellschaftlichen Diskurs teilzunehmen. Baackes Modell der Medienkompetenz sieht vier Dimensionen medienkompetenten Verhaltens vor (Baacke, 1997, S. 98): Medienkritik, Medienkunde, Mediennutzung und Mediengestaltung. Er geht davon aus, dass Menschen nur dann medienkompetent handeln können, wenn sie alle vier Teilkompetenzen beherrschen. Für den Erwerb von Kompetenzen mittels (innovativer) Technologien ist ein kompetenter Umgang mit diesen erforderlich. In der Gesellschaft wird aufgrund fortwährender technologischer Entwicklungen Medienkompetenz vorausgesetzt. Dies gilt im Besonderen für den Polizeiberuf, ebenso für andere Beschäftigungen in denen ein technologisch-versierter Umgang verlangt wird. Die Definition von Baacke (1997) genügt nicht mehr vollumfassend den gegenwärtigen Ansprüchen an einen kompetenten Umgang mit Technologien, weswegen aufgrund der Fortentwicklung der IKT die technologiebasierte Problemlösekompetenz als definitorische Grundlage nach Baumgartner, et al. (2014) herangezogen wird.

Basierend auf der internationalen Studie des P*rogramme for the International Assessment of Adult Competencie*s (PIAAC) der OECD haben Baumgartner, et al. (2014) eine Weiterentwicklung vorgenommen, die sich auf die Untersuchung der technologiebasierten Problemlösefähigkeit Erwachsener im Informationszeitalter fokussiert. PIAAC orientiert sich in seinem Kompetenzverständnis u. a. an der PISA-Studie, die seit 2000 regelmäßig Kompetenzen von fünfzehnjährigen Lernenden erfasst (Tippelt & Gebrande, 2017, S. 626). In der PIAAC-Studie wird Kompetenz als ein angemessenes Handeln in bestimmten Situationen verstanden, unter Anwendung von Wissen, der Benutzung von Werkzeugen sowie der Nutzung kognitiver und praktischer Strategien und Routinen (Tippelt & Gebrande, 2017, S. 633; PIAAC Expert Group in Problem Solving in Technology-Rich Environments, 2009, S. 9). PIAAC konzentriert sich auf Probleme, die speziell mit dem Einsatz von IKT zusammenhängen. Insbesondere technologiebasierte Problemlösekompetenz wird in der PIAAC-Studie als grundlegende Voraussetzung deklariert, um eine gesellschaftliche Teilhabe zu ermöglichen und

weitere Kompetenzen zu erwerben (Ertl & Tarnai, 2017, S. 178; STATISTIK AUSTRIA, 2013, S. 14; Rammstedt, 2013, S. 22; Tippelt & Gebrande, 2017, S. 634).

Dass beim Umgang mit und der Nutzung von IKT im digitalen Zeitalter Probleme auftreten können, ist zu einer wesentlichen Herausforderung geworden (Naumann, Goldhammer, Rölke, & Stelter, 2014, S. 193). Derartige Herausforderungen werden als technologiebasierte Probleme bezeichnet (Rammstedt, 2013). Unter technologiebasierter Problemlösekompetenz bzw. Problemlösekompetenz im Kontext neuer Technologien wird die Fähigkeit im Umgang mit digitalen Technologien verstanden (Rammstedt, 2013, S. 22). Ebenso umfasst dies die Bewältigung der beruflichen Anforderungen im Zusammenhang mit der Anwendung der IKT (Baumgartner, et al., 2014, S. 377). Im Allgemeinen geht es um das Wahrnehmen und Verstehen eines Problems sowie das Analysieren von Aspekten und Bedingungen der Situation, die das Problem verursachen. Ein Problem wird i. d. R. als eine Situation definiert, in der eine Person ihre Ziele nicht sofort und routinemäßig erreichen kann, weil es Hindernisse oder Schwierigkeiten gibt (Naumann, et al., 2014, S. 193). Die Fähigkeit, Probleme zu lösen, wird als einer der komplexesten und anspruchsvollsten Aspekte der menschlichen Kognition angesehen (PIAAC Expert Group in Problem Solving in Technology-Rich Environments, 2009, S. 7).

Die technologiebasierte Problemlösekompetenz des PIAAC-Modells (PIAAC Expert Group in Problem Solving in Technology-Rich Environments, 2009, S. 11) weist mehrere Limitationen auf, die Baumgartner, et al. (2014) aufgegriffen haben um das PIAAC-Modell weiterzuentwickeln. Charakteristisch für die technologiebasierte Problemlösekompetenz ist, dass die singuläre Betrachtung der abstrakten Problemlösekompetenz ebenso wenig ausreichend ist, wie der versierte Umgang mit Computern (Baumgartner, et al., 2014, S. 387). Die Mannigfaltigkeit der Informationen in technologiereichen Umgebungen erfordert neben dem kompetenten Umgang mit Hard- und Software – was eine Vorbedingung des technologiebasierten Problemlösens darstellt (Baumgartner, et al., 2014, S. 388) – auch die Fähigkeit mit den dargestellten Informationen umgehen zu können, sogenannte *Information literacy* (Eisenberg, 2008, S. 43). Beide Aspekte werden von Baumgartner, et al. (2014) in ihrem Modell aufgegriffen. So unterteilen sie die IKT in Soft- und Hardwarenutzung, um der technologischen Entwicklung gerecht zu werden und führen neben der allgemeinen Problemlösekompetenz die Informationskompetenz ein, die ihres Erachtens einer besonderen Hervorhebung und ggf. zielgenauer Trainingsmaßnahmen bedarf (Baumgartner, et al., 2014, S. 389).

Der kompetente Umgang mit technologiebasierten Problemen setzt voraus, dass Nutzende das Zusammenspiel von Technologie, Information und Kommunikation

beherrschen. Je komplexer die Informationslage und die Technologie sind, desto versierter müssen Nutzende im Umgang mit IKT sein. Die Kommunikation, deren Bestandteil das Einholen von erforderlichen Informationen ist, so auch im Polizeiberuf, muss dem jeweils genutzten Medium angepasst werden. Das Zusammenspiel von Technologie, Information und Kommunikation unterliegt im Polizeiberuf ständigen Veränderungen, sodass es für Polizeibedienstete erforderlich ist, der Veränderung mit der notwendigen Offenheit und Kompetenz zu begegnen.

3.5 Kompetenzprofil für Polizeibedienstete

In Bezug auf den Kompetenzerwerb mittels VR-Technologie für den Bereich der polizeilichen Ausbildung konnte kein konkretes Kompetenzprofil identifiziert werden. Auch mangelt es derzeit an einem allgemeinen Kompetenzprofil für den Polizeidienst in Deutschland. In Österreich hingegen wurden Untersuchungen auf Basis des Kompetenzermittlungsverfahrens (KODE) nach Heyse & Erpenbeck (2009) durchgeführt, womit die Kompetenzprofile von Polizeibediensteten ermittelt wurden. Hackl (2015, S. 236) fokussiert sich auf den exekutiven Polizeidienst in Zivil am Beispiel der „Einsatzgruppe zur Bekämpfung der Straßenkriminalität – Wien“. Schlesinger, et al. (2016) und Schlesinger & Nagl (2015) konzentrieren sich – in Abgrenzung zu Hackl (2015) – auf das Kompetenzprofil von Polizeibediensteten im uniformierten Streifendienst. Dieses wurde im Rahmen des österreichischen Projekts POLIS entwickelt. Grundlage für das Kompetenzmanagement im Bundesministerium für Inneres in Österreich bildete das Projekt Polizei.Macht.Menschen.Rechte, das sich mit der Weiterentwicklung der Polizeiarbeit befasst (Schlesinger, et al., 2016, S. 66; Schlesinger & Nagl, 2015, S. 220). Da in dieser Arbeit die Kompetenzen von Polizeibediensteten im uniformierten Streifendienst untersucht werden, wird im nachfolgenden ausschließlich auf Schlesinger, et al. (2016) und Schlesinger & Nagl (2015) eingegangen.

Im Rahmen des Projekts POLIS wurde das Kompetenztraining für die polizeiliche Lehre basierend auf dem allgemeinen Kompetenzmodell von Heyse & Erpenbeck (2009) weiterentwickelt und ein spezifisches Kompetenzprofil für Polizeibedienstete im uniformierten Streifendienst erarbeitet (Schlesinger, et al., 2016, S. 69). Im Rahmen der Weiterentwicklung wurden die vier Kompetenzbereiche in drei Kernkompetenzen und zwei Schlüsselkompetenzen unterteilt (Schlesinger, et al., 2016, S. 72). Das Kompetenzprofil beschreibt die wesentlichen im Berufsalltag benötigten Kompetenzen von Polizeibediensteten (Mayr, et al., 2015, S. 4; Schlesinger, et al., 2016, S. 66). Hierunter werden alle Anforderungen an Polizeibedienstete subsumiert, die

wissenschaftlich – durch eine qualitative und quantitative Datenerhebung – hergeleitet wurden. Um repräsentative Aussagen für den Polizeiberuf treffen zu können, wurde die Innensicht der Polizei durch Mitarbeitende des Bundesministeriums für Inneres in Österreich mit der Außensicht der Öffentlichkeit auf das Berufsbild von Polizeibediensteten und des polizeilichen Handelns verbunden (Schlesinger & Nagl, 2015, S. 222; Schlesinger, et al., 2016, S. 69; Mayr, et al., 2015, S. 3). Die Innensicht auf polizeiliches Handeln bezieht sich auf die polizei-internen Anforderungen an polizeiadäquates Handeln (Mayr, et al., 2015, S. 5). Erfragt wurden jene Kompetenzen, die die Bevölkerung bei Polizeibediensteten für notwendig erachtet, damit diese im Polizeialltag adäquat handeln können. Hierzu wurde eine Untersuchung mit Mitarbeitenden des Bundesministeriums für Inneres in Form von standardisierten Onlinefragebögen durchgeführt. Die Mitarbeitenden trafen auf Grundlage des Kompetenzatlasses von Heyse & Erpenbeck (2009) Aussagen zu den 64 Teilkompetenzen (Schlesinger & Nagl, 2015, S. 223).

Das Berufsbild von Polizeibediensteten in Österreich bezieht sich auf Exekutivbedienstete, die in Uniform vornehmlich den Streifendienst übernehmen (Schlesinger & Nagl, 2015, S. 222). Polizeibedienstete im uniformierten Streifendienst bewegen sich im öffentlichen Bereich entweder zu Fuß oder mobil mit dem Polizeiauto oder dem Polizeifahrrad fort. Der Tätigkeitsbereich der Polizeibediensteten ist umfassend. Sie erteilen Auskünfte, sind Ansprechperson für Ängste und Sorgen der Bevölkerung sowie verhindern und beenden Gefährdungssituationen für Menschen und Sachen (Schlesinger & Nagl, 2015, S. 222). Die Polizeiausbildung fokussiert sich nicht ausschließlich auf die reine Wissensvermittlung, sondern auf die Förderung zahlreicher Kompetenzen, die im Polizeialltag relevant sind. Der Beruf von Polizeibediensteten beruht neben kognitiven Fähigkeiten, ebenso auf Regeln, Werten und Normen. Polizeibedienstete müssen die Fähigkeit haben, selbständig zu handeln (Mayr, et al., 2015, S. 4).

Als Ergebnis des Projekts ist ein spezifisches Kompetenzprofil für Polizeibedienstete entstanden (Mayr, et al., 2015, S. 9). Es unterscheidet zwischen drei Kernkompetenzen (Polizeifachliche, Personale und Sozial-kommunikative Kompetenz) und zwei Schlüsselkompetenzen (Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz sowie Situationsadäquate Handlungskompetenz). Unter Kernkompetenzen werden Fähigkeiten, Fertigkeiten und Wissensbestände verstanden, die Personen bei der Ausübung ihres beruflichen Handelns benötigen. Schlüsselkompetenzen sind hingegen solche Kompetenzen, „welche den Schlüssel für ein situationsbezogenes sowie situationssensibles Verstehen, Reflektieren und Umsetzen der Kernkompetenzen“ bilden (Mayr, et al., 2015, S. 9; Schlesinger & Nagl, 2015, S. 228). Die drei

Kernkompetenzen bilden die Grundlage für die Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz, die wiederum ein situationsadäquates Handeln ermöglicht. Somit wirken die Kern- und Schlüsselkompetenzen zusammen.

Die nachfolgende tabellarische Übersicht (Tabelle 3) erläutert die fünf Kompetenzen, die für polizei-adäquates Handeln notwendig sind. Dabei handelt es sich um Fähigkeiten, Fertigkeiten und Wissen, welche von Polizeibediensteten verlangt werden, um auf die Anforderungen im polizeilichen Alltag bestmöglich vorbereitet zu sein. Ein adäquates polizeiliches Handeln und Reagieren im öffentlichen und privaten Raum ist für Polizeibedienstete essentiell. Decken Polizeibedienstete diese Kompetenzen nicht ab, kann dies bei Polizeibediensteten zu Frustration führen, die eigene professionelle Rolle darunter leiden oder sogar die Bevölkerung mangelndes Vertrauen in die Tätigkeit der Polizei haben (Mayr, et al., 2015, S. 5). Ergänzt werden die Kern- und Schlüsselkompetenzen des Kompetenzprofils nach Mayr, et al. (2015) in diesem Forschungsvorhaben um die technologiebasierte Problemlösekompetenz. Der kompetente Umgang mit Technologien ist bei der Aneignung von digital vermittelten Lerninhalten, so auch bei VR-Szenarien, essentiell. Darüber hinaus wird die Arbeit mit digitalen Technologien im Arbeits- und Berufsalltag fester Bestandteil und der Umgang mit diesen Technologien grundlegende Voraussetzung bei der Bewältigung von Arbeitsaufgaben der Polizeibediensteten.

	Kompetenz	Erläuterung
Technologiebasierte Problemlösekompetenz	Technologiebasierte Problemlösekompetenz	„Die Fähigkeit, berufliche Anforderungen im Zusammenhang mit der Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie bzw. Computernutzung zu bewältigen“ (Baumgartner, et al., 2014, S. 377). Es geht um das Wahrnehmen und Verstehen eines Problems sowie das Analysieren von Aspekten und Bedingungen der Situation, die das Problem verursachen.
Kernkompetenzen	Polizeifachliche Kernkompetenz	Die polizeifachliche Kernkompetenz umfasst polizeifachliches Können und Wissen, insbesondere das rechtliche Wissen, systematisch-methodisches Vorgehen und sozial-politisches Verständnis. Dazu zählen Organisationsfähigkeit und Dokumentationsfertigkeit (Mayr, et al., 2015, S. 11).
	Personale Kompetenz	Personale Kompetenz beschreibt „die notwendigen individuellen Werthaltungen sowie Einstellungen in Hinblick auf die Gesellschaft und die eigene Arbeit“ (Mayr, et al., 2015, S. 13).
	Sozial-kommunikative Kernkompetenz	Die Fähigkeit „kommunikativ mit anderen zu agieren, sich wertschätzend und respektvoll mit diesen auseinanderzusetzen“ (Mayr, et al., 2015, S. 14).
Schlüssel-kompetenzen	Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz	Die Fähigkeit Situationen (zeit- und ortsgebunden) ganzheitlich wahrzunehmen und angemessen zu reflektieren (Mayr, et al., 2015, S. 17).
	Situationsadäquate Handlungskompetenz	Die Fähigkeit basierend auf den Kernkompetenzen, nach umfassendem Verständnis und Reflexion einer Situation unmittelbar eine Handlung umzusetzen (Mayr, et al., 2015, S. 18).

Tabelle 3: Kompetenzprofil des Forschungsvorhabens

Verglichen mit dem Kompetenzatlas von Heyse & Erpenbeck (2009) deckt das vorliegende Kompetenzprofil für Polizeibedienstete gleichermaßen Personale Kompetenz, Fachliche Kompetenz und Sozial-kommunikative Kompetenz als wichtige Kernkompetenzen ab. Die Aktivitäts- und Handlungskompetenz bei Heyse & Erpenbeck (2009) entspricht in dem Kompetenzprofil der Situationsadäquaten Handlungskompetenz, die eine Schlüsselkompetenz für Polizeibedienstete ist. Sie setzt die drei Kernkompetenzen voraus und ist essentiell für polizei-adäquates Handeln. Mayr, et al. (2015, S. 10) erweitern das Modell von Heyse & Erpenbeck (2009) um die Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz, die sie der Schlüsselkompetenz zuordnen. Diese Kompetenz bildet die Grundlage für polizeiliches Handeln und Reagieren. Die durch die polizeiliche Ausbildung erlernten Kompetenzen (3.5.1) sollen den Polizeibediensteten „den Schlüssel in die Hand geben, um unterschiedliche Situationen adäquat, strategisch, rechtskonform und zielgerichtet bewältigen zu können“ (Mayr, et al., 2015, S. 9). Hervorzuheben ist, dass die Kernkompetenzen (3.5.2) keineswegs isoliert zu betrachten sind, sondern sich überschneiden und grundlegend für die

Schlüsselkompetenzen sind (3.5.3). Das Kompetenzprofil verdeutlicht die Komplexität des Polizeiberufs.

3.5.1 Kompetenzen von Polizeibediensteten

Das entwickelte Kompetenzprofil stellt die polizeispezifischen Kern- und Schlüsselkompetenzen dar, über die Polizeibedienstete in ihrem beruflichen Handeln verfügen sollten, um professionell und rechtskonform zu handeln (Mayr, et al., 2015, S. 5). Der Polizeiberuf unterscheidet sich dadurch von vielen anderen Berufen, dass Polizeibedienstete bei Einsatzsituationen oft als Ersthelfende eintreffen und sich nicht auf die Situation vorbereiten können, weswegen für die kompetente Berufsausübung alle Facetten der Kompetenzen gleichermaßen beherrscht werden müssen (Zechner, et al., 2023). Je nach Einsatzsituation werden unterschiedliche Kompetenzen gefordert. In der polizeilichen Ausbildung werden Kompetenzen unterschiedlich intensiv vermittelt. Das Kompetenzprofil schafft eine Orientierung, um die Ausbildungsinhalte am Profil der Polizeibediensteten auszurichten und den Polizeibediensteten ein umfassendes Bild des Berufes zu vermitteln (Mayr, et al., 2015, S. 20). Die Beschreibung der Teilkompetenzen ermöglicht es, in Anlehnung an das Curriculum der polizeilichen Lehre bestimmte Kompetenzen zu erwerben und die Polizeibediensteten auf das lebenslange Lernen vorzubereiten.

3.5.2 Kernkompetenzen von Polizeibediensteten

Die Kernkompetenzen sind vergleichbar mit der inhaltlichen Ausrichtung der Basiskompetenzen von Heyse & Erpenbeck (2009, S. XXI). Die Polizeifachliche Kernkompetenz ist neben der Personalen Kompetenz und der Sozial-kommunikativen Kernkompetenz eine der drei Kernkompetenzen eines Polizeibediensteten. Sie bezieht sich auf fachlich-theoretisches und methodisches Wissen sowie Fähigkeiten und Fertigkeiten, polizeifachliches Wissen selbstorganisiert anzueignen und umzusetzen (Mayr, et al., 2015, S. 10; Schlesinger, et al., 2016, S. 72). Unter das Berufsbild von Polizeibediensteten wird bei der fachlichen Kompetenz auch rechtliches Wissen subsumiert. Darüber hinaus verfügen Polizeibedienstete auch über methodisches und politisches Wissen. Von ihnen wird Organisationsfähigkeit und Dokumentationsfertigkeit verlangt (Mayr, et al., 2015, S. 11). Die Polizeifachliche Kernkompetenz bildet die Basis für eine weitere Vertiefung der Kompetenz (Mayr, et al., 2015, S. 10).

Die Personale Kompetenz umfasst jene Kompetenzen von Polizeibediensteten, die sich auf die individuellen Werthaltungen und Einstellungen zur Gesellschaft und zum Beruf beziehen (Schlesinger, et al., 2016, S. 72; Mayr, et al., 2015, S. 13; Schlesinger & Nagl,

2015, S. 228). Besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang für den Polizeiberuf die Eigenverantwortung, Glaubwürdigkeit, Zuverlässigkeit (Schlesinger, et al., 2016, S. 75) und die Identifikation der Polizeibediensteten mit den ihnen zugeschriebenen Kompetenzen des Berufsbildes (Mayr, et al., 2015, S. 13).
Unter der sozial-kommunikativen Kernkompetenz wird die zielgruppenspezifische Kommunikation mit anderen und der wertschätzende und respektvolle Umgang mit diesen verstanden (Mayr, et al., 2015, S. 14). Damit bezieht sich die sozial-kommunikative Kompetenz sowohl auf die individuelle, als auch auf die kollektive Kommunikation. Sie verknüpft die eigenen Handlungen und die eigene Rolle der Polizeibediensteten (personale Kernkompetenz) in einer Interaktion mit den Handlungen und Vorstellungen des Gegenübers. Weitere Beispiele sind Teamfähigkeit und Hilfsbereitschaft (Schlesinger, et al., 2016, S. 75).

3.5.3 Schlüsselkompetenzen von Polizeibediensteten

Die Schlüsselkompetenzen zielen darauf ab, dass Polizeibedienstete in Situationen angemessen, sensibel und polizei-adäquat agieren und in der Lage sind ihr Handeln zu reflektieren (Schlesinger, et al., 2016, S. 73). Zu den Schlüsselkompetenzen von Polizeibediensteten gehören die Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz sowie die Situationsadäquate Handlungskompetenz. Unter Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz wird die ganzheitliche Wahrnehmung von zeit- und ortsgebundenen Situationen inklusive der involvierten Akteure und eine adäquate Reflexion verstanden (Mayr, et al., 2015, S. 17; Schlesinger & Nagl, 2015, S. 228). Um eine solche Situation in ihrer Gesamtheit zu reflektieren, müssen Polizeibedienstete die für eine Situation relevanten Kernkompetenzen abrufen, damit sie die neue Situation mit der bereits bekannten Situation in Bezug setzen können. Charakteristisch für den Polizeiberuf sind Einsatzbereitschaft, Urteilsvermögen und Problemlösungsbereitschaft (Schlesinger, et al., 2016, S. 73). Die situationsadäquate Handlungskompetenz umfasst jene Kompetenzen, die Polizeibedienstete benötigen, um ein reflektiertes und analytisches Handeln in polizeilichen Situationen ausführen zu können (Mayr, et al., 2015, S. 18). Als Beispiele werden Belastbarkeit, Konfliktlösungsfähigkeit und ergebnisorientiertes Handeln angeführt (Schlesinger, et al., 2016, S. 73).

3.6 Kompetenzprofil des Forschungsvorhabens

Aus der Betrachtung der Kompetenzen eines Polizeibediensteten sowie der technologiebasierten Problemlösekompetenz, über die diese im beruflichen Handeln verfügen müssen, ergibt sich das in Tabelle 3 dargestellte Kompetenzprofil des

Forschungsvorhabens, das zur Beantwortung der Forschungsfrage herangezogen wird. Im Rahmen dieser Untersuchung werden zwei Kompetenzen näher untersucht: die technologiebasierte Problemlösekompetenz und die situationsadäquate Handlungskompetenz. Die technologiebasierte Problemlösekompetenz ist für die kompetente Ausübung des Polizeiberufs eine Notwendigkeit, da das Zusammenspiel von Technologie, Information und Kommunikation ständigen Veränderungen unterliegt. Deshalb müssen Polizeibedienstete bereits in der Ausbildung an neuartige Technologien herangeführt werden. Dies beinhaltet auch den Umgang mit zeitgemäßen Technologien zum Kompetenzerwerb – so auch VR. Es ist nicht ausreichend Teilnehmenden nur den Zugang zu derartigen Technologien zu ermöglichen. Vielmehr muss ein kompetenter Umgang mit den Technologien im Lernkontext gewährleistet werden. Die technologiebasierte Problemlösekompetenz ist eine spezifische Form der Handlungskompetenz, die im Kompetenzatlas von Heyse & Erpenbeck (2009) der Raute A/F zugeordnet werden kann, da sie eine Verbindung von der Aktivitäts- und Handlungskompetenz sowie der fachlich-methodischen Kompetenz darstellt. Es handelt sich dabei um eine Fähigkeit zur Problemlösung, die auf fachlich-methodischer Kompetenz basiert. Sie ist weder sozial, noch personal geprägt und findet daher dort keine Verankerung.

Das Kompetenzprofil verdeutlicht die Komplexität und Vielschichtigkeit des Polizeiberufs. Die Komplexität entsteht nicht nur aus der großen Anzahl der verschiedenen Aufgaben, die zu bewältigen sind, sondern auch durch die vielfältigen Interaktionen mit den Menschen und der Umgebung. Polizeibedienstete müssen schnell und selbstorganisiert auf unterschiedlichste Situationen reagieren (Schlesinger & Nagl 2015, S. 225) und oft in kurzer Zeit schnelle, richtige und (überlebens-)notwendige Entscheidungen treffen. In dem zu untersuchenden Szenario (5.3) sollen die angehenden Polizeibediensteten Polizeifachliche, Personale und Sozial-kommunikative Kompetenzen erwerben, die in der Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz durchdacht werden. In der Situationsadäquaten Handlungskompetenz werden diese sichtbar. Die situationsadäquate Handlungskompetenz aus dem Kompetenzprofil für Polizeibedienstete kann der Raute A/F im Kompetenzatlas von Heyse & Erpenbeck (2009) zugeordnet werden. Sie weist wesentliche Parallelen zur Einzelkompetenz ergebnisorientiertes Handeln auf und beschreibt die Fähigkeit in spezifischen Situationen angemessen zu agieren. Die Einzelkompetenzen technologiebasierte Problemlösekompetenz und situationsadäquate Handlungskompetenz fallen beide in die Bereiche Aktivitäts- und Handlungskompetenz (A) sowie der Fach- und Methodenkompetenz (F) und werden daher der Raute A/F zugeordnet.

Die Vermittlung der erforderlichen Kompetenzen für solche Situationen findet bei der HdP auch in VR-Lernumgebungen statt. Wie spezifische Kompetenzen in VR-Lernumgebungen erworben werden können, wird im nachfolgenden Kapitel dargestellt.

4 Kompetenzerwerb und VR

Kompetenzen sind ein komplexes Konstrukt. Um sie zu erwerben, müssen sie gezielt gefördert werden. Herkömmliche Lernmedien, wie Vorträge, Praxistrainings und PowerPoint-Präsentationen können den Kompetenzerwerb zwar unterstützen, bringen jedoch u. a. eine geringe Motivation und ein geringes Engagement in ihrem Einsatz bei den Lernenden mit sich (Parong & Mayer, 2018, S. 785). Anders ist dies bei der VR-Technologie, einem Lernmedium, das im Bildungssektor erst allmählich Einzug erhält (u. a. Freina & Ott, 2015, S. 7; Martín-Gutiérrez, Mora, Añorbe-Díaz, & González-Marrero, 2017, S. 479). Obwohl VR-Lernumgebungen für berufliches Lernen geeignet erscheinen, ist das Potenzial der VR-Technologie für den Erwerb beruflicher Kompetenzen weitgehend unerforscht (Wolfartsberger, et al., 2022, S. 298).

In diesem Kapitel werden zunächst grundlegende gegenstandsbezogene Begriffsbestimmungen zu VR als (Bildungs-)Technologie vorgenommen und diese untereinander inhaltlich abgegrenzt (4.1). Anschließend wird die Entwicklung der VR-Technologie dargestellt (4.2). Sodann werden die technologischen Möglichkeiten von VR im Bildungssektor angeführt (4.3). Danach werden in 4.4 die für diese Arbeit grundlegenden mediendidaktischen Theorien, *Cognitive Affective Model of Immersive Learning* (CAMIL) und *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML), vorgestellt. In Kapitel 4.5 werden eingehend gestalterische Elemente von VR-Lernumgebungen beschrieben. Dabei werden insbesondere Aspekte der Interaktion, Benutzerfreundlichkeit (*Usability*) und die technischen Voraussetzungen betrachtet. Diese Aspekte können sich auf den Lernprozess und das Lernergebnis auswirken. Darauf aufbauend werden in 4.6 individuelle Faktoren, die das Lernerlebnis in virtuellen Lernumgebungen determinieren, beschrieben. Darüber hinaus werden gesundheitliche, kognitive und didaktische Herausforderungen beleuchtet (4.7), die mit dem Einsatz der VR-Technologie einhergehen können. Abschließend wird die Wirksamkeit virtueller Lernumgebungen hinsichtlich der Lernleistung (4.8) betrachtet.

4.1 Begriffsbestimmungen VR

Das Themengebiet *Virtual Reality* (deutsch: „Virtuelle Realität“) umfasst einige Begrifflichkeiten und Akronyme. Auch wenn es keine einheitliche Definition der

nachfolgenden Begrifflichkeiten gibt, so lassen sich dennoch wiederkehrende charakteristische Merkmale erkennen, welche diese determinieren. Oftmals findet eine zusammenhängende Betrachtung statt, obgleich es sich um verschiedene Termini handelt. Einleitend werden die relevanten Begrifflichkeiten definiert, dazugehörige Beispiele erläutert und ihre Beziehungen zueinander verdeutlicht, beginnend mit *Extended Reality* (XR). Sodann wird das Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum mit seinen Ausprägungen vorgestellt.

XR, erweiterte Realität, ist der Oberbegriff für immersive Technologien (Zabel, Telkmann, & Heisenberg, 2021, S. 27). XR kombiniert in einer Umgebung reale und virtuelle Elemente miteinander (Abbildung 5) und bezieht sich auf die Mensch-Maschine-Interaktion, die durch die Technologie und tragbare Geräte erzeugt wird (Fast-Berglund, Liang, & Li, 2018, S. 32). Darunter werden verschiedene Technologien subsumiert, die interaktive Erfahrungen in einer computergenerierten Umgebung ermöglichen. Zu diesen gehören *Augmented Reality* (AR), *Mixed Reality* (MR) und VR. Sie unterscheiden sich in dem Verhältnis, in dem sie zur realen und virtuellen Welt stehen.

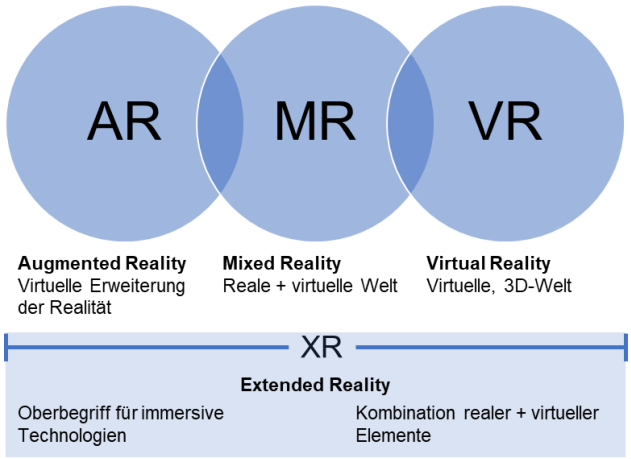


Abbildung 5: Übersicht XR in Anlehnung an IBM Institute for Business Value (2020)

Bei XR und ihren Ausprägungen ist es grundsätzlich möglich, die menschlichen Sinne (Sehen, Hören, Tasten, Riechen) anzusprechen (Dörner, Broll, Jung, Grimm, & Göbel, 2019, S. 4). Derzeit konzentrieren sich die meisten virtuellen Umgebungen auf die Sinne Sehen und Hören. Mit diesen Technologien wird erreicht, dass die Linie zwischen (physischer) Realität und Simulation immer mehr verschwimmt, indem die Nutzenden in eine andere, virtuelle Welt eintauchen und/ oder mit dieser interagieren. Die virtuellen Inhalte werden von den Nutzenden dabei als sehr realitätsnah empfunden.

Als definitorische Grundlage für die Einordnung der Begrifflichkeiten wird das Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum von Milgram, Takemura, Utsumi & Kishino (1994, S. 283) verwendet, dass diese mit ihren Ausprägungen auf einer Skala einreiht (Abbildung 6). Das Kontinuum stellt den Übergang zwischen realer und virtueller Umgebung dar.

Zwischen den beiden Endpunkten, Realität und Virtualität, existieren weitere Umgebungen, AR und Augmented Virtuality (AV) , die sogenannte MR.

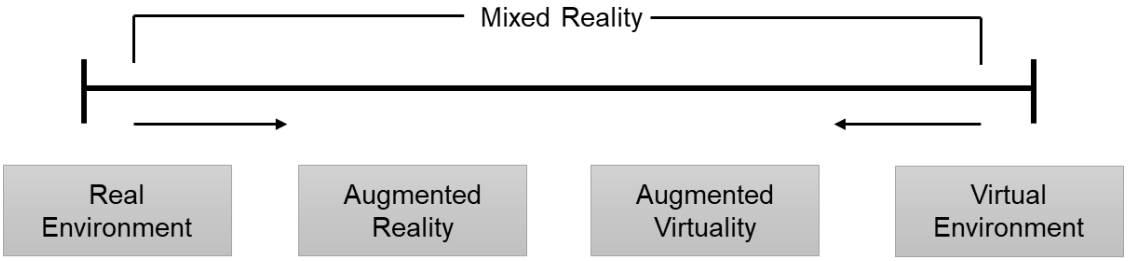


Abbildung 6: Reality-Virtuality Continuum in Anlehnung an Milgram, et al. (1994, S. 283)

Ein Extrem ist die reale Umgebung, also die reine Realität (*Real Environment*), in der sich Menschen täglich bewegen und leben. Sie definiert eine Umgebung, die ausschließlich aus realen Objekten besteht (Milgram, et al., 1994, S. 283). Wird diese Realität mit virtuellen Objekten[2] (bspw. Grafiken, Bilder, Texte, Animationen, Videos), Informationen oder Hologrammen in Echtzeit angereichert, so wird von AR, erweiterter Realität, gesprochen, bei der die physische Welt bestehen und sichtbar bleibt (Azuma, 1997, S. 356). Hier werden zusätzliche Informationen in das Sichtfeld der Nutzenden eingeblendet. Für die AR-Nutzung sind unterschiedliche Hardware-Optionen möglich: AR-Brille, Smartphone oder Tablet. Damit wird insbesondere die Sinneswahrnehmung Sehen adressiert. Die Wahrnehmung fokussiert sich auf Elemente der realen Welt (Tümler, 2009, S. 8). Die Nutzenden sind dabei nicht von der realen Welt isoliert, sondern können sehen, was sich vor ihnen abspielt. Pokémon GO ist ein bekanntes Spiel für AR, bei dem digitale Kreaturen in der realen Welt über das Smartphone dargestellt werden.
Bei *Augmented Virtuality* (erweiterte Virtualität) wird eine virtuelle Welt durch reale Objekte erweitert (Milgram, et al., 1994, S. 285). Die Darstellung virtueller Elemente dominiert. Es sind nur wenige Elemente der realen Welt vorhanden (Tümler, 2009, S. 8). Beispielhaft hierfür ist ein Computerspiel, in dem reale Spieler eingeblendet werden. Unter MR wird eine Umgebung verstanden, in der Objekte der realen und virtuellen Welt zusammen in Echtzeit in einem Display (z. B. Smartphone, AR-Brille) kombiniert werden. Sie ermöglicht den Nutzenden eine Interaktion mit virtuellen und realen Objekten. Zu den Beispielen für mögliche Kombinationen von realen und virtuellen Objekten zählen AR und AV.
Bei der Betrachtung des Realitäts-Virtualitäts-Kontinuums von links nach rechts nimmt der Anteil der realen Umgebung sukzessive ab, während der Anteil der Virtualität kontinuierlich zunimmt. Der rechte Endpunkt, *Virtual Environment*, bildet das andere Ende des Kontinuums und definiert Umgebungen, die ausschließlich aus virtuellen

[2] Bei virtuellen Objekten handelt es sich um künstlich geschaffene, simulierte Objekte, die in der Realität nicht existieren.

Objekten bestehen, z. B. computergenerierte Simulationen. Unter VR wird eine vollständig virtuelle, dreidimensionale Umgebung verstanden, in der ausschließlich digitale Objekte existent sind (Milgram, et al., 1994, S. 283). Typisch beim Einsatz von VR-Anwendungen sind *Head-Mounted Displays* (abgekürzt HMD). Das HMD wird am Kopf der Nutzenden befestigt und damit unmittelbar vor den Augen getragen, sodass diese die reale Umgebung visuell nicht mehr wahrnehmen. Die Nutzenden können durch den Einsatz des HMD in eine virtuelle Welt eintauchen, mit dieser interagieren und ihre eigenen Erfahrungen erleben – anders als bei AR. Die reale Umgebung wird dabei vollständig ausgeblendet und ist durch die Nutzung des HMD nicht sichtbar (Ramaseri Chandra, El Jamiy, & Reza, 2022, S. 2). Zusätzlich zu dem HMD erhalten die Nutzenden i. d. R. zwei Handcontroller, mit denen sie sich in Echtzeit virtuell fortbewegen können und ggf. Datenhandschuhe oder einen Ganzkörperanzug, die eine Interaktion mit virtuellen Objekten ermöglichen (Schreier, 2002, S. 43). Einige HMD benötigen zum Betrieb eine Verbindung zu einem Computer, andere wiederum können als eigenständige Geräte eingesetzt werden (Fink, Sosa, Eisenlauer, & Ertl, 2023).

VR unterscheidet sich in immersive und nicht-immersive VR. Bei nicht-immersiver VR werden VR-Applikationen auf einem Desktop-PC oder Notebook ausgeführt. Die Nutzenden navigieren sich über Tastatur und Maus in einer computergestützten Umgebung und interagieren mit dieser (Freina & Ott, 2015, S. 133). Die virtuelle Erfahrung wird über einen Bildschirm gesammelt und ist i. d. R. mit einer geringen Präsenzwahrnehmung verbunden. Im Gegensatz dazu ermöglicht die immersive VR eine höhere Präsenzwahrnehmung und Immersion, die allerdings mit einem höheren Kosten- und Wartungsaufwand verbunden ist. Immersive VR wird zudem hardwareseitig in zwei Arten unterteilt, in *Cave Automatic Virtual Environment* (CAVE) und HMD. Bei CAVE-Systemen sind mehrere Bildschirme und Bewegungsverfolgungssysteme in einem Raum fest installiert, die den Nutzenden umgeben (Freina & Ott, 2015, S. 133). Die Nutzenden können sich wie gewohnt in einem Raum bewegen. CAVE-Umgebungen benötigen aufgrund ihrer Größe viel Platz und sind statisch. Es handelt sich dabei um stationäre VR-Systeme. Sie können nicht ohne weiteres bewegt werden. Zudem sind sie in der Anschaffung und Wartung kostenintensiv(er). Auf die historische Entwicklung der VR-Technologie wird im nächsten Kapitel eingegangen.

4.2 Entwicklung der VR-Technologie

Insgesamt sind die technischen Ansätze der VR-Technologie nicht neu und damit auch keine Erfindung der letzten Jahre (Zabel, et al., 2021, S. 18). Die ersten technischen Entwicklungen zu VR fanden bereits in den 1950er Jahren statt. 1956 entwickelte Morton

Heilig einen ersten Entwurf einer VR-Apparatur, die sogenannte Sensorama (Heilig, 1998, S. 343; Sherman & Craig, 2018, S. 32). Dabei handelte es sich um eine stationäre Apparatur, die mehrere Sinne zugleich ansprach und dadurch versuchte Menschen in eine virtuelle Welt eintauchen zu lassen. 1968 entwickelte Ivan Sutherland das erste HMD, das eine Betrachtung einer 3D-Welt ermöglichte. Seine Entwicklung musste aufgrund des hohen Gewichts an der Decke montiert werden (Sutherland, 1968, S. 757). In den 1990er Jahren existierten die ersten tragbaren HMD. Nachdem in den Folgejahren technologische Entwicklungen und Untersuchungen im Bereich der VR unternommen wurden, fanden Untersuchungen statt, wie die reale Welt mit virtuellen Elementen angereichert werden kann – die erweiterte Realität entstand (Tönnis, 2010, S. 3). In den 2000er Jahren wurde VR noch nicht als *stand alone* Lösung genutzt, sondern in Form von CAVE-Systemen. In den 2010er Jahren kamen vermehrt HMD auf den Markt, sodass VR nicht nur experimentell eingesetzt wurde. Durch den zunehmenden Wettbewerb wurden die Produkte erschwinglicher und die Verbreitung größer. Zudem führte der höhere Wettbewerb zu wachsendem technologischem Fortschritt. Die Auflösung der Displays verbesserte sich. Verbesserte Sensoren führten zu einem genaueren Tracking. Leistungsfähigere Computer ermöglichten realistischere Grafiken. Damit einhergehend wurden die HMD leichter. Neben kabelgebundenen wurden kabellose Varianten entwickelt, ebenso wie die Möglichkeit des Handtrackings. Dies steigerte den Tragekomfort und den Immersionsgrad. Die Fortschritte auf der technologischen Seite haben zu einer Verbreitung der Anwendungsfelder geführt, sodass die VR-Technologie im Verlauf der 2010er Jahre auch in der Aus- und Weiterbildung vermehrt eingesetzt wurde.

4.3 VR im Bildungssektor

Obwohl die Entwicklung immersiver Technologien in die 1960er Jahre zurückzuführen ist, wurden erste Ansätze im Bildungssektor erst in den 1990er Jahren entwickelt. Die sinkenden Anschaffungskosten der Technologien im Laufe der Jahre ermöglichten eine breitere Verwendung und eröffneten einen Zugang im Bildungsbereich (Merchant, Goetz, Cifuentes, Keeney-Kennicutt, & Davis, 2014, S. 30). Die zunehmende Anzahl an immersiven Lernumgebungen im Bildungssektor, in der Schul- und Hochschulbildung, verdeutlicht das rege Interesse an dieser Technologie. Dies wird auch an den stetig zunehmenden wissenschaftlichen Untersuchungen zu diesem Thema deutlich (u. a. Tangocci, et al., 2023, S. 268; Makransky & Petersen, 2021, S. 937), die verschiedene Lernkontexte betrachten, wie Radianti, Majchrzak, Fromm, & Wohlgenannt (2020) festgestellt haben. VR scheint insbesondere in der Erwachsenenbildung weit verbreitet

zu sein (Freina & Ott, 2015, S. 136). Immer mehr Hochschulen und Forschungsinstitutionen beschäftigen sich mit der Einsatzfähigkeit und Relevanz von VR im Lehr- und Lernprozess (Müser & Fehling, 2022, S. 122), auch wenn die damit verbundenen Lernprozesse und Lernergebnisse oder gar Lerntheorien nach wie vor nur vereinzelt bei der Entwicklung von VR-Anwendungen berücksichtigt werden (Radianti, et al., 2020, S. 2; Marougkas, et al., 2023). Gegenwärtige wissenschaftliche Publikationen befassen sich vor allem mit Vergleichsstudien und widmen sich der Suche nach Belegen, dass die VR-Technologie „gut“ oder „besser“ geeignet ist als herkömmliche Lernmedien (Kerres, et al., 2021, S. 13). Weiterhin konzentriert sich die aktuelle Literatur in der Hochschulbildung auf die Gestaltung von VR-Lernanwendungen (u. a. Majchrzak, Radianti, Fromm, & Gau, 2022, S. 95). Im wissenschaftlichen Diskurs werden gezielt Potenziale zum Einsatz der VR-Technologie und Vorteile der Technologienutzung aufgeführt, aber auch Bedenken zum Einsatz im Bildungskontext aufgezeigt (Zender, et al., 2022, S. 31). Der Einsatz der VR-Technologie in der Hochschullehre sowie die Evaluation von VR-Anwendungen ist derzeit unzureichend erforscht (Niedermeier & Müller-Kreiner, 2019; Adam, Petrowsky, Loschelder, & Kuhl, 2024, S. 230). Zudem besteht noch hinreichender Forschungsbedarf zur Lernwirksamkeit bei kontinuierlichem Einsatz (Müser & Fehling, 2022, S. 122) und bei Langzeitstudien der Technologie. Nur wenige Studien nehmen dabei die Erfahrungen der Lehrenden in den Blick (u. a. Majchrzak, et al., 2022, S. 96).

Weitere Ergebnisse zeigen die Vorteile des Einsatzes der VR-Technologie als Lernmedium auf. Lernende können in virtuellen Lernumgebungen selbst ihr Lerntempo bestimmen (Buehler & Kohne, 2020, S. 83). Die Art der Einbeziehung ermöglicht es verschiedene Lerntypen anzusprechen (Zender, Weise, von der Heyde, & Söbke, 2018). Mittels VR können alle drei Lernstile, visuell, auditiv und kinästhetisch, in einer Anwendung adressiert werden (Allcoat & von Mühlenen, 2018). So lässt sich ein individueller Lernerfolg erzielen. Durch das HMD sind die Nutzenden von der realen Welt stärker abgeschirmt, als wenn sie ein Szenario nur über den Bildschirm wahrnehmen, wodurch sie zugleich den Fokus stärker auf die Lernaufgabe richten (Layer-Wagner, Kriglstein, Schrank, Frankus, & Häufler, 2023c, S. 176). Mithilfe der VR-Technologie können Lernende Inhalte in einer sicheren Umgebung trainieren ohne sich oder Dritte einer realen Gefahr auszusetzen (Hellriegel & Čubela, 2018, S. 60; Lutze, Zender, & Lucke, 2016, S. 1; Jolie, Katzky, Bredl, Kappe, & Krause, 2011, S. 260). Die Inhalte können solange trainiert werden, bis die Lernenden die Abläufe internalisiert haben (Müser & Fehling, 2022, S. 131; Bartolles & Kamin, 2021, S. 15), um die erforderlichen Kompetenzen aufzubauen. VR ist geeignet für das situative Lernen und hilft motorische Fähigkeiten zu entwickeln (Zender, et al., 2018). Mögliche Fehler haben keine

schwerwiegenden Konsequenzen oder negative finanzielle Auswirkungen (Thomas, Metzger, Niegemann, Welk, & Becker, 2018, S. 8; Pletz & Zinn, 2018, S. 89). Das Üben und Lernen in VR ersetzt die Situationen und Übungen im realen Leben allerdings nicht vollständig. Durch das Lernen in virtuellen Umgebungen lassen sich die Übungsstunden in der Realität reduzieren (Müser & Fehling, 2022, S. 131; Bartolles & Kamin, 2021, S. 16), ebenso wie finanzielle Aufwände (Jolie, et al., 2011, S. 260). VR bietet insbesondere dann einen Mehrwert, wenn die Anwendungsfälle in der Lebenswelt kostenintensiver und riskanter sind oder ein solches Üben selten bzw. gar nicht möglich ist (Schäfer, et al., 2023, S. 16).

Die Vielfalt der Möglichkeiten und die damit verbundenen Potenziale verdeutlichen das rege Interesse an der VR-Technologie und deren Einsatzmöglichkeiten im Bildungssektor. Nur selten setzen sich Studien kritisch mit den Konsequenzen der VR-Technologie im Bildungssektor auseinander (Zender, et al., 2022, S. 28).

4.4 Mediendidaktische Theorien

Mediendidaktische Theorien erklären, wie Lernumgebungen wirksam gestaltet sein sollten. Im Nachfolgenden werden zwei Modelle vorgestellt, die für diese Arbeit zentral sind. Sie liefern Erklärungen, wie ein Lernerfolg beim Einsatz von VR erreicht werden kann. CAMIL beschreibt, wie in immersiven Umgebungen technologische Merkmale, Eigenschaften von VR sowie affektive und kognitive Faktoren mit dem Lernergebnis zusammenwirken (4.4.1). Die CTML erklärt, wie multimediale Inhalte miteinander kombiniert werden sollten, um eine kognitive Verarbeitung zu unterstützen und eine Überlastung des Gedächtnisses zu vermeiden (4.4.2).

4.4.1 CAMIL

CAMIL beschreibt ein Rahmenmodell, das Einflussfaktoren für das Lernen in immersiven Umgebungen identifiziert (Makransky & Petersen, 2021). Das Modell konzentriert sich auf immersive VR, worunter der Einsatz eines HMD verstanden wird. Es berücksichtigt Motivations- und Lerntheorien, die für weniger immersive Medien entwickelt wurden und auf das Lernen in immersiver virtueller Realität übertragen werden können. Verglichen mit anderen Medien, wie Video oder PowerPoint, ist die Interaktion und das Präsenzgefühl bei immersiven Technologien höher (Makransky & Petersen, 2021, S. 940). Nach dem CAMIL besteht eine Wechselwirkung zwischen Medien und Lernmethoden, die lernförderliche Auswirkungen generieren (Makransky & Petersen, 2021, S. 937).

Obwohl es zahlreiche Einflussfaktoren gibt, die sich auf die immersive Lernerfahrung auswirken, definiert CAMIL unter Berücksichtigung der bestehenden empirischen Literatur im Bereich des Lernens mit immersiver Technologie einige zentrale determinierende Faktoren (Makransky & Petersen, 2021, S. 938). Das Modell umfasst vier Bereiche (technologische Merkmale, VR-Eigenschaften, affektive und kognitive Faktoren sowie Lernergebnisse). Es beschreibt, wie die technologischen Merkmale (Immersion, Kontrollfaktoren und Repräsentationsgenauigkeit) die VR-Eigenschaften, Präsenzerleben und Handlungsfähigkeit, fördern (Müser & Fehling, 2022, S. 129). Weiter beschreibt das Modell, wie diese VR-Eigenschaften sechs affektive und kognitive Faktoren beeinflussen, die beim immersiven Lernen eine Rolle spielen. Zu diesen gehören Interesse, Motivation, Selbstwirksamkeit, *Embodiment*, kognitive Belastung und Selbstregulation. Zudem zeigt das Modell auf, wie diese Faktoren mit verschiedenen Lernergebnissen zusammenhängen und zum Erwerb von deklarativem (Faktenwissen), konzeptuellem (vernetztes Begriffswissen) und prozeduralem Wissen (Verhaltensweisen) sowie zum Lerntransfer führen. Abbildung 7 veranschaulicht deren Zusammenhänge. Das Modell weist eine additive Vorgehensweise auf. Die Bereiche bauen aufeinander auf und finden ihre Summierung im Lernergebnis.

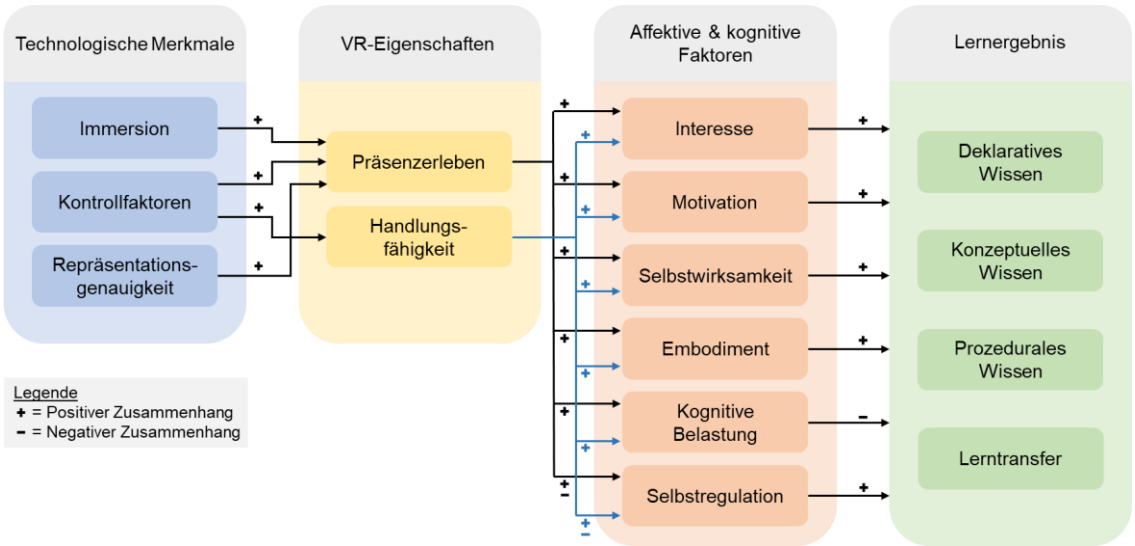


Abbildung 7: CAMIL in Anlehnung an Makransky & Petersen (2021, S. 943)

Ein positives Lernergebnis wird erreicht, wenn die technologischen Merkmale vorhanden sind, diese ihrerseits mit den VR-Eigenschaften positiv korrelieren und darauf aufbauend affektive und kognitive Faktoren vorliegen. Mit Ausnahme der kognitiven Belastung haben alle affektiven und kognitiven Faktoren dann einen positiven Einfluss auf das Lernergebnis, wenn sie stark ausgeprägt sind. Die kognitive Belastung hingegen trägt dann zu einem positiven Lernergebnis bei, wenn sie gering ausgeprägt ist (Makransky & Petersen, 2021, S. 949). Die Lernergebnisse sind auf die Taxonomie von Anderson, et al. (2001) zurückzuführen.

Zu den Kontrollfaktoren werden das Ausmaß an Kontrolle bzw. an Freiheitsgraden, die Handlungen in VR und die Kontrollart gezählt (Müser & Fehling, 2022, S. 129). Repräsentationsgenauigkeit bezieht sich auf die Realitätsnähe, die Konsistenz von Objektverhalten und deren Darstellung. Auch wenn in der Literatur eine Abgrenzung der Begrifflichkeiten Präsenz – ein eher subjektives Konzept – und Repräsentationsgenauigkeit – ein eher objektives Konzept – erfolgt, beeinflussen sich beide Aspekte gegenseitig (Makransky & Petersen, 2021). Nach Makransky & Petersen (2021) verstärken eine hohe Immersion, Kontrolle und Repräsentationsgenauigkeit die Präsenz (das Gefühl des „dort seins“) und die Handlungsfähigkeit (das Gefühl Aktionen zu steuern) in VR. Die beiden VR-Eigenschaften, welche aus technologischen Merkmalen resultieren, beeinflussen die sechs affektiven und kognitiven Faktoren (Müser & Fehling, 2022, S. 129). Das dort beschriebene Interesse meint situationales Interesse, eine kurzfristige und affektive Reaktion, die aus der VR-Erfahrung resultiert (Hidi & Renninger, 2006, S. 114). Selbstwirksamkeit ist die Fähigkeit, (Lern-) Ziele zu erreichen (Ahmad, Piccoli, & Ives, 1998, S. 354). *Embodiment*, Verkörperung, bedeutet Handlungen zu erfahren und mit der Umwelt zu interagieren. Slater (2017, S. 22) bezeichnet Verkörperung als den Prozess, bei dem der Körper unter Verwendung eines HMD durch einen virtuellen Körper ersetzt wird, um die realen Bewegungen der Person zu verfolgen und die Bewegungen des virtuellen Körpers abzubilden. Nach CAMIL ist das *Embodiment* beim Lernen in einer immersiven, virtuellen Lernumgebung größer als bei einem Video, da die Lernenden in einer immersiven, virtuellen Lernumgebung i. d. R. ein höheres Präsenzgefühl haben (Makransky & Petersen, 2021, S. 941). Die kognitive Belastung gemäß der *Cognitive Load Theory* (CLT) befasst sich mit der Verarbeitung von Informationen unter Berücksichtigung der begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses (4.4.2).

Das CAMIL bildet ab, wie Lernen durch affektive und kognitive Faktoren beeinflusst werden kann und dass das emotionale Erleben von zentraler Bedeutung für den Lernprozess ist, um Wissen zu generieren (Lernergebnis). Eine persönliche Verbindung zu und eine intensive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten kann das Lernen positiv beeinflussen. Virtuelle Umgebungen sollten so gestaltet sein, dass die Nutzenden darüber hinaus die Kontrolle über ihre Handlungen haben (Makransky & Petersen, 2021, S. 943). Zudem ist es erforderlich die Lernaufgabe auf das Wesentliche zu beschränken, so dass die begrenzten kognitiven Ressourcen der Lernenden ausschließlich für die Verarbeitung genutzt werden (Moreno & Mayer, 2007, S. 315).

Das Modell von Makransky & Petersen (2021) bietet eine theoretische Grundlage, um sich dem Lernen in VR zu nähern. Das Ziel ist es, das Lernen in immersiven Umgebungen zu optimieren und ein positives Lernergebnis sicherzustellen. CAMIL

differenziert das Lernen in vier unterschiedliche Bereiche, die in Abhängigkeit zueinander stehen. Es gibt weitere Komponenten, die das Lernen in VR beeinflussen, aber in dem Modell nicht hinreichend berücksichtigt werden. Hierzu gehören Benutzerfreundlichkeit der VR-Lernumgebung, das Vorwissen der Lernenden, soziale Faktoren, Vorerfahrungen mit VR sowie Bewegungsfreiheit im physischen Raum (Makransky & Petersen, 2021, S. 952).

4.4.2 CTML

Eine weitere mediendidaktische Theorie ist die CTML, entwickelt von Richard Mayer (2022). CTML und CAMIL eint, dass sie sich mit dem Lernprozess, der Verarbeitung von Informationen im Gedächtnis und der Frage, wie Lernen effektiv gestaltet werden kann, befassen. Ihre Anwendungsbereiche unterscheiden sich jedoch. Das Modell CTML befasst sich mit den kognitiven Prozessen, die beim Lernen durch multimediale Inhalte auftreten und basiert auf den folgenden Annahmen: Das menschliche Informationsverarbeitungssystem besteht aus zwei verschiedenen Kanälen. Der auditive Kanal verarbeitet auditive Eingaben sowie verbale Repräsentationen. Der visuelle Kanal verarbeitet visuelle Eingaben und bildliche Repräsentationen (Mayer & Moreno, 2003, S. 44). Die beiden Kanäle (auditiv und visuell) können allerdings nur eine begrenzte Menge an Informationen gleichzeitig verarbeiten, da die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses limitiert ist (Müser & Fehling, 2022, S. 126). Eine kognitive Überlastung entsteht aus der begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, also der Verarbeitung und Speicherung von Informationen.

Die CTML unterscheidet drei Gedächtnisspeicher: Sensorisches Gedächtnis, Arbeits- und Langzeitgedächtnis. Abbildung 8 verdeutlicht ihren Zusammenhang und veranschaulicht die Verarbeitung multimedialer Präsentationen in Form von Wörtern und Bildern. Die Informationen (Wörter, Bilder) werden im sensorischen Gedächtnis mit den Ohren und Augen aufgenommen und für einen kurzen Zeitraum gespeichert (Mayer, 2022, S. 62). Aus dem sensorischen Gedächtnis gelangen sie in das Arbeitsgedächtnis, wo eine Verarbeitung der Informationen in zwei Kanälen erfolgt. Das Arbeitsgedächtnis ist in seiner Kapazität neben der Menge auch zeitlich begrenzt, das Langzeitgedächtnis nicht (Bley, Wiethe-Körprich, & Weber, 2015, S. 272). Das Vorwissen der Lernenden ist im Langzeitgedächtnis enthalten. Um dort eine Vielzahl an Informationen über einen längeren Zeitraum zu speichern, muss es zuvor im Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden.

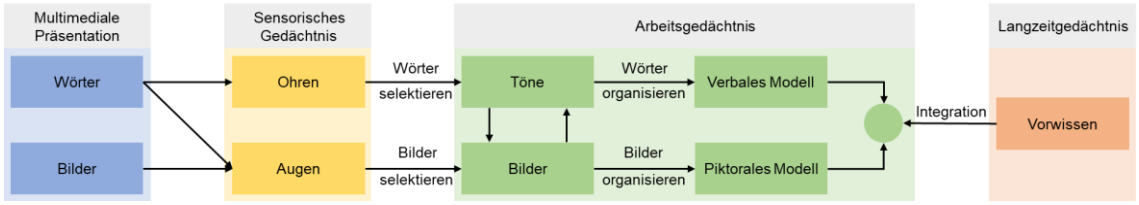


Abbildung 8: CTML in Anlehnung an Mayer & Moreno (2003, S. 44)

„Lernen ist dabei ein aktiver Konstruktionsprozess“ (Mulders, et al., 2022, S. 137). Jede Informationsverarbeitung benötigt kognitive Kapazitäten. Dabei bedarf es einer angemessenen kognitiven Verarbeitung im auditiven und visuellen Kanal, damit aktives und sinnvolles Lernen erfolgen kann (Mayer & Moreno, 2003, S. 44; Mayer, 2022, S. 60). Für ein sinnvolles Lernen erfordert es die Aktivität des Lernenden. Motivationale und emotionale Faktoren finden in dieser Theorie nicht ausreichend Berücksichtigung. Die Lernmaterialien sind so aufzubereiten, dass Lernende Informationen aus Text und Bild ziehen und ein kohärentes Modell erstellen können, ohne sie kognitiv zu überfordern (Müser & Fehling, 2022, S. 127). Bezogen auf eine VR-Lernumgebung bedeutet dies, dass visuelle und verbale Informationen gleichermaßen angesprochen werden sollten. Neben der Gestaltung der VR-Lernumgebung, werden auch Audiosequenzen, Musik und Hintergrundgeräusche bewusst eingesetzt (Müser & Fehling, 2022, S. 126), um Lerninhalte mit ihren charakteristischen Ausprägungen zu verdeutlichen. Moreno & Mayer (2002) haben aufgezeigt, dass die CTML auch für immersive Medien angewendet werden kann. Ihnen folgend können Lernende in einer virtuellen Lernumgebung besser lernen, wenn gesprochene Erklärungen anstelle von textbasierten Informationen neben Grafiken eingesetzt werden. Parong & Mayer (2018) zeigen auf, dass die CTML bei der Gestaltung virtueller Lernumgebungen berücksichtigt werden sollte. Lernende können Objekte bzw. Lerninhalte in einer immersiven Lernumgebung konzentrierter verarbeiten, wenn diese schlicht gehalten ist und die Lerninhalte einzeln und nacheinander aufgezeigt werden (Mayer, 2008, S. 765).

4.5 Gestaltungsmöglichkeiten von VR-Lernumgebungen

Virtuelle Umgebungen sind im Vergleich zu anderen analogen Darstellungsformaten, wie Film, Bild, Diagramm und abstrakten Darstellungsformaten, wie Text, anschaulicher. Sie bieten durch ihre dreidimensionale Veranschaulichung einen höheren Detaillierungsgrad der Darstellung (Schwan & Buder, 2002, S. 127). Zudem können Lerninhalte in ihrer Komplexität reduziert werden. Die räumliche Darstellung sorgt dafür, dass sich Lernende in einer realitätsnahen Welt befinden und in dieser präsent sind. Das Gefühl der Präsenz kann durch die Wahrnehmung mehrerer Sinneskanäle erweitert werden. Die virtuelle Realität kann den Nutzenden akustische, visuelle und haptische

Rückmeldungen geben. Eine realitätsgetreue Darstellung von Situationen und Modifikation der Umgebungsvariablen (Wetter, Lichtverhältnisse, Fehlermeldungen bei Geräten) führt im Gegensatz zu herkömmlichen Lernmedien zu einem höheren Realitätsgrad (Jolie, et al., 2011, S. 262).

Schwan & Buder (2006, S. 7) differenzieren die Handlungs- und Interaktionsmöglichkeiten, die Lernende in einer VR-Umgebung eingeräumt bekommen, in die nachfolgenden „Welten“: Explorationswelt, Trainingswelt, Experimentalwelt und Konstruktionswelt. Explorationswelten ermöglichen es den Lernenden in ihrer individuellen Geschwindigkeit virtuelle, realitätsnahe – unter normalen Umständen nicht zugängliche – Umgebungen eigenständig zu erleben und zu erkunden. Die Lernenden können Informationen aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten. Im Vordergrund stehen Verstehensprozesse. Explorationswelten konzentrieren sich auf die Vermittlung von deklarativem Wissen (Schwan & Buder, 2006, S. 7). Dede (2009, S. 67) unterstreicht beim immersiven Lernen die Potenziale des situierten Lernens in Bezug auf den Transfer von Wissen, insbesondere im Bereich der Problemlösefähigkeit. Im Gegensatz zu Explorationswelten können in Trainingswelten prozedurales Wissen erworben und Fertigkeiten trainiert werden (Buchner & Aretz, 2020, S. 202). Ein eigenständiges Erkunden steht nicht im Vordergrund. Trainingswelten sind vor allem dann geeignet, wenn das Üben in der Realität nicht oder nur bedingt möglich, zu gefährlich oder kostenintensiv ist (Pedram, Ogie, Palmisano, Farrelly, & Perez, 2021, S. 1072). (Arbeits-)Handlungen und spezifische Fertigkeiten in bestimmten Situationen können eingeübt, trainiert und wiederholt werden. Trainingswelten werden häufig in der beruflichen Bildung eingesetzt. In Experimentalwelten lassen sich Gesetzmäßigkeiten erfahrbar machen und die Konsequenzen des Handelns verfolgen (Schwan & Buder, 2006, S. 8). Konstruktionswelten ermöglichen den Lernenden das Gestalten eigener VR-Umgebungen und Artefakte, welche im Vordergrund stehen (Buchner & Aretz, 2020, S. 202). Ähnlich wie bei Trainingswelten unterstützen auch die Konstruktionswelten einen Kompetenzerwerb (Schwan & Buder, 2006, S. 9). Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund des konstruktivistischen Lernverständnisses bedeutend (Hellriegel & Čubela, 2018, S. 63).

Neben der inhaltlichen Ausgestaltung, die den Lernenden vielfältige Handlungsoptionen zur Verfügung stellt, ist es erforderlich auch die Rolle der Lehrenden zu betrachten. Diese gilt es gemäß der entsprechenden Unterstützungsleistungen anzupassen und auf die Ausgestaltung der Lernumgebung auszurichten, um bestmöglich den Kompetenzerwerb bei den Lernenden zu fördern (Hellriegel & Čubela, 2018, S. 72). Eine direkt auf die Bearbeitung folgende Reflektion hinsichtlich der Erlebnisse sichert den Lernerfolg nachhaltig.

Um eine VR-Lernumgebung erfolgreich zu entwickeln, ist ein systematisches und strukturiertes Vorgehen notwendig. Hierzu kann das Vorgehen von Branch (2009) zur Trainingsentwicklung herangezogen werden, welches sich in Analyse (Berücksichtigung des Vorwissens und der Vorerfahrungen der Lernenden mit VR), Entwicklung (Festlegung der Lernziele und Auswahl der Lerninhalte), Design (Umsetzung in der VR-Lernumgebung), Implementierung (Setting in der Bildungsinstitution implementieren) und Evaluation (formative und summative Evaluation) gliedert. Die Klassifizierung der Welten erweist sich insbesondere im Kontext des konstruktivistischen Lernverständnisses als zentral, da sie die individuellen Lernprozesse und die Interaktionsmöglichkeiten maßgeblich beeinflusst (Hellriegel & Čubela, 2018, S. 63).
Die Ausprägung von Interaktion (4.5.1), Benutzerfreundlichkeit (4.5.2) sowie die technischen Voraussetzungen (4.5.3) von VR-Lernumgebungen werden im Folgenden betrachtet.

4.5.1 Interaktion

Interaktion ist ein zentrales, technisches Merkmal einer immersiven virtuellen Lernumgebung, dass die Lernerfahrung beeinflussen und das Lernen fördern kann. Interaktivität wird als Synonym für Interaktion verwendet. Unter Interaktivität werden Handlungen durch die Nutzenden mit der Umgebung verstanden (Vasarainen, Paavola, & Vetoshkina, 2021, S. 16). Lee, Lee, & Jeong (2021, S. 217) definieren Interaktivität als die Fähigkeit einer Technologie den Nutzenden einfache Interaktionen mit Inhalten in virtuellen Lernumgebungen zu ermöglichen, die sie wahrnehmen. Kilteni, Groten, & Slater (2012, S. 376) beschreiben Interaktion als die den Lernenden gegebene Freiheit mittels derer sie ihre Handlungen kontrollieren und in Echtzeit ausüben können. Damit werden VR-Umgebungen nicht im klassischen Sinne rezipiert, sondern erlebt (Schreier, 2002, S. 51). Das Erleben von Objekten ermöglicht den Lernenden das Entwickeln von räumlich visuellen Beziehungen (Vasarainen, et al., 2021, S. 20; Tangocci, et al., 2023, S. 271). Alle Nutzenden sind Teil der gleichen Umgebung, nehmen diese jedoch unterschiedlich wahr.
Moreno & Mayer (2007, S. 311) beschreiben fünf Arten der Interaktivität: Dialog, Steuerung, Manipulation, Suche und Navigation. Bei der Interaktivität im Dialog erhalten die Lernenden Fragen und Antworten oder Feedback zu ihren Aktionen. Lernende lernen besser, wenn sie aufgefordert werden während des Prozesses über richtige Antworten nachzudenken. Sie zum Nachdenken anzuregen ist ein Beispiel für dialogische Interaktivität. Bei der Interaktivität durch Steuerung können die Lernenden die Geschwindigkeit und die Reihenfolge in der Lerneinheit selbst bestimmen. Die

Manipulation von Objekten ermöglicht es diese zu vergrößern, zu verkleinern oder zu bewegen, was das Vorstellungsvermögen fördern kann. Die dreidimensionale Darstellung und Interaktivität in VR kann das Verständnis für komplexe Inhalte verbessern (Merchant, et al., 2014; Wolfartsberger, et al., 2022, S. 295). Beim Suchen erhalten die Lernenden neue Informationen, indem sie eine Abfrage eingeben und die Informationen daraus wählen. Bei der Navigation bewegen sich die Lernenden zu verschiedenen Inhaltsbereichen, z. B. durch Anklicken eines Menüs.

Repräsentiert werden die Nutzenden in der virtuellen Umgebung durch einen Avatar. Durch seine Steuerung verkörpern sie Handlungen und Interaktionen (Kerres, Mulders, & Buchner, 2022, S. 315). Die Ausprägung der Handlungsfähigkeit wird durch den eingeräumten Handlungsspielraum bei der Steuerung des Avatars beeinflusst (Oh, Bailenson, & Welch, 2018). Lernende lernen besser, wenn sie mit einem Avatar interagieren können, der ihnen hilft, die kognitive Verarbeitung zu steuern (Moreno & Mayer, 2007, S. 316). Durch Interaktionen in VR können psychomotorische Fähigkeiten trainiert (Torkington, Smith, Rees, & Darzi, 2001; Petri, Feuerstein, Folster, Bariszlovich, & Witte, 2020, S. 118; Zender, et al., 2020, S. 46), Bewegungsabläufe erprobt und ganzheitliche Erfahrungen gemacht werden (Schäfer, et al., 2023, S. 12). Die dreidimensionale Interaktion bezieht sich auf die Körper-, Hand- und Kopfbewegung, Gesten und Spracheingabe. Die Navigation in der virtuellen Welt erfolgt über Handcontroller und kennzeichnet sich durch freies Bewegen oder Teleportation. Die Aktionen der Nutzenden haben unmittelbare Auswirkungen auf die Umgebung. Vogel, et al. (2006, S. 236) zeigen in ihrer Analyse auf, dass Lernende es bevorzugen, selbst durch Simulationen zu navigieren.

Den Lernenden kann in virtuellen Lernumgebungen ein unterschiedliches Maß an Handlungsmöglichkeiten eingeräumt werden. Sie können direkt am Objekt trainieren (Buehler & Kohne, 2020, S. 83) und beteiligen sich durch die Interaktion an der Gestaltung des Raumes. Interaktionen ermöglichen den Lernenden in einer virtuellen Lernumgebung sich intensiv einzubringen, virtuelle Objekte und Strukturen zu erforschen, zu konstruieren und zu bearbeiten. Sie nehmen als handelndes Subjekt eine aktive Rolle ein. Die Lernenden stehen im Mittelpunkt der Lernerfahrung (Buehler & Kohne, 2020, S. 83; Schweiger, Wimmer, Chaudhry, Alves Siegle, & Xie, 2022, S. 13). Sie können eigenständig Entscheidungen treffen (Buehler & Kohne, 2020, S. 90), ihre Handlungen beobachten und durch ihr Handeln lernen (Dalgarno & Lee, 2010, S. 16). Ein hoher Lernerfolg lässt sich erzielen, wenn die Lernenden selbst Entscheidungen treffen können, die auf den Ergebnissen des eigenen Handelns beruhen (Martín-Gutiérrez, et al., 2017, S. 479). Ein höheres Maß an Interaktion kann zu einer höheren Einschätzung der Selbstwirksamkeit führen (Gegenfurtner, Quesada-Pallarès, &

Knogler, 2014, S. 1097). Ein VR-basierter Unterricht kann die Selbstwirksamkeit erhöhen, wenn VR-Simulationen entdeckende Lernmöglichkeiten mit Feedback bieten (z. B. Buttussi & Chittaro, 2018). Da Berührungen bei zwischenmenschlicher Interaktion bedeutend sind, werden Entwicklungen unternommen, um die haptische Erfahrung durch Geräte in virtuellen Umgebungen zu ermöglichen. Haptisches Feedback kann den Erwerb von Fertigkeiten in virtuellen Lernumgebungen unterstützen und die Leistung im Training steigern (Ström, et al., 2006, S. 1387; Oh, et al., 2018).
Lerninhalte, die in einem realitätsnahen Kontext gelernt werden, können besser abgerufen werden (Zender, et al., 2018, S. 4). Es ist jedoch nicht notwendig, dass die Anwendungen ein hohes Maß an Realitätsnähe aufweisen, um Ergebnisse zu erzielen (Vogel, et al., 2006, S. 237). Allerdings kann eine zunehmende Realitätsnähe zu einem Wissenszuwachs führen. Eine möglichst realitätsnahe Lernumgebung zeichnet sich durch abbildungsgetreue Veranschaulichungen aus. Die Lernenden erhalten so die Möglichkeit Verknüpfungen zu Alltagserfahrungen herzustellen. Ausgeprägte Interaktionsmöglichkeiten unterstützen den Erwerb von Kompetenzen.

4.5.2 Benutzerfreundlichkeit

Unter der Benutzerfreundlichkeit (*Usability*) wird die Qualität und Zugänglichkeit der verwendeten Technologie verstanden (Makransky & Petersen, 2019, S. 18). Sie ist eine subjektive Einschätzung der Nutzenden, wie hilfreich und nützlich diese eine Technologie für die Erreichung von Aufgaben oder eines Ziels empfinden. Die Benutzerfreundlichkeit ist aus affektiven, kognitiven und verhaltensorientierten Gründen in pädagogischen VR-Lernumgebungen relevant. Sie kann die Emotion und die Stimmung beeinflussen. Die Benutzerfreundlichkeit hängt mit Motivation, Freude und Präsenz zusammen, die wiederum mit dem wahrgenommenen Lernen und der Zufriedenheit bei der Nutzung von VR verbunden sind (Lee, Wong, & Fung, 2010; Makransky & Petersen, 2019). Fink, et al. (2023b) zeigen einen Zusammenhang zwischen Präsenz und Benutzerfreundlichkeit auf. Die Systemnutzbarkeit wird von der Benutzerfreundlichkeit, der Nützlichkeit, der Präsenz und der kognitiven Belastung beeinflusst. Die Zufriedenheit hängt mit der Benutzerfreundlichkeit und der intrinsischen Belastung zusammen. Aus kognitiver Sicht kann die *Usability* sich negativ auf das Lernen auswirken, wenn die Anwendung nicht benutzerfreundlich gestaltet ist und der Umgang mit dem System mehr Zeit als für die Lerninhalte benötigt (Ardito, et al., 2004, S. 185). Zudem ist die Benutzerfreundlichkeit für die Akzeptanz einer Technologie entscheidend. Je benutzerfreundlicher die Technologie ist, desto eher sind die

Nutzenden bereit sich auf eine neue Technologie einzulassen und diese einzusetzen (Nagy, 2018).

Für das Lernen mit VR ist Akzeptanz gegenüber dem Lernmedium nach dem *Technology Acceptance Model* (TAM) von Davis (1986) grundlegend. Es beschreibt, welche Faktoren dazu beitragen, dass die Nutzenden eine Technologie akzeptieren oder ablehnen und welche Merkmale der Technologie die Nutzerakzeptanz beeinflussen. Gemäß TAM wird die Einstellung zur Nutzung einer Technologie von zwei wesentlichen Faktoren bestimmt, welche die Technologieakzeptanz der Nutzenden beeinflusst: wahrgenommene Nützlichkeit und wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit der Technologie. Die wahrgenommene Nützlichkeit spiegelt die Einschätzung der Nutzenden wider, ob mit der Technologie ein bestimmter Mehrwert im Sinne einer Arbeitserleichterung verbunden ist (Mugo, Njagi, Chemwei, & Motanya, 2017, S. 3). Unter der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit ist der geschätzte Aufwand zu verstehen mit dem die Technologie zu bedienen ist (Davis, 1986, S. 82). Die Fähigkeit und das Wissen zur Technologie beeinflussen deren Nutzung (Mugo, et al., 2017, S. 3). Die Autoren bestätigten, dass eine positive Einstellung zur Technologie die Nutzenden motiviert diese zu verwenden. Die demografischen Eigenschaften der Nutzenden, wie Alter, Geschlecht und persönliche Merkmale sowie die Erfahrung im Umgang mit der Technologie, wirken sich auf die wahrgenommene Nützlichkeit und wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit aus und beeinflussen die Technologienutzung (Pletz & Zinn, 2018, S. 91). Nagy (2018) zeigte in ihrer Untersuchung, dass die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit und die wahrgenommene Nützlichkeit einen positiven Effekt auf die Lernleistung haben. Dass die Benutzerfreundlichkeit ein entscheidender Faktor für die Motivation in der Desktop-VR-Lernumgebung ist, zeigten Lee, et al. (2010, S. 1435). Die Lernaktivitäten und Aufgaben sollten in der Desktop-VR-basierten Lernumgebung von den Lernenden als nützlich und einfach wahrgenommen werden, damit sie zur Motivation und der Lernerfahrung beitragen.

4.5.3 Technische Voraussetzungen

Der Einsatz immersiver VR-Lernumgebungen erfordert spezifische technische Voraussetzungen. Es sind HMD sowie leistungsfähige Prozessoren und Grafikkarten erforderlich, um eine realistische Darstellung und Interaktivität zu gewährleisten. Die nach wie vor hohen Anschaffungs-, Wartungs- und Entwicklungskosten der VR-Technologie im Vergleich zu anderen Lernmedien schränken eine weite Verbreitung ein (u. a. Freina & Ott, 2015). Im Unterricht eingesetzte Medien sind zum Zeitpunkt des beruflichen Einstiegs der Lernenden meist veraltet (Hellriegel & Čubela, 2018, S. 59).

Deswegen sollten Medien eingesetzt werden, die nicht nur gegenwärtig eine Bedeutung für die Lernenden haben, sondern auch in Zukunft relevant sind. Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass der eingesetzten Technologie zu viel aufmerksam geschenkt wird, woraus eine Ablenkung vom eigentlichen Lerngegenstand resultieren kann (Holzapfel, Bakenhus, Arndt, & Brückmann, 2023, S. 166). Eine vorgelagerte Test- bzw. Übungsphase (Buchner & Aretz, 2020) und eine angeleitete, auf wesentliche Interaktionen beschränkte Lernumgebung kann dem entgegenwirken (Mulders, et al., 2022).

Weiterhin findet der Einsatz von VR seine Grenzen in der Qualität und Leistungsfähigkeit der Hard- und Software (Zabel, et al., 2021, S. 108). Die Hard- und Software muss ordnungsgemäß eingerichtet und gewartet sein, andernfalls können Unterbrechungen bei der Bearbeitung auftreten (Al-Ansi, Jaboob, Garad, & Al-Ansi, 2023). Benutzerfreundlichkeit, Nützlichkeit und Zugänglichkeit sind ebenso wichtige Aspekte der Technologie (Sharda, et al., 2004, S. 25). Auch wenn die technologischen Entwicklungen bereits relativ weit fortgeschritten sind, sind diese noch ausbaufähig. Eine schlechte Bildqualität, bspw. durch eine geringe Bildwiederholfrequenz oder technische Probleme im Allgemeinen wirken sich negativ auf das VR-Erlebnis (Zabel, et al., 2021, S. 108) und die Bewertung realistischer Visualisierungen aus (Skulmowski, Nebel, Remmele, & Rey, 2021, S. 665). Eine geringe *Usability* hingegen, z. B. durch Fehler bei der Navigation, kann zu möglichen Einbrüchen in der Präsenz führen und auch die Handlungsfähigkeit der Nutzenden beeinträchtigen (Makransky & Petersen, 2021, S. 952).

Derartige Herausforderungen können sich vermindernd auf den Kompetenzerwerb auswirken, zu einem geringeren Präsenzerleben sowie zu schlechteren Lernergebnissen führen. Webster & Hackley (1997, S. 1285) beschreiben in ihrem Beitrag technologische Merkmale, wonach die Technologiezuverlässigkeit und die - qualität die Lernergebnisse entscheidend beeinflussen. Übertragungsverzögerungen, verschwommene oder ruckartige Darstellungen beeinträchtigen die Wahrnehmung und den Lernprozess. Schwarz & Mauersberger (2023, S. 449) stellten bei Lernenden, die die Anwendung bis zum Ende ohne technische Unterbrechungen durchspielten, einen starken immersiven Effekt fest. Dass sich neben den technischen Voraussetzungen auch weitere Faktoren auf das Lernen in VR auswirken, wird nachfolgend beschrieben.

4.6 Einflussfaktoren von VR

Im Nachfolgenden werden Motivation und Interesse (4.6.1), Selbstwirksamkeit (4.6.2), Präsenz und Immersion (4.6.3) sowie weitere individuelle Einflussfaktoren (4.6.4) beschrieben.

4.6.1 Motivation und Interesse

Bestehende Untersuchungen beschäftigen sich mit der Motivation der Lernenden als Einflussfaktor auf das Lernergebnis (u. a. Lee, et al., 2010, S. 1435; Lee, Sergueeva, Catangui, & Kandaurova, 2017, S. 158). Sie kommen zu dem Ergebnis, dass der Einsatz der VR-Technologie das Interesse, die Motivation und das Engagement der Lernenden steigern kann (u. a. Freina & Ott, 2015, S. 7; Martín-Gutiérrez, et al., 2017, S. 479; Buchner & Freisleben-Teutscher, 2020, S. 183; Liu, Bhagat, Gao, & Chang, 2017, S. 122). Das Lernen mit VR kann motivierend und förderlich für kognitive und affektive Lernergebnisse sein (Makransky, Andreasen, Baceviciute, & Mayer, 2021). VR kann die affektiven Lernergebnisse verbessern, indem Emotionen, Interesse oder Motivation hervorgerufen werden und eine Rollenübernahme aus der Perspektive eines anderen ermöglicht wird (Mulders, et al., 2025, S. 1). Die immersive virtuelle Umgebung wirkt sich zudem positiv auf das deklarative Wissen, die Selbstwirksamkeit und das Interesse aus (Petersen, Klingenberg, Mayer, & Makransky, 2020, S. 2111). Häufig erfolgt dies in Form von Vergleichsstudien (Parong & Mayer, 2018, S. 785; Makransky, Petersen, & Klingenberg, 2020, S. 2079; Petersen, et al., 2020, S. 2098; Mulders, et al., 2022, S 136). Untersuchungen, die immersive virtuelle Simulationen mit weniger immersiven Medien vergleichen, belegen durchgängig, dass immersive virtuelle Simulationen zu einem Zuwachs des Interesses führen können. Klingauf, Funk, Lüüs, & Schmidt (2019, S. 145) verglichen den Einsatz von dreidimensionalen 360°-Lernvideos mit herkömmlichen Lernvideos und maßen den Lernerfolg der Lernenden an einer praktischen Aufgabe. Dalgarno & Lee (2010, S. 10) untersuchten die dreidimensionalen virtuellen Lernumgebungen im Vergleich zu zweidimensionalen Alternativen. Parong & Mayer (2018, S. 792) fanden in ihrer Medienvergleichsstudie heraus, dass die Lernenden das Lernen in einer immersiven, virtuellen Umgebung positiver empfanden als das Lernen mit einer PowerPoint-Präsentation. Die Lernenden der virtuellen Umgebung wiesen signifikant höhere Werte für Motivation, Interesse und Engagement auf. Sowohl Klingauf, et al. (2019, S. 145) als auch Parong & Mayer (2020) stellten neben den positiven Auswirkungen auf die Motivation fest, dass die virtuelle Lernumgebung zu einer höheren Ablenkung bei den Lernenden führte. Dadurch waren die Studierenden der VR-Gruppe in der Untersuchung von Parong & Mayer (2018, S. 792) kognitiv

überlastet und erzielten schlechtere Lernergebnisse als die Vergleichsgruppe. Zu einem teilweise gegenteiligen Ergebnis kamen Wang, Guo, Wang, Tu, & Liu (2021). Ihre Ergebnisse zeigten positive Auswirkungen des Einsatzes von VR in Bezug auf das Leseverständnis. Die Studierenden verbesserten signifikant die Lesefertigkeiten, nicht jedoch die höherwertigen Fähigkeiten der Reflexion und Bewertung.

Lernen mit VR kann die Motivation zum Lernen erhöhen, da es sich um eine Form des Erlebnislernens handelt (Winn & Jackson, 1999, S. 11; Parong & Mayer, 2018, S. 795; Müser, et al., 2023, S. 131). Die erhöhte Selbstbestimmtheit fördert das Interesse und erhöht das Engagement, das über den traditionellen Unterricht hinaus geht. Intrinsische Motivation hat Einfluss auf das Lernen, indem bei den Lernenden Neugierde geweckt wird. Im Allgemeinen ist das Interesse bei Videos größer als bei Texten. Bewegte Bilder lösen mehr emotionale Reaktionen aus als Wörter (Syring, et al., 2015, S. 670). So kann VR auch unterstützend zur Interessenentwicklung eingesetzt werden, indem das Interesse für neue, komplexe Themen und Inhalte mittels VR-Technologie gefördert wird (z. B. Makransky, et al., 2020, S. 2079; Petersen, et al., 2020, S. 2102).

Problembasiertes Lernen kann ebenfalls das Interesse fördern (Harackiewicz, Smith, & Priniski, 2016, S. 223). Interesse im Allgemeinen ist ein affektiv-kognitives Konstrukt, das sich auf bestimmte Objekte oder Themen konzentriert (Hidi & Renninger, 2006, S. 113). Es ruft eine erhöhte Aufmerksamkeit und mehr Engagement hervor (Harackiewicz, et al., 2016, S. 221) und ist wesentlich für lebenslanges Lernen (Krapp, 2002, S. 384). In der Literatur werden zwei Arten von Interesse unterschieden: situatives und individuelles Interesse (Hidi & Renninger, 2006, S. 113; Krapp, 2002, S. 388). Situatives Interesse wird durch externe Faktoren in einer gegebenen Lernumgebung ausgelöst (u. a. Krapp, 2002, S. 398). Sie ist eine fokussierte Aufmerksamkeit, ein kurzfristiger Zustand, der im weiteren Verlauf abnehmen kann. Es fördert das Lernen, indem die Aufmerksamkeit und das Engagement der Lernenden erhöht werden (Harackiewicz, et al., 2016, S. 220). Individuelles Interesse hingegen ist stabiler, da der Zustand länger fortbesteht und in der Persönlichkeit eines Subjekts verankert ist (Harackiewicz, et al., 2016, S. 221). Situatives Interesse kann sich zu einem individuellen Interesse entwickeln, zu einer Bereitschaft, sich im Laufe der Zeit erneut mit Inhalten zu beschäftigen (Makransky & Petersen, 2021, S. 944).

Weiterhin sind die durch den Einsatz neuartiger Technologien hervorgerufenen motivationalen Effekte meist nur von kurzer Dauer (sog. *Novelty Effect*). Darauf verweisen u. a. Kerres (2003, S. 33), Kavanagh, Luxton-Reilly, & Plimmer (2017, S. 109) sowie Zender, et al. (2022, S. 35). Mit der VR-Technologie sind neue Funktionen und Möglichkeiten verbunden, die den Lernprozess für die Lernenden attraktiver gestalten

können, was allerdings das Interesse und die Motivation mindern kann, sobald sich die Lernenden an die Lerntechnologie gewöhnt haben (Keller & Suzuki, 2004, S. 229).
Das Lernen in virtuellen Lernumgebungen kann sich motivationsförderlich und interessenssteigernd auf den Lernprozess auswirken, zugleich aber mit einschränkenden Auswirkungen einhergehen. Welchen Einfluss Selbstwirksamkeit beim Lernen hat, wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

4.6.2 Selbstwirksamkeit

Der Begriff Selbstwirksamkeit(serwartung) geht auf Albert Bandura (1977) zurück und wird in der pädagogisch-psychologischen Motivationsforschung verwendet (Krapp & Ryan, 2002, S. 54). Bandura unterscheidet in seinem Modell zwei kognitive Komponenten der Verhaltenssteuerung (Bandura, 1997, S. 21): Wirksamkeitsüberzeugungen und Ergebniserwartungen. Unter Selbstwirksamkeit wird die Einschätzung der persönlichen Fähigkeiten und die subjektive Überzeugung verstanden, eine neue Aufgabe basierend auf den eigenen Kompetenzen erfolgreich bewältigen zu können (Ahmad, et al., 1998, S. 354). Personen mit einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung sind überzeugt eine Aufgabe gut zu meistern und stellen sich Herausforderungen. Personen mit einer niedrigen Selbstwirksamkeitserwartung verspüren nicht das Gefühl, dass sie eine Aufgabe erfolgreich bewältigen können und meiden folglich Herausforderungen. Bei der Selbstwirksamkeitserwartung spielt neben der kognitiven Einschätzung auch das emotionale und motivationale Erleben während der Handlungsdurchführung eine Rolle (Krapp & Ryan, 2002, S. 57). Chen, et al. (2016, S. 11) untersuchten den Einfluss einer Multi-User-Umgebung auf das Selbstwirksamkeitsgefühl und das Interesse von Lernenden in Naturwissenschaften. Die Autoren führten eine latente Wachstumsmodell-Analyse durch, um zu untersuchen, wie sich das Selbstvertrauen der Lernenden auf ihr Interesse an dem Fach über die Zeit auswirkte. Sie stellten fest, dass das situative Interesse und die Selbstwirksamkeit der Lernenden im Bereich Naturwissenschaften in der virtuellen Lernumgebung positiv beeinflusst wird. Chen, et al. (2016, S. 19) führen aus, dass technologieintensive Aktivitäten nicht immer ein effektiver Weg sind, um Lernende zu motivieren. Auch wenn die virtuelle Lernumgebung unterhaltsam und interessant gestaltet ist, hat die bereits vorhandene Selbstwirksamkeit der Lernenden einen messbaren Einfluss darauf wie interessiert die Lernenden an dieser Umgebung sind und wie gut dieses Interesse aufrechterhalten werden kann. Lernende mit geringer Selbstwirksamkeit haben zu Beginn im Durchschnitt ein geringeres (wenn auch immer noch hohes) Interesse an der

Lernumgebung und verlieren dieses schneller als Lernende mit höherer Selbstwirksamkeit (Chen, et al., 2016, S. 19).

Makransky & Petersen (2019, S. 20) legen einen Zusammenhang zwischen Selbstwirksamkeit und Leistungsniveau dar. Sie kommen zu der Erkenntnis, dass eine Veränderung der Selbstkompetenz das Lernen vorhersagt. Makransky, et al. (2020, S. 2092) zeigen in ihrer Studie auf, dass sowohl die VR-Simulation als auch das Video zu einem signifikanten Anstieg der Selbstwirksamkeit führte. Sie belegen damit, dass immersive virtuelle Simulationen wirksam dazu beitragen können die Motivation und die Selbstwirksamkeit der Lernenden zu erhöhen (Makransky, et al., 2020, S. 2094). Neben der Selbstwirksamkeitserwartung bestehen noch weitere Einflussfaktoren, die sich auf den Kompetenzerwerb in VR auswirken können. Zu diesen gehören Präsenz und Immersion, die im Folgenden betrachtet werden.

4.6.3 Präsenz und Immersion

Präsenz und Immersion sind charakteristische Eigenschaften von virtuellen Lernumgebungen. Oft werden in der Literatur die Begriffe Präsenz und Immersion entweder mit der gleichen Bedeutung und dem gleichen Ursprung verwendet (Mikropoulos & Natsis, 2011, S. 777) oder differenziert betrachtet.

Immersion. Immersion wird häufig als objektives Merkmal der Technik verwendet (Mulders, et al., 2022, S. 132), die durch die Gestaltungsmerkmale und durch die Qualität der Hardware hervorgerufen wird (Przybylka, 2022, S. 451). Sie entsteht durch die Einbeziehung von mehreren Wahrnehmungskanälen (visuell, auditiv, haptisch, olfaktorisch) mittels spezieller Ausgabegeräte (Mikropoulos & Natsis, 2011, S. 777). Bisherige Forschungen zeigen, dass VR-Anwendungen die Immersion steigern können (Kerres, Buchner, & Mulders, 2021, S. 325). Eine immersive Erfahrung kann die Erinnerungsfähigkeit unterstützen, da das erlernte Wissen länger behalten und tiefgründiger verstanden wird (Buehler & Kohne, 2020, S. 85; Castellanos & Pérez, 2017, S. 279). Die Lernenden können mit VR die Lerninhalte aktiv erleben und die virtuelle Umgebung erfahren (Bowman & McMahan, 2007, S. 36). Makransky & Petersen (2019, S. 16) kommen beim Vergleich von einer immersiven VR mit einer Desktop-VR-Simulation zu dem Ergebnis, dass es zwei Wege zwischen dem Grad der Immersion und den wahrgenommenen Lernergebnissen gibt: einen affektiven und einen kognitiven Weg. Emotionen, wie Freude und positive Bewertungen beeinflussen die Aktivitäten in virtuellen Lernumgebungen (Makransky, Borre-Gude, & Mayer, 2019; Schäfer, et al., 2023, S. 12). Makransky & Petersen (2019) haben gezeigt, dass authentische virtuelle

Umgebungen neben einer tieferen kognitiven Verarbeitung auch zu einer kognitiven Überlastung führen können.

Präsenz. Dalgarno & Lee (2010, S. 13) sowie Slater (2017, S. 20; 2003, S. 3) definieren Präsenz als die subjektive Erfahrung, an einem Ort oder in einer Umgebung zu sein, ohne dort physisch anwesend zu sein. Die Nutzenden können eine Situation erleben, erfahren und erkunden, die physisch für sie nicht zugänglich ist (Freina & Ott, 2015, S. 138). Die Erkundung trägt dazu bei, die Inhalte besser zu verstehen, Ereignisse zu erleben und sich diese vorzustellen. Die Nutzenden neigen dazu sich in der virtuellen Welt so zu verhalten als wären sie in einer realen Situation, obwohl ihnen kognitiv bewusst ist, dass sie es nicht sind (Slater, 2003, S. 2; Bowman & McMahan, 2007, S. 37). Präsenzerleben wird in drei Arten unterschieden: *place presence*, *social presenc*e und *co-presence* (Bulu, 2012, S. 155). Die örtliche Präsenz meint physisch in einem Raum anwesend zu sein, ohne mental in das Geschehen involviert zu sein. Unter sozialer Präsenz wird „der Grad an Bedeutung der anderen Person in der Interaktion und die sich daraus ergebende Bedeutung der zwischenmenschlichen Beziehungen“ verstanden (Short, Williams, & Christie, 1976, S. 65). Soziale Präsenz ist ein entscheidender Aspekt von Interaktionen in der virtuellen Realität (Oh, et al., 2018). Co-Präsenz hingegen meint die Erfahrung von Interaktion in einem Raum mit anwesenden Personen (Goffman, 1963, S. 22). Der Grad der Präsenz ist von verschiedenen Faktoren, wie dem Realitätsgrad, der Einbindung, der Interaktivität und der grafischen Auflösung abhängig (Witmer & Singer, 1998, S. 226). Präsenz wird von einigen Forschenden mit Zufriedenheit (Frank, 2015, S. 63) oder Freude der Nutzenden (Tussyadiah, Wang, Jung, & tom Dieck, 2018, S. 140) assoziiert. Präsenz kann die Voraussetzungen dafür schaffen, dass bei den Lernenden ein situatives Interesse geweckt wird (Makransky & Petersen, 2021, S. 944). Andere Forschende zeigen ein Zusammenspiel von Präsenz und Flow auf (Michailidis, Balaguer-Ballester, & He, 2018, S. 3; Rodríguez-Ardura & Meseguer-Artola, 2016, S. 511). Das Flow-Erleben richtet sich auf die Handlungsausführung (Kerres, et al., 2022, S. 318). Durch die wahrgenommene Präsenz können Nutzende zudem Situationen aus der Perspektive bzw. im Körper eines Avatars erleben (Przybylka, 2022, S. 441), indem sie in seiner Rolle agieren und sein Verhalten steuern. Unklar ist, inwiefern Präsenz und Selbstwirksamkeit miteinander verknüpft sind. Während Grassini & Laumann (2020, S. 15), Shea & Bidjerano (2010, S. 1727), Kang, et al. (2020) dies nachwiesen, fanden Piccione, Collett, & De Foe (2019, S. 5) gegensätzliche Befunde.

Dass Präsenz zu besseren Lernergebnissen beitragen kann, wurde in mehreren Studien herausgefunden (u. a. Lee, et al., 2010; Mikropoulos & Natsis, 2011). Makransky, Terkildsen, & Mayer (2019) stellten heraus, dass Präsenz den Spaß an Lernaktivitäten

erhöht und Simulationen von den Lernenden positiver wahrgenommen werden als herkömmliche Lernmedien (Buttussi & Chittaro, 2018). Zudem führen virtuelle immersive Simulationen zu einer höheren Präsenz als ein klassisches Video (Makransky, et al., 2020, S. 2082). Studierende, welche die Umgebung mit einem HMD wahrgenommen haben, erlebten ein stärkeres Präsenzgefühl als jene, die die Lernumgebung am Desktop-PC erlebten (Müser & Fehling, 2022, S. 130). Weiter zeigten Buttussi und Chittaro (2018, S. 1074), dass verschiedene Arten von VR (Desktop-PC, HMD mit 3 DoF (*Degrees of Freedom*) und HMD mit 6 DoF) zu einem signifikanten Wissenszuwachs und einer gestiegenen Selbstwirksamkeit über einen Zeitraum von zwei Wochen führten. Die Gruppe, die das Training mit einem 6 DoF HMD bearbeitete, berichtete von einem höheren Engagement und einem verstärkten Präsenzerleben als die anderen Gruppen. Ahn, Nowak, & Bailenson (2022) zeigten wiederum, dass VR eine höhere räumliche Präsenz als ein Video hervorruft, aber die räumliche Präsenz in VR zu einer verminderten Aufmerksamkeit und Erinnerung von Informationen führt. Die Motivation und Aufmerksamkeit kann mit der Zeit nachlassen, was sich auf das Erinnerungsvermögen auswirken kann (Liang, Lu, Shi, Nanjappan, & Papangelis, 2019, S. 860).

Chavez und Bayona (2018, S. 1353) fanden heraus, dass die Merkmale Interaktion und Immersion wesentliche Eigenschaften sind, die sich positiv auf den Lernprozess auswirken können. Der Einsatz der VR-Technologie führt nicht zwangsläufig zu einem höheren Immersionserleben (Kerres, et al., 2022, S. 325). Auch geht ein höheres Immersionserleben nicht unbedingt mit einem besseren Lernprozess einher (Kerres, et al., 2022, S. 324). Immersion kann aber wiederum die Fähigkeit fördern, dass Situationen aus der VR-Lernumgebung auf andere Situationen und Kontexte übertragen werden können (Altmann & Capeder, 2020, S. 44). Ein hohes Maß an Immersion (Bowman & McMahan, 2007, S. 37), Präsenz und Handlungsfähigkeit können dazu führen, dass Lernende die Aktivitäten in einer virtuellen Umgebung als Lernaktivität erleben, weil sie die virtuelle Erfahrung als real wahrnehmen und das Gefühl haben, die Kontrolle über ihre Handlungen zu haben (Makransky & Petersen, 2021, S. 945).

Bei der Betrachtung der wesentlichen Eigenschaften von VR wird deutlich, dass Immersion und Präsenz einander bedingen und sich auf das Nutzungserlebnis auswirken. Während sich Immersion objektiv auf das VR-System bezieht, kann das Präsenzerleben, das eine individuelle und kontextabhängige Reaktion ist, von den Nutzenden unterschiedlich stark erlebt werden. Im Wesentlichen führt die Realitätsnähe der Darstellung zusammen mit den interaktiven Möglichkeiten in der Umgebung zu einem hohen Grad an Immersion und zu einem starken Gefühl der Präsenz (Dalgarno & Lee, 2010, S. 13). Beide Aspekte spielen bei der Gestaltung und Bewertung virtueller

Umgebungen eine Rolle. Da Lernen ein komplexes Konstrukt ist und individualisiert erfolgt, sind weitere Einflussfaktoren beim Lernen zu beachten.

4.6.4 Weitere individuelle Einflussfaktoren

Individuelle Einflussfaktoren, wie das Geschlecht, Vorerfahrung (mit VR) und das Vorwissen beeinflussen den Kompetenzerwerb der Lernenden mit der VR-Technologie und können sich auf die Lernergebnisse auswirken (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003, S. 467; Mikropoulos & Natsis, 2011, S. 773).

Geschlecht. Venkatesh, et al. (2003) beschreiben in ihrem Modell der Technologieakzeptanz das Geschlecht als moderierenden Faktor. Eine Vielzahl an Studien (u. a. Lachlan & Krcmar, 2011; Mousas, Anastasiou, & Spantidi, 2018; Sagnier, Loup-Escande, & Valléry, 2019) berücksichtigen das Geschlecht als Faktor bei der Untersuchung von virtuellen Lernumgebungen. Frauen und Männer haben unterschiedliche Wünsche und Präferenzen bei der Wahl der Medien und zeigen unterschiedliche Wahrnehmungen in ihrer Nutzungserfahrung. Die Ergebnisse der Untersuchung von Sagnier, et al. (2019, S. 312) legen nahe, dass Männer im Vergleich zu Frauen dazu neigen ihre Leistung in VR besser zu bewerten. Ihnen fiel es auch leichter die Aufgabe zu bewältigen und sie hatten das Gefühl, dass die virtuelle Umgebung ihnen mehr Handlungsmöglichkeiten einräumte. Dirin, Alamäki, & Suomala (2019) zeigten auf, dass weibliche Nutzende neue Technologien enthusiastischer einsetzten als männliche und eine positivere Nutzungserfahrung mit VR hatten. Lachlan & Krcmar (2011, S. 29) fanden heraus, dass das Geschlecht bei der Entstehung von Präsenz beitragen kann und führten weiter aus, dass Männer der virtuellen Umgebung mehr Realismus zuschreiben und sich in dieser präsenter fühlen. Männer zeigten zudem ein stärkeres Maß an Kontrolle über die Umgebung als Frauen. Letzteres steht in Einklang mit Schwind, et al. (2017, S. 1577), die herausfanden, dass Frauen ein geringeres Präsenzempfinden in der virtuellen Umgebung wahrnahmen. Rosenthal, et al. (2012, S. 224) stellten fest, dass Männer eine offenere Einstellung zu VR hatten als Frauen. Während Männer eine höhere Leistungserwartung an die Technologie haben, ist die Anstrengungserwartung bei Frauen stärker ausgeprägt (Venkatesh, et al., 2003, S. 467). Grassini & Laumann (2020) zeigten in ihrer Arbeit auf, dass im Gegensatz zu den vorgenannten Studien die meisten Untersuchungen, in denen HMD eingesetzt wurden und die explizit geschlechtsspezifische Unterschiede untersuchten, keine Unterschiede zwischen Männern und Frauen festgestellt wurden.

Vorerfahrung mit VR. Yang, et al. (2024) und Maneuvrier (2024) haben in ihren Studien herausgefunden, dass Männer signifikant mehr Vorerfahrung mit Simulationen hatten

als Frauen. Nach Lachlan & Krcmar (2011, S. 28) und Felnhofer, Kothgassner, Beutl, Hlavacs, & Kryspin-Exner (2012) hat das Spielen von Computerspielen einen positiven Einfluss auf die Nutzungserfahrung in virtuellen Welten. Da Männer mehr Computerspiele spielen als Frauen, kann es ihnen leichter fallen sich auf die virtuelle Lernumgebung einzulassen und mit dieser umzugehen (Felnhofer, et al., 2012). Das könnte erklären, warum Männer aufgrund ihrer Vorerfahrung die 3D-Technologie eher bevorzugen als Frauen (Maurin, et al., 2006, S. 381). Ein zentraler Aspekt, der den Kompetenzerwerb von VR weiter beeinflusst, ist die Vertrautheit mit der Technologie (Makransky & Petersen, 2021, S. 953). Fehlende oder unzureichende technologische Vorkenntnisse können zu einer kognitiven Belastung bei den Lernenden führen, da Lernende ihre kognitiven Ressourcen für den Umgang mit der Technologie aufwenden müssen, die für den Erwerb themenspezifischer Kompetenzen vorgesehen waren. Nutzende, die größere Angst vor dem Computer hatten, beherrschten die VR-Funktionen weniger gut und beschäftigten sich weniger mit den Inhalten, berichteten über negativere VR-Erfahrungen, empfanden das Training als weniger nützlich und die Aufgaben als schwieriger. Sie wandten mehr Ressourcen für die Verarbeitung von Funktionen in VR auf und konzentrierten sich weniger auf die Inhalte (Ahn, et al., 2022; Han, Strate, Nowak, & Bailenson, 2024, S. 11). Miguel-Alonso, Checa, Guillen-Sanz, & Bustillo (2024) untersuchten den Neuheitseffekt, die anfängliche Faszination für eine neue Technologie, in einer immersiven VR-Umgebung. Der Neuheitseffekt kann dazu führen, dass Nutzende sich mehr auf die neue Technologie als auf die Inhalte konzentrieren. VR-Nutzende mit wenig Vorerfahrung neigen dazu sich verstärkt auf die Steuerung der Hand-Controller und die Erkundung der Umgebung zu konzentrieren, anstatt auf die Lernaufgaben, was dazu führen kann, dass die Lernenden sich weniger mit der Erreichung der Lernziele befassen. Zu einem anderen Ergebnis kamen Schomaker & Wittmann (2021). Sie untersuchten den Einfluss des Neuheitseffekts und die Art der Exposition auf die Gedächtnisleistung. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Leistung bei denjenigen Teilnehmenden besser ausfiel, die eine neue anstatt eine vertraute virtuelle Umgebung erkundeten. Die Erkundung einer neuen Umgebung führte zu einer höheren Motivation und einem verstärkten Präsenzerleben. Han, et al. (2024) zeigten, dass ein Training vor der Nutzung den Neuheitseffekt verringern und die Merkfähigkeit von Informationen erhöhen kann. Weitere Studien zeigten, dass ein Training vor der VR-Lerneinheit den Transfer und das deklarative Wissen erhöhen kann (Petersen, et al., 2020, S. 2111) sowie die kognitive Belastung und das Ablenkungspotenzial minimieren kann (Parong & Mayer, 2021, S. 1448). Daher ist eine vorherige Einführung in die Technologie erforderlich (Hejna, Hainke, Pfeiffer, & Seeling, 2023, S. 333). Die mangelnde Vertrautheit mit der Hardware und Konnektivitätsprobleme

beeinträchtigen die Immersion und Zufriedenheit der Nutzenden mit der VR-Erfahrung (Graeske & Sjöberg, 2021, S. 80). Pletz & Zinn (2018, S. 99) haben in einer Studie zum *Technology Acceptance Model* herausgefunden, dass Personen, die Erfahrung mit der VR-Technologie hatten, die wahrgenommene Nützlichkeit und die Nutzungsintention signifikant höher bewerteten als Personen ohne Erfahrung mit der VR-Technologie. Auch Tcha-Tokey, Loup-Escande, Christmann, & Richir (2017, S. 34) zeigten, dass die Vorerfahrung einen Einfluss auf die subjektive Benutzererfahrung sowie die objektive Benutzerfreundlichkeit hatten und sich positiv auf das Engagement, die Fähigkeiten, die Technologieakzeptanz und Benutzerfreundlichkeit auswirkten. Han, et al. (2024) weisen darauf hin, dass es wichtig ist, neue Nutzende im Umgang mit der VR-Technologie zu schulen, bevor sie Lernaufgaben in VR bearbeiten. Personen, die mit der Technologie nicht vertraut sind oder Angst vor dem Computer haben, können aufgrund der Neuartigkeit der Technologie mehr Schwierigkeiten beim Lernen haben (Wu, Yu, & Gu, 2020).

Vorwissen. Das Vorwissen ist ebenfalls eine Variable beim interaktiven multimodalen Lernen (Moreno & Mayer, 2007, S. 320). Der Lernprozess in VR kann durch das Vorwissen der Lernenden beeinflusst werden, was die Aneignung von neuem Wissen erleichtern bzw. erschweren kann (Marougkas, et al., 2023). Um einen Wissensaufbau zu ermöglichen, ist das Vorwissen der Lernenden zu berücksichtigen. Die Lernenden sollten in und außerhalb der VR-Lernumgebung vorbereitet werden (Mulders, Buchner, & Kerres, 2020, S. 217). Die verschiedenen Phasen des *Scaffoldings* können beim simulationsbasierten Lernen den Erwerb von Wissen und Fertigkeiten unter Berücksichtigung des Vorwissens erleichtern und so eine kognitive Überlastung vermeiden. Nach Chernikova, Heitzmann, Stadler, Holzberger, & Seidel (2020, S. 499) konnten Lernende mit viel Vorwissen besser reflektieren. Lernende mit weniger Vorwissen lernten hingegen besser, wenn die Inhalte durch Beispiele unterstützt wurden. Auch Miguel-Alonso, et al. (2024) sowie Dengel & Mägdefrau (2020, S. 169) zeigten in ihren Arbeiten den signifikanten Einfluss des Vorwissens auf die Lernergebnisse. Wie Krieglstein, et al. (2022, S. 2493) feststellten, kann Vorwissen negativ mit der kognitiven Belastung korrelieren. Wenn Lernende bei der Verarbeitung von Informationen auf domänenspezifisches Vorwissen zurückgreifen können, empfinden sie eine niedrigere extrinsische kognitive Belastung. Dementsprechend sind Lernende weniger anfällig für schlecht gestaltetes Lernmaterial und nehmen dies als weniger komplex wahr, sofern ausreichend Vorwissen vorhanden ist (Krieglstein, et al., 2022, S. 2526).

Geschlecht, Vorerfahrung und Vorwissen sind Faktoren, die Einfluss auf Lernprozesse und -ergebnisse nehmen können. Ihre Berücksichtigung erfordert ein differenziertes

Vorgehen beim Kompetenzerwerb in virtuellen Lernumgebungen, damit die Lernenden einen Lernerfolg generieren können. Auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Einflussfaktoren können beim Kompetenzerwerb mittels VR Herausforderungen auftreten.

4.7 Herausforderungen beim Kompetenzerwerb mittels VR

Wie jedes Lernmedium, kann auch die Nutzung der VR-Technologie mit Herausforderungen verbunden sein, die einen (kontinuierlichen) Einsatz im Bildungssektor erschweren. Nachfolgend werden gesundheitliche (4.7.1), kognitive (4.7.2) und didaktische Herausforderungen (4.7.3) des Einsatzes der VR-Technologie beschrieben. Anderweitige Aspekte, bspw. ethischer und rechtlicher Natur, werden nicht betrachtet.

4.7.1 Gesundheitliche Herausforderungen

Die Nutzung der VR-Technologie kann bei den Nutzenden mit gesundheitlichen Herausforderungen verbunden sein, die das Lernen in der immersiven, virtuellen Umgebung beeinträchtigen können (Munafo, Diedrick, & Stoffregen, 2017, S. 893). Mehrfach wird in wissenschaftlichen Untersuchungen darauf hingewiesen, dass *Motion Sickness* oder *Cybersickness* und die damit verbundenen Nebenwirkungen, wie Schwindel, Ermüdung, Übelkeit, kalte Schweißausbrüche, Kopfschmerzen sowie Orientierungsprobleme, auftreten und damit Einfluss auf das VR-Erlebnis nehmen können (Ramaseri Chandra, et al., 2022, S. 1; Jolie, et al., 2011, S. 262). Diese Symptome können sowohl während als auch noch nach dem VR-Erlebnis auftreten. Sie entstehen durch eine Diskrepanz zwischen den tatsächlichen Bewegungen der Nutzenden und den wahrgenommenen Bewegungen in der virtuellen Welt. Bei längerer Anwendung kann zudem eine Überbelastung der Augen entstehen, die zur sogenannten *Fatigue* (Ermüdung) führt (Zender, et al., 2022, S. 32). Insbesondere Menschen mit Beeinträchtigungen können Schwierigkeiten bei der Wahrnehmung des schnellen Bild- und Tonwechsels haben (Petri, et al., 2020, S. 108; Zender, et al., 2022, S. 33). Eine fehlende Aufklärung und Anleitung zur Nutzung sowie reflexive Begleitung kann zur Überforderung bei den Lernenden führen und dazu, dass sie die Lust am Lernen mit der Technologie verlieren (Jolie, et al., 2011, S. 259). Auch Aspekte wie das Gewicht und die Passform des HMD können das Lernerlebnis beeinträchtigen. Southgate, et al. (2019, S. 28) fanden heraus, dass sich weibliche Teilnehmende unwohl fühlen, wenn sie beim Tragen einer VR-Brille nicht mehr mitbekommen, was im Raum um sie herum geschieht.

Mehrere Forschende (u. a. Chattha, et al., 2020; MacArthur, Grinberg, Harley, & Hancock, 2021) haben Beiträge zur Identifizierung und Reduzierung der Ursachen und Auswirkungen von *Motion Sickness* oder *Cybersickness* in VR-Systemen verfasst. Um die Auswirkungen der Nebenwirkungen zu analysieren, wurden verschiedene Faktoren betrachtet (u. a. das Geschlecht, die Erfahrung mit VR und die Art der virtuellen Umgebung). Auch unterschiedliche Erhebungsmethoden kamen zum Einsatz. Neben Interviews und Fragebögen haben einige Forschende auch physiologische Faktoren wie die Herzfrequenz, Hautleitfähigkeit, Sauerstoffsättigung und den Blutdruck der Nutzenden untersucht (u. a. Martens, et al., 2019). Viele Studien fanden bei *Cybersickness* geschlechtsspezifische Unterschiede heraus (u. a. Grassini & Laumann, 2020, S. 8; Petri, et al., 2020, S. 107; MacArthur, et al., 2021, S. 1). Frauen waren häufiger als Männer von *Cybersickness* betroffen und zeigten stärkere Symptome, was allerdings von den Umständen (z. B. HMD-Typ, Lerninhalt) abhängig sein kann. Das Ausmaß der Symptome war im Allgemeinen moderat und nur in wenigen Fällen sehr stark (u. a. Petri, et al., 2020, S. 116). Die Gründe für das Geschlechterungleichgewicht bei den Symptomen sind nach wie vor unbekannt (u. a. Grassini & Laumann, 2020, S. 2). Neben individuell bedingten Faktoren kann *Cybersickness* auch durch technische Faktoren begünstigt werden, die sich aus einer Verzögerung zwischen den Bewegungen der Nutzenden und der visuellen Darstellung in der virtuellen Umgebung ergibt. Fehlfunktionen der Hardware oder starke Symptome von *Cybersickness* können zu einem Abbruch eines Experiments führen (MacArthur, et al., 2021, S. 9). Das Ausmaß der Symptome ist nutzerabhängig und kann sich wiederum auf den Komfort, das Wohlbefinden und die allgemeine Akzeptanz der VR-Technologie auswirken (Marougkas, et al., 2023). Zusätzlich kann das Ausmaß von *Cybersickness* von Elementen des VR-Inhalts (z. B. Aufgabe, Bewegung, Grad des Realismus) hervorgerufen werden (Chang, Kim, & Yoo, 2020, S. 1669). Petri, et al. (2020, S. 107) zeigten, dass längere VR-Erlebnisse das Risiko für *Cybersickness* erhöhen können. Selbst eine kurze Nutzungsdauer kann zu gewissen Nebenwirkungen führen (Chang, et al., 2020, S. 1670). Da Silva Marinho, Terton, & Jones (2022) stellten fest, dass alle Teilnehmenden (unabhängig von der Vorerfahrung) unmittelbar nach 30 Minuten in VR Symptome von *Cybersickness* erlebten. Um die gesundheitlichen Herausforderungen zu minimieren schlagen sie einen regelmäßigen Einsatz von VR sowie kürzere VR-Erlebnisse vor. Eine Erholungszeit von 10 Minuten würde die Symptome bei den Nutzenden deutlich reduzieren.

Martens, et al. (2019) setzten bewusst stressauslösende Faktoren in VR-Szenarien zu Übungszwecken ein um zu untersuchen, ob dies bei den Teilnehmenden auch tatsächlich Stress hervorruft. Ihre Ergebnisse zeigten, dass ein VR-Stress-Szenario die

Herzfrequenz und das Stress- und Angstempfinden erhöhte und Übelkeitssymptome verstärkte (Martens, et al., 2019, S. 1271). Weiterhin zeigten sie auf, dass Stress das Arbeitsgedächtnis beeinflussen und die Leistung beeinträchtigen kann. Giessing (2021, S. 106) hingegen beschreibt, dass ein moderates Maß an Stress sogar das Lernen fördern kann, indem die Aufmerksamkeit angeregt und neue Informationen aufgenommen werden. Langzeitstudien zur Nutzung der VR-Technologie und deren Auswirkungen auf gesundheitliche Folgen fehlen bislang (Zender, et al., 2018, S. 8).
Die Ursachen für gesundheitliche Herausforderungen in Form von *Motion Sickness* oder *Cybersickness* lassen sich im Wesentlichen in drei Bereiche unterteilen: technische Parameter, gestalterische Aspekte der virtuellen Lernumgebung sowie individuelle Faktoren. Diese Bereiche verdeutlichen, dass gesundheitliche Herausforderungen bei der Konzeption und Implementierung von VR-Lernsettings mit berücksichtigt werden sollten, um effektives Lernen zu ermöglichen.

4.7.2 Kognitive Belastung

Eine weitere Herausforderung, die im Kontext von VR oft angeführt wird, ist die kognitive Belastung bei den Lernenden. Gemäß der *Cognitive Load Theory* von John Sweller (2010) geht jeder Lernprozess mit einer kognitiven Belastung einher. Sie beschreibt wie und wodurch die Belastung entsteht und wie diese zu verteilen ist, damit optimal gelernt werden kann (Syring, et al., 2015, S. 671). Je nach Belastungsart und -intensität kann dadurch das Lernen gefördert oder erschwert bzw. behindert werden. Die Theorie wurde für multimediale Präsentationen (4.4.2) von Lernmaterial entwickelt und lässt sich ebenso bei immersiven Medien anwenden (Müser & Fehling, 2022, S. 127).
Die kognitive Belastung bezieht sich auf die Anzahl und Art der Informationen, die das Gehirn aufnehmen und verarbeiten kann. Eine kognitive Überlastung liegt vor, wenn die von den Lernenden zu verarbeitenden Informationen die begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses übersteigt (Moreno & Mayer, 2007, S. 314). Die CLT beschreibt, wie sich die begrenzte kognitive Kapazität ausschöpfen lässt, um neue Lerninhalte in das Arbeitsgedächtnis aufzunehmen. Nach Sweller (2020, S. 9) werden drei verschiedene Belastungsarten unterschieden, die beim Lernen auftreten und Ressourcen im Arbeitsgedächtnis beanspruchen: *intrinsic* (ICL) , *extraneous* (ECL) und *germane cognitive load* (GCL).
Intrinsic Cognitive Load. Die intrinsische kognitive Belastung ist das Resultat der Komplexität und Schwierigkeit des Lernmaterials und ergibt sich aus dem Vorwissen der Lernenden. Ob der Lerninhalt von den Lernenden als leicht oder schwer empfunden wird, hängt von ihrem Vorwissen ab und von der Interaktivität der Elemente, die im

Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden müssen (Klepsch, Schmitz, & Seufert, 2017, S. 10). Das Lernmaterial besteht aus verschiedenen Elementen, die zusammenhängen und eine hohe Interaktivität untereinander aufweisen (Müser & Fehling, 2022, S. 127). Die Informationen, die Lernende in einem Lernprozess verarbeiten müssen, variieren in vielerlei Hinsicht. Es geht um das Ausmaß der Interaktion der Elemente, die eine geringe bis hohe Interaktivität aufweisen können (Paas, Renkl, & Sweller, 2003, S. 1). Es kann angenommen werden, je größer die Anzahl der interaktiven Elemente ist, umso schwieriger wird das Lernmaterial angesehen und umso höher ist der ICL. Das Vorwissen der Lernenden spielt beim Lernprozess eine entscheidende Rolle, da neue Informationen mit bestehenden Schemata verknüpft werden (Gerjets, Scheiter, & Catrambone, 2004, S. 41). Ein geringes Vorwissen oder wenig lernrelevante Schemata können zu einer kognitiven Überlastung führen. Je mehr Vorwissen vorhanden ist, desto besser können neue Informationen in Schemata integriert werden (Klepsch, et al., 2017, S. 2). Der ICL ist durch die Gestaltung der Lernmaterialien beeinflussbar, indem diese gemäß des Vorwissens der Lernenden und deren Lernniveau aufbereitet werden (Endres, Lovell, Morkunas, Rieß, & Renkl, 2023, S. 307).

Extraneous Cognitive Load. Der ECL ist die Belastung, die aus der Darbietung und Gestaltung des Lernmaterials bzw. der Lernumgebung hervorgerufen wird (Müser & Fehling, 2022, S. 127). Die kognitive Belastung entsteht, wenn das Lernmaterial bzw. die Lernumgebung didaktisch unzureichend dargestellt ist. Dies kann bspw. durch Elemente (in Form von überflüssigen Informationen, lauten Hintergrundgeräuschen, unpassenden Bildern) erfolgen, die von dem eigentlichen Lerninhalt und Lernziel ablenken. Hierdurch müssen Lernende verstärkt kognitive Ressourcen aufwenden, um relevante Informationen aus dem Lernmaterial der Lernumgebung zu filtern. Diese Kapazitäten stehen dann nicht mehr für den eigentlichen Lern- und Verstehensprozess zur Verfügung, da die Verarbeitung nicht relevanter Informationen zusätzliche Kapazitäten im Arbeitsgedächtnis erfordert. Die Lernumgebung sollte sich daher auf die wesentlichen Informationen beschränken und wichtige Aspekte bspw. durch Symbole oder Farbgebung hervorheben, um die Belastung zu reduzieren. Eine Überlastung kann auch auf eine fehlende Medienkompetenz zurückzuführen sein (Zender, et al., 2018, S. 7). Ein hoher ECL kann demnach auch durch das Navigieren in VR herbeigeführt werden. Neben der Fortbewegung mittels Controller könnte auch das Tragen des HMD für die Lernenden eine ungewohnte Erfahrung sein, welche zu einer kognitiven Belastung führen kann (Parong & Mayer, 2021, S. 1449).

Einige Forscher untersuchten, wie sie den ECL reduzieren können und berücksichtigten dabei die nachfolgenden Prinzipien. Nach dem Multimediaprinzip erbringen Lernende eine bessere Lernleistung, wenn sie Lernmaterialien erhalten, welche Bilder und Texte

in Kombination enthalten anstatt ausschließlich mit einer dieser Informationsquellen zu lernen (Mayer, 2022, S. 57). Gemäß des Modalitätsprinzips ist es kognitiv entlastender und lernförderlicher, wenn visuelle Inhalte (Grafiken) mit gesprochenen, statt geschriebenen Erläuterungen verbunden werden (Mayer & Moreno, 2003, S. 46; Mayer, 2008, S. 765). Die Informationen werden so auf den visuellen und auditiven Kanal aufgeteilt. Nach dem Kontiguitätsprinzip sollen zusammengehörige Informationen in direkter räumlicher und zeitlicher Nähe dargestellt werden (Rau & Berkemeier, 2019, S. 813). Nach Rau & Berkemeier (2019, S. 814) sollte weiter das Redundanzprinzip beachtet werden. Es ergänzt das Modalitätsprinzip. Bei der Gestaltung der Lernumgebung sollte nicht gleichzeitig gesprochener und geschriebener Text verwendet werden. Es ist lernförderlicher redundante Informationen zu vermeiden. Das Kohärenzprinzip empfiehlt auf dekorative Informationen, respektive zu viele oder überflüssige Hinweise in multimedialen Lernumgebungen, zu verzichten, die nicht für die Lernaufgabe benötigt werden, da sie ablenkend, irreführend und für den eigentlichen Lernprozess nicht relevant sind (Fiorella & Mayer, 2022, S. 185). Zudem sieht das Segmentierungsprinzip vor, komplexes Material in kleine Lerneinheiten aufzuteilen (Mayer & Fiorella, 2022b, S. 243).

Germane Cognitive Load. Der GCL ist die dritte Form der kognitiven Belastung. Während der ECL das Lernen beeinträchtigt, fördert der GCL das Lernen (Paas, et al., 2003, S. 2). Bei dieser kognitiven Belastung handelt es sich um Ressourcen, die für die produktive Auseinandersetzung von Lerninhalten aufgebracht werden, um sich einen Lerngegenstand zu erschließen (Müser & Fehling, 2022, S. 127). Um Lernen zu ermöglichen, müssen Schemata/ Modelle im Gedächtnis aufgebaut und verknüpft werden. Aufgaben, die an das Vorwissen der Lernenden anknüpfen und deren Bearbeitung einen hohen kognitiven Aufwand erfordern, ermöglichen das Aufbauen und Vernetzen solcher Schemata. Bei der Auseinandersetzung mit neuen Inhalten werden diese mit bestehenden Schemata aus dem Vorwissen abgeglichen, ergänzt und durch neue Schemata abgelöst. Je mehr kognitive Anstrengung von den Lernenden aufgewendet wird, desto intensiver ist die Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt, was i. d. R. lernförderlich ist. Daher sollte dieser Belastungsanteil hinsichtlich der Lernaktivität erhöht werden (Paas, et al., 2003, S. 2). Die gesamte kognitive Belastung, der *cognitive load*, setzt sich aus diesen drei Belastungsarten zusammen, die beim Lernen (mit Medien und Technologien) auftreten.

Moreno & Mayer (2002, S. 601) sowie Parong & Mayer (2020, S. 226) haben in ihren Untersuchungen festgestellt, dass das Lernen in VR, verglichen mit anderen Bildungstechnologien, zu einer höheren kognitiven Belastung führt, da Lernende beim Eintauchen in die VR-Umgebung Ressourcen zur Orientierung und Wahrnehmung

aufbringen müssen. Eine hohe kognitive Belastung kann die Informationsverarbeitung und das Behalten von Informationen erschweren (Marougkas, et al., 2023). Makransky, Terkildsen, & Mayer (2019, S. 225) zeigen, dass Studierende, die mit VR lernten von einem stärkeren Präsenzgefühl berichteten, aber eine höhere kognitive Belastung hatten als Studierende, die am Desktop-PC lernten. Syring, et al. (2015, S. 668) untersuchten in ihrer Arbeit den Einsatz von Videos und Texten auf die kognitive Belastung. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass Videos von den Studierenden als kognitiv belastender empfunden wurden als Texte. Zusätzlich stellten sie fest, dass die Immersion und die Freude beim Lernen bei Videos stärker sind als bei Texten. Auch negative Effekte sind möglich. Eine Ablenkung der Nutzenden kann durch verschiedene Faktoren hervorgerufen werden: die anfängliche Gewöhnung an das Tragen der VR-Ausrüstung und externe Geräusche, die außerhalb der virtuellen Umgebung auftreten können (Zechner, et al., 2023).

Die Berücksichtigung der CLT bei der Entwicklung von VR-Lernanwendungen kann das Risiko minimieren Lernende in VR-Umgebungen kognitiv zu überlasten. Alle drei Belastungsarten sind beim Lernen relevant und beanspruchen das Arbeitsgedächtnis. Um das Arbeitsgedächtnis nicht zu überlasten und um über ausreichend kognitive Kapazitäten für lernrelevante Aspekte zu verfügen, sollte die intrinsische Belastung optimiert, der ECL geringgehalten und der GCL maximiert werden (Paas, Renkl, & Sweller, 2003, S. 2). Andernfalls kommt es zu einem *cognitive overload*, d. h., Lernen ist weniger effektiv, da die Belastung die vorhandenen Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses übersteigt (Sweller, 2020, S. 9). Der Lernerfolg der Lernenden ist nicht allein von der Gestaltung der Lernumgebung abhängig. Die Aktivität der Lernenden und ihre Einbeziehung in den Lernprozess sind gleichermaßen bedeutend.

4.7.3 Didaktische Herausforderungen

Aus didaktischer Sicht können immersive virtuelle Umgebungen den Erwerb und Transfer von Wissen unterstützen bzw. fördern. VR-Umgebungen können die Potenziale des situierten Lernens nutzen, indem sie immersive Erfahrungen mit realitätsnahen Problemen verknüpfen (Dede, Jacobson, & Richards, 2017, S. 6). Das anhand der Problemsituation erlernte Wissen schafft bei den Lernenden eine Grundlage dieses auf andere Situationen zu transferieren. Der didaktische Mehrwert der VR-Technologie ergibt sich nicht aus deren bloßem Einsatz, sondern aus einem durchdachten didaktischen Konzept, das gezielt die Potenziale der Technologie, eine didaktische Aufbereitung von Lerninhalten und lernförderliche Erlebnisse ermöglicht (Mikropoulos & Natsis, 2011, S. 774; Müser & Fehling, 2022, S. 124; Kerres, et al., 2022, S. 323). Dabei

müssen Lerntheorien, Vorwissen, Gestaltungsmöglichkeiten, Interaktionen und Komplexität hinreichend berücksichtigt werden. Zudem sollte die VR-Lernumgebung so gestaltet sein, dass sie auf das Leistungsniveau der Zielgruppe entsprechend angepasst ist und die determinierten Lernziele berücksichtigt (Kapp, Kruse, Matthes, & Spangenberger, 2019, S. 140). Bei der Gestaltung der VR-Lernumgebung sind zudem das Thema und der Gegenstand festzulegen (Fink, Eisenlauer, Frischbier, & Ertl, 2024, S. 16). Das Thema beschreibt, was im Mittelpunkt der VR-Lernumgebung steht. Die Festlegung des Themas ist eine wichtige Voraussetzung für die Formulierung von Lernzielen (Kliebisch & Meloefski, 2011, S. 108). Als Gegenstand kann in VR-Lernumgebungen eine Situation, ein Objekt oder System abgebildet und repräsentiert werden.

Als lerntheoretische Grundlage für den Einsatz von VR als Lernmedium dient der Konstruktivismus, der die Lernenden in den Mittelpunkt des Lernens stellt und sie aktiv bei der Informationsverarbeitung einbezieht. Neben dem Konstruktivismus können auch das situierte Lernen, Erfahrungslernen und kollaboratives Lernen angewendet werden (Liu, et al., 2017, S. 110; Marougkas, et al., 2023). Die Lernaufgaben adressieren die kognitiven Aspekte, die für den Wissenserwerb notwendig sind. Die Lernenden setzen sich innerhalb der Lernumgebung mit einer Lernaufgabe auseinander, indem sie sich mit deklarativen Wissensinhalten befassen, prozedurale Fertigkeiten erwerben oder ein mentales Modell zu einem komplexen Zusammenhang aufbauen (Kapp, et al., 2019, S. 143). Dadurch kommt ihnen eine aktive Rolle im Lernprozess zu, den sie zunehmend selbst gestalten (Kerres, 2003, S. 32). Wenn die Lernenden in komplexen virtuellen Umgebungen ausschließlich selbstgesteuert vorgehen, kann dies zu einem geringeren Lernerfolg führen. Um dem vorzubeugen, ist es erforderlich, den Lernprozess in virtuellen Simulations- und Konstruktionsumgebungen durch Hilfestellungen und Rückmeldungen zu unterstützen (Wang, et al., 2021). Schon deswegen erfordert der Einsatz von VR die Begleitung und Anwesenheit einer Lehrkraft, welche die Nutzung mit VR vermittelt und die Lernenden betreut (Freina & Ott, 2015, S. 138). Angemessenes Feedback kann die kognitive Belastung der Lernenden in VR-Lernumgebungen optimieren, wodurch sie ihre Aufmerksamkeit gezielt lenken und Lernergebnisse verbessern können (Marougkas, et al., 2023). Die Rolle der Lehrenden und Lernenden verändert sich beim Einsatz von Medien. Die Lehrenden unterstützen die Lernenden beratend, begleiten sie durch Hilfestellungen und unterstützen durch *Scaffolding*-Techniken. Das Feedback kann sich entweder auf den Inhalt, allgemeine Hinweise oder auf individuelle Rückmeldungen zum Vorgehen im Lernprozess beziehen (Kapp, et al., 2019, S. 144). Rückmeldungen zu den Leistungen der Lernenden unterstützen den Lernprozess und können den Wissensaufbau fördern. Allerdings kann bei VR-

Lernumgebungen auch die Abhängigkeit der Lernenden zur Lehrkraft autonom die Umgebung zu erkunden behindern (Marougkas, et al., 2023).

Radianti, et al. (2020) stellen fest, dass in zahlreichen Studien zur Entwicklung von VR-Anwendungen lerntheoretische Grundsätze nicht hinreichend berücksichtigt wurden. Es fehlen häufig konzeptionelle didaktische Grundlagen zur Realisierung von VR-Anwendungen (u. a. Hochberg, Vogel, & Bastiaens, 2017; Zender, et al., 2018, S. 7; Riemann, et al., 2020, S. 674). Daher tragen nicht alle VR-Anwendungen zwangsläufig zu einem Kompetenzerwerb bei (Zender, et al., 2020, S. 47). Im nachfolgenden werden die in 4.5, 4.6 und 4.7 vorgestellten Faktoren in Bezug auf die Lernleistung in virtuellen Lernumgebungen gesetzt.

4.8 Wirksamkeit virtueller Lernumgebungen

Unter der Wirksamkeit virtueller Lernumgebungen wird die Auswirkung auf den Lernprozess und das -ergebnis verstanden. Es wird betrachtet, wie durch den Einsatz von Technologien Wissen erworben und Kompetenzen gestärkt werden können. Das Ziel des Einsatzes von Technologien beim Lernen sollte darin bestehen, den Lernprozess und das -ergebnis positiv zu beeinflussen (Kerres, 2003, S. 33; Liu, Bhagat, Gao, Chang, & Huang, 2017, S. 110). Die Lernenden sollen etwas lernen, was sie ohne die Technologie nicht gelernt hätten (Alavi & Leidner, 2001, S. 4). Nachfolgend wird die Wirksamkeit virtueller Lernumgebungen in Bezug auf Immersion und Präsenz, Wissens- und Kompetenzerwerb sowie deren Grenzen dargestellt.

Wirksamkeit von Immersion und Präsenz. Bildungstechnologische Forschung zu VR geht davon aus, dass VR mit einer höheren Immersion sowie einem höheren Präsenzerleben einhergeht und dadurch bessere Lernerfolge durch die Nutzung der Technologien zu erwarten sind (Kerres, et al., 2022, S. 322). Zahlreiche Studien haben den Einfluss von immersiven virtuellen Lernumgebungen mittels HMD auf das Lernen im Vergleich zu anderen Formaten wie Desktop-VR, Vorlesungen, PowerPoint-Folien, E-Books und praktischen Übungen untersucht (Leder, Horlitz, Puschmann, Wittstock, & Schütz, 2019; Meyer, Omdahl, & Makransky, 2019; Parong & Mayer, 2020, S. 228; Tangocci, et al., 2023, S. 270). Sie fanden heraus, dass das Lernen mit immersiven Lernmedien vorteilhafter ist. Die VR-Technologie motiviert die Lernenden sich verstärkt mit den Inhalten auseinanderzusetzen und adressiert die psychologischen Prozesse, was zu besseren Lernergebnissen führen kann (Wu, et al., 2020, S. 2003). Müser, et al. (2023, S. 375) stellten eine höher wahrgenommene persönliche Präsenz in der VR-Umgebung sowie positive Effekte auf die kognitive und affektive Wirkung der Lernumgebung fest. Lernende in der VR-Umgebung waren neugieriger Avatare und

Lernobjekte zu erkunden. Andersen, Klingenberg, Petersen, Creed, & Makransky (2023) zeigten, dass es bei Lernenden in einer immersiven VR-Umgebung sowohl kurzfristig als auch langfristig starke Effekte auf die Selbstwirksamkeit und deren Interesse gab. Langfristig wirkte sich die Nutzung der immersiven VR zudem positiv auf die Ergebniserwartung aus. Eine immersive Erfahrung durch VR steigert das Erinnerungsvermögen (Schweiger, et al., 2022, S. 15). Durch den Einsatz von VR werden mehrere Sinneskanäle angesprochen (Hartmann & Bannert, 2022, S. 376), wodurch multisensorische Erfahrungen ermöglicht werden (Freina & Ott, 2015, S. 133). Makransky, Borre-Gude, & Mayer (2019) weisen darauf hin, dass VR-basierte Lernumgebungen das Interesse der Lernenden erhöhen und die Lernleistung verbessern können, insbesondere wenn die Immersion hoch ist. Dass der Einsatz der VR-Technologie ergänzend zu herkömmlichen Lernmedien zu einem besseren Lernergebnis führt, stellten Johnston, et al. (2017, S. 108) und Merchant, et al. (2014, S. 31) heraus. Der Einsatz der VR-Technologie wirkt sich förderlich auf den Erwerb von Wissen und Kompetenzen aus (Webster, 2015; Marougkas, et al., 2023). Merchant, et al. (2014) und Xie, et al. (2021) wiesen nach, dass VR-basierte Lernmethoden insbesondere bei der Vermittlung von praktischen Fähigkeiten und komplexen Konzepten effektiver sind. Nach Chen, et al. (2019, S. 416) haben die Nutzenden in einem immersiven System Bewegungsabfolgen schneller erlernt als mit einem nicht-immersiven System. Eine starke VR-Erfahrung kann das Bewegungslernen beschleunigen, führt aber nicht unbedingt zu einer besseren Bewegungsqualität (Chen, et al., 2019, S. 417).

Wirksamkeit des Wissenserwerbs. Beim Erwerb von Grundlagenwissen konnte kein Unterschied festgestellt werden, welches Lernmedium (immersive VR, Desktop-VR und konventionelles Lernmedium) zu einem größeren Erfolg führte (Makransky, Borre-Gude, & Mayer, 2019). Studien der vergangenen Jahre unterscheiden bei der Beurteilung der Nützlichkeit der VR-Technologie vermehrt zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen. Mit Ausnahme von Wu, et al. (2020, S. 1992), die in einer Meta-Analyse festgestellt haben, dass in VR-Lernumgebungen durchschnittlich mehr deklaratives Wissen und Fähigkeiten erworben wurden als in einer nicht-immersiven Umgebung, kommt die Mehrzahl zu gegenteiligen Befunden. Makransky & Petersen (2021, S. 948), Mulders, et al. (2022, S. 136) sowie Tangocci, et al. (2023, S. 284) zeigten, dass VR weniger geeignet ist Faktenwissen zu vermitteln. Eine PowerPoint-Präsentation kann für die Vermittlung von wissenschaftlichen Informationen effektiver sein als eine Lektion in einer VR-Umgebung (Parong & Mayer, 2018, S. 785). Dass eine Lernförderlichkeit der VR-Technologie hingegen für anwendungsbezogene bzw. prozedurale Lerninhalte gegeben ist, zeigen Mulders, et al. (2022, S. 136) und Tangocci, et al. (2023, S. 284).

Auch beim Erwerb von Transferwissen ist immersive VR besser geeignet als ein konventionelles Lernmedium (Makransky, Borre-Gude, & Mayer, 2019, S. 700; Leder, et al., 2019, S. 284).

Wirksamkeit des Kompetenzerwerbs. In einer VR-Lernumgebung kann nicht nur prozedurales (Problemlösungsfähigkeiten) (Makransky, Borre-Gude, & Mayer, 2019), deklaratives (Konzepte, Zustände, Ereignisse) und strategisches (Reflektieren von Entscheidungen) Wissen erlernt werden (Schweiger, et al., 2022, S. 13), sondern auch Kompetenzen erworben werden. Der Einsatz von Medien trägt zu einer Kompetenzentwicklung in virtuellen Lernumgebungen bei (Youngblut, 1998, S. 88). Die Lernenden haben die Möglichkeit die für sie neue Technologie kennenzulernen und sich die erforderlichen Kenntnisse im Umgang mit dieser anzueignen (Schweiger, et al., 2022, S. 14). Das reflexive Denken wird gefördert, indem das Lernen mit Unterstützung der VR-Technologie reflektiert wird. Die Reflexion und der Austausch nach der Anwendung von VR-Technologien helfen den Lernenden das vorhandene Wissen mit dem neu erlernten Wissen zu verknüpfen, was den Lernprozess fördert (Schweiger, et al., 2022, S. 15).

Grenzen der Wirksamkeit von VR. Es bleibt jedoch offen, unter welchen Bedingungen und in welchem Ausmaß die VR-Technologie zu besseren Lernergebnissen führen kann. Einige Forschende zeigen, dass mit immersiven Medien nicht zwangsläufig ein besserer Lernerfolg einhergeht und eine VR-Umgebung von den Lernenden auch als ablenkend und überfordernd empfunden werden kann (Parong & Mayer, 2018; Parong & Mayer, 2020, S. 237; Ahn, et al., 2022). Die immersiven Erfahrungen können dazu führen, dass es den Lernenden schwer fällt sich zu konzentrieren und die Informationen zu behalten (Al-Ansi, et al., 2023). Albus, Vogt, & Seufert (2021) untersuchten, ob das Signalisierungsprinzip in einer VR-Lernumgebung durch das Hinzufügen von textuellen Annotationen einen Einfluss auf den Lernerfolg und die kognitive Belastung hat. Ihre Untersuchung ergab, dass Annotationen die Erinnerungsleistung und den GCL der Lernenden verbesserten, aber keine Auswirkungen auf eine tiefere Verarbeitung von Lerninhalten und den ECL hatten. Positive Auswirkungen auf den Lernprozess und ein höheres Präsenzerleben führen nicht unmittelbar zu einem größeren Lernerfolg (Makransky, et al., 2021). Selbiges gilt für den bloßen Einsatz der Technologie (Hellriegel & Čubela, 2018, S. 58). Parong & Mayer (2021, S. 1433) untersuchten in einer Studie die affektiven und kognitiven Mechanismen des Lernens, indem das Medium immersive VR mittels HMD und ein 3D-Video auf einem Desktop-Monitor verglichen wurden. Sie gingen der Frage nach, ob Studierende den Lernstoff im Geschichtsunterricht besser lernen, wenn er in einer immersiven virtuellen Umgebung präsentiert wird als mit einem herkömmlichen Medium. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Lernenden, welche die

Video-Lektion bearbeiteten, bei Transfertests besser abschnitten als jene, die mit immersiver VR lernten. Die VR-Lektion löste jedoch positivere Emotionen und eine geringere kognitive Anstrengung aus, was niedrigere Ergebnisse im Wissenstest zur Folge hatte (Parong & Mayer, 2021, S. 1447). Das niedrigere Testergebnis der VR-Gruppe kann auf die vermehrte Ablenkung zurückgeführt werden, die Lernende in der virtuellen Umgebung erlebt haben (Parong & Mayer, 2021, S. 1448). Obwohl die Technologie als Hilfsmittel fungieren kann, um die Umsetzung bestimmter Merkmale eines Lernmodells zu fördern, löst das Lernmodell und nicht die Technologie den Lernprozess und das Lernverhalten aus (Ahmad, et al., 1998, S. 354). Nach Collis (1995, S. 146) bestimmt die didaktische Umsetzung und nicht die Technologie selbst die Lernergebnisse und die Auswirkungen auf das Lernen. Oft wird in der Hochschullehre die technologische Komponente gegenüber der didaktischen Komponente priorisiert (Hamilton, McKechnie, Edgerton, & Wilson, 2021, S. 21). VR-Angebote sollen die Lehre durch die Lehrkraft nicht vollständig ersetzen, sondern sinnvoll ergänzen (Hellriegel & Čubela, 2018, S. 72).

Neben der didaktischen Einbettung des Lernmediums kann eine Vielzahl an Faktoren die Wirksamkeit virtueller Lernumgebungen beeinflussen. Die Einbindung der Lernenden in den Lernprozess, ihre Benutzererfahrung, Präsenz und Immersion können sich auf die Lernqualität auswirken (Chen, et al., 2019, S. 417). Entscheidend für den erfolgreichen Einsatz eines neuen Lernmediums ist, ob die Lernenden aus ihrer Perspektive einen Mehrwert darin sehen (Kerres, 2003, S. 38). Die Bearbeitung eines kurzen VR-Szenarios ist möglicherweise nicht ausreichend, um die Leistung der Lernenden vollumfänglich zu beurteilen (u. a. Lee, et al., 2010, S. 1437). Daher wäre es sinnvoll, die Lernenden über einen längeren Zeitraum in einer VR-Lernumgebung zu begleiten, da die Auswirkungen des VR-basierten Lernens auf die Leistungen der Lernenden im Laufe der Zeit kumulativ betrachtet werden können (Lee, et al., 2010, S. 1437). Dass die VR-Technologie als Lernmedium dazu beitragen kann den Lernprozess und das -ergebnis wirksam zu unterstützen, haben die vorherigen Ausführungen gezeigt. Im nächsten Kapitel wird der gegenwärtige Einsatz der VR-Technologie in der Polizeiausbildung vorgestellt.

5 Gegenstandsbereich VR in der Polizeiausbildung

Um als Polizeibedienstete im Berufsalltag verantwortungsbewusst und angemessen agieren und reagieren zu können und die eigenen Kompetenzen gezielt einzusetzen, ist ein praktisches Kompetenztraining erforderlich (Mayr, et al., 2015, S. 3). Ein geeignetes Kompetenztraining könnte mittels VR-Technologie realisiert werden. Die Simulation in

einer virtuellen Lernumgebung ist jedoch kein Selbstzweck (Schäfer, et al., 2023, S. 14). Sie bedarf der inhaltlichen Vor- und Nachbereitung, methodischen und didaktischen Ausgestaltung und führt im besten Fall zur Stärkung der Handlungskompetenz (Gruner & Oppenhäuser, 2022, S. 306).

Zunächst wird die Untersuchungsumgebung der HdP vorgestellt (5.1). Es folgt eine Beschreibung der Polizeiausbildung in Rheinland-Pfalz (5.2). In 5.3 wird das VR-Szenario „Tankstellenüberfall“ dargestellt. Kapitel 5.4 umfasst die angestrebten Lernziele und Kompetenzen in der VR-Lernumgebung. In Kapitel 5.5 folgt schließlich die Beschreibung der konstitutiven Merkmale der VR-Lernumgebung.

5.1 Untersuchungsumgebung der HdP

Die HdP ist seit 2015 eine eigenständige Hochschule und beschäftigt ca. 2.000 Bedienstete, davon 1.600 Studierende und 400 Mitarbeitende als Lehrkräfte und Verwaltungsangehörige an den drei Standorten Hahn-Flughafen, Enkenbach-Alsenborn und Wittlich-Wengerohr (Hochschule der Polizei Rheinland-Pfalz, kein Datum). Die HdP übernimmt die Aus- und Fortbildung für alle Bediensteten der rheinland-pfälzischen Polizei und bietet den Bachelorstudiengang Polizeidienst und den Masterstudiengang Öffentliche Verwaltung – Polizeimanagement an. Die polizeiliche Bildungseinrichtung verfolgt einen praxisorientierten und wissenschaftlichen Ansatz in der Lehre und Ausbildung (Dodgjini, Gruner, Jakobi, & Mayer, 2025, S. 30).

Seit 2019 erprobt die HdP den Einsatz von VR-Einsatzsimulationen in der Lehre. Dabei berücksichtigt die HdP in ihren Ausbildungsansätzen das Konzept des situierten Lernens, das sie insbesondere in dem Modul Einsatzlehre durch den Einsatz der VR-Technologie umsetzt. Eine flächendeckende Integration von VR-Einsatzsimulationen im Hochschulstudium erfolgt bislang nicht. Unter dem Namen SAFER betreibt die HdP ein Projekt, bei dem Trainingsszenarien entwickelt werden, welche die Entscheidungs- und Handlungskompetenzen der Lernenden – auch unter Stress – trainieren. Ziel ist es, dass die Studierenden lernen in normalen und Hochrisiko-Situationen (die richtigen) Entscheidungen zu treffen und Gewalt und Kollateralschäden zu vermeiden. Die Szenarien können aus rechtlicher (Eingriffsrecht, Polizeirecht, Staats- und Verfassungsrecht, Strafrecht) und taktischer Sicht (Einsatzlehre, Kriminalistik) trainiert werden. Mittels der VR-Technologie soll den Studierenden das vernetzte Denken und Handeln nähergebracht werden. Die Komplexität der abbildbaren Einsatzszenarien reicht von der Unfallaufnahme bis zur lebensbedrohlichen Einsatzlage.

Die Durchführung von VR-Szenarien erfolgt im Simulationszentrum der HdP, das sich über zwei Räume erstreckt – der Hauptraum in dem sich die Anwendungstechnik

befindet sowie ein weiterer Raum in dem die EDV-Technik untergebracht ist. Der Hauptraum verfügt über 20 PC-Arbeitsplätze sowie 10 VR-Arbeitsstationen (Dodgjini, et al., 2025, S. 34). Die polizeilichen Szenarien werden in einer virtuellen Lernumgebung abgebildet. Die VR-Lernumgebung ist damit eine Kombination von immersiver und nicht-immersiver VR. Es können bis zu 30 Studierende in eine Simulation eingebunden werden. I. d. R. interagieren 20 Studierende simultan in einer Simulation. Bei dem Multi-User-Ansatz können sich alle Studierenden als Avatare, virtuell dargestellte Figuren, sehen, miteinander kommunizieren und interagieren. Damit die Kommunikation ausschließlich in der virtuellen Lernumgebung stattfindet, sind die Arbeitsplätze durch Kabinen bewusst voneinander getrennt. Jeder PC-Arbeitsplatz ist mit einem Doppelmonitor, einer Tastatur und Maus, einem Controller/ Gamepad und Kopfhörern ausgestattet. Während der Simulation tragen die Teilnehmenden Kopfhörer, um die Kommunikation zu simulieren. Sie können per Funk, Telefon und dienstlichem Smartphone kommunizieren. Für den Beruf eines Polizeibediensteten ist eine störungsfreie Kommunikation mit modernen Telekommunikationsmitteln erforderlich (Gruner & Oppenhäuser, 2022, S. 293). Jede Kommunikation wird (zeitsynchron) aufgezeichnet, um im Nachgang eine Analyse vornehmen zu können. Da je nach Szenario alle typischen Rollen der BOS (Polizeibedienstete, Notfallsanitäter, Rettungssanitäter, Einsatzkräfte der Feuerwehr) abgebildet werden, lässt sich ein multifunktionaler Ansatz verfolgen. Um die entsprechenden Rollen besser zu verkörpern, befindet sich an jedem Arbeitsplatz die dazugehörige Berufskleidung. Alle VR-Stationen bestehen aus einem HMD und zwei Handcontrollern, die zur Fortbewegung innerhalb der VR-Lernumgebung dienen.

5.2 Beschreibung der Polizeiausbildung in Rheinland-Pfalz

Die Ausbildung von Polizeibediensteten erfolgt in Deutschland auf Grundlage bundeslandspezifischer Lehrpläne. Gemäß der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für den Zugang zum dritten Einstiegsamt im Polizeidienst in Rheinland-Pfalz (APOPol-E3) vom 4. Mai 2016 in der Fassung vom 19. April 2022 hat das Bachelorstudium Polizeidienst an der HdP eine Regelstudienzeit von sechs Semestern. Das Studium umfasst fachtheoretische und berufspraktische Inhalte aus den Studienbereichen der Rechts-, Verwaltungs-, Sozial-, Polizei- und Kriminalwissenschaften und unterteilt sich in zwölf Module. Die Studierenden erlangen üblicherweise nach drei Jahren mit Studienabschluss den akademischen Grad *Bachelor of Arts*.

Gemäß § 2 APOPol-E3 erwerben die Studierenden neben wissenschaftlichen Kenntnissen und Methoden berufspraktische Fähigkeiten und Kenntnisse, die zur

Erfüllung der Aufgaben im Polizeidienst erforderlich sind. Das Bachelorstudium bereitet sie auf die besondere Verantwortung als Polizeibedienstete vor. Es besteht aus theoretischen und praktischen Prüfungen, in denen die Polizeibediensteten ihr erlerntes Wissen eigenständig unter Berücksichtigung der taktischen und rechtlichen Erfordernisse nachweisen.

5.3 VR-Szenario „Tankstellenüberfall“

Für die Untersuchung dieses Forschungsvorhabens sind eine Vielzahl an Szenarien denkbar. Nach intensiven Überlegungen und Diskussionen fällt die Entscheidung auf das taktische Einsatzszenario eines Tankstellenüberfalls, da Raub und räuberische Erpressung Bestandteile der polizeilichen Ausbildung sind und in der Realität nur schwer zu simulieren sind. Bei dem Szenario handelt es sich um eine Einsatzlage, die aus dem Augenblick heraus entstanden ist. In Abgrenzung dazu gibt es Einsatzlagen, die im Vorfeld bekannt sind und auf die sich Polizeibedienstete planerisch vorbereiten können (z. B. Veranstaltungslagen wie Festivals, Fußballlagen und Versammlungslagen). Der Sachverhalt stellt einen typischen Tankstellenüberfall dar und ist wie folgt gestaltet: Zur Tatzeit betritt ein bislang unbekannter, männlicher, maskierter Täter mit Sturmhaube die Silk oil Tankstelle in der fiktiven Stadt Hennstadt. Er fordert unter Vorhalt eines Revolvers Bargeld von den Mitarbeitenden der Tankstelle. Nachdem dem Täter ein mittlerer vierstelliger Geldbetrag von den Angestellten in dessen mitgebrachte rote Einkaufstasche gepackt und übergeben wird, verlässt dieser ruhigen Schrittes unerkannt die Tankstelle. Eine mitarbeitende Person betätigt daraufhin den Alarmknopf der Überfallmeldeanlage. Der Alarm geht bei der Führungszentrale der Polizei Hennstadt ein.

Zu Beginn des VR-Szenarios wählen die Studierenden einen Avatar (weiblicher oder männlicher Polizeibedienste/r). Sie sind ab diesem Moment nicht mehr Studierende an der HdP, sondern Polizeibedienstete des Landes Rheinland-Pfalz. Im VR-Szenario starten die Studierenden an der Polizeiinspektion (PI), die mit Hintergrundinformationen belegt ist. An der PI ist eine entsprechende Besetzung mit zwei Polizeibediensteten vor Ort. Der Notruf ist gerade eingegangen. Sie wurden per Funk alarmiert. Diese Informationen erhalten die Studierenden vom *Operator* (der beigestellten betreuenden Person). Der *Operator* spielt in dem Szenario eine wesentliche Rolle. Er übernimmt vor Beginn des Szenarios die Einweisung in die VR-Lernumgebung, steht den Studierenden während des Szenarios für (technische) Rückfragen zur Verfügung und kann in das Szenario jederzeit eingreifen. Während des Szenarios übernimmt der *Operator* zudem

die Funktion der Einsatzleitstelle, sodass über den *Operator* bspw. Unterstützungskräfte angefordert werden können.

Nach umfassender Begutachtung der PI und dem Sammeln der Hintergrundinformationen zum Einsatz werden die VR-Nutzenden automatisch nach 60 Sekunden an den Einsatzort, die Einfahrt der Silk oil Tankstelle, teleportiert. Alternativ kann der *Operator* die VR-Nutzenden am Einsatzort virtuell platzieren. Der zweite Avatar befindet sich neben dem Streifenwagen an der Tankstelle. Vor Ort finden die Studierenden zwölf Personen vor, darunter einige Zeuginnen und Zeugen, die den Vorgang beobachtet haben sowie weitere unbeteiligte Personen, die ihr Fahrzeug betanken möchten. Eine der anwesenden Personen ist verletzt. Der Täter ist flüchtig und hat seine Beute teilweise am Einsatzort zurückgelassen. Alle Begegnungen in der virtuellen Umgebung finden mit *Non-Player-Character* (NPC) statt. Die Avatare sind mit Gestik und Mimik ausgestattet und mit Emotionen belegt (starke, geringe Erregung). Die Polizeibediensteten können jede vor Ort anwesende Person zum Tathergang befragen. Dies geschieht, indem die Studierenden sich vor die zu befragende Person stellen und durch Anklicken des zur Person gehörenden Hotspots Informationen angezeigt bekommen. Von allen befragten Personen wird der Name angezeigt. Nur bei ausgewählten Personen können die Personalien angesehen werden (z. B. Tankwart). Die Zweckdienlichkeit der Aussagen der Zeuginnen und Zeugen variiert stark. Die NPC handeln im Szenario ganz bewusst mit widersprüchlichen Informationen, insbesondere hinsichtlich der Beschreibung des Täters. Dies entspricht dem gewöhnlichen Alltag von Polizeibediensteten. Von den Studierenden wird erwartet die zahlreichen Informationen entsprechend ihrer Relevanz und Kohärenz zu filtern. Oft besteht bei einem Tankstellenüberfall Gefahr für Leib und Leben der Beteiligten. Damit der oder die Täter ihr Ziel erreichen können – eine möglichst hohe Summe Bargeld zu erbeuten – sind sie meist bewaffnet. Es ist möglich, dass Bedienstete der Tankstelle oder deren Kundinnen und Kunden als Geiseln genommen werden. In dem vorliegenden Szenario wurde die Komplexität reduziert. Beim Eintreffen der Polizeibediensteten vor Ort besteht keine Bedrohungslage mehr. Die Situation ist sicher, der Täter flüchtig.

Die Studierenden erkunden ein für sie unbekanntes Szenario. Sie können die Vorgehensweise selbst bestimmen. Das Szenario fokussiert sich auf die Informationsgewinnung und Orientierung in der Lage. Aufgabe der Studierenden ist es, die vorzufindende Situation umfassend zu analysieren und die richtigen Entscheidungen und Ableitungen zu treffen. Der Lernpfad ist bedingt vorgegeben. Je nachdem welchen Entscheidungsweg die Studierenden wählen, „sprechen“ sie mit den Zeugen in unterschiedlicher Reihenfolge, finden die Beweisstücke (Geld und Einkaufstasche) und kommunizieren mit der Leitstelle. Innerhalb des Szenarios kommt auf die

Polizeibediensteten eine Vielzahl an Aufgaben zu. Sie müssen die Zeugen befragen, mit der Leitstelle kommunizieren sowie eine Nahbereichsfahndung nach dem flüchtigen Täter und der Beute durchführen. Die Studierenden müssen der eigenen Intention folgend, beruhend auf ihrem in der Ausbildung erworbenen Wissen, einen Lösungsweg finden.

In dem Szenario werden taktische Ziele, taktische Maßnahmen, organisatorische Ziele, organisatorische Maßnahmen und taktisch-organisatorische Ziele behandelt[3]. Aufgabe der Studierenden ist es, die Situation umfassend zu analysieren, alle einsatzrelevanten Einflüsse zu bewerten und das korrekte polizeiliche Vorgehen (Gefahrenabwehr, Versorgung von verletzten Personen, Beweismittelsicherung, etc.) unter Beachtung des Eigenschutzes selbständig zu identifizieren. Von ihrer strategischen, taktischen und operativen Entscheidung sind der Erfolg und sichere Ablauf des Einsatzes abhängig. Dabei werden die in dem Szenario angestrebten curricularen Kompetenzen als Teilkompetenzen des Kompetenzprofils für das taktische Szenario „Tankstellenüberfall“ spezifiziert.

5.4 Lernziele und Kompetenzen in der VR-Lernumgebung

Da das zu untersuchende Szenario derzeit nicht in der polizeilichen Ausbildung curricular verankert ist, werden in der vorliegenden Arbeit didaktische Lernziele auf kognitiver Ebene ausgearbeitet. Ziel dieses Szenarios ist es, das polizeiliche Handeln in einer spezifischen Situation, dem Tankstellenüberfall, zu trainieren und die Handlungskompetenz der Studierenden zu stärken. Die Studierenden werden in eine realitätsnahe, nicht alltägliche Situation versetzt, mit dem Ziel spezifische Informationen zu sammeln, Kompetenzen auszubilden und Entscheidungen zu treffen. Zur Förderung der Kompetenzen durchlaufen die Studierenden den Lernprozess im Zuge der vollständigen Handlung, bestehend aus Informieren, Planen, Entscheiden, Durchführen, Kontrollieren und Reflektieren (Zender, et al., 2020, S. 48). Die Grobziele konzentrieren sich auf nachfolgende Aspekte: Die Studierenden sollen anhand der vorliegenden Informationen und unter Anwendung polizeifachlichen Wissens die Lage umfassend erkunden, beurteilen und darauf basierend Entscheidungen treffen, welche polizeiadäquaten Sofortmaßnahmen zu ergreifen sind. Darüber hinaus können die Studierenden mit dem *Operator* interagieren, kommunizieren sowie Handlungen und Aktionen abstimmen.

[3] Da es sich bei den aufgelisteten Zielen um eingestufte Informationen handelt, die der Verschlusssache unterliegen, werden im Nachfolgenden ausschließlich allgemeingültige Aussagen zum polizeilichen Vorgehen getroffen.

Unter Bezugnahme auf das in Kapitel 3.6 hergeleitete Kompetenzprofil von Polizeibediensteten in dieser Arbeit wird im Nachfolgenden dargestellt, wie die einzelnen Kompetenzen im VR-Szenario „Tankstellenüberfall“ ausgeprägt sind.

	Kompetenz	Erläuterung
Technologiebasierte Kompetenzen	Technologiebasierte Problemlöse-kompetenz	Die Fähigkeit Anforderungen im Zusammenhang mit der VR-Technologie souverän und kompetent zu bewältigen.
Kernkompetenzen	Polizeifachliche Kernkompetenz	Die Fähigkeit die polizeifachlichen Sofortmaßnahmen (auf der Dienststelle, der Anfahrt sowie vor Ort), taktischen Maßnahmen, taktischen Ziele, technisch-organisatorischen Maßnahmen auf den Raubüberfall anzuwenden und umzusetzen, in dem Informationen zu Täter, Fluchtweg, Bewaffnung, Einsatzort und Beweismitteln unter Berücksichtigung der Eigensicherung eruiert werden. Unter Beachtung des SSSS-Schemas[4] werden die daraus resultierenden notwendigen polizeilichen Handlungen abgeleitet.
	Personale Kompetenz	Die notwendigen individuellen Werthaltungen und Einstellungen gegenüber anderen Polizeibediensteten, Zeugen und Geschädigten zu verkörpern.
	Sozial-kommunikative Kernkompetenz	Die Fähigkeit sich kommunikativ mit der Dienststelle sowie anderen Streifenbediensteten, Zeugen und Geschädigten wertschätzend und respektvoll auseinanderzusetzen.
Schlüssel-kompetenzen	Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz	Die Fähigkeit die Einsatzsituation ganzheitlich wahrzunehmen und angemessen zu reflektieren.
	Situationsadäquate Handlungskompetenz	Die Fähigkeit nach umfassendem Verständnis und Reflexion des Tankstellenüberfalls die Schritte des Führungskreislaufs Dienstvorschrift 100 umzusetzen.

Tabelle 4: Kompetenzprofil VR-Szenario

Folgende Feinziele konkretisieren die in Tabelle 4 beschriebenen Kompetenzen und sollen in dem Szenario von allen Studierenden erreicht werden (Tabelle 5). Die angestrebten Ziele werden im nachfolgenden der Lernzieltaxonomie nach Bloom, et al. (1956) zugeordnet.

[4] Unter dem SSSS-Schema wird *Scene* (Beurteilung der Einsatzlage), *Safety* (Abschätzung der Eigen- und Fremdgefährdung), *Situation* (Bewertung der Verletzungen) und *Support* (Beurteilung, ob weitere Einsatzkräfte, wie Notarzt, Feuerwehr, Polizei, hinzugezogen werden müssen) verstanden (Schmid, Sauer, & Busch, 2022, S. 981). Das SSSS-Schema unterstützt dabei, die maßgebenden Aspekte beim Eintreffen an der Einsatzstelle unter Berücksichtigung des Eigenschutzes zu beurteilen.

Nr.	Lernziele	Visualisierungen des Szenarios
1.	Die Studierenden stellen am Einsatzort fest, dass der Streifenwagen falsch positioniert ist (Taxonomiestufe 4).	
2.	Sie erfassen einsatzbedingte Informationen in Form von Zeugenbefragungen und wenden diese auf die Situation an (Taxonomiestufe 3).	
3.	Sie stellen fest, dass ein Handyvideo existiert, das den Täter und den Tathergang zeigt (Taxonomiestufe 4). Sie beurteilen eigenständig, wie mit diesen Beweismitteln umzugehen ist (Taxonomiestufe 5).	

Nr.	Lernziele	Visualisierungen des Szenarios
		
4.	Die Studierenden finden den Geldbetrag vor der Tankstelle auf und stellen diesen sicher (Taxonomiestufe 4).	
5.	Sie ermitteln taktisch den wahrscheinlichen Geldbetrag (3.000 Euro) und gleichen diesen mit der aufgefundenen Geldmenge (1.080 Euro) ab. Bezugnehmend darauf kommunizieren sie mit der Dienststelle (Taxonomiestufe 6).	

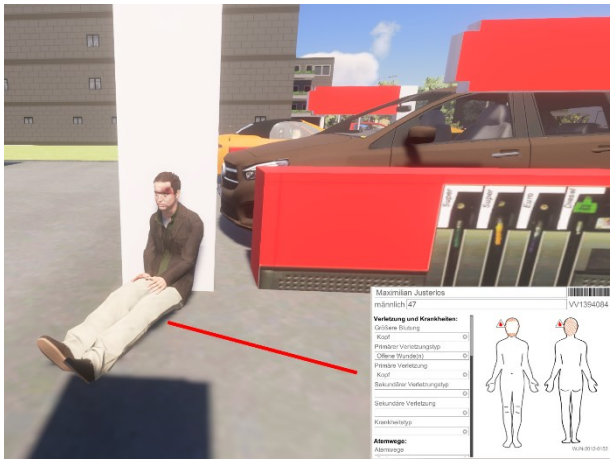
Nr.	Lernziele	Visualisierungen des Szenarios
6.	Die Studierenden identifizieren die verletzte Person nach dem vorliegenden Verletzungsschema (Taxonomiestufe 4).	
7.	Die Studierenden stellen fest, dass auf dem Tankstellengelände ein Fahrzeug mit ausländischem Kennzeichen (blauer Transporter aus Rumänien) parkt (Taxonomiestufe 4). Sie ermitteln, dass das Fahrzeug verschlossen ist und entscheiden eine Halterabfrage durchzuführen, die zur Erfassung und Aufklärung der Einsatzsituation notwendig ist (Taxonomiestufe 6).	

Tabelle 5: Lernziele VR-Szenario

Mit den vorliegenden Lernzielen wird ein hohes taxonomisches Niveau nach Bloom, et al. (1956) angesprochen. Es verlangt von den Lernenden Anwenden, Analysieren, Synthetisieren und begründete Bewertungen. Es handelt sich bei den Lernzielen um kognitive Lernziele, die zu einer Verhaltensänderung und zu einem Lernzuwachs bei den Lernenden führen sollen. Insbesondere die Informationen über die polizeilichen Grundlagen sollen zu einem Lernzuwachs bei den Lernenden beitragen, indem sie spezifisches Wissen in diesem Bereich erlernen. Um die Lernziele zu erreichen, ist es notwendig die VR-Lernumgebung nach konstitutiven Merkmalen zu gestalten.

5.5 Konstitutive Merkmale der VR-Lernumgebung

Die Gestaltung, Konzeption und Entwicklung von VR-Lernumgebungen erfordert die Berücksichtigung konstitutiver Merkmale, damit Lernen möglich ist und Kompetenzen gefördert werden können. Die alleinige Verwendung von virtuellen Welten stellt noch keine ausreichende Grundlage für den Erwerb von Wissen dar (Schwan & Buder, 2002,

S. 119). Virtuelle Welten sollten eine Vielzahl an Merkmalen aufweisen, damit VR-Lernumgebungen im Bildungskontext hinreichend legitimiert sind. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt existieren aufgrund des noch jungen Forschungsgebiets wenig Ansätze, die eine Charakterisierung von VR-Lernumgebungen darstellen (Fink, et al., 2023a, S. 134). Am verbreitetsten sind kontextspezifische Untersuchungen, die den Anwendungsfall beschreiben, aber keine schematische Darstellung der charakterisierenden Merkmale vornehmen. Die Verwendung zentraler Begrifflichkeiten, wie Gestaltungsmerkmale und Gestaltungsprinzipien sowie deren Bedeutung im Kontext von VR-Lernumgebungen unterstützen bei der Typisierung dieser. Charakteristisch für solche Lernumgebungen sind realitätsnahe, bedeutende berufsspezifische Aufgaben. Die Lernenden werden mit einer relevanten Arbeitssituation konfrontiert, die es unter Berücksichtigung der vorzufindenden Informationen zu lösen gilt. Im Folgenden wird die ausgewählte Lernumgebung anhand zentraler Merkmale (inhaltlich (5.5.1), didaktisch (5.5.2), entwicklungsmethodisch (5.5.3), technisch (5.5.4) und interaktiv (5.5.5)) der Taxonomie von VR-Lernumgebungen nach Fink, et al. (2024) beschrieben.

5.5.1 Inhaltliche Merkmale der VR-Lernumgebung

Die Lernumgebung bildet inhaltlich die Einsatzlage „Tankstellenüberfall“ ab. Die Studierenden begeben sich auf eine virtuelle Erkundung, in der sie die Leitstelle verlassen und zum Einsatzort teleportiert werden. Bei dieser Erkundung wird die naheliegende Umgebung, die Straßen und die Tankstelle in einem Vorort von Hennstadt, einer fiktiven Stadt, dargestellt. Die implementierte Lernumgebung beschränkt sich auf wesentliche Elemente, um möglichst wenig Ablenkung zu schaffen. Ein weiteres inhaltliches Merkmal von VR-Lernumgebungen ist die Stoffeigenschaft, die sich mit dem Umfang, der Schwierigkeit und der Gliederung des Lernstoffs befasst und für die Zielgruppe aufbereitet sein sollte (Fink, et al., 2024, S. 17). Zu berücksichtigen ist hierbei das Vorwissen, die Intelligenz und Motivation der Lernenden sowie weitere Anforderungen, die an den Lernstoff anknüpfen und den Kontext berücksichtigen. Die Bearbeitungsdauer des Szenarios beträgt 15 bis 17 Minuten. Die Stoff- und Aufgabenschwierigkeit ist für die Zielgruppe der Studierenden als angemessen anzusehen, weil die Studierenden zum Zeitpunkt der Erhebung mit dem polizeilichen Grundschema, das in allen Einsatzsituationen von der Polizei angewandt wird (1. Notruf geht bei der Polizei ein; 2. Informationen einholen auf der Dienststelle; 3. Entsendung freier Kräfte; 4. Anfahrt zum Einsatzort; 5. Informationserfassung und Analyse am Einsatzort), vertraut sind. Ihre Aufgabe besteht darin, sich in der Lage zu orientieren und alle Informationen vollständig zu erfassen. Aufgrund der Praxiserfahrung wird von den

Studierenden im dritten Studienjahr eine schnellere Entscheidungsfindung in jeglicher Hinsicht erwartet. Darüber hinaus ist die Stoffgliederung zu berücksichtigen, die in thematischen Einheiten, einzelnen oder mehreren Stationen oder in zu bearbeitenden Fällen dargestellt werden kann (Azevedo & Dever, 2022, S. 135).

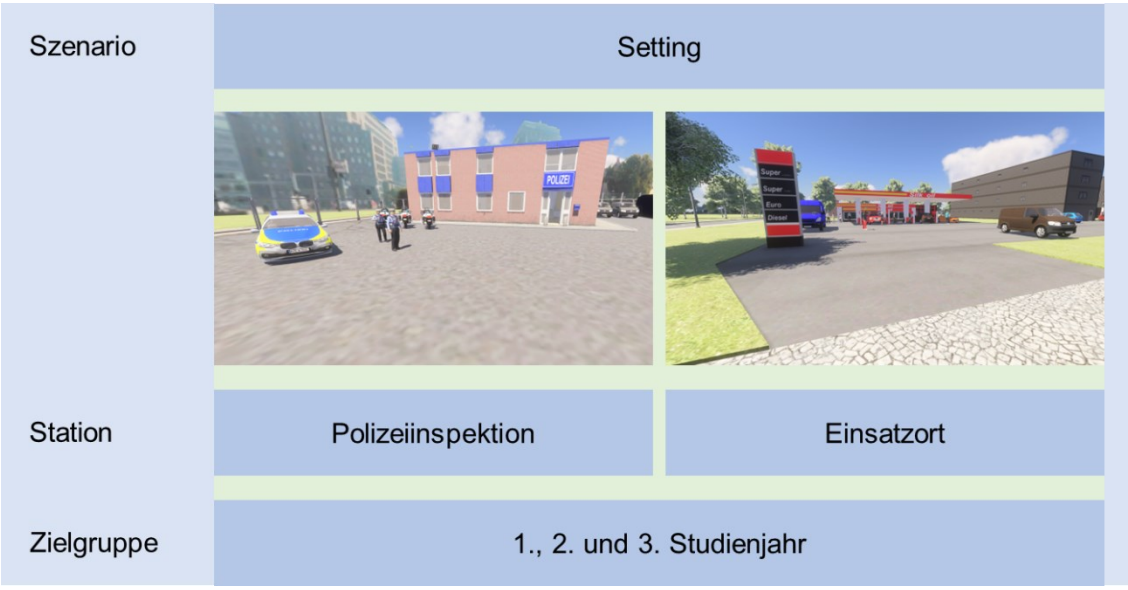


Abbildung 9: Stationen der VR-Lernumgebung (eigene Darstellung)

Die VR-Lernumgebung besteht aus zwei Stationen, die aufeinander aufbauen (Abbildung 9): PI und Einsatzort Tankstelle. Jede Station besteht aus mehreren thematisch zusammengehörigen Informationen. Bei der ersten Station, vor der PI, findet die technische Eingewöhnung statt. Die Studierenden machen sich mit der Navigation innerhalb der VR-Umgebung vertraut. Für das weitere Vorgehen ist es erforderlich alle Informationen an der PI anzuklicken. Die Lerneinheit beginnt für die Lernenden mit dem Eintreffen an der Tankstelle. Damit alle Teilnehmenden in der VR-Lernumgebung einen Lernerfolg generieren können, werden in der Vor- und Nachbereitung begleitende Phasen, wie *Open Simulation* (Einführung in die Steuerung und Bedienung), Briefings (Beschreibung des Sachverhalts und der damit verbundenen Aufgaben) und Debriefings (Reflexion der ausgeführten Leistung, Fehleranalyse) eingesetzt. Die Phasen Briefing und Debriefing erfolgen mündlich. In Form eines Lehrgesprächs werden den Lernenden die zu erreichenden Lernziele vermittelt und individuelle Fragestellungen von diesen behandelt (Dodgjini, et al., 2025, S. 39). Die inhaltlichen Merkmale bilden damit die Grundlage für die weitere Ausgestaltung der VR-Lernumgebung.

5.5.2 Didaktische Merkmale der VR-Lernumgebung

Das zugrunde liegende didaktische Rational der Lernumgebung ist das fall- und problembasierte Lernen (2.3.2). Im Sinne des fallbasierten Lernens sollen die Lernenden

eine authentische und realitätsnahe Lernumgebung erleben, die auf die polizeiliche Einsatzsituation vorbereitet. Hier wird die Tankstelle, in der der Überfall stattfindet, von außen und innen durch die Studierenden virtuell aufgesucht. Die Studierenden lernen anhand des Szenarios „Tankstellenüberfall“ alle relevanten Einflüsse und Handlungsschritte (Verletztenversorgung, Zeugenbefragung, Sicherstellung der Beweismittel, Ermittlung des erbeuteten Differenzbetrags) am Einsatzort zu analysieren. Laufwege und Kommunikationsmöglichkeiten mit der Dienststelle oder mit den Polizeibediensteten sind nicht vorgegeben, sondern von den Studierenden zu erarbeiten. Das Szenario repräsentiert ein *well-defined problem*, da es sich um ein spezifisches Problem handelt, das durch einen Anfangszustand, Aktionen und Endzustand gekennzeichnet ist (Trogemann, 2002, S. 279). Der Anfangszustand (ein Tankstellenüberfall hat stattgefunden, alle VR-Nutzenden starten an der PI), die Aktionen (Zeugenbefragungen durchführen) und der Endzustand (Abschluss der Zeugenbefragung und Fahndung nach dem Täter einleiten) sind eindeutig definiert. Die Reihenfolge der Zeugenbefragungen ist den Studierenden freigestellt. Es handelt sich dabei um ein Standardszenario, das geübt wird und das Optionen beinhaltet, die gewählt werden können, bspw. die Anforderung von Unterstützungskräften, um gemeinsam nach dem Täter zu fahnden.

Die wesentlichen Prinzipien zur Gestaltung der VR-Lernumgebung (4.7.2) werden bei der Erstellung des VR-Szenarios berücksichtigt. Bild und Text werden miteinander verknüpft, was beim Lernen wirksamer ist als nur die Aufnahme von Informationen über einen Kanal (Multimediaprinzip). Zeugenaussagen sind entweder mit einer Audiosequenz (Modalitätsprinzip) oder einer Informationstextbox hinterlegt. Informationstextboxen werden beim dazugehörigen Zeugen dargestellt (Kontiguitätsprinzip). Informationen werden nicht wiederholt dargestellt (Redundanzprinzip). Die Umgebung wird auf das Wesentliche reduziert (Kohärenzprinzip). Überflüssige Informationen, die nicht zur Lernaufgabe oder dem Szenario gehören, werden nicht repräsentiert. Zusätzlich berücksichtigt die Lernumgebung die polizeilichen Prinzipien der Beweissicherung, Eigensicherung und des ganzheitlichen polizeilichen Handelns. Insbesondere die beiden letztgenannten Prinzipien finden in dem Szenario mehrfach Anwendung.

Die VR-Lernumgebung soll die situationsadäquate Handlungskompetenz fördern. Zur Unterstützung der Teilnehmenden werden einfache Lernerfolgskontrollen, in Form von *Multiple Choice* (MC)-Übungen eingesetzt. Diese sind an das Szenario gekoppelt und geben den Lernenden nach der Beantwortung der Fragen direktes visuelles Feedback, indem fehlerhafte Antworten rot und korrekte Eingaben grün markiert sind. Eine Aufgabe besteht z. B. darin, eine verletzte Person mit einer Kopfplatzwunde aufzusuchen und

ihre Verletzungen anhand der Vitalwerte nach dem Verletzungsmuster zu bewerten. Es werden sogenannte Prompts eingesetzt, welche die Lernenden in der Lernumgebung durch Hervorhebung visueller Darstellungen leiten und die Orientierung in der Lernumgebung und die Bearbeitung des Szenarios erleichtern sollen. In der VR-Lernumgebung werden die visuellen Hinweise durch ein „i“ oder „?“ dargestellt. Durch Anklicken dieser Symbole werden Informationstextboxen zu und von den Zeugen dargestellt. Im Rahmen des multimedialen Lernens werden textuelle Hinweise und grafische Darstellungen miteinander kombiniert (Leutner, 2000, S. 144). Eine weitere Form ist die Hervorhebung bestimmter Geräusche, bspw. beim Herantreten an die Tankstelle ertönt die Alarmanlage.

Den Lernenden stehen frei wählbare Handlungsoptionen zur Verfügung, indem sie selbstgesteuert Entscheidungen treffen (Niedermeier & Müller-Kreiner, 2019, S. 3). Lernende profitieren von VR-Lernumgebungen, wenn sie diese nicht einfach erkunden, sondern ein spezifisches Lernziel verfolgen (Schwan & Buder, 2002, S. 119). Oftmals werden bei der Beschreibung von VR-Lernumgebungen Lernziele allgemein beschrieben und nicht nach Taxonomien klassifiziert (Fink, et al., 2024, S. 18). In der vorliegenden Arbeit ist eine Klassifizierung nach Taxonomien geboten, weil ein Kompetenzerwerb ausschließlich auf den höheren Taxonomiestufen (Analyse, Synthese bzw. Bewerten, Beurteilen bzw. Erschaffen) stattfinden kann (2.2.1).

5.5.3 Entwicklungsmethodische Merkmale der VR-Lernumgebung

Die entwicklungsmethodischen Merkmale befassen sich mit der Entwicklung einer VR-Lernumgebung mittels Software (Fink, et al., 2024, S. 19). In diesem Zusammenhang sind drei Begrifflichkeiten relevant: Entwicklungsart, Entwicklungsvorgehen und die Art der Objekte in der Lernumgebung. Die Entwicklungsart beschreibt, wie die VR-Lernumgebung technisch und konzeptionell entwickelt wird. Sie kann in Form einer Eigen- oder Fremdentwicklung erfolgen. Das Szenario „Tankstellenüberfall“ ist eine Eigenentwicklung der HdP und wird im Hochschulkontext in der Ausbildung von Polizeibediensteten eingesetzt. Technische, fachliche und didaktische Inhalte wurden vom technischen Administrator des VR-Simulationszentrums an der HdP ausgearbeitet. Entwickelt werden die VR-Szenarien mit der Software XVR[5] on Scene Expo. Individuelle technische Anpassungen lassen sich jederzeit vornehmen. Der Software-Anbieter ist auf BOS spezialisiert. Die Software XVR on Scene Expo ermöglicht eine Simulation polizeilicher Lagen, die in der Realität grundsätzlich nur mit erheblichem Kosten- und

[5] XVR ist vorrangig für den Einsatz im Rettungsdienst entwickelt worden und findet in diesem Bereich auch eine breite Anwendung. Die Software arbeitet nicht mit künstlicher Intelligenz, sondern basiert auf festgelegten Algorithmen (Dodgjini, et al., 2025, S. 42).

Personalaufwand umzusetzen wären. Die HdP verfügt über eine Datenbank mit ca. 1.600 Szenarien. Die virtuelle Standardwelt ist ca. 1,5 bis 2 km² groß. Die Software verfügt über eine Bibliothek, die 3D-Umgebungen, wie Autobahnen, Städte, Häfen ländliche Gebiete und Objekte, wie Personen, Fahrzeuge, Ausrüstung, umfasst. Bei der Modellierung können innerhalb der Umgebung Hotspots eingefügt werden, die den Nutzenden die Möglichkeit geben an festgelegten Stellen zusätzliche Informationen über den aktuellen Fall abzurufen. Die Software ermöglicht die Repräsentation von abstrakten Visualisierungen, die sich bspw. bei den stilisierten Zeugen und der Tankstelle zeigen. Ziel ist es nicht eine perfekte und wirklichkeitsgetreue Abbildung der Realität darzustellen (Gruner & Oppenhäuser, 2022, S. 306). Es soll vielmehr der Fokus darauf gelegt werden, dass die Studierenden Arbeitsabläufe in gewohnter Weise durchführen. In der Simulation erhalten die Studierenden einen vordefinierten Avatar, der mit allen Ausrüstungsgegenständen eines/r Polizeibediensteten ausgestattet ist. Neben der Repräsentation von Avataren verfügt die VR-Lernumgebung auch über NPC, die über eine statische Mimik verfügen. Bei der Darstellung der NPC werden Stereotype vermieden. Die Umweltbedingungen, wie Tageszeit oder Witterung, können in der VR-Lernumgebung jederzeit angepasst werden. Zusätzlich können mit XVR Expo Szenarien als E-Learning zur Verfügung gestellt werden.

5.5.4 Technische Merkmale der VR-Lernumgebung

VR-Anwendungen bestehen neben der Software auch aus Hardwarekomponenten. Die Vorstudie wird mit einer Valve Index, die Zwischen-, Haupt- und Ergänzungsstudie mit einer HTC Vive Focus 3 durchgeführt (Tabelle 6). Ergänzt wird das HMD durch zwei Handcontroller zur Navigation sowie zum Auslösen von Aktionen. Zusätzlich erhalten die Studierenden ein echtes Handsprechfunkgerät, um die Kommunikation per Funk zu trainieren. Jede VR-Station verfügt über eine Freifläche von ca. 5 x 5 Metern.

	Vorstudie	Zwischen-studie	Hauptstudie	Ergänzungs-studie
Eigenschaften	Valve Index	HTC Vive Focus 3	HTC Vive Focus 3	HTC Vive Focus 3
Auflösung pro Auge	1.440 x 1.600 Pixel	2.448 x 2.448 Pixel	2.448 x 2.448 Pixel	2.448 x 2.448 Pixel
Field of View	130 Grad	120 Grad	120 Grad	120 Grad
Bildwieder-holungsrate	120 Hz	90 Hz	90 Hz	90 Hz
Eingabegeräte	2 Handcontroller	2 Handcontroller	2 Handcontroller	2 Handcontroller
Tracking-bereich	360 Grad	360 Grad	360 Grad	360 Grad
Typ	Kabelgebunden	*Wireless*	*Wireless*	*Wireless*
Degrees of Freedom	3 DoF	6 DoF	6 DoF	6 DoF
Navigation	Sprungmarken	Freies Bewegen	Freies Bewegen	Freies Bewegen
Technische Ausgestaltung	Informations-textboxen	In Echtzeit gesprochen	Einzelne Audio-sequenzen Informations-textboxen	Mehrere Audio-sequenzen Informations-textboxen
Führungs- und Einsatzmittel	/	/	Schutzweste Handsprech-funkgerät	Schutzweste Handsprech-funkgerät

Tabelle 6: Technische Daten HMD

Abgesehen von der Vorstudie besteht die Anwendung aus einer interaktiven 6 DoF VR-Lernumgebung. Dies sind Parameter eines Systems, die sich auf die Bewegungsfreiheit (vorwärts, rückwärts, links, rechts, oben, unten) in einem dreidimensionalen Raum beziehen.

Während der Durchführung kann der Operator die Ansicht der VR-Nutzenden auf einem separaten Bildschirm mitverfolgen sowie am Desktop-PC jederzeit in das System eingreifen um zu unterstützen.

5.5.5 Interaktive Merkmale der VR-Lernumgebung

Interaktive Merkmale beziehen sich auf die Bearbeitungsart sowie die räumliche und inhaltliche Navigation (Fink, et al., 2024, S. 21). Bei der Bearbeitungsart ist zwischen dem Bearbeitungsmodus, der Zielstruktur sowie den Interaktionspartnern zu differenzieren.

Bei dem Bearbeitungsmodus kann zwischen einem individuellen (Lernende nehmen einzeln an der VR-Applikation teil) und einem kollaborativen Bearbeitungsmodus (mehrere Lernende nehmen an der VR-Applikation teil) unterschieden werden. In Bearbeitungssituationen können verschiedene Zielstrukturen vorherrschen (Johnson, 1974, S. 213), die Auswirkungen auf die Zusammenarbeit und die Emotionen der Lernenden haben. Eine kollaborative Zielstruktur liegt vor, wenn die Zielerreichung nur durch gleichzeitige Zusammenarbeit der Lernenden möglich ist. Wenn nur ein Teil der Lernenden ein Ziel erreichen kann, liegt zudem eine kompetitive Zielstruktur vor. Eine

kooperierende Zielstruktur ist vorhanden, wenn alle Lernenden die Möglichkeit haben ein Ziel zu erreichen, sich hierbei unterstützen können und gleichzeitig zusammenarbeiten (Johnson, 1974, S. 214).

Das VR-Szenario „Tankstellenüberfall“ wird von den Studierenden individuell bearbeitet. Die Studierenden sammeln Informationen im virtuellen Raum über die sie sich in Echtzeit mit der Leitstelle austauschen können. Es liegt im Ermessen der Studierenden, ob und worüber sie mit der Leitstelle kommunizieren. Es herrscht eine individualistische Zielstruktur vor, da die Lernenden ihre Ziele allein erreichen können. Die Begriffe Avatare, anthropomorphe Schnittstellen, autonome Agenten und virtuelle Assistenten beschreiben synonym virtuelle Charaktere (Krämer & Bente, 2002, S. 205). Die Studierenden werden als eigenständige Avatare in der VR-Umgebung repräsentiert und können im Rahmen der Verkörperung (*Embodiment*) Handlungen eines Avatars wahrnehmen, fühlen und erleben (Brinkmann, 2019, S. 5). Auch der Eindruck die virtuelle Welt zu betreten, beruht weitestgehend auf der physischen Immersion, die an die Sinne der Nutzenden gerichtet ist und es ermöglicht Erfahrungen zu verkörpern (Eisenlauer, 2020, S. 272).

Neben der Repräsentation von Avataren kommen in der virtuellen Lernumgebung auch NPC vor, die vom System gesteuert werden. Ihnen kommt die Aufgabe zu, die virtuelle Lernumgebung authentischer zu gestalten, da sie die Rollen von passiv an der Situation beteiligten Personen, bspw. Passantinnen und Passanten oder Bediensteten der Tankstelle, einnehmen. Insgesamt verfügt das VR-Szenario über zwölf Zeuginnen und Zeugen und zwei Polizeibedienstete, die als NPC dargestellt werden. In der VR-Lernumgebung können weitere Unterstützungskräfte angefordert werden. In der Lernumgebung nicht sichtbar integriert ist der *Operator*. Interaktionsmöglichkeiten bestehen in der VR-Lernumgebung mit Objekten und Zeugen sowie außerhalb mit dem *Operator*. Die Studierenden können mit diesem jederzeit (per Handsprechfunkgerät) Kontakt aufnehmen und in Echtzeit kommunizieren.

Ein weiteres interaktives Merkmal ist die räumliche Navigation, welche die Fortbewegung in der VR-Lernumgebung beschreibt (Schmeil, Eppler, & de Freitas, 2012, S. 842). Bei einer limitierten räumlichen Navigation, bspw. einem 360-Grad-Lehrfilm (dargeboten mit einem HMD), können Teilnehmende sich nicht an einen anderen Ort fortbewegen, aber ihre eigene Perspektive am Ort verändern. Ebenfalls möglich ist eine räumliche Navigation durch Teleportation oder über ein Menü. Eine weitere Form der räumlichen Navigation ist das freie Bewegen (Schmeil, et al., 2012, S. 842), dass ein Erkunden eines virtuellen Ortes ermöglicht, so dass dieser aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden kann. Die Studierenden können sich in der VR-Lernumgebung durch ihre Avatare in Echtzeit im Raum stehend fortbewegen.

Die Navigation des Avatars erfolgt über das Drehkreuz des Handcontrollers. Durch das HMD sehen die Studierenden von ihrem eigenen Körper ausschließlich Hände und Füße. Zur virtuellen Fortbewegung müssen sie ihre Füße nach vorne platzieren (Abbildung 15). Die Fortbewegung erfolgt nicht physisch im Raum, sondern virtuell. Eine rote Markierung kennzeichnet die Platzbegrenzung, in der sich die Studierenden frei bewegen können. Sie sollen möglichst kleine Schritte tätigen, um *Motion Sickness* zu vermeiden.

Durch das Anklicken verschiedener Hotspots erhalten die Studierenden lagerelevante Informationen, Hinweise, Dokumente (Personalausweis) oder auch Aussagen der Beteiligten, bspw. Zeugenaussagen. Die Studierenden können in der 3D-Umgebung virtuelle Gegenstände anfassen und hochheben, Türen öffnen, ein Fahrzeug fahren, die Waffe (Langwaffe, Kurzwaffe, Pfefferspray, Distanzelektroimpulsgerät (*Taser*)) einsetzen und ihre Handlungen mit der Leitstelle abstimmen. Die Ausführung der Handlungen wirkt sich auf den Ablauf der Simulation aus. Alle Aktionen der Studierenden lösen Gegenaktionen aus, auf die sie entsprechend reagieren müssen – wenn der *Operator* in das System eingreift.

Neben der räumlichen Navigation spielt auch die inhaltliche Navigation eine Rolle (Huwendiek, et al., 2009, S. 747), welche die inhaltlichen Pfade durch die Lernumgebung beschreibt. Bei einer linearen Navigation ist die Ablaufreihenfolge vorgegeben. Die Nutzenden bewegen sich entlang eines Pfades. VR-Lernumgebungen können auch Mischformen dieser Navigationsarten aufweisen, wenn in einem Abschnitt einer VR-Lernumgebung eine lineare Navigation und in einem anderen Abschnitt eine verzweigende Navigation vorliegt (Fink, et al., 2024, S. 21). Das Szenario verfügt über eine lineare Navigation, da die Studierenden von der PI zum Einsatzort weitergeleitet werden. Die Reihenfolge der zu befragenden Zeugen am Einsatzort entlang des Pfades können sie frei wählen. Eine Rückwärtsbewegung zur PI ist möglich, für die Studierenden allerdings unattraktiv, da diese vom Einsatzort weit entfernt liegt und an der PI keine weiteren Informationen vorhanden sind. Ein fixer Endpunkt, der das Ende des Lernpfades markiert, existiert nicht. Der *Operator* beendet das Szenario für die Studierenden am Einsatzort Tankstelle entweder nachdem sie alle Zeugenbefragungen durchgeführt haben oder mit Ablauf der für die Bearbeitung des Szenarios zur Verfügung stehenden Zeit.

5.5.6 Zwischenfazit

Damit eine VR-Lernumgebung bei den Lernenden den Kompetenzerwerb fördern kann, müssen inhaltliche, didaktische, entwicklungsmethodische und interaktive Merkmale

berücksichtigt werden. Aufgrund der hergeleiteten konstitutiven Merkmale ergibt sich folgende Anwendung auf die VR-Lernumgebung „Tankstellenüberfall“. In Tabelle 7 sind die Merkmale, Kategorien und deren Ausprägungen der VR-Lernumgebung in komprimierter Form dargestellt. Die Taxonomie bildet ein Grundgerüst, das zur Strukturierung und Gestaltung der VR-Lernumgebung herangezogen wird.

Merkmal	Kategorie	Ausprägung in dieser Arbeit
Inhaltlich	Thema	Polizeiliches Wissen zum Tankstellenüberfall
	Gegenstand	Einsatzlage Tankstellenüberfall
	Stoffeigenschaft	15 bis 17 Minuten
	Aufgabenschwierigkeit	Angemessen
	Stoffgliederung	Zwei Stationen (PI, Einsatzort Tankstelle)
	Begleitende Phasen	*Open Simulation*, Briefing, Debriefing
Didaktisch	Didaktisches Rational	Fall- und problembasiertes Lernen
	Prinzipien	Eigensicherung, Beweissicherung, ganzheitliches polizeiliches Handeln
	Lernziel	Stärkung der situationsadäquaten Handlungskompetenz
	Unterstützungs-maßnahmen und Anregung von Lernstrategien	Feedback auf die MC-Übungen, Prompt*s*
Entwicklungs-methodisch	Entwicklungsart	Eigenentwicklung
	Entwicklungsvorgehen	Eigenentwicklung
	Art der Objekte in der Lernumgebung	Durch XVR-Bibliothek erstellte 3D-Umgebung
Interaktiv	Bearbeitungsart	Individueller Bearbeitungsmodus
	Zielstruktur	Individualistisch
	Interaktionspartner	NPC, *Operator*
	Interaktions-möglichkeiten	Objekte, Zeuginnen und Zeugen, *Operator*
	Kommunikationsarten	Verbal per Handsprechfunkgerät mit dem *Operator*
	Räumliche Navigation	Navigation durch freies Bewegen via Handcontroller
	Inhaltliche Navigation	Linear

Tabelle 7: Taxonomie VR-Szenario in Anlehnung an Fink, et al. (2024)

Den vorherigen Ausführungen ist zu entnehmen, dass einige Merkmale voneinander abhängig sind, weswegen deren gemeinsame Betrachtung für die Entwicklung einer VR-Lernumgebung dienlich ist. So sollten Thema, Gegenstand und didaktisches Rational mit den anzustrebenden Lernzielen betrachtet werden (Fink, et al., 2024, S. 37). Ebenso sollten die technischen Merkmale, Performanz der Anwendung und Auflösung des HMD, mit den abbildbaren Möglichkeiten eines Szenarios in Einklang stehen und auf deren Tauglichkeit geprüft werden. Auch eine curriculare Verankerung des Themas sollte Berücksichtigung finden.

6 Rahmenmodell

Das Rahmenmodell dieser Arbeit berücksichtigt verschiedene theoretische Ansätze zur Untersuchung des Einsatzes der VR-Technologie als Lernmedium auf Lernprozesse und -ergebnisse in der polizeilichen Ausbildung. Die theoretische Grundlage unterteilt sich in drei Bereiche: Lerntheorien und -ansätze, mediendidaktische Theorien und Kompetenztheorien. Hinzu kommen weitere Einflussfaktoren (Abbildung 10).

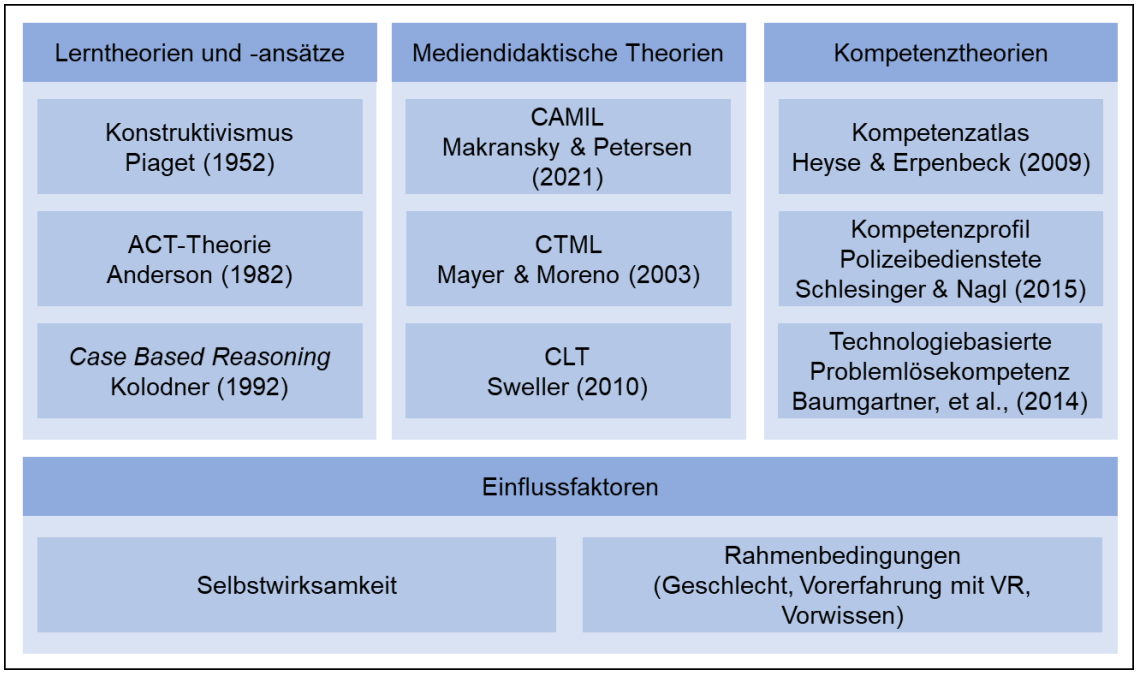


Abbildung 10: Zugrunde liegendes Rahmenmodell (eigene Darstellung)

Lerntheorien und -ansätze. Der Konstruktivismus ist ein zentraler lerntheoretischer Ansatz beim Lernen in virtuellen Lernumgebungen. Durch die aktive und selbstgesteuerte Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand konstruiert jeder Lernende durch das Erleben und Erfahren seine eigene Realität, um Fähigkeiten und Fertigkeiten zu erwerben. VR-Lernumgebungen bieten Lernenden die Möglichkeit realitätsnahe Situationen zu erleben und sich so auf zukünftige potentielle Situationen ihres Berufsalltags vorzubereiten. Durch die Berücksichtigung der konstruktivistischen Prinzipien kann der Lernprozess optimiert werden, da die Lernenden ihr Wissen aufbauen und ihre Fähigkeiten in einer authentischen virtuellen Lernumgebung erweitern. Da das Lernen in VR vor allem auf dem Konstruktivismus aufbaut, werden die lerntheoretischen Ansätze des Behaviorismus und Kognitivismus nicht weiter berücksichtigt. Ergänzend wird die ACT-Theorie nach Anderson (1982) herangezogen (2.2.2), die eine theoretische Grundlage für das in dieser Arbeit zu untersuchende Szenario bietet, indem ausgehend vom Faktenwissen Wissen prozeduralisiert wird. Gemäß der zweiten Stufe der ACT-Theorie, der Kompilation, wird Faktenwissen durch

wiederholte Übung in prozedurales, anwendbares Wissen (Fertigkeiten, Abläufe) überführt (Gruber, 2008, S. 100). Polizeiliche Übungssituationen konzentrieren sich auf das Trainieren von Handlungsabläufen. Dies lässt sich auch mit VR-Einsatzsimulationen in der polizeilichen Ausbildung realisieren, indem prozedurales Wissen in einer realitätsnahen und sicheren Umgebung geübt und wiederholt werden kann (Buchner & Aretz, 2020, S. 202; Conrad, Dölker, Kablitz, & Schumann, 2022, S. 242). Kompetenzen sind ohne Wissen nicht denkbar (Heyse, 2010, S. 69). Prozedurales Wissen umfasst Wissen über Vorgehensweisen und Strategien, wie eine bestimmte Handlung auszuführen ist und wie Wissen in neuen Situationen angewendet werden soll (Transfer). Die ACT-Theorie erklärt, wie Handlungskompetenz gefördert werden kann. In dem zu untersuchenden Szenario soll diese in Form der situationsadäquaten Handlungskompetenz gefördert werden, weshalb die ACT-Theorie als Grundlage herangezogen wird.

Das *Case Based Reasoning* ist ein weiterer Ansatz im Rahmen des Kompetenzerwerbs. Es stellt die theoretische Grundlage für das fall- und problembasierte, virtuelle Szenario dar, das sich möglichst nah an einer authentischen Situation der Zielgruppe orientiert (2.3.2). Da VR die Lernenden in den Mittelpunkt stellt und diese sich in realitätsnahen Situationen wiederfinden, entstehen immersive Erlebnisse. Ziel ist es auch in VR-Einsatzsimulationen eine Lösungsfindung zu unterstützen, die bei den Lernenden eine kritische Reflexion der Lerninhalte fördert. Die Auseinandersetzung mit authentischen Problemen in VR kann neben der Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz die Entscheidungskompetenz und das Beurteilungsvermögen fördern. Bei allen handelt es sich um Kern- und Schlüsselkompetenzen von Polizeibediensteten. Trotz der Berücksichtigung der ACT-Theorie und des *Case Based Reasonings* kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Phänomen des trägen Wissens beim Lernen im hier gegenständlichen VR-Szenario auftritt.

Mediendidaktische Theorien. Um das Lernen mit VR zu erklären, werden mediendidaktische Theorien herangezogen. Das CAMIL von Makransky & Petersen (2021) beschreibt das Lernen mit immersiven Technologien und dessen Einflussfaktoren (4.4.1). Sie stellen im Modell dar, dass das Präsenzerleben und die Interaktionsmöglichkeiten in immersiven Umgebungen sich positiv auf das Lernergebnis auswirken. Ebenfalls von Bedeutung ist die CTML (Mayer & Moreno, 2003), die sich mit den kognitiven Prozessen befasst, die beim Lernen durch multimediale Inhalte auftreten (4.4.2). Dies ist beim Lernen in VR auch für Lernende relevant. Die Informationsverarbeitung erfolgt in zwei Kanälen, dem auditiven und dem visuellen Kanal (Mayer & Moreno, 2003, S. 44). Da jede Informationsverarbeitung kognitive Kapazitäten benötigt und die CLT auf technologiegestütztes Lernen angewendet werden

kann (Sweller, 2020, S. 14), muss sie berücksichtigt werden. Sie setzt sich mit den Grundlagen kognitiver Belastung auseinander (Sweller, 2010). Ziel ist es, immersive Lernumgebungen so zu gestalten, dass die kognitive Belastung der Lernenden optimal gesteuert wird, um ein effektives Lernen zu ermöglichen. Das TAM wird in dieser Arbeit ausschließlich als Grundlage zur Erklärung der Benutzerfreundlichkeit von Technologien genutzt.

Kompetenztheorien. Zur Herleitung der Kompetenzdefinition wurden die Kompetenzverständnisse nach Roth (1971), Weinert (2001), Klieme & Leutner (2006) sowie KMK (2021) zugrunde gelegt. Basierend auf dem Kompetenzatlas von Heyse & Erpenbeck (2009) wurde schließlich Schlesinger & Nagl (2015) als wesentliches Kompetenzmodell dieser Arbeit für Polizeibedienstete im uniformierten Streifendienst herangezogen (3.5). Das Kompetenzprofil berücksichtigt drei Kern- und zwei Schlüsselkompetenzen, die in unterschiedlichem Ausmaß von den Studierenden im Rahmen des VR-Szenarios gestärkt werden sollen. Diese werden in der situationsadäquaten Handlungskompetenz sichtbar. Die Möglichkeit, in VR realitätsnahe Einsatzsituationen zu trainieren, sollte nach dem ACT-Modell von Anderson (1982) die Durchführung von Handlungsabläufen und die Handlungskompetenz stärken.

Das Kompetenzprofil von Schlesinger & Nagl (2015) wurde in dieser Arbeit um die technologiebasierte Problemlösekompetenz nach Baumgartner, et al. (2014) erweitert, um den Anforderungen des VR-Szenarios gerecht zu werden (3.4). Baumgartner, et al. (2014, S. 377) definieren die technologiebasierte Problemlösekompetenz als „die Fähigkeit berufliche Anforderungen im Zusammenhang mit der Anwendung der IKT bzw. Computernutzung zu bewältigen“. Da in dem VR-Szenario mit einer für die Studierenden weitestgehend neuartigen Technologie umgegangen werden muss, ist anzunehmen, dass der dadurch in Gang gesetzte Problemlöseprozess dazu führt, dass die Studierenden dieser Kompetenz im Nachgang eine höhere Bedeutung beimessen. Die Medienkompetenz nach Baacke (1997) genügt nicht hinreichend den Anforderungen zum Lernen in VR, weswegen zur Ergänzung des Kompetenzmodells dieser Arbeit die technologiebasierte Problemlösekompetenz verwendet wurde. Danach werden die Nutzenden nicht primär als Rezipierende gesehen, die die Wirkungen der Medien wahrnehmen, sondern vielmehr als aktiv Handelnde, die mit diesen reflektiert und kompetent umgehen (Kerres, 2018, S. 62). Daher wird der wahrgenommene Kompetenzzuwachs, der auf einer Selbsteinschätzung der Studierenden basiert, erfasst.

Einflussfaktoren. Neben den theoretischen Grundlagen wurden verschiedene Variablen (Selbstwirksamkeitserwartung sowie unterschiedliche Rahmenbedingungen Geschlecht, Vorerfahrung mit VR und Vorwissen) identifiziert, die den Lernprozess in VR beeinflussen können. Die gewählten Einflussfaktoren sowie die im Rahmen dieser Arbeit

zu untersuchenden Variablen lassen sich theoretisch im CAMIL (Makransky & Petersen, 2021, S. 943) verorten und können in Medienvergleichsstudien wiedergefunden werden (u. a. Parong & Mayer, 2018; Makransky, Petersen, & Klingenberg, 2020; Petersen, et al., 2020; Mulders, et al., 2022).

Das Konzept der Selbstwirksamkeit aus der sozial-kognitiven Theorie von Bandura (1977) befasst sich mit der Einstellung und der Überzeugung mit einer Technologie gut umgehen zu können. Sie kann sich positiv auf die Wahrnehmung von Kompetenzen und Wissen auswirken (Bandura, 1997). In Übereinstimmung mit der sozial-kognitiven Theorie könnte die technologische Selbstwirksamkeit der Studierenden eine wichtige Ergebnisvariable für den Lernerfolg sein (Webster & Hackley, 1997, S. 1284). Makransky & Petersen (2021) haben die Selbstwirksamkeit in ihrem Modell ebenfalls für immersive Szenarien berücksichtigt. Auch Compeau & Higgins (1995, S. 122) stellen einen Zusammenhang zwischen hoher Selbstwirksamkeit und der besseren Leistung mit Computern her. Das Vorwissen der Lernenden ist ebenfalls ein wichtiger Einflussfaktor für den Lernerfolg (Mayer & Moreno, 2003, S. 44). Mit zunehmendem Studienfortschritt erwerben die Studierenden zusätzliches polizeiliches Wissen und verfügen außerdem über mehr praktische Erfahrungen. Vorerfahrungen mit der VR-Technologie können sich positiv auf das Lernergebnis auswirken, da vertraute Nutzende sich schneller in der Umgebung zurechtfinden und sich stärker auf den Lerninhalt konzentrieren können (Makransky & Petersen, 2021). Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Technologieakzeptanz und -nutzung können ebenfalls den Lernprozess in VR-Lernumgebungen beeinflussen (Venkatesh, et al., 2003). Geschlechtsspezifische Unterschiede in Vorerfahrungen mit Medien wurden u. a. in den Studien von Yang, et al. (2024) und Maneuvrier (2024) festgestellt, weswegen dies auch den Zusammenhang zwischen der Vorerfahrung mit der VR-Technologie und der Einstellung zum Lernen mit dieser beeinflussen könnte. Die Einstellung zu VR wurde von Tangocci, et al. (2023) untersucht. Pletz & Zinn (2018) fanden heraus, dass die wahrgenommene Nützlichkeit von Personen mit Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie signifikant höher bewertet wurde.

Das Rahmenmodell vereint konstruktivistische, mediendidaktische und kompetenzorientierte Ansätze, um den Einsatz von VR in der polizeilichen Ausbildung näher zu erforschen. Hierbei steht die situationsadäquate Handlungskompetenz im Fokus. Die Betrachtung wird ergänzt um die technologiebasierte Problemlösekompetenz sowie ausgewählte Einflussfaktoren. Aus dem Rahmenmodell ergeben sich im nächsten Kapitel die Forschungsfrage und die Hypothesen.

7 Forschungsfrage und Hypothesen

Die Auswirkungen des Einsatzes der VR-Technologie als Lernmedium auf Lernprozesse bzw. -ergebnisse wurden, wie den vorherigen Kapiteln zu entnehmen ist, in bisherigen Studien nicht hinreichend berücksichtigt. Zudem wurden Effekte von VR kaum im Kontext der polizeilichen Ausbildung erforscht. Im Nachfolgenden werden die Hypothesen und Annahmen näher vorgestellt, um den Forschungsdesideraten im Rahmen der vorliegenden Arbeit nachzugehen.

Aus der Darstellung der bisherigen Ausführungen zum Forschungsstand soll mithilfe dieser Arbeit folgende Forschungsfrage beantwortet werden:

> *Welche Auswirkungen hat der Einsatz der VR-Technologie als Lernmedium auf Lernprozesse und -ergebnisse (insbesondere auf die Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses von Kern- und Schlüsselkompetenzen) von Studierenden im Rahmen der polizeilichen Ausbildung am Beispiel komplexer Einsatzsituationen?*

Zur Strukturierung der Forschungsfrage werden die nachfolgenden Oberfragestellungen mit ihren jeweiligen Unterfragestellungen sowie die Hypothesen abgeleitet:

1. Welchen Einfluss hat der wahrgenommene Kompetenzzuwachs auf die Lernergebnisse der Studierenden?

   H1: Studierende, die einen hohen Kompetenzzuwachs wahrnehmen, erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende, die einen niedrigen Kompetenzzuwachs wahrnehmen.

2. Wie verändert sich die Selbsteinschätzung der Studierenden im Hinblick auf die Kern- und Schlüsselkompetenzen vor und nach der VR-Einsatzsimulation?
   a. in Bezug auf die technologiebasierte Problemlösekompetenz?

      H2a: Der Mittelwert der Selbsteinschätzung der technologiebasierten Problemlösekompetenz der Studierenden weist nach der VR-Einsatzsimulation höhere Werte auf als vor der VR-Einsatzsimulation.
   b. in Bezug auf die situationsadäquate Handlungskompetenz?

      H2b: Der Mittelwert der Selbsteinschätzung der situationsadäquaten Handlungskompetenz der Studierenden weist nach der VR-Einsatzsimulation höhere Werte auf als vor der VR-Einsatzsimulation.

3. Wie beeinflussen das subjektive Präsenzerleben und die Interaktionsmöglichkeiten die Lernprozesse und -ergebnisse in der VR-Einsatzsimulation?

a. Inwiefern beeinflusst das subjektive Präsenzerleben die Ergebnisse im Wissenstest?

   H3a: Studierende mit einem hohen subjektiven Präsenzerleben in der VR-Einsatzsimulation erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende mit einem niedrigen subjektiven Präsenzerleben in der VR-Einsatzsimulation.

b. Inwiefern beeinflussen die bewerteten Interaktionsmöglichkeiten die Ergebnisse im Wissenstest?

   H3b: Studierende, die die Interaktionsmöglichkeiten in der VR-Einsatzsimulation positiv bewerten, erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende, die die Interaktionsmöglichkeiten in der VR-Einsatzsimulation negativ bewerten.

c. Inwiefern beeinflussen die Interaktionsmöglichkeiten das subjektive Präsenzerleben?

   H3c: Studierende, die die Interaktionsmöglichkeiten in der VR-Einsatzsimulation positiv bewerten, haben ein höheres subjektives Präsenzerleben als Studierende, die die Interaktionsmöglichkeiten in der VR-Einsatzsimulation negativ bewerten.

4. Inwiefern beeinflussen individuelle Faktoren, wie Selbstwirksamkeit, Geschlecht, Studienjahr und Vorerfahrung mit der VR-Technologie, das Ergebnis im Wissenstest?

   a. Inwiefern beeinflusst die Selbstwirksamkeitserwartung das Ergebnis im Wissenstest?

      H4a: Studierende mit hoher Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf das Lernen in einer VR-Lernumgebung erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende mit niedriger Selbstwirksamkeitserwartung.

   b. Inwiefern beeinflusst die Vorerfahrung mit der VR-Technologie das Ergebnis im Wissenstest?

      H4b: Studierende mit Vorerfahrungen im Umgang mit der VR-Technologie erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende ohne Vorerfahrungen im Umgang mit der VR-Technologie.

   c. Inwiefern beeinflusst das Studienjahr das Ergebnis im Wissenstest?

      H4ci: Studierende im dritten Studienjahr erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende im zweiten Studienjahr.

      H4cii: Studierende im zweiten Studienjahr erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende im ersten Studienjahr.

      H4ciii: Studierende im dritten Studienjahr erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende im ersten Studienjahr.

d. Inwiefern beeinflussen das Geschlecht und die Vorerfahrungen mit der VR-Technologie die Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie?
   H4di: Männliche Studierende haben eine positivere Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie als weibliche Studierende.
   H4dii: Männliche Studierende haben mehr Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie als weibliche Studierende.
   H4diii: Studierende mit Vorerfahrung im Umgang mit VR-Technologie haben eine positivere Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie als Studierende ohne Vorerfahrung mit der VR-Technologie.

8 Methodisches Vorgehen

In diesem Kapitel wird unter Bezugnahme auf die theoretischen Grundlagen und die Forschungsfrage die Wahl der Forschungsmethoden begründet. Ziel ist es, empirisch fundierte Ergebnisse zu Lernprozessen und -ergebnissen (insbesondere zur Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses von Kern- und Schlüsselkompetenzen) mittels VR-Technologie zu gewinnen. Der methodische Teil der vorliegenden Arbeit gliedert sich in sieben Abschnitte: Forschungsdesign (8.1), Feldstudie (8.2), Aufbau des Forschungsvorhabens (8.3), Erhebungs- und Auswertungsmethoden (8.4), inhaltsanalytische Gütekriterien (8.5), Durchführung der Studien (8.6) und Stichproben der Studien (8.7).

8.1 Forschungsdesign

Das Forschungsdesign zur Überprüfung der aufgestellten Hypothesen basiert auf einem Methodenmix, der sowohl quantitative als auch qualitativ-empirische Verfahren miteinander kombiniert. Während sich die quantitative Forschung aufgrund der größeren Fallzahlen auf die nummerische Erhebung von Daten und die statistische Auswertung fokussiert (Salheiser, 2022, S. 1519), konzentriert sich die qualitative Forschung auf die Analyse von Daten und bezieht die subjektive Wahrnehmung der Forschenden als Bestandteil der Erkenntnis mit ein (Flick, von Kardorff, & Steinke, 2022, S. 25). Durch den Einsatz der qualitativen Methoden soll ein vertieftes Verständnis eines Phänomens und seiner Auswirkungen sowie eine nähere Wahrnehmung der Ansichten und Verhaltensweisen der Beteiligten erlangt werden (Miles, Huberman, & Saldana, 2020, S. 8).

8.2 Rahmenbedingungen des Designs: Feldstudie

Die vorliegende Untersuchung wurde als Feldstudie durchgeführt, die den Einsatz der VR-Technologie anhand einer exemplarischen Einsatzsituation in der polizeilichen Ausbildung untersucht. Feldstudien sind im Gegensatz zu Laborstudien dadurch gekennzeichnet, dass mit ihnen eine Vielzahl an Unwägbarkeiten einhergeht. Bei Laborstudien handelt es sich um künstliche Arrangements, die für Forschungszwecke geschaffen werden (Breidenstein, Hirschauer, Kalthoff, & Nieswand, 2020, S. 37). Während sich ethnologische Feldforschungen häufig über mehrere Jahre erstrecken, umfassen Feldphasen in der Soziologie oder Erziehungswissenschaft im Wesentlichen einen Zeitraum von einigen Monaten bis zu einem Jahr (Breidenstein, et al., 2020, S. 38). Charakteristisch für die Feldstudie sind die Offenheit und Entwicklung im Forschungsprozess. Feldforschung ist eine zentrale Methode der empirischen Sozialforschung zur Erhebung von Daten in lebensweltlichen Zusammenhängen im Feld. Dabei können verschiedene, vornehmlich qualitative Methoden, wie Interviews, Beobachtungen und Befragungen angewendet werden (Strübing, 2024, S. 58). Feldforschung beruht auf unmittelbaren, eigenen Erfahrungen (Becker & Escher, 2013, S. 146). In der Ethnographie ist die teilnehmende Beobachtung ein wesentlicher Bestandteil der Untersuchung, bei der die Forschenden in eine für sie fremde Lebenswelt eindringen um am Alltag der Beforschten teilzunehmen (Girtler, 2001, S. 17). Bei der teilnehmenden Beobachtung werden häufig durch die Forschenden Feldnotizen angefertigt. Eine zentrale Herausforderung bei der Beobachtung vor Ort ist die „Komplexität und Geschwindigkeit des situativen Geschehens“ (Breidenstein, et al., 2020, S. 88). Zu einer freien Feldforschung gehört auch das Gespräch und alle Mittel (bspw. informelle Gespräche, Dokumente aller Art, Fotos), die die Forschenden heranziehen um etwas über die Beforschten aussagen zu können (Girtler, 2001, S. 31). Eine Beschränkung auf einen bestimmten Datentyp gibt es nicht. Vielmehr werden Datentypen miteinander kombiniert. Die Forschenden sammeln alles an Eindrücken und Daten, was gewinnbringend erscheint (Breidenstein, et al., 2020, S. 83). Der iterative Prozess zwischen Gewinnung und Analyse von Daten ist zentral für den Forschungsaufbau, da die Erkenntnisse aus der Analyse direkt in nachfolgende Erhebungsmethoden und -phasen etabliert werden (Breidenstein, et al., 2020, S. 51). Infolgedessen kehren die Forschenden mit präzisierten Fragestellungen und einem veränderten Blickwinkel in das Forschungsfeld zurück, um die Datenerhebung zu optimieren.

Um ein besseres Verständnis für den Polizeiberuf zu bekommen, hat die Autorin im August 2023 ein fünftägiges Gastpraktikum bei einer PI in Rheinland-Pfalz absolviert.

Dabei lernte sie die typischen Aufgaben von Polizeibediensteten sowie polizeiliche Abläufe kennen, durfte die Polizeibediensteten bei ihren Einsätzen begleiten und erfuhr aus erster Hand, was Polizeiarbeit bedeutet. Der Austausch mit den Polizeibediensteten lieferte gewinnbringende Informationen und Erkenntnisse, die Eingang in die Gestaltung des VR-Szenarios und der Erhebungsmethoden fanden.

Im Laufe des Forschungsvorhabens haben sich mehrere Unwägbarkeiten realisiert, weswegen das Forschungsdesign aufgrund verschiedener Faktoren Anpassungen unterzogen wurde. Zu Beginn des Forschungsvorhabens wurde angenommen, dass eine interaktive und performante VR-Lernumgebung existiert, in der die Studierenden Kompetenzen erwerben können und die VR-Technologie dazu beiträgt, den Erwerb von technologiebasierter Problemlösekompetenz und situationsadäquater Handlungskompetenz zu unterstützen. Da sich im Verlauf der Studien verschiedene Herausforderungen ergaben (die Verfügbarkeit der Studierenden und der Beschäftigten, die im Rahmen der Untersuchungen unterstützten, technische Einschränkungen sowie zeitliche und räumliche Beschränkungen), war es erforderlich das Forschungsdesign der Arbeit anzupassen. In der anfänglichen Planung war ein VR-Szenario zum Thema Banküberfall vorgesehen. Im Rahmen des Gastpraktikums wurde das angedachte Szenario mit den Polizeibediensteten kritisch reflektiert. Da Banküberfälle in der heutigen Zeit eine Ausnahme darstellen, Überfälle auf Tankstellen hingegen häufiger auftreten, wurde das Szenario angepasst. Der Erhebungsplan sah zunächst zwei Studien (Vor- und Hauptstudie) für die Datenerhebung sowie zwei unterschiedliche Messzeitpunkte (MZP) bei unterschiedlichen Studiengruppen vor. Auf der Vorstudie aufbauend sollten Anpassungen für die Hauptstudie vorgenommen werden, um diese mit jeweils 70 Studierenden im ersten, zweiten und dritten Studienjahr durchzuführen. Diese Stichprobengröße ließ sich aus organisatorischen und zeitlichen Gründen nicht realisieren. Mit zunehmender Laufbahnerfahrung sollten die Problemstellung des Szenarios und die zu erwerbenden Kompetenzen komplexer werden. Für Studierende im dritten Studienjahr sollte die Problemlage erweitert werden. Sie sollten nach dem flüchtigen Täter im Nahbereich fahnden. Dementsprechend wäre auch die VR-Lernumgebung differenziert worden. Für Studierende des ersten und zweiten Studienjahres hätte sie aus zwei, für Studierende des dritten Studienjahres aus drei Stationen bestanden (Abbildung 11).



Abbildung 11: Ursprüngliche Stationen der Lernumgebung (eigene Darstellung)

Die Rückmeldungen und Beobachtungen der Studierenden in der Vorstudie zeigten, dass die Vielzahl an Informationen für Studierende des ersten Studienjahres überfordernd war und diese noch nicht über die notwendigen polizeilichen Kenntnisse verfügten, um mit diesen eigenständig umgehen zu können. Der daraus zusätzlich resultierende methodische und technische Anpassungsbedarf erforderte die Durchführung einer Zwischenstudie, um sicherzustellen, dass in der Hauptstudie belastbare Erkenntnisse generiert werden können. Insbesondere betraf dies den Wissenstest und die Gestaltung des VR-Szenarios. Aufgrund der Erkenntnisse in der Zwischenstudie wurde das Forschungsdesign abermals überarbeitet. Basierend auf den Rückmeldungen der Studierenden aus der Vorstudie wurden Zeugenaussagen nicht in Textboxen, sondern in Audiosequenzen dargestellt. Um einen möglichst hohen Standardisierungsgrad in dem Szenario abzubilden, wurde für die Hauptstudie eine Weiterentwicklung vorgenommen, sodass die Zeugenaussagen in Textboxen und durch Audiosequenzen gleichzeitig dargestellt wurden. Die Hauptstudie war auf die Erhebung des Hauptdatensatzes ausgelegt. Studierende des zweiten Studienjahres sollten das Grundsetting und Studierende des dritten Studienjahres das erweiterte Setting durchlaufen. Da für die Hauptstudie Studierende des dritten Studienjahres nicht zur Verfügung standen, konnte das erweiterte Setting nicht genutzt werden. Die Durchführung erfolgte – abweichend von der Planung – mit Studierenden des ersten und zweiten Studienjahres. Bearbeitet wurde von allen das Grundsetting.

Eine weitere Erkenntnis aus der Vor- und Zwischenstudie war, dass es für die Studierenden in der VR-Umgebung herausfordernd war Kompetenzen zu erwerben und den Kompetenzerwerb zu beschreiben, weswegen die Forschungsfrage geringfügig angepasst wurde: Statt Erwerb von Kompetenzen wurde der Fokus auf die Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses gelegt. Zudem wurde ein Prä-Post-Vergleich

zur Kompetenzeinschätzung eingeführt und das Leitfadeninterview überarbeitet. Der Wissenstest wurde für die Hauptstudie erneut hinsichtlich der Komplexität reduziert.
Um den Datensatz mit Studierenden des dritten Studienjahres zu komplettieren, wurde das Forschungsdesign um eine vierte Studie erweitert. Zur besseren Vergleichbarkeit und um die Stichprobe zu vergrößern wurde auch im dritten Studienjahr ausschließlich das Grundsetting eingesetzt. Das Leitfadeninterview wurde fortgeschrieben. Die Studierenden wurden aufgefordert ausgewählte Kompetenzen anhand von beispielhaften Situationen im VR-Szenario zu beschreiben. Zudem wurden Fragen gestellt, die eine tiefergehende Auseinandersetzung mit dem Szenario (Zeugen, Objekte) förderten.
Um den Beobachtungen der Hauptstudie, in der die Studierenden Anzeichen von Überlastungen zeigten, gezielter nachzugehen, wurden die Erhebungsmethoden für die Ergänzungsstudie um den Fragebogen zur kognitiven Belastung ergänzt.
Auf Basis der theoretischen Vorarbeiten wurde eine Feldstudie designt, die aufgrund von Unwägbarkeiten in einen *Design-Based Research*-Ansatz mündet. Der *Design-Based Research*-Ansatz ist in der Bildungsforschung ein methodologisches Rahmenkonzept, das dazu beiträgt für didaktische Herausforderungen in der Praxis Lösungen zu entwickeln (Reinmann, 2005, S. 62). Zentral bei *Design-Based Research* ist, dass Probleme angegangen werden, die sowohl wissenschaftlich als auch praktisch von Bedeutung sind (Edelson, 2002, S. 105).
Design-Based Research wird in der Literatur mit verschiedenen Begriffen beschrieben, u. a. *Design Research* (Collins, Joseph, & Bielaczyc, 2004; Edelson, 2002), *Design Studies* und *Design Experiments* (van den Akker, 1999, S. 3), die weitgehend synonym gebraucht werden. *Design-Based Research* findet u. a. bei technologischen Interventionen Anwendung (Anderson & Shattuck, 2012, S. 24). In einem iterativen Vorgehen werden Interventionen designt, erprobt, analysiert und erneut designt (Reinmann, 2005, S. 59; Fraefel, 2014, S. 9). Im Mittelpunkt des zyklischen Vorgehens steht das Verstehen und Verändern von Interventionen in der Praxis. Die Forschenden nutzen die iterativen Zyklen von Design und Implementierung um die Erstellung, Umsetzung und Analyse der Interventionen sorgfältig und systematisch zu dokumentieren (Anderson & Shattuck, 2012, S. 16). Die daraus gewonnenen Erkenntnisse fließen in das Re-Design ein (Edelson, 2002, S. 106). So können Probleme, Lösungen und Prinzipien, mit denen sie am besten angegangen werden, neu definiert werden (Amiel & Reeves, 2008, S. 35). Die Abweichungen und Änderungen vom ursprünglichen Forschungsplan werden dokumentiert (Wang & Hannafin, 2005, S. 11). Es entstehen häufig umfangreiche Datensätze, die nicht allumfassend analysiert werden (Collins, Joseph, & Bielaczyc, 2004, S. 40).

Das iterative Vorgehen ermöglicht eine fortlaufende Optimierung der Interventionen. Die Entscheidungen werden an die Bedingungen des jeweiligen Kontextes angepasst (Reinmann, 2005, S. 59), weswegen einerseits praxisnahe Ergebnisse erzielt werden, die sich andererseits nur bedingt auf andere Settings übertragen lassen. Eine partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Forschenden und Praktizierenden bildet die Grundlage um Interventionen erfolgreich zu gestalten (Anderson & Shattuck, 2012, S. 17), weshalb eine enge Einbindung der Forschenden erfolgen sollte (Barab & Squire, 2004, S. 10).

Im Rahmen des Prozesses werden verschiedene quantitative und qualitative Methoden (darunter Beobachtungen, Interviews, Dokumentenanalysen, Feldnotizen, Umfragen) zur Zielerreichung berücksichtigt (Anderson & Shattuck, 2012, S. 16). Die jeweiligen Methoden basieren auf einschlägiger Forschung, Theorie und Praxis und variieren in den verschiedenen Phasen, da sich in der Umsetzung unvorhergesehene Herausforderungen ergeben können und sich dadurch der Forschungsschwerpunkt verlagern kann (Wang & Hannafin, 2005, S. 8). Bei der Entwicklung durch mehrere Iterationen ist es herausfordernd, den Zeitpunkt zu bestimmen, wann das gesamte Vorhaben abgeschlossen ist (Anderson & Shattuck, 2012, S. 17). Am Ende eines Zyklus werden die entwickelten Interventionen und das erhobene Datenmaterial reflektiert und mit der realen Umgebung sowie der einschlägigen Literatur abgeglichen, um ihre Praxisnähe und Nutzbarkeit sicherzustellen und zugleich Theorien zu entwickeln (Wang & Hannafin, 2005, S. 17). Der *Design-Based Research*-Ansatz wurde in dieser Arbeit in vier Zyklen durchlaufen, wobei ein Zyklus jeweils einer Studie entspricht (Abbildung 12).

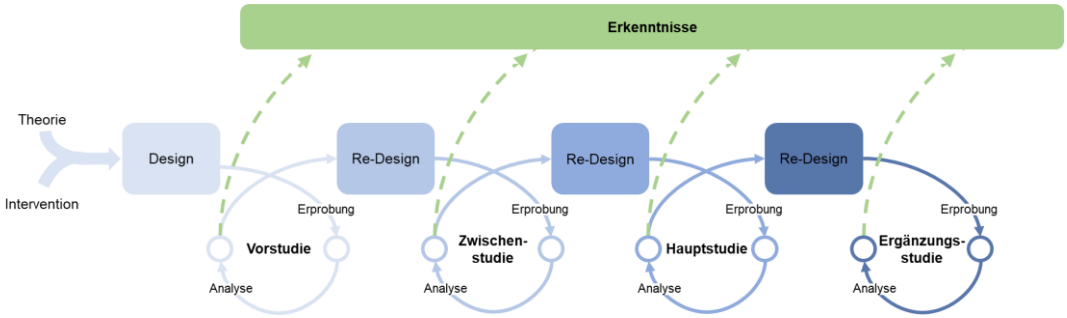


Abbildung 12: *Design-Based Research*-Ansatz dieser Arbeit in Anlehnung an Fraefel (2014, S. 9)

Der designbasierte Ansatz zielt darauf ab, theoretisches Verständnis zu fördern und kontextbezogene Interventionen in realen Lernumgebungen zu entwickeln und durchzuführen (Wang & Hannafin, 2005, S. 8). Darüber hinaus sollen die Ergebnisse in eine verbesserte praktische Umsetzung münden und so die Kluft zwischen Forschung und Praxis im Bildungsbereich reduzieren (Anderson & Shattuck, 2012, S. 16; Edelson, 2002, S. 107). Im nachfolgenden Kapitel wird der Aufbau des Forschungsvorhabens anhand der Studien mit ihren jeweiligen Instrumenten beschrieben.

8.3 Aufbau des Forschungsvorhabens

Auf der Grundlage der Befunde aus Kapitel 4 wurde ein Untersuchungsdesign konzipiert, um den Erfordernissen der Fragestellungen nachzugehen. Der Aufbau des Forschungsvorhabens strukturiert sich in die nachfolgenden Studien und Instrumente (Tabelle 8):

Studien	Instrumente	Items/ Fragen	n
Vorstudie	P & P-Befragung	4x Items zur Selbstwirksamkeit 1x Item zur Einstellung zum Lernen mit VR 1x Item Erwartungen polizeiliches Szenario 3x Kompetenzen Polizei 6x Kompetenzen (Kompetenzprofil) Prä	15
	Wissenstest	5x Freitextfragen 6x Fragen zur Satzvervollständigung 1x anwendungsorientierte Fragen	15
	Leitfadeninterview	6x Blöcke mit insgesamt 15 Fragen	15
Zwischenstudie	Wissenstest	5x Freitextfragen 5x Fragen zur Satzvervollständigung 5x anwendungsorientierte Fragen	5
	Leitfadeninterview	6x Blöcke mit insgesamt 14 Fragen	5
Hauptstudie	P & P-Befragung	4x Items zur Selbstwirksamkeit 1x Item zur Einstellung zum Lernen mit VR 1x Item Erwartungen polizeiliches Szenario 3x Kompetenzen Polizei 6x Kompetenzen (Kompetenzprofil) Prä/ Post	48
	Wissenstest	5x Freitextfragen 1x Frage mit Auswahlmöglichkeiten 2x Fragen zur Satzvervollständigung 5x anwendungsorientierte Fragen	48
	Leitfadeninterview	6x Blöcke mit insgesamt 16 Fragen	48
Ergänzungsstudie	P & P-Befragung	4x Items zur Selbstwirksamkeit 1x Item zur Einstellung zum Lernen mit VR 1x Item Erwartungen polizeiliches Szenario 3x Kompetenzen Polizei 6x Kompetenzen (Kompetenzprofil) Prä/ Post	13
	Fragebogen zur kognitiven Belastung	5x Items zu ICL 5x Items zu ECL 5x Items zu GCL	13
	Wissenstest	5x Freitextfragen 1x Frage mit Auswahlmöglichkeiten 2x Fragen zur Satzvervollständigung 5x anwendungsorientierte Fragen	13
	Leitfadeninterview	9x Blöcke mit insgesamt 20 Fragen	13

Tabelle 8: Aufbau des Forschungsvorhabens

Um Informationen über die Qualität der Items zu gewinnen, gliedert sich das methodische Vorgehen in vier Studien: Vor-, Zwischen-, Haupt- und Ergänzungsstudie. Die Vorstudie diente dazu, die zur Beantwortung der Forschungsfrage angedachten Erhebungsmethoden zu testen. Anpassungen, die aufgrund der Vorstudie erfolgten, wurden in der Zwischenstudie evaluiert, um die Erhebungsmethoden für die Hauptstudie zu finalisieren und deren Aussagekraft sicherzustellen. Die Ergänzungsstudie war eine zusätzliche Untersuchung, welche die vorherigen Studien vervollständigte und bei der

zusätzliche Daten zu Fragen erhoben wurden, die während der Hauptstudie aufgekommen waren.

8.4 Erhebungs- und Auswertungsmethoden

Um der Forschungsfrage nachzugehen wurden mehrere Erhebungsmethoden eingesetzt (P & P-Befragung (8.4.1), Fragebogen zur kognitiven Belastung (8.4.2), Wissenstest (8.4.3), Leitfadeninterview (8.4.4) und Beobachtung (8.4.5)). Die Erhebungsmethoden wurden in mehreren Iterationen mit den fachlichen Ansprechpersonen der HdP abgestimmt. Eng verbunden mit der Entscheidung über die Wahl der Erhebungsmethoden ist die Frage nach einer geeigneten Auswertungsmethode.

8.4.1 Paper-Pencil-Befragung

Bei der Paper-Pencil-Befragung (P & P-Befragung) handelt es sich um eine anonyme papierbasierte Befragung mit einem Schreibstift zur Informationsgewinnung in einem bestimmten Themengebiet. Die P & P-Befragung wurde vor der VR-Einsatzsimulation eingesetzt und untergliederte sich in fünf Bereiche, bestehend aus offenen und geschlossenen Fragestellungen: Angaben zur momentanen Einstellung (Selbstwirksamkeitserwartung), Einstellung zum Lernen mit VR, Erwartungen an ein polizeiliches Szenario, Einschätzung der Kompetenzen für Polizeibedienstete sowie des Kompetenzprofils (Anhang A, II). Als soziodemografische Daten wurden Studienjahr, Geschlecht und Alter erfasst.

Die Angaben zur Selbstwirksamkeit wurden über nachfolgende Items (in Anlehnung an Rheinberg, Vollmeyer, & Burns, 2001) abgefragt, die von den Studierenden auf einer Likert-Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 5 (trifft zu) eingestuft wurden:

- Ich freue mich darauf, ein polizeiliches Szenario mittels VR-Technologie auszuprobieren.
- Ich bin gespannt darauf, wie ich mich im VR-Szenario zurechtfinden werde.
- Ich bin davon überzeugt, dass ich den Sachverhalt in der VR-Lernumgebung gut meistern werde.
- Ich befürchte, dass ich die Anforderungen der VR-Lernumgebung nicht vollumfänglich bewältigen werde.

Die Einstufung der Studierenden zu allen Items wurde addiert, so dass ein Gesamtwert für die Selbstwirksamkeitserwartung gebildet wurde. Bei der P & P-Befragung der vorliegenden Arbeit sollten die Studierenden zudem ihre Einstellung zum Lernen mit VR auf einer Likert-Skala von 1 (ablehnend) bis 5 (offen und neugierig) einschätzen und ihre

Antwort kurz begründen. Die Fragen drei und vier wurden als offene Fragen gestellt. Bei Frage drei gaben die Studierenden an, welche Erwartungen sie an ein polizeiliches Szenario haben. Zu Frage vier erhielten die Studierenden zur Beantwortung eine Übersicht ausgewählter Kompetenzen unter Rückbezug auf den Kompetenzatlas von Heyse & Erpenbeck (2009, S. XIII) als Orientierungshilfe. Die Auswahl der Kompetenzen beruht auf dem Kompetenzprofil für den uniformierten Streifendienst nach Schlesinger, et al. (2016, S. 75). Nach der Auswahl der relevanten Kompetenzen für Polizeibedienstete, begründeten die Studierenden diese. Um ein einheitliches Verständnis bei den Teilnehmenden zu Frage fünf sicherzustellen, wurden die zu bewertenden Kompetenzen des Kompetenzprofils dieser Arbeit definiert. Das Durchlesen der kurzen Kompetenzerklärungen war nicht zwingende Voraussetzung für das Ausfüllen des Fragebogens, jedoch förderlich für das Verständnis und eine eindeutige Abgrenzung. Die Befragten bewerteten die Kern- und Schlüsselkompetenzen auf einer ordinalen fünfstufigen Likert-Skala von 1 (sehr schwache Relevanz) bis 5 (sehr hohe Relevanz) hinsichtlich der Relevanz für den Polizeiberuf. Eine erneute Einschätzung der Kompetenzen durch die Studierenden mittels des Fragebogens erfolgte in der Haupt- und Ergänzungsstudie zu einem zweiten Messzeitpunkt nach dem Debriefing, um eine Vergleichbarkeit der Einschätzungen vor und nach dem Szenario herzustellen. Die Zweiteinschätzung erfolgte vor dem Wissenstest, damit die Studierenden bei ihrer Einschätzung nicht durch den Wissenstest und dessen Ablauf beeinflusst waren. Ziel der Selbsteinschätzung war es eine individuelle Einschätzung und Reflexion der eigenen Person hinsichtlich spezifischer Kenntnisse und Fertigkeiten zu erlangen (Gnahs, 2010, S. 49). Selbsteinschätzungen erlauben durch die Innensicht der Studierenden einen besonderen Zugang zu Merkmalen, wie etwa zu Motivation und Einstellung (Brandt & Moosbrugger, 2020, S. 54). Da es sich bei den gegebenen Antworten um subjektive Angaben handelte, gab es keine Richtig- oder Falsch-Antworten. Die mittels P & P-Befragung gewonnenen Daten zur Selbstwirksamkeit und zur Kompetenzeinschätzung wurden statistisch ausgewertet.

8.4.2 Fragebogen zur kognitiven Belastung

Der Fragebogen zur kognitiven Belastung ist ein Instrument, das die subjektive Wahrnehmung der Teilnehmenden hinsichtlich der erlebten Belastung zu ICL, ECL und GCL bei der Bearbeitung einer Lerneinheit ermittelt. In den vergangenen Jahren haben sich die Fragebögen von Leppink, Paas, Van der Vleuten, Van Gog, & Van Merriënboer (2013) und Klepsch, et al. (2017) in der CLT-Forschung etabliert, die bei empirischen Studien zur Messung kognitiver Belastung in verschiedenen Kontexten eingesetzt

wurden (Krieglstein, Beege, Rey, Sanchez-Stockhammer, & Schneider, 2023, S. 8). In dieser Arbeit wurde der Fragebogen von Krieglstein, et al. (2023, S. 28) eingesetzt, da dieser eine methodische Weiterentwicklung durchlaufen hat und die Zunahme der Items eine differenzierte Betrachtung der Belastungsart erlaubt. Zudem sind die Items des Fragebogens auf die zu untersuchende Lernsituation anwendbar. Die Items des Fragebogens wurden für diese Studie geringfügig modifiziert (Anhang A, V).
Der Fragebogen enthält 15 Aussagen (Items) zur kognitiven Belastung, die auf der CLT von Sweller (2010) basieren – jeweils fünf Items zum ICL, ECL und GCL. Die Unterscheidung der verschiedenen kognitiven Belastungsarten kann dabei unterstützen, Überforderungen im Lernprozess zu identifizieren und besser nachzuvollziehen (Krieglstein, et al., 2023, S. 29). Die Lernenden schätzten nach der VR-Einsatzsimulation ihre wahrgenommene kognitive Belastung auf einer neunstufigen Likert-Skala von 1 (trifft überhaupt nicht zu) bis 9 (trifft voll zu) ein. Die systematische Erfassung der drei Belastungsarten ermöglicht Rückschlüsse, welche Aspekte die Lernenden in der VR-Einsatzsimulation kognitiv belastend wahrnahmen und welche Optimierungen der Lernumgebung auf Basis der Ergebnisse vorgenommen werden sollten. Die wahrgenommene kognitive Belastung der Lernenden ist ein Indikator für die kognitive Belastung, die in dieser Arbeit durch die VR-Einsatzsimulation verursacht wird (Krieglstein, et al., 2023, S. 6). Die standardisierte und quantitative Vorgehensweise stellt eine hohe Reliabilität und Validität der Ergebnisse sicher.

8.4.3 Wissenstest

Nach der VR-Erfahrung wechselten die Studierenden den Raum und bearbeiteten den Wissenstest. Ziel des Wissenstests war es, vorhandenes Wissen der Teilnehmenden, aber auch den Wissenszuwachs durch den Einsatz der VR-Technologie zu erfassen. Der Wissenstest ist eine Testart, die sich aus mehreren Fragen (Items) zusammensetzt, welche die Testperson in einem moderaten Zeitfenster zu bearbeiten hat (Brandt & Moosbrugger, 2020, S. 44; Gnahs, 2010, S. 112). Der Wissenstest ist die klassische Form um Faktenwissen zu ermitteln (Gruber & Stamouli, 2009, S. 43). Die Fragen des Wissenstests dieser Arbeit orientieren sich an curricularen Vorgaben und den Modulen im Modulhandbuch der HdP. Dem *Design-Based Research-Ansatz* folgend hat der Wissenstest eine Weiterentwicklung erfahren. Diese beruht auf den Erkenntnissen der Vor- und Zwischenstudie. Die Wissenstests der jeweiligen Studien sind dem Anhang A zu entnehmen. Der Wissenstest bestand in der Haupt- und Ergänzungsstudie aus 13 Fragen mit jeweils offenem Antwortformat, in denen kurze Antworten zu benennen bzw. zu beschreiben waren sowie aus Fragen zur Satzvervollständigung (Anhang A,

VII). Es wurden keine Antwortalternativen vorgegeben. Zwei (1.a., 5.) der 13 Fragen waren deklarativ, zur Satzvervollständigung, eine Frage (1.b.) mit Auswahlmöglichkeit (entweder oder). Die übrigen zehn Fragen waren prozedural, mit offenem Antwortformat, welche im Schwerpunkt taktische Maßnahmen erfragten.

Während der Bearbeitung des Tests waren keinerlei Hilfsmittel zulässig. Der Wissenstest unterschied zwischen fakten- und anwendungsbezogenem Wissen. Die Lernergebnisse wurden auf den Stufen Wissen (bspw. Frage 1: „Welche Merkmale charakterisieren einen typischen, welche einen atypischen Überfall?“) bis Beurteilen (Frage 4: „Beurteilen Sie die Positionierung des Streifenwagens und begründen Sie dies.“) gemessen. Ziel des Wissenstests war es, kontextspezifisches Wissen zum Tankstellenüberfall zu messen. Indem die Studierenden über grundlegendes Faktenwissen zum polizeilichen Grundschema verfügten, wendeten sie dieses in dem für sie unbekannten Szenario an. Um die Leistung der Studierenden nach dem VR-Szenario zu messen, wurden die Antworten der Studierenden als richtig oder falsch klassifiziert. Die Messung des Lernergebnisses konzentrierte sich neben dem Erinnern von Wissen auf das Bewerten und Anwenden von Wissen auf eine neue Situation. Der Wissenstest wurde anhand der Anzahl richtiger Antworten ausgewertet, indem die richtigen Antworten jeweils zu einem Testwert addiert wurden. Die Anzahl der richtig gelösten Aufgaben wurde für jede Frage berechnet, wobei jeder richtige Aspekt mit mindestens einem Punkt bewertet wurde. Insgesamt konnten bei dem Test in der Haupt- und Ergänzungsstudie 40 Punkte erzielt werden.

8.4.4 Leitfadeninterview

Um das Potenzial qualitativer Forschungsmethoden zu nutzen, den Befragten Raum für ihre eigene Darstellung zu geben und um induktiv Erkenntnisse über den wahrgenommenen Kompetenzzuwachs mittels VR-Technologie zu gewinnen, wurde das leitfadengestützte Interview eingesetzt. Durch den Einsatz eines leitfadengestützten Interviews können Informationen gewonnen und Situationen erforscht werden, die besonders nah an den Erfahrungen und Wahrnehmungen der befragten Personen liegen. Zudem sind Interviews für den gegebenen Kontext besonders geeignet, da der Forschungsgegenstand leicht verbalisiert werden kann und die subjektive Perspektive der Befragten erfasst werden soll (Kohli, 1978, S. 10).

Die Entwicklung der Fragestellungen erfolgte theoriegeleitet und wurde auf Grundlage von Untersuchungen zu den Themen VR und Kompetenzen sowie mediendidaktischer Theorien erstellt und durch die SPSS Methode nach Cornelia Helfferich (2011, S. 182) angewandt:

S Sammeln von Fragen mittels Brainstormings,

P Prüfen, überarbeiten und reduzieren auf geeignete Fragen,

S Sortieren, kategorisieren und zusammenfassen der Fragen,

S Subsumieren der Fragen und einordnen in eine sinnvolle Reihenfolge.

Das Leitfadeninterview der Haupt- und Ergänzungsstudie (Anhang A, X und XI) ist in thematische Abschnitte unterteilt, die das Interview strukturieren und gleichzeitig ein variables Vorgehen sowie Raum für Abweichungen und Erzählungen ermöglichen (Nausner, 2013, S. 196). Der Leitfaden umfasste offene Fragestellungen, die darauf abzielten, den Studierenden eine möglichst vollständige Sichtweise zu entlocken, Informationen über den erforschten Bereich zu sammeln und die Meinung der befragten Person zu erfahren (Mayring, 2023, S. 60).

Für die Haupt- und Ergänzungsstudie wurde im Kern das gleiche Leitfadeninterview genutzt. Dem *Design-Based Research*-Ansatz folgend fand im Vorfeld der Ergänzungsstudie eine Fortschreibung des Leitfadeninterviews statt, um noch zielgerichtetere Aussagen der Studierenden zu gewinnen. Das Interview begann mit einer *Warming-Up*-Phase, die als Türöffner und Eingrenzung des Themenfeldes diente. In dieser schilderten die Studierenden ihre Vorerfahrungen mit VR und konnten erste Erzählimpulse platzieren. Block zwei bezog sich in der Hauptstudie auf die Akzeptanz und Zufriedenheit mit der durchlaufenen VR-Einsatzsimulation und wurde für die Ergänzungsstudie stärker auf die Zeugen und die Einsatzsituation bezogen. Der dritte Block zielte auf die Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses ab. Um die Validität der Selbsteinschätzung hinsichtlich des wahrgenommenen Kompetenzzuwachses zu überprüfen, wurde eine Kontrollfrage gestellt, die darauf abzielte, die Studierenden dazu anzuregen, ihre vorherige Antwort weiter zu konkretisieren. Sie sollten benennen, was sie in der VR-Simulation neu gelernt bzw. verbessert haben. Block drei stand mit den Blöcken vier und fünf, welche die Interaktionen und die Präsenz erfragten, in engem Zusammenhang. Zur Generierung von belastbaren Aussagen hinsichtlich des wahrgenommenen Kompetenzzuwachses wurde den Studierenden als Hilfestellung in der Hauptstudie eine Übersicht mit verschiedenen, einschlägigen Kompetenzen zur Verfügung gestellt. Diese Übersicht orientiert sich an den Lernzielen des VR-Szenarios und basiert auf den in Kapitel 3.5 aufgeführten Kompetenzen sowie der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für den Zugang zum dritten Einstiegsamt im Polizeidienst. Den Abschluss des Leitfadeninterviews in der Hauptstudie bildete Block sechs, in dem nach weiteren Ergänzungen gefragt wurde. Für die Ergänzungsstudie wurden noch zwei weitere Blöcke mit Fragen hinzugefügt: Ausmaß der Perspektivübernahme sowie Wirksamkeit und Nutzen von VR. Der Gesprächsabschluss des Interviews ging mit dem

Ende der Aufzeichnung einher sowie mit dem Dank für die Unterstützung und die Bereitschaft zur Teilnahme.

Da die Befragten die Fragen bei ihren Interviewterminen zum ersten Mal hörten, mussten sie sich spontan äußern, was das Gespräch lebendiger und authentischer machte. Es wurden Einzelinterviews durchgeführt, da so die vertrauliche Behandlung der Aussagen gewährleistet war. Um eine parallele Durchführung von Interviews zu gewährleisten, wurden die Interviews durch Beschäftigte der HdP und die Autorin zeitgleich geführt. Im Rahmen einer Vorabbesprechung wurde sichergestellt, dass die Interviews trotz unterschiedlicher interviewender Personen standardisiert abliefen.

Die Dauer jedes Interviews orientierte sich an der Auskunftsbereitschaft der Studierenden. Die überwiegende Mehrheit der Befragten verwendete lange, verschachtelte Sätze. Einige ergänzten ausführliche Beispiele. Die Interviews wurden mit der Software Audacity aufgenommen und nach dem vereinfachten Transkriptionssystem nach Dresing & Pehl (2024, S. 21) transkribiert. Bei der Vor-, Zwischen- und Ergänzungsstudie wurde in einer ersten Iteration die Software f4x genutzt. Das Ergebnis wurde in einer zweiten Iteration manuell durch die Autorin überprüft. Es wurde wortwörtlich transkribiert, Wort- und Satzabbrüche wurden geglättet oder weggelassen, Wortverschleifungen wurden nicht transkribiert, Pausen wurden durch drei Auslassungspunkte in Klammern markiert. Jeder Redebeitrag wurde mit eigenen Absätzen versehen, unverständliche Redebeiträge mit (unv.) gekennzeichnet. Störfaktoren, die den Gesprächsverlauf beeinflussen, wurden berücksichtigt. Für die Hauptstudie unterstützte bei der Transkription der Interviews eine weitere Person. Alle Transkripte wurden von der Autorin nochmals überprüft und bei Bedarf überarbeitet.

Das Material wurde mithilfe der Software MAXQDA (Version 24.7) computergestützt inhaltlich analysiert und strukturiert. Für die Analyse des Datenmaterials wurde die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2023, S. 97) gewählt, die bei der systematischen Bearbeitung von großen Textmengen und zur Erhebung von Einstellungen von Personen unterstützt. Mit Bezug auf die Forschungsfrage wurde die zusammenfassende qualitative Inhaltsanalyse[6] nach Mayring (2023, S. 82) als Auswertungsverfahren genutzt (Anhang A, I). Die zusammenfassende qualitative Inhaltsanalyse eignet sich zum Vergleich von Interviewaussagen. Die Aussagen der

[6] Es wird sich bewusst für eine qualitative Analyse nach Mayring (2023, S. 97) und damit gegen die dokumentarische Methode nach Bohnsack (1999, S. 34) entschieden, da die Autorin sich auf die inhaltliche Bewertung und die Erfahrungen der Studierenden zum Einsatz von VR-Technologie als Lernmedium zum wahrgenommenen Kompetenzzuwachs fokussiert und damit weniger auf die Rekonstruktion des Diskursverlaufs und der Diskursstrukturen (Bohnsack, 1999, S. 148). Aus dem gleichen Grund wird sich gegen die Analyse sprachlicher Formen nach Bergmann (2013, S. 39) entschieden.

Studierenden wurden in Bezug auf einzelne Inhalte, teilweise auch zusammenhängende Angaben, markiert und im Folgenden codiert. Darauffolgend wurden die entsprechenden Aussagen eines Codes überprüft, zusammengefasst oder verschoben. Im letzten Schritt wurden die Aussagen gebündelt und erneut reduziert. Die Strukturierung hatte zum Ziel, spezifische Aspekte aus dem Material herauszufiltern und das Material nach bestimmten Kriterien einzuschätzen (Mayring, 2023, S. 82). Auf Basis dieser Auswertung wurden Ober- und Unterkategorien gebildet. Die Oberkategorien entsprechen den Erzählimpulsen und strukturieren durch die Blöcke den Interviewleitfaden. Diese Kategorien wurden deduktiv (theoriegeleitet) erstellt. Weitere Oberkategorien wurden anhand des Datenmaterials aus den transkribierten Interviews und damit induktiv gebildet. Auf diese Weise wurde eine größtmögliche Offenheit gegenüber dem Untersuchungsgegenstand angestrebt. Anschließend wurden die zusammengehörigen Codes zu einer übergeordneten Kategorie verbunden (Mayring, 2023, S. 116), um die Anschaulichkeit der Resultate zu erleichtern. Ziel der inhaltlichen Strukturierung war es, Material zu filtern, mit dem die Fragestellungen beantwortet werden können und dieses Material zusammenzufassen (Mayring, 2023, S. 102). Die Rücküberprüfung und Überarbeitung des Kategoriensystems wurde am Ausgangsmaterial durchgeführt.

8.4.5 Beobachtung

Als weitere zentrale Methode der empirischen Sozialforschung und der Kompetenzbeurteilung wurde eine Beobachtung durchgeführt (Gnahs, 2010, S. 55). Unter Beobachtung wird eine systematische Erfassung und Protokollierung von wahrnehmbaren Aspekten menschlicher Handlungen und Reaktionen verstanden (Weischer & Gehrau, 2017, S. 17). Während des gesamten Untersuchungsablaufs wurden die Studierenden beobachtet und es wurde versucht über ihr Engagement und Verhalten während des Lernprozesses Erkenntnisse zu gewinnen. Die Beobachtung erfolgte als qualitative Beobachtung (Abbildung 13). Qualitative Beobachtungen arbeiten mit textlichen Aussagen über den Untersuchungsgegenstand, verdichten und interpretieren diese (Weischer & Gehrau, 2017, S. 71).

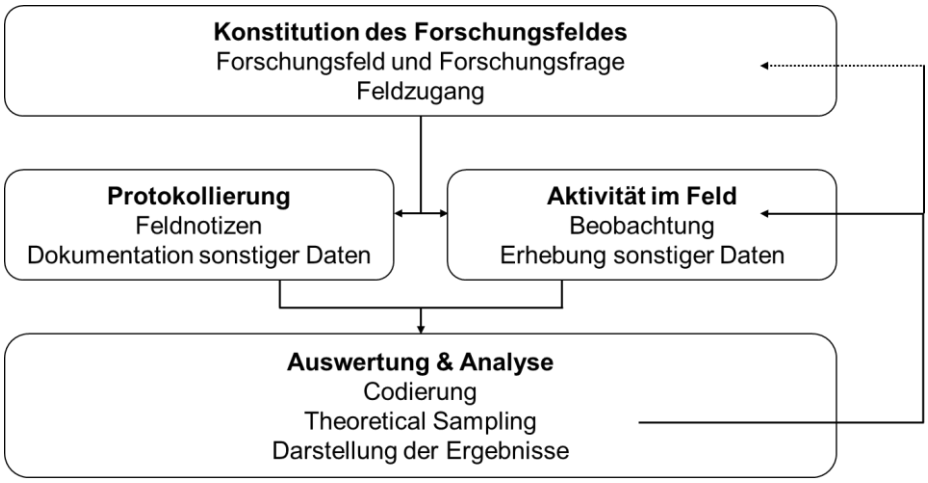


Abbildung 13: Logik qualitativer Beobachtungsstudien (Weischer & Gehrau, 2017, S. 73)

Die Beobachtung wird auf Basis der ursprünglich von Friedrichs (1990 [1973]) entwickelten Formen der wissenschaftlichen Beobachtungen, die durch Weischer und Gehrau (2017, S. 23) adaptiert wurden, wie folgt beschrieben: Durchgeführt wird eine offene, nicht-teilnehmende, nicht-standardisierte Fremdbeobachtung im Feld. Das Augenmerk ist auf Auffälligkeiten und nicht auf vorhersehbare Ereignisse gerichtet. In der Literatur wird der Begriff offene Beobachtung häufig für Untersuchungen verwendet, bei denen die Art der Protokollierung nicht festgelegt ist (Weischer & Gehrau, 2017). Bei der nicht-teilnehmenden Beobachtung agieren die Beobachtenden nicht, sondern konzentrieren sich auf die Durchführung der Beobachtung. Im Rahmen der nicht-standardisierenden Beobachtung werden interessante Aspekte in Text überführt. Es erfolgte eine Fremdbeobachtung, indem die Autorin die Studierenden beobachtete. Eine Feldbeobachtung findet an dem Ort statt, an dem sich das zu beobachtende Verhalten abspielt, in diesem Fall in dem Simulationszentrum, in dem auch die virtuellen Szenarien erprobt wurden. Im Gegensatz zur Laborbeobachtung lassen sich Ergebnisse aus der Feldbeobachtung besser generalisieren. Die Beobachtungssituation ist im Feld allerdings kaum kontrollierbar, da sich Störungen und unvorhergesehene Ereignisse nicht ausschließen lassen (van Ophuysen, Bloh, & Gehrau, 2017, S. 36).

Auf eine systematische und strukturierte Beobachtung mittels Beobachtungsbögen, Einschätzskalen und Videodokumentation wurde nach der Vorstudie verzichtet, da aufgrund der limitierten zeitlichen Parameter im Rahmen der Untersuchung ein solcher Bogen nicht für jeden Studierenden hätte ausgefüllt werden können. Darüber hinaus würden sich motivationale und kompetenzbasierte Einschätzungen von außen nur bedingt wahrnehmen lassen, da Emotionen unter einem HMD nur schwer erfasst werden können. Die Notizen und gewonnenen Informationen im Rahmen der Beobachtung müssen ähnlich wie Interviews aufbereitet und ausgearbeitet werden, um eine weitere Bearbeitung und Auswertung zu ermöglichen (Wagner & Schönhagen, 2021, S. 296).

Die Daten wurden durch eine Codierung in zwei Schritten ausgewertet: Selektion und Kategorisierung (Weischer & Gehrau, 2017, S. 93). Bei der Selektion werden relevante Textteile ausgewählt. Die für die Analyse relevanten Textteile werden in einem nächsten Schritt codiert und generalisiert (van Ophuysen, et al., 2017, S. 93). Um die Aussagekraft der erhobenen und ausgewerteten Daten sicherzustellen, finden Gütekriterien Anwendung, die im nachfolgenden Kapitel beschrieben werden.

8.5 Inhaltsanalytische Gütekriterien

Gütekriterien sichern die Wissenschaftlichkeit in der Anwendung von Methoden und gelten daher als Zielvorgaben und Prüfsteine empirischer Forschung (Krell & Lamnek, 2024, S. 144). Sie berücksichtigen und erfüllen die geforderten Qualitätsansprüche und damit eine Vielzahl an Anforderungen bei der Test- und Fragebogenkonstruktion (Moosbrugger & Kelava, 2020, S. 17) sowie bei der Auswertung. Von grundlegender Wichtigkeit sind neben den drei Hauptgütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität, weitere ausgewählte Gütekriterien, auf die im Nachfolgenden näher eingegangen wird.
Die vorliegende Untersuchung wird systematisch gemäß der Theorie- und Regelgeleitetheit durchgeführt, damit Nachprüfbarkeit und Nachvollziehbarkeit gewährleistet sind. Das Kriterium der Regelgeleitetheit wird dadurch berücksichtigt, dass sämtliche Transformationsschritte der Analyseeinheiten im Rahmen der Inhaltsanalyse nach vorab definierten Regeln systematisch durchgeführt werden. Die Kategoriensysteme werden durch einen ständigen Rückbezug auf das Material erarbeitet und daraufhin immer wieder überarbeitet. Die Verfahrensdokumentation wird durch eine detaillierte Darstellung des Forschungsvorgehens gewährleistet. Die argumentative Interpretationsabsicherung wird durch eine kontinuierliche Dokumentation erreicht, die es damit möglich macht, dass eine intersubjektive Nachvollziehbarkeit gewährleistet ist (Krell & Lamnek, 2024, S. 147). Auch die Nähe zum Gegenstand wird erreicht, da Studierende im Rahmen ihres Studiums befragt werden. So können die Studierenden in ihrer natürlichen Lebenswelt, als Lernende und angehende Polizeibedienstete, abgeholt werden.
Die Triangulation meint, verschiedene empirische Methoden, Theorieansätze und Datenquellen heranzuziehen, um Phänomene umfassender, abgesicherter und gründlicher zu erfassen. Diese wird durch den Einsatz verschiedener Erhebungsmethoden erreicht. Die Inhaltsanalyse wird nach vorab festgelegten Schritten eines allgemeinen Ablaufmodells durchgeführt (Anhang A, I).
Das Hauptgütekriterium Objektivität ist gegeben, wenn die Auswertung, Durchführung und Ergebnisinterpretation eines Tests oder Fragebogens unabhängig von den zu

testenden und durchführenden Studierenden ist (Moosbrugger & Kelava, 2020, S. 18). Die Objektivität der P & P-Befragung und des Fragebogens zur kognitiven Belastung wurde durch die verwendete Likert-Skala gewährleistet. Die Reliabilität befasst sich mit der Zuverlässigkeit und Messgenauigkeit eines Tests (Schneijderberg & Wieczorek, 2022, S. 49). Hinsichtlich der quantitativ erhobenen Daten wurden die Reliabilitätskoeffizienten ermittelt (Moosbrugger & Kelava, 2020, S. 28). Eine Re-Test-Reliabilität liegt nicht vor. Die Bestimmung der Re-Test-Reliabilität geht so vor, dass die gleiche Untersuchung am selben Gegenstand (an der gleichen Stichprobe) kurze Zeit später erneut durchgeführt wird und die Ergebnisse verglichen werden (Mayring, 2023, S. 120).

Das Hauptgütekriterium Validität erfasst, ob das Messinstrument tatsächlich das Merkmal misst, das gemessen werden soll (Moosbrugger & Kelava, 2020, S. 30). Die durchgeführte Untersuchung ist als valide anzusehen, da das erfasst wird, was erfasst werden soll – die Auswirkungen des Einsatzes der VR-Technologie als Lernmedium auf Lernprozesse und -ergebnisse (insbesondere auf die Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses von Kern- und Schlüsselkompetenzen) von Studierenden im Rahmen der polizeilichen Ausbildung am Beispiel komplexer Einsatzsituationen. Die Inhaltsvalidität des Wissenstests wurde durch Beschäftigte der HdP, die als Experten einzustufen sind, bestimmt. Sie prüften und beurteilten die Wissensfragen im Hinblick auf Relevanz und Richtigkeit, damit die Fragen den intendierten Inhaltsbereich repräsentieren. Zusätzlich wurde der Wissenstests im Vorfeld von einigen Studierenden an der HdP getestet.

Die Untersuchung ist als eingeschränkte empirische Verankerung zu sehen, da im Rahmen dieser Arbeit keine kommunikative Validierung der Ergebnisse mit den Studierenden stattfindet und die Datenauswertung sowie die Interpretation der Ergebnisse ohne die Konsultation eines Forscherteams erfolgt. Eine Reproduzierbarkeit ist nicht möglich, auch wenn die Kategorienaufbereitung im Zuge des Kodierleitfadens nochmals überprüft wird (Mayring, 2023, S. 102). Nach Mayring (2022, S. 118) besteht zudem eine geringe korrelative Gültigkeit, da diese Untersuchung nur mit sieben Studiengruppen an der HdP erfolgt und damit nur ein bedingter Vergleich gezogen werden kann.

Die Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität spielen bei der qualitativen Inhaltsanalyse eine wichtige Rolle (Mayring, 2023, S. 119). Bei der Intercoderreliabilität werden mehrere Inhaltsanalytiker unabhängig voneinander an dasselbe Material gesetzt, die Ergebnisse ihrer Analysen werden verglichen (Mayring, 2022, S. 119). Diese Vorgehensweise war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich, da der zeitliche Aufwand zu groß gewesen wäre. Im Sinne der Intracoderreliabilität (Mayring, 2022, S. 119) hat

die Autorin sich nach der Kodierung und Auswertung bemüht, sich immer wieder fremd zu machen und das Material erneut zu überprüfen, als wäre es ihr unbekannt. Aufgrund der Durchführung mehrerer Studien, die stetig fortentwickelt werden, kommt der *Design-Based Research*-Ansatz zum Tragen. Dieser ermöglicht die Entwicklung praktikabler Lösungsansätze durch Verzahnung von Theorie und Praxis.

8.6 Durchführung der Studien

Die vier Studien fanden im Zeitraum zwischen November 2023 und Dezember 2024 im Simulationszentrum auf dem Campus der HdP statt, in einer für die Studierenden grundsätzlich vertrauten Umgebung, auch wenn sie das Simulationszentrum noch nicht kannten. Die Studierenden nahmen an der Untersuchung außerhalb ihres Curriculums, während ihrer Selbststudienphase, teil. Die gesamte Dauer der Untersuchung lag bei ca. 90 Minuten je Person. Die zeitliche Verfügbarkeit der Studierenden unterlag starken Restriktionen. Aufgrund der Stofffülle in den Präsenzwochen an der HdP haben die Studierenden einen eng getakteten Stundenplan. Die unterschiedlichen Erhebungsmethoden wurden an einem Tag eingesetzt. Die Vorstudie wurde mit kabelgebundenen HMD durchgeführt, die übrigen Studien mit kabellosen HMD (Tabelle 6). Die Umsetzung erfolgte, je nach Studie, an einer bis drei VR-Stationen (Abbildung 14).

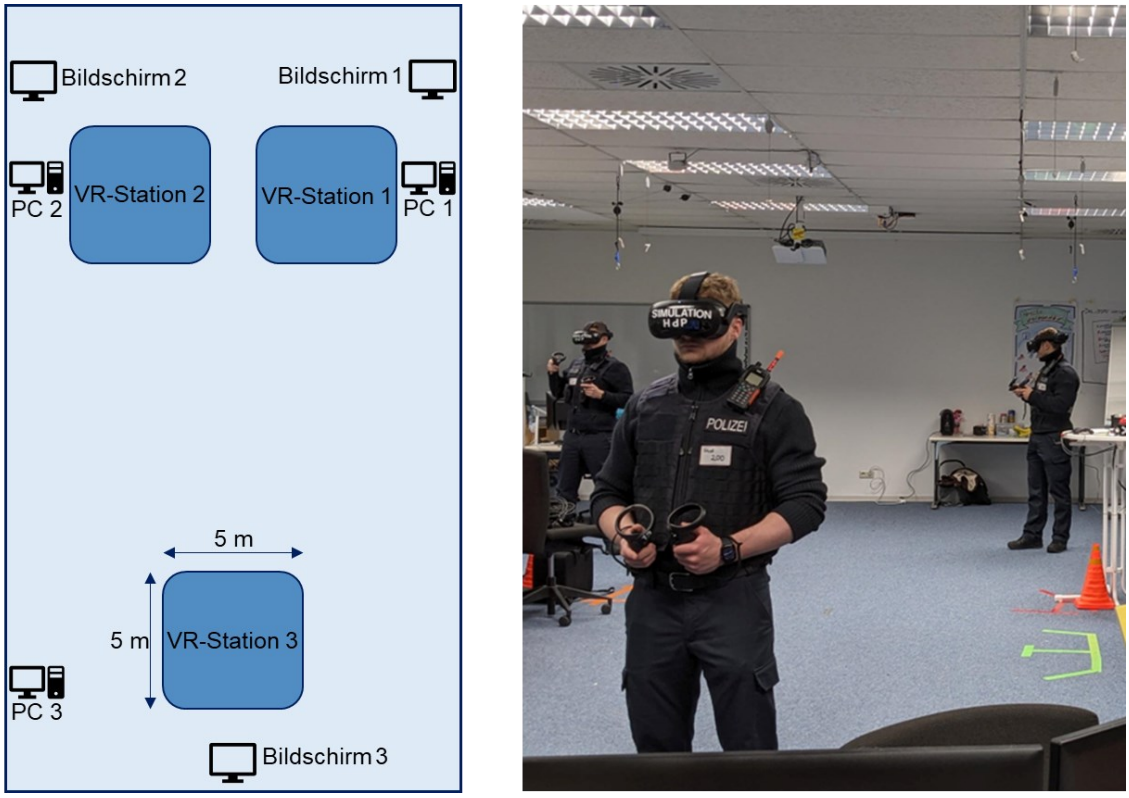


Abbildung 14: Raumskizze und Ansicht Simulationszentrum (eigene Darstellung und Aufnahme)

Bei einer Beteiligung von mehreren Studierenden waren diese simultan in das Szenario eingebunden, wobei sie das Szenario jeweils für sich bearbeiteten. Aufgrund der Neuartigkeit der VR-Technologie und der fehlenden Kenntnisse der meisten Studierenden im Umgang mit der VR-Technologie wurden diese durch einen *Operator* eng betreut. Der *Operator* konnte die Ansicht der VR-Nutzenden auf einem separaten Bildschirm mitverfolgen sowie am Desktop-PC jederzeit in das System eingreifen, um zu unterstützen. Weitere Personen waren während der Bearbeitung des Szenarios nicht im Raum anwesend.

Um die Unterstützung so standardisiert wie möglich zu gestalten, wurde den *Operatorn* bei der Hauptstudie ein Skript (Anhang A, XIX) zur Verfügung gestellt, welches das Lagebild des Szenarios, die Triggerpunkte[7] und die dazugehörigen, erwarteten Handlungen enthielt. Alle Studierenden trugen bei der Bearbeitung des Szenarios die polizeiliche Dienstkleidung, ein Handsprechfunkgerät und bei der Haupt- und Ergänzungsstudie zusätzlich eine Schutzweste. Mit dem Handsprechfunkgerät gaben die Studierenden die Lagemeldung ab und besprachen ihre Handlungsschritte mit der Leitstelle. Der *Operator* fungierte als Leitstelle und kommunizierte mit den Studierenden situativ. Die Einzelheiten der Studien sind der tabellarischen Gegenüberstellung zu entnehmen (Tabelle 9) und werden im Folgenden dargestellt.

	Vorstudie	**Zwischen-studie**	**Hauptstudie**	**Ergänzungs-studie**
Ziel	Erste Erhebung, Prüfung auf Machbarkeit	Testung der Weiter-entwicklungen	Erhebung Hauptdatensatz	Erweiterung der Analyse um zusätzliche Aspekte
HMD	Valve Index	HTC Vive Focus 3 Valve Index	HTC Vive Focus 3	HTC Vive Focus 3
Anzahl VR-Stationen	2	1	3	1
Beobachtung	Ja	Ja	Ja	Ja
Video-dokumentation	Ja	/	/	/
Erhebungs-zeitpunkt	23.11.2023	08.03.2024	25.04.2024	10.12.2024

Tabelle 9: Durchführung der Studien

Alle vier Studien folgten einem ähnlichen methodischen Ansatz um eine Vergleichbarkeit herzustellen und untersuchten das gleiche Setting, bestehend aus zwei Stationen (PI und Einsatzort). Die Abweichungen sind in den jeweiligen Studien aufgeführt. Um

[7] Triggerpunkte beziehen sich auf bestimmte digitale Objekte in der VR-Lernumgebung, die durch Interaktion bei den Lernenden eine Reaktion auslösen sollen. Sie werden verwendet, damit die Studierenden sich intensiver mit den Lerninhalten auseinandersetzen. Durch gezieltes Nachfragen des *Operators* kann das taktische Vorgehen sichergestellt werden. Die Aussagen der Studierenden wurden von dem *Operator* weder dokumentiert noch bewertet.

standardisierte Untersuchungsbedingungen zu ermöglichen, die eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherstellen, wurde auf eine gleiche Durchführungsreihenfolge sowie einheitliche Instruktionen geachtet.

Alle Fragebögen – P & P-Befragung, kognitive Belastung, Kompetenzeinschätzung, Wissenstest – wurden in Papierform erhoben. Die Daten wurden sodann elektronisch erfasst und computergestützt ausgewertet.

Nach einer Begrüßung und Vorstellung des Untersuchungsablaufes wurden die Studierenden gebeten mit der P & P-Befragung zu beginnen. Im Anschluss an die P & P-Befragung und in Vorbereitung auf die VR-Einsatzsimulation, erfolgte eine technische Einweisung. Da die wenigsten Studierenden Vorerfahrungen mit VR hatten, beanspruchte die technische Einweisung bei allen Studien mehr Zeit als geplant. Zusätzlich erfolgte die Unterstützung durch den *Operator* gemäß des *Cognitive Apprenticeship* Modells (Collins, et al., 1987). Der *Operator* unterstützte die Studierenden durchgängig, wobei er sich anfangs mehr und im weiteren Verlauf weniger einbrachte.

Vorstudie. Bei der Vorstudie traten den gesamten Vormittag über beim Abspielen der VR-Simulation großflächige Störungen auf (temporäre Funktionsstörungen, so konnten z. B. Informationstextboxen und Wissensfragen nicht geöffnet werden). Die Anwendung musste mehrfach neu gestartet werden. Aus diesem Grund wurde die Untersuchung auf den Nachmittag ausgeweitet, an dem die VR-Simulation störungsfrei abgespielt werden konnte. Aufgrund der technischen Störungen konnten nicht alle Studierenden die Simulation wie geplant durchlaufen. Bei technischen Problemen wurde eine mündliche Nachbesprechung des Szenarios am Bildschirm durchgeführt.

Die Fortbewegung in der virtuellen Umgebung erfolgt über die Controller, wobei durch die Betätigung eines Buttons auf dem Controller Sprünge ausgelöst werden, die über die Darstellung von Stiefeln visualisiert werden. Die Stiefel richten sich dabei stets nach der Blickrichtung. Eine Drehung des Handgelenks führt entsprechend zu einer Anpassung der Ausrichtung der Stiefel. Die räumliche Verbindung wird durch eine orangefarbene Linie visualisiert, die auf die gewünschte Zielposition zeigt. Abbildung 15 illustriert die Navigation in der virtuellen Umgebung.

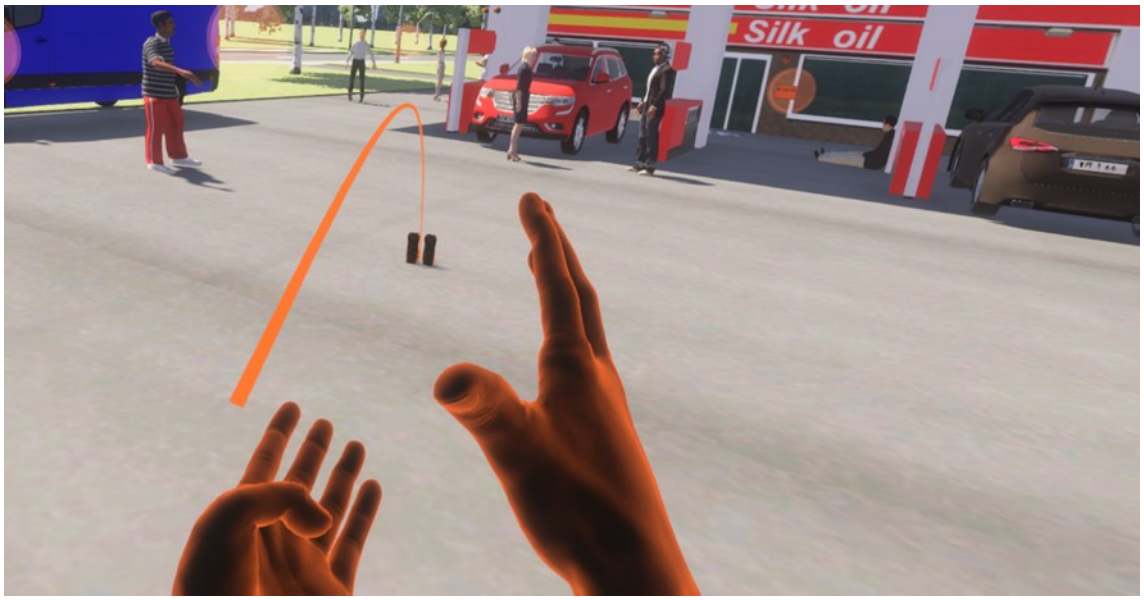


Abbildung 15: Navigation – Vorstudie (generierter Screenshot der HdP)

Zwischenstudie. In der Zwischenstudie wurde das technisch umgestellte Setting des Szenarios im zweiten Studienjahr getestet. Im Vergleich zur Vorstudie wurde die grafische Auflösung verbessert und die VR-Nutzenden konnten sich an der VR-Station frei bewegen. In der VR-Lernumgebung für die Zwischenstudie wurden die Zeugenaussagen nicht in Form von Informationstextboxen dargestellt, sondern durch den *Operator* mündlich in Echtzeit gesprochen. Die ersten zwei Studierenden durchliefen das VR-Szenario mit dem kabellosen HMD. Da bei beiden das System nicht fehlerfrei arbeitete, wurde bei den weiteren Studierenden auf die kabelgebundene Variante gewechselt. Aufgrund der technischen Störungen konnten nicht alle Studierenden die Simulation vollständig durchlaufen. Die Bearbeitung wurde vorzeitig unterbrochen und das Szenario mündlich nachbesprochen. Das Debriefing wurde folglich ausgeweitet, da neben der Reflexion des Szenarios und der Fehleranalyse eine inhaltliche Nachbereitung stattfand.

Hauptstudie. Aufgrund der Erfahrungen der Vor- und Zwischenstudie, dass für die Einweisung in die VR-Technologie zu wenig Zeit zur Verfügung stand, wurde den Studierenden der Hauptstudie die Möglichkeit eingeräumt am Vortag der Hauptuntersuchung im Rahmen einer *Open Simulation* ein Übungsszenario zu testen (Abbildung 16). Das VR-Übungsszenario bildet eine Situation auf einem Marktplatz ab, auf dem Taschendiebstähle erfolgt waren. Zu Beginn erhielten die Studierenden Hinweise zur Steuerung über Informationstextboxen. Ziel des VR-Übungsszenarios war es, sich mit der Steuerung der VR-Technologie vertraut zu machen und diese kennenzulernen. Zudem lernten die Studierenden, dass sie nah an die Zeugen herantreten müssen, um von diesen Informationen zu erhalten. Dieses freiwillige

Angebot wurde von 30 der am Untersuchungstag teilnehmenden 48 Studierenden (63 %) wahrgenommen.

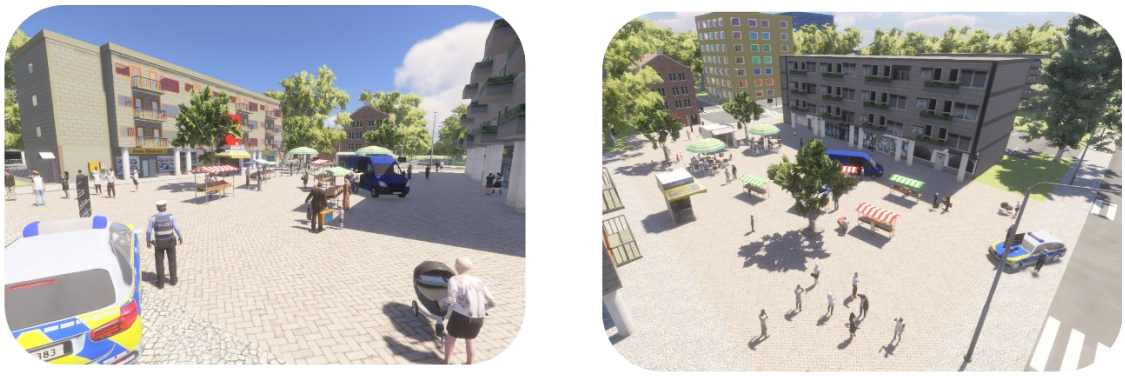


Abbildung 16: VR-Übungsszenario Marktplatz (generierte Screenshots der HdP)

Die Hauptstudie bestand aus vier Stationen (P & P-Befragung, VR-Szenario „Tankstellenüberfall“, Wissenstest, Interview). Für jede der Stationen waren 20 Minuten Bearbeitungszeit eingeplant (Anhang A, XVI). Um einen reibungslosen zeitlichen Ablauf zu gewährleisten, wurde an den Stationen von den Beschäftigten der HdP ein Timer auf 17 Minuten gestellt. Die verbliebenen drei Minuten wurden als Wegezeit für Raumwechsel eingeplant. Jede Station wurde von mindestens einer Person betreut. Insgesamt unterstützten bei der Durchführung der Hauptstudie acht Beschäftigte der HdP.

Zur besseren Durchführung der Hauptuntersuchung wurden Anpassungen am Netzwerk vorgenommen. Jedes HMD wurde in ein eigenes Netzwerk eingebunden. Sofern das VR-Szenario trotzdem nicht reibungslos bearbeitet werden konnte, wurde eine Nachbesprechung am Computer vorgenommen und die weitere Vorgehensweise samt möglicher Handlungsschritte erörtert. Eine Übersicht zur Durchführung befindet sich in Anhang A, XVIII. Während des gesamten Vormittags des Untersuchungstags traten massive technische Störungen auf, sodass eine reibungslose Bearbeitung des VR-Szenarios mittels HMD bei fast allen Studierenden nicht möglich war. Um an dem Untersuchungsablauf festzuhalten, wurden, wie geplant, drei Studierende parallel in das Szenario eingebunden, wovon lediglich jeweils eine Person das Szenario mit einem HMD bearbeitete. Die anderen beiden Studierenden sahen bei der Bearbeitung über den Bildschirm zu und beteiligten sich an der Besprechung des Szenarios. Der Wissenstest und das Interview wurden auch mit jenen Studierenden durchgeführt, die bei der Bearbeitung des Szenarios nur zusahen oder die es am Desktop-PC bearbeiteten. Obwohl es nicht Intention dieses Forschungsvorhabens war, eine Vergleichsstudie durchzuführen, eröffnen die Ergebnisse der Hauptstudie dennoch die Möglichkeit, entsprechende Rückschlüsse zu ziehen. Die anderen Studien umfassten lediglich eine Versuchsgruppe (9.3.3).

Die Bearbeitung des Szenarios endete für die Studierenden an der Tankstelle mit der Erfassung der Zeugenaussage am Wohnmobil – entweder nach 15 Minuten, um noch zwei Minuten das Szenario nachbesprechen zu können oder vorzeitig, sofern die Studierenden alle Zeugenaussagen in weniger als 15 Minuten sammelten. In letzterem Fall wurde das Szenario weiter besprochen (was machen Sie mit dem Bargeld? Wie kommen Sie auf den Differenzbetrag? Wie verfahren Sie mit der verletzten Person/ mit dem Handyvideo? Welche weiteren Maßnahmen leiten Sie ein, um den Täter aufzufinden? Welche Informationen sind für die Leitstelle noch von Relevanz? Wie verfahren Sie mit den Zeugen, die Sie nicht mehr benötigen? Welche Relevanz hat die Waffe des Täters für Sie?).

Die Datenerhebung der Hauptstudie erfolgte zu verschiedenen Messzeitpunkten bei unterschiedlichen Studiengruppen: mit Studierenden im ersten Studienjahr und mit Studierenden im zweiten Studienjahr nach dem ersten Praktikum. Die Datenerhebung der Ergänzungsstudie erfolgte mit Studierenden im dritten Studienjahr nach dem zweiten Praktikum, kurz vor Studienabschluss. Damit bildet das Datenmaterial aus der Haupt- und Ergänzungsstudie den Hauptdatensatz dieser Arbeit.

Ergänzungsstudie. Wie bei der Hauptstudie wurde den Studierenden der Ergänzungsstudie die Möglichkeit eingeräumt, am Vortag der Hauptuntersuchung im Rahmen einer *Open Simulation* das Übungsszenario Taschendiebstahl zu testen (Abbildung 16). Das Angebot der *Open Simulation* nutzten 8 von 13 Studierenden (62 %), um sich mit der VR-Technologie vertraut zu machen und in das Untersuchungssetting eingewiesen zu werden. Die Zeitplanung der Ergänzungsstudie (analog zur Hauptstudie mit vier Stationen, je 20 Minuten pro Station) ist dem Anhang A, XX zu entnehmen. Die Untersuchung wurde an einer VR-Station durchgeführt. Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit wurden eine zweite VR-Station sowie drei Desktop-PC-Arbeitsplätze als Backup-Systeme eingerichtet, aber nicht benötigt.

Im Rahmen des VR-Szenarios „Tankstellenüberfall“ wurden mehrere technische Anpassungen vorgenommen. Die Aussagen der Zeugen wurden sowohl auditiv (durch Audiosequenzen) als auch visuell (durch Informationstextboxen) präsentiert, um zwei unterschiedliche Lernkanäle anzusprechen. An der PI erhielten die Lernenden zusätzlich zu den inhaltlichen Informationen eine visuelle Anleitung zur Bedienung der Controller. Die farbliche Gestaltung der Informationstextboxen wurde zur Verbesserung der Lesbarkeit optimiert, sodass die Texte in schwarzer Schrift auf einem weißen Hintergrund angezeigt wurden. Zusätzlich wurden Audiosequenzen integriert. Um den Studierenden eine intensivere Interaktion zu ermöglichen, führte der *Operator* die Kommunikation und Interaktion situationsbezogen und entsprechend der Anforderungen

der Studierenden fort. Die Interaktion sollte nicht mit der Anzeige der Informationen enden, sondern fortgeführt werden, um den Lernprozess aktiv zu unterstützen.
Während des Untersuchungstages traten einige technische Störungen auf, die jedoch eine Bearbeitung des Szenarios mit einem HMD nicht einschränkten. Die Bearbeitung des Szenarios endete für die Studierenden an der Tankstelle mit der Erfassung der Zeugenaussage am Wohnmobil oder spätestens nach 17 Minuten, um noch zwei Minuten das Szenario nachbesprechen zu können. Im Anschluss wurde der Fragebogen zur kognitiven Belastung von den Studierenden in wenigen Minuten beantwortet.

8.7 Stichproben der Studien

An der HdP sind, Stand 2025, ca. 1.600 Studierende beschäftigt (Hochschule der Polizei Rheinland-Pfalz, kein Datum); 88 von diesen, die aus allen drei Studienjahren des Bachelorstudiengangs Polizeidienst stammten und zum Zeitpunkt der Studie zwischen 20 und 35 Jahre alt waren (M_{Alter} = 23.91), nahmen an dieser Untersuchung teil. 41 % (n = 36) der Teilnehmenden waren im ersten, 43 % (n = 38) im zweiten und 16 % (n = 14) im dritten Studienjahr. Die Stichprobe bestand aus 32 Frauen und 56 Männern. Die Erhebung wurde als Teilerhebung durchgeführt, bei der nur eine Teilmenge, in diesem Fall eine ausgewählte Anzahl von Studierenden der Grundgesamtheit an der HdP, berücksichtigt wurde. Bei der Stichprobe handelte es sich um eine spezifische, homogene Gruppe, da nur Studierende der HdP befragt wurden und damit um eine künstliche Gruppe (Krell & Lamnek, 2024, S. 155), die aus Studierenden verschiedener Kurse zusammengesetzt war. Aufgrund ihres Alters und ihrer Sozialisation sind sie *Digital Natives* – Personen, die digital affin sind, da sie mit den heutigen (Informations-)Technologien aufgewachsen sind. Von ihnen wird ein souveräner Umgang mit diesen aufgrund ihrer Mediensozialisation erwartet (Krämer & Goertz, 2017, S. 239). Es wird oft angenommen, dass ihre Verbindung zu digitalen Technologien auch bedeutet, dass sie diese besser anwenden oder nutzen können als die älteren Generationen (Selwyn, 2009, S. 364). Die Homogenität bezieht sich weiter auf den Erfahrungshintergrund, nicht auf die Einstellung (Krell & Lamnek, 2024, S. 227). Alle Studierenden haben die polizeilichen Grundlagen vermittelt bekommen. Die Studierenden des ersten Studienjahres hatten zum Zeitpunkt der Erhebung noch kein polizeiliches Praktikum absolviert, im Gegensatz zu den Studierenden des zweiten und dritten Studienjahres.
Bei den Nutzenden der Stichproben handelte es sich um weitestgehend unerfahrene Nutzende im Umgang mit der VR-Technologie. Für alle Studierenden war die Einsatzsimulation mittels VR-Technologie in der polizeilichen Ausbildung neu. Die HdP

setzt die VR-Technologie gegenwärtig nicht im Regelbetrieb ein. Die meisten der Studierenden hatten keine Erwartungen an ein virtuelles polizeiliches Szenario, da sie zuvor noch keine Berührungspunkte mit der VR-Technologie in der polizeilichen Ausbildung hatten und sich konkret nichts darunter vorstellen konnten. Wenn sie Erwartungen hatten, äußerten sie diese im Hinblick auf eine realitätsnahe Darstellung, ein freies Bewegen in der Umgebung, die Aufnahme von Informationen und die Kommunikation mit den Zeuginnen und Zeugen in der VR-Lernumgebung. Eine detaillierte Übersicht zur Anzahl der Studierenden in den jeweiligen Studienjahren und dem generierten Datenmaterial stellt Tabelle 10 dar. Ergänzend werden die Beobachtungen an den Untersuchungstagen (Beobachtungsprotokolle[8]) hinzugezogen – was durch die Partizipation der Autorin gewährleistet wurde.

		P & P-Befragung	Fragebogen kogn. Belast.	Wisssenstest	Leitfadeninterview
Vorstudie	1. Stdj.	11	/	5	4
	2. Stdj.	10	/	10	10
	3. Stdj.	1	/	1	1
	Gesamt	**22**	**/**	**16**	**15**
Zwischen-studie	2. Stdj.	5	/	5	5
Hauptstudie	1. Stdj.	25	/	25	25
	2. Stdj.	23	/	23	23
	Gesamt	**48**	**/**	**48**	**48**
Ergänzungs-studie	3. Stdj.	13	13	13	13
Gesamt-summe		**88**	**13**	**82**	**81**

Tabelle 10: Anzahl Studierende und Datenmaterial

Die Auswahl der Studiengruppen orientierte sich an den Präsenzzeiten und der Verfügbarkeit der Studierenden an der HdP gemäß des Curriculums. Zusätzlich wurde darauf geachtet, dass Studierende an der Haupt- und Ergänzungsstudie teilnahmen, die bei den vorherigen Studien noch nicht berücksichtigt wurden. Eine Auswahl nach weiteren Kriterien fand nicht statt. Durch die willkürliche Zuteilung von Studiengruppen

[8] Da die Autorin als interviewende Person aktiver Teil der Interviewdurchführung war, hat sie sich im Rahmen der nicht-teilnehmenden Beobachtung unmittelbar nach den Untersuchungstagen einige Notizen gemacht, die in das Beobachtungsprotokoll mündeten.

kann der Forscherin keine Manipulationsabsicht unterstellt werden (Krell & Lamnek, 2024, S. 251).

Im Rahmen der Vorstudie ergab sich eine Diskrepanz bei der Anzahl der teilnehmenden Studierenden zwischen P & P-Befragung, Wissenstest und Leitfadeninterview. Aufgrund zeitlicher Verzögerungen konnten nicht alle Studierenden, die die P & P-Befragung ausgefüllt hatten, an dem Wissenstest sowie dem Leitfadeninterview teilnehmen. Um eine konsistente und vollumfängliche Betrachtung der Stichprobe der Vorstudie vorzunehmen, wurden ausschließlich die Daten der 15 Studierenden berücksichtigt, die das gesamte Untersuchungsdesign durchlaufen haben.

Bei der Zwischenstudie wurde, der Stichprobe entsprechend, das Setting getestet. Das erweiterte Setting für das dritte Studienjahr konnte nicht, wie geplant, getestet werden, da ausschließlich Studierende des zweiten Studienjahres zur Verfügung standen.

Die Hauptstudie war ursprünglich mit Studierenden im zweiten und dritten Studienjahr geplant. Aufgrund der Verfügbarkeit, der Präsenzzeiten der Studierenden und des Curriculums war es nicht möglich, dies umzusetzen, sodass ausschließlich die Untersuchung des Settings mit Studierenden im ersten und zweiten Studienjahr vorgenommen wurde. Die Studierenden, die an der Hauptstudie teilnahmen, wurden für die Untersuchung abgeordnet. Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren die befragten Studierenden des ersten Studienjahres 11 Monate und die Studierenden des zweiten Studienjahres 19 Monate in der Polizeiausbildung.

Die Ergänzungsstudie wurde mit Studierenden des dritten Studienjahres durchgeführt. Gleichzeitig wurde die Durchführung der vierten Studie genutzt, um das Setting technisch weiterzuentwickeln. Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren die befragten Studierenden des dritten Studienjahres 31 Monate in der Polizeiausbildung.

Um die Anonymität der Studierenden zu wahren, wurden alle verwendeten Aussagen und Datensätze kodiert, so dass keine Rückschlüsse auf einzelne Studierende gezogen werden können. S steht dabei für Studierender, die Ziffern für die einzelnen Studierenden sowie deren Studienjahr und I für die interviewende Person (Kodierungen siehe Anhang C). Um Rückschlüsse zwischen den Antworten in der P & P-Befragung und den Aussagen im Rahmen des Leitfadeninterviews herzustellen, wurde darauf geachtet, dass die Kodierung der Studierenden für alle Erhebungsmethoden identisch war. Die Erhebung personenbezogener Daten erfolgte aus Sicht der Studierenden (datenschutzrechtlich Betroffene) im Rahmen ihres Anstellungsverhältnisses an der HdP, Artikel 6 Abs. 1 Satz 1 lit. b) DSGVO. Alle erhobenen personenbezogenen Daten wurden codiert – und dadurch pseudonymisiert – sodass nur durch ein Zusammenwirken der Autorin mit der projektbetreuenden Person der HdP ein Rückschluss auf einzelne Personen möglich ist.

9 Ergebnisse der Untersuchung

Die dargestellten Befunde spiegeln das Ergebnis der Erhebungsmethoden für die vier Studien (Vor- (9.1), Zwischen- (9.2), Haupt- und Ergänzungsstudie (9.3)) sowie der Beobachtungen am jeweiligen Untersuchungstag wider. Die Ergebnisse werden für jede Studie gesondert dargestellt, um die Besonderheiten hinreichend zu berücksichtigen.
Zunächst werden die Ergebnisse je Studie aus der P & P-Befragung (Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden, Einstellung zum Lernen mit VR und Einschätzung von Kompetenzen für Polizeibedienstete vor dem Szenario) beschrieben. Im Anschluss werden die Ergebnisse des Wissenstests dargestellt. Sodann folgen die Befunde aus den Leitfadeninterviews, die sich in die Kategorien Zufriedenheit mit und eine Bewertung der VR-Einsatzsimulation, wahrgenommene Auswirkungen auf den Kompetenzerwerb bzw. Kompetenzzuwächse, Aspekte der Systembenutzbarkeit (*Usability*), Interaktionsmöglichkeiten, Präsenz und Immersion, Herausforderungen in der VR-Lernumgebung, Nachteile der durchlaufenen VR-Einsatzsimulation sowie Verbesserungsvorschläge gliedern. Es werden sowohl individuelle als auch kollektive Meinungen berücksichtigt. Zur Veranschaulichung werden im Folgenden ausgewählte Zitate der Studierenden aufgeführt. Diese Aussagen erheben nur einen exemplarischen Charakter und nicht den Anspruch auf Vollständigkeit[9]. Danach folgen Erkenntnisse zum Einsatz der Videodokumentation. Es wird eine interpretative Einordnung der Ergebnisse vorgenommen. Bei der Vor- und Zwischenstudie werden Folgerungen für die methodische und didaktische Weiterentwicklung des Untersuchungsdesigns getroffen. Abschließend werden die praktischen Erkenntnisse der jeweiligen Studie beschrieben. Die Beantwortung der Fragestellungen sowie der Hypothesen erfolgt gesondert in Kapitel 10.

9.1 Vorstudie

Das Ziel der Vorstudie war es, die erarbeiteten Erhebungsmethoden auf ihre Tauglichkeit und Konsistenz zu prüfen, mögliche Herausforderungen im Vorfeld zu eruieren sowie Verbesserungsmöglichkeiten auch hinsichtlich der Durchführung zu identifizieren. Die Vorstudie wurde am 23.11.2023 (ganztägig) durchgeführt.

[9] Bei den Zitaten handelt es sich um Originalaussagen der Studierenden. Im Sinne der Lesbarkeit und aufgrund stilistischer Mittel wurden einige Aussagen sprachlich geglättet.

9.1.1 Ergebnisse der P & P-Befragung der Vorstudie

Die P & P-Befragung wurde eingesetzt, um die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden zu VR in Erfahrung zu bringen. Sie bestand aus fünf Fragen, darunter drei Fragen, die eine kurze Begründung erforderten. Die weiteren Fragen wurden mittels einer fünfstufigen Likert-Skala eingeordnet.

Die Auswertung der P & P-Befragung verdeutlicht (Abbildung 17), dass die Vorfreude der Studierenden, ein polizeiliches Szenario mittels VR-Technologie auszuprobieren, hoch war (M = 4.07; SD = 0.704). Gleichermaßen erwarteten die Studierenden, dass sie sich in dem Szenario gut zurechtfinden werden (M = 4.33; SD = 0.488). Minder stark ausgeprägt war die Überzeugung der Studierenden, das Szenario gut zu meistern (M = 3.27; SD = 0.799). Die vierte Aussage der schriftlichen Befragung war zur Verifizierung der Selbstwirksamkeit der Studierenden bewusst konträr zur dritten Aussage als Kontrollfrage ausgestaltet worden, weswegen diese als einzige ein Ergebnis < 3 darstellte (M = 2.53; SD = 0.834). Die Einstellung der Studierenden zum Lernen mit VR wurde von den meisten Studierenden als überwiegend offen und neugierig eingeschätzt (M = 4.07; SD = 0.799). Bei VR handelt es sich um eine neue, noch nicht vollständig etablierte, Technologie, insbesondere im Kontext der Bildung. Der Neuheitseffekt der Technologie könnte bei der Einschätzung durch die Studierenden eine Rolle gespielt haben.

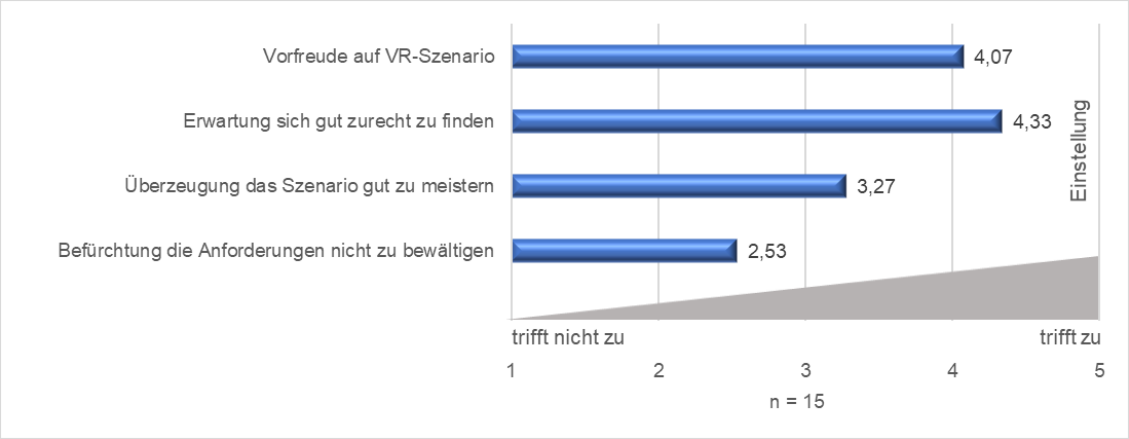


Abbildung 17: Selbstwirksamkeitserwartung – Vorstudie (eigene Darstellung)

15 Studierende bewerteten die vier Items zur Selbstwirksamkeit auf einer Likert-Skala von eins bis fünf, wobei Item vier rekodiert wurde, da dieses negativ formuliert war (Tabelle 26). Cronbachs Alpha liegt für die Selbstwirksamkeit bei .71. Die Items zur Selbstwirksamkeit sind damit konsistent und messen eine ähnlich zugrunde liegende Dimension.

Die Studierenden nannten, ohne zu wissen was genau auf sie zukommt, eine Vielzahl an Vorstellungen und Erwartungen an ein virtuelles polizeiliches Szenario. Sie waren

sich durchweg einig, dass Lernen mit VR viele neue Möglichkeiten bietet, u. a. polizeiliche Szenarien nachzuspielen, deren Darstellung in der Realität zu aufwendig wäre. Eine weitere, mehrfach genannte Antwort bezog sich auf die Verzahnung von Theorie und Praxis mittels VR, wodurch theoretische Inhalte ergänzt und abwechslungsreich dargestellt werden könnten (33 %). Mit dem Einsatz von VR wurde eine bessere Vorstellungskraft für die Einsatzlage und Orientierung in dieser erwartet. Die Studierenden wollten durch den Einsatz Handlungssicherheit gewinnen, indem Handlungen und Entscheidungen umfangreich geübt werden konnten (33 %). S 30 erwartete von einem polizeilichen Szenario, dass dieses auch Stress beim Nutzenden auslösen solle. Weiterhin wurde häufig (67 %) von den Studierenden genannt, dass Lernen mit VR eine sichere, realitätsnahe Umgebung schaffe, ohne sich Gefahren auszusetzen. Gleichzeitig wurde angeführt, dass VR keine realen Ereignisse ersetzen könne, da das Erleben in realen Situationen nochmal anders sei. Ergänzend wurde von S 26 angegeben, dass insbesondere im Polizeiberuf der Kontakt mit Menschen essentiell sei und dieser in einer VR-Lernumgebung fehle. Lediglich von S 28 wurde die Angst etwas falsch zu machen genannt. Weitere von den Studierenden genannte Aspekte bezogen sich auf die Interaktivität (13 %), Bedienerfreundlichkeit (13 %) und eine gute grafische Darstellung (13 %). S 28 gab an, dass das Szenario lösbar und nicht zu kompliziert sein sollte. Weiterhin wurde die Erwartung genannt gut mit dem Szenario und der Technik zurechtkommen zu wollen.

Bei der Frage, welche Kompetenzen für Polizeibedienstete besonders wichtig wären, nannten die Studierenden am häufigsten Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit und fachliches Wissen (Abbildung 18). Die sozial-kommunikative Kompetenz und Teamfähigkeit wurden nicht gezielt in dem VR-Szenario trainiert, da die Stärkung dieser Kompetenzen nicht im Vordergrund stand. Daneben wurden fünf weitere Kompetenzen angegeben, die für den Polizeiberuf von Relevanz sind. Die Vielfalt der Nennungen unterstreicht die Komplexität des Polizeiberufs.

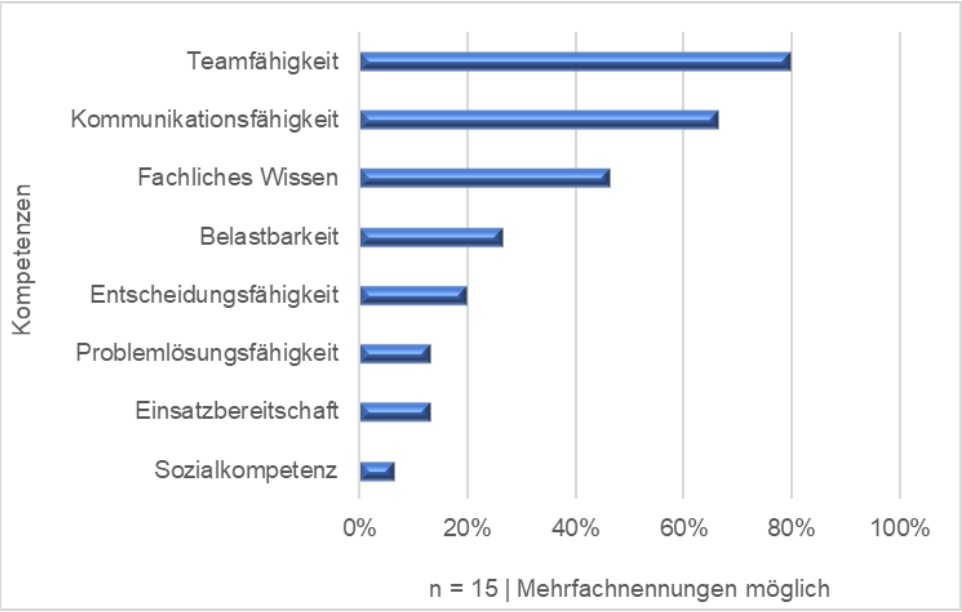


Abbildung 18: Selbsteinschätzung – Vorstudie (eigene Darstellung)

Bei der Begründung, wieso sich die Studierenden für die jeweiligen Kompetenzen entschieden haben, lieferten sie ähnliche Argumente. Teamfähigkeit als Kompetenz dominierte, da Polizeibedienstete im Einsatz mindestens zu zweit unterwegs sind und die Polizeiarbeit im Team und in der Dienstgruppe erfolgt. Unterstrichen wird die Kompetenz dadurch, dass sich die Polizeibediensteten aufeinander verlassen müssen. Fast genauso häufig wurde Kommunikationsfähigkeit genannt, da diese elementar sei, um viele Informationen am Einsatzort zu erlangen und um eine Konfliktsituation zu lösen oder zu vermeiden. Eine Kommunikation mit dem Gegenüber ist oft in extremen Situationen erforderlich. Damit kommt der Kommunikationsfähigkeit eine wichtige Bedeutung zu. Eine gute Kommunikation erleichtert die polizeiliche Arbeit. Kommunikation ist das erste Mittel, das beim Bürger angewendet wird. Fachliches Wissen ist für Einsatzkräfte erforderlich. Damit verbunden sind ein rechtssicheres Agieren, sicheres Auftreten und entsprechendes Selbstbewusstsein, was wiederum Handlungssicherheit ermöglicht.

Die letzte Aufgabe widmete sich der Einschätzung der Relevanz der einzelnen Kompetenzen des Kompetenzprofils, das dieser Arbeit zugrunde liegt (Abbildung 19). Allen Kompetenzen, mit Ausnahme der technologiebasierten Problemlösekompetenz, wurde eine sehr hohe Relevanz beigemessen. Es ist anzunehmen, dass die Studierenden ihr eine geringere Bedeutung beigemessen haben, da diese weniger relevant für die Ausübung des Polizeiberufes ist.

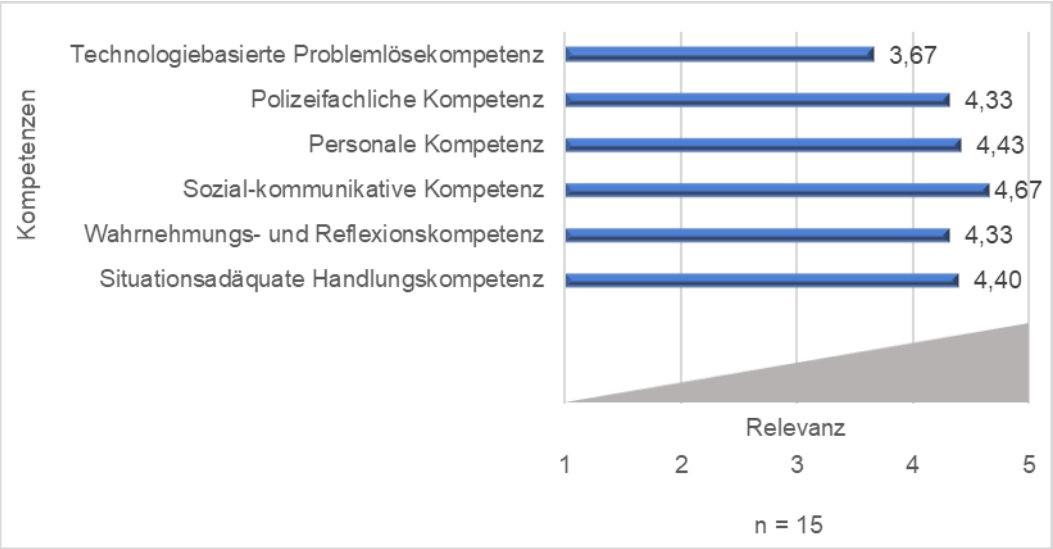


Abbildung 19: Selbsteinschätzung Kompetenzprofil – Vorstudie (eigene Darstellung)

Von den Kern- und Schlüsselkompetenzen erachteten die Studierenden die sozial-kommunikative Kompetenz als am relevantesten, gefolgt von der personalen Kompetenz. Es folgten die situationsadäquate Handlungskompetenz, die polizeifachliche sowie die Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz, die eng beieinanderlagen.

9.1.2 Ergebnisse des Wissenstests der Vorstudie

Mittels des Wissenstests, der nach der VR-Einsatzsimulation durchgeführt wurde, wurde der Lernerfolg der Studierenden in der VR-Lernumgebung gemessen. Es wurden Fragen zum Tankstellenüberfall und zu polizeilichen Maßnahmen in Form von Satzvervollständigungen und Freitextfragen gestellt.

Beim Wissenstest erreichten die Studierenden durchschnittlich 35.9 Punkte von möglichen 80. Das beste Ergebnis erzielte S 27 im zweiten Studienjahr mit 50 Punkten. Die vier Studierenden des ersten Studienjahres erreichten durchschnittlich 30.8 Punkte. Die zehn Studierenden des zweiten Studienjahres erreichten durchschnittlich 37.3 Punkte. Der einzige Studierende des dritten Studienjahres erreichte 43 Punkte. Die weiblichen Studierenden erreichten bessere Testergebnisse als die männlichen (Tabelle 11).

		M	Spannweite	n
1. Stdj.	w	41.0	/	1
	m	27.3	22.5 (18.5-41.0)	3
	Gesamt	**30.8**	**22.5 (18.5-41.0)**	**4**
2. Stdj.	w	40.0	26.0 (24.0-50.0)	4
	m	35.5	19.5 (22.0-41.5)	6
	Gesamt	**37.3**	**28.0 (22.0-50.0)**	**10**
3. Stdj.	w	/	/	/
	m	43.0	/	1
	Gesamt	**43.0**	**/**	**1**

Tabelle 11: Ergebnisse Wissenstest VR-Nutzung – Vorstudie

Der Test wurde von der Mehrheit der Teilnehmenden (85 %) als schwer bewertet. Die Bearbeitungsdauer von 20 Minuten wurde ausgeschöpft. Viele Studierende benötigten mehr Zeit zur Beantwortung. Der Wissenstest war für die Stichprobe aus mehreren Gründen zu schwer. Zur Stichprobe gehörten Studierende des ersten Studienjahres sowie Studierende des zweiten Studienjahres. Letztere erzielten im Test bessere, gleichwohl immer noch schwache Ergebnisse. Den Studierenden wurden vorab asynchron keine Inhalte bereitgestellt. Das Thema war für sie gänzlich neu. Sie hatten keine vergleichbaren Vorerfahrungen, auf die sie ihre Handlungen hätten stützen können. Auch der Einsatz von VR war für die Studierenden neu. Das Briefing bezog sich auf die technische Einweisung und nicht auf eine inhaltliche Auseinandersetzung. Die Studierenden des ersten Studienjahres waren mit der Komplexität des Szenarios überfordert und verfügten nicht über die notwendigen polizeilichen Grundkenntnisse zur Bearbeitung. So hatten diese z. B. die verletzte Person wahrgenommen, hätten diese aber nicht ohne weiteres Nachfragen des *Operators* versorgt, sondern sich weiter der Zeugenbefragung gewidmet.

Der Wissenstest bestand aus drei Fragetypen: Freitextfragen in Form von Kurzantworten, Fragen zur Satzvervollständigung und anwendungsorientierten Fragen. Tabelle 12 stellt den Mittelwert (*M*) der verschiedenen Fragetypen, die Standardabweichung (*SD*), die Spannweite der erreichten Punkte und die Lösungsrate (*p*) dar.

Fragetyp	Punkte*		n	*M*	*SD*	*Spannweite*	*p*
Freitext-fragen (1., 6., 7.a, 7.b, 7.c)	36	1. Stdj.	4	13.25	10.996	23.0 (2.0-25.0)	37 %
		2. Stdj.	10	18.00	5.518	17.0 (8.0-25.0)	50 %
		3. Stdj.	1	21.00	/	/	58 %
		Gesamt	**15**	**16.93**	**7.166**	**23.0 (2.0-25.0)**	**47 %**
Fragen zur Satzvervoll-ständigung (2., 3., 4., 5., 8.,10.)	38	1. Stdj.	4	16.25	2.661	6.5 (13.0-19.5)	43 %
		2. Stdj.	10	16.60	3.689	12.0 (11.0-23.0)	44 %
		3. Stdj.	1	22.00	/	/	58 %
		Gesamt	**15**	**16.87**	**3.508**	**12.0 (11.0-23.0)**	**44 %**
Anwendungs orientierte Frage (9.)	6	1. Stdj.	4	1.25	1.500	3.0 (0.0-3.0)	21 %
		2. Stdj.	10	2.70	1.947	6.0 (0.0-6.0)	45 %
		3. Stdj.	1	0.00	/	/	0 %
		Gesamt	**15**	**2.13**	**1.922**	**6.0 (0.0-6.0)**	**36 %**

**theoretisches Maximum zu erreichender Punkte*

Tabelle 12: Punkteverteilung Wissenstest – Vorstudie

Über alle Fragetypen lässt sich die Grundtendenz erkennen, dass die Ergebnisse im Wissenstest mit zunehmender Studiendauer besser werden (Ausnahme: anwendungsorientierte Fragen drittes Studienjahr; beachte: n = 1). Beim Vergleich der Fragetypen wird deutlich, dass die Studierenden im ersten Studienjahr weniger Punkte bei der Beantwortung der anwendungsorientierten Frage erzielten. Dies kann darauf hindeuten, dass ihr polizeiliches Fachwissen zum Zeitpunkt der Untersuchung weniger ausgeprägt war. Den Studierenden im zweiten Studienjahr fiel es leichter, die anwendungsorientierte Frage zu beantworten. Des Weiteren wurde eine Item-Analyse durchgeführt (Anhang A, XXI, Tabelle 29). Die Auswertung der Item-Schwierigkeit (*P*) bestätigt, dass die 10 Fragen (teilweise mit Unterfragestellungen) des Wissenstests eine Mischung von Items mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden aufweisen. Frage 10. war für die Studierenden, bezogen auf die Gesamtstichprobe, sehr schwierig. Keine der Fragen war für die Studierenden sehr leicht. Die restlichen Fragen bewegten sich hinsichtlich der Item-Schwierigkeit im idealen Bereich, zwischen 0.2 und 0.8. Die Fragen 4., 6., 7.c., 9. und 10. haben eine mittlere Varianz (*V*). Sie differenzieren moderat zwischen den unterschiedlichen Leistungsniveaus der Studierenden. Alle anderen Fragen weisen eine geringe Varianz auf, nahe 0. Die Fragen 2., 6., 7.a., 7.b., 7.c. und 9. weisen eine hohe Item-Trennschärfe (*rit.*) auf. Diese Fragen differenzieren zwischen leistungsstarken und -schwachen Studierenden.

9.1.3 Ergebnisse des Interviews der Vorstudie

Im Rahmen der Leitfadeninterviews beschrieben die Studierenden die Auswirkungen des VR-Szenarios hinsichtlich der Kompetenzen, die für Polizeibedienstete relevant sind. Bei der Auswertung wurden folgende Kategorien gebildet (Anhang C, Tabelle 35).

Neben der Erfassung von Lernergebnissen sollen die Auswirkungen auf den Lernprozess und die damit verbundenen Merkmale betrachtet werden.
Bei der Zuordnung der Codes wurden alle Aussagen berücksichtigt, die von den Studierenden im Interview getätigt wurden. Sofern von Studierenden ein Code mehrfach geäußert wurde, ist der Code mehrfach berücksichtigt worden. Die Durchführung der Interviews erfolgte parallel und wurde neben der Autorin von zwei weiteren Beschäftigten der HdP übernommen. Beschäftigte I führte sechs, Beschäftigter II vier und die Autorin fünf Interviews durch. Im Durchschnitt dauerten die Interviews der Vorstudie 18 Minuten, darunter das kürzeste mit neun Minuten und das längste mit 36 Minuten.
Strukturell orientiert sich die Auswertung der Ergebnisse an den gebildeten Ober- und Unterkategorien. Die Oberkategorien umfassen die Zufriedenheit mit und Bewertung der VR-Einsatzsimulation, die Auswirkungen auf den Kompetenzerwerb, die Systembenutzbarkeit (*Usability*), die Interaktionsmöglichkeiten, die erlebte Präsenz und Immersion sowie die visuelle Ästhetik der Lernumgebung. Darüber hinaus werden die gesundheitlichen und technischen Herausforderungen der VR-Lernumgebung beschrieben. Abschließend werden Verbesserungsvorschläge vorgestellt.

Zufriedenheit mit und Bewertung der VR-Einsatzsimulation

Die Studierenden äußerten sich zur Zufriedenheit mit der VR-Einsatzsimulation „Tankstellenüberfall“ und bewerteten diese. Alle Studierenden nannten positive Aspekte zum VR-Szenario. Sie beurteilten es als gut und nützlich. Sie gaben an, dass die Darstellung der Zeugenaussagen und die Visualisierung der Einsatzsituation zu einem besseren Verständnis der Thematik beigetragen hätten. Selbst der nicht störungsfreie Ablauf des Szenarios, bedingt durch Probleme mit der Software, beeinträchtigte die Bewertung kaum. Die Studierenden stützten ihre Bewertung auf einen Vergleich mit herkömmlichen Trainingsszenarien bei denen die Vorteile der Realitätsnähe im VR-Szenario grundlegend überwiegen. Die visuelle Darstellung führte zu einem gesteigerten Immersionserlebnis sowie zu einem besseren Verständnis der Einsatzlage. „Zum einen muss ich mir nicht im Kopf nur vorstellen, wie das Szenario gerade abläuft, sondern habe es direkt vor Augen und kann verschiedene Leute ansprechen“ (S 29 [00:01:15]). Ebenso wurde positiv erwähnt, dass das Szenario eine größere Komplexität aufwies, als der klassische Unterricht (S 27 [00:03:02]). Die Komplexität bezog sich in dem Szenario auf die Vielzahl an Informationen, die es zu beachten und zu analysieren galt. Theorie und Praxis konnten gut miteinander verzahnt werden. S 21 [00:18:35] führte neben positiven Beurteilungen an, dass das Szenario unrealistisch gewesen sei, da bekannt gegeben wurde, dass der Täter bereits nicht mehr vor Ort sei. Ein notwendiger Zeitdruck seitens der Einsatzkräfte sei nicht gegeben gewesen.

Fünf von 15 Studierenden (33 %) führten an, dass ihnen das Stressgefühl und der hohe Puls in dem VR-Szenario gefehlt hätten. S 27 [00:11:19] hingegen legte dar, dass sie den fehlenden Stress als etwas Positives empfand, da sie so den Raum gehabt habe, ihre vorzunehmenden Handlungen stärker zu reflektieren. Als weiterer Vorteil wurde von S 31 [00:01:43] angeführt, dass in der VR-Lernumgebung Fehler gemacht werden dürften, die er sich in einem realen Einsatz nicht erlauben könnte. S 28 [00:01:56] äußerte, dass sie sich im Gegensatz zum Integrativen Polizeitraining in dem geschützten Raum wohler gefühlt habe, weil sie sich unbeobachteter fühlte. Ein VR-Szenario wurde von S 31 [00:13:03] umso hilfreicher eingeschätzt, je länger der letzte Praxiseinsatz zurücklag.

Die Studierenden äußerten sowohl positive als auch negative Aspekte, die ihnen beim Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation aufgefallen sind. Positiv herausgestellt wurde insbesondere, dass sie sich im Vergleich zu herkömmlichen Lernmedien besser in die Einsatzlage hineinversetzen konnten. Teilweise wurde negativ angemerkt, dass das VR-Szenario kein Stressgefühl bei den Studierenden auslöste.

Auswirkungen auf den Kompetenzerwerb

Den Studierenden fiel es leicht Antworten auf die Frage zu geben, welche Kompetenzen sie in der VR-Lernumgebung besonders gut trainieren konnten und welche davon besonders wichtig für Polizeibedienstete sind. Sie nannten mehrere Kompetenzen, die ihrer Einschätzung nach im VR-Szenario adressiert wurden (Abbildung 20).

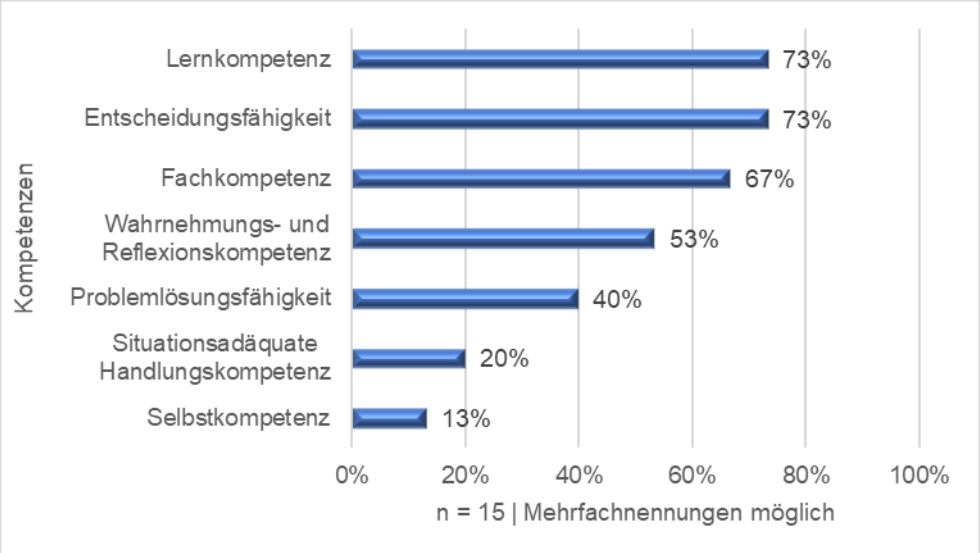


Abbildung 20: Adressierte Kompetenzen – Vorstudie (eigene Darstellung)

Am häufigsten wurde von den Studierenden Lernkompetenz, Entscheidungsfähigkeit, und Fachkompetenz genannt. Fachkompetenz wurde insofern angesprochen, als dass die Studierenden das Wissen über die Polizeiarbeit für die Bewältigung des Szenarios

benötigten. Darüber hinaus war es erforderlich, theoretisches Wissen, bspw. zum polizeilichen Grundschema anzuwenden und auf das Gelernte zurückzugreifen. Zudem war es Aufgabe der Studierenden, zu entscheiden, welche Maßnahme ergriffen werden soll. Zu den Antworten in Bezug auf die Lernkompetenz wurden auch solche hinzugezählt, bei denen die Studierenden die Kompetenz als solche nicht benannten, jedoch äußerten, dass sie etwas Neues gelernt hätten. Teilweise standen die Aussagen der Studierenden zu Fachkompetenz und Lernkompetenz im Widerspruch zueinander. Während die Studierenden bei Fachkompetenz anführten, dass sie einen Wissenszuwachs erlangt hätten und das Szenario die Anwendung des polizeilichen Wissens ermögliche (S 27 [00:11:19]), wurde in Bezug auf die Lernkompetenz oft geäußert, dass das Szenario aus ihrer Sicht eine bloße Reproduktion polizeifachlichen Wissens auf eine konkrete Situation darstellen würde. Als möglicher Wissenszuwachs wurde der Umgang mit der VR-Technologie geäußert. Alle Studierenden brachten die Bereitschaft mit, den Umgang mit der VR-Technologie in dem konkreten Anwendungsfall zu erlernen.

Genauso häufig wie die Lernkompetenz wurde von den Studierenden die Entscheidungsfähigkeit genannt, die sie im Gegensatz zu anderen Kompetenzen gut begründen konnten. Sie führten alle die gleichen Begründungen an und versahen diese mit ähnlichen Beispielen und Fragestellungen, bspw.: „Welche Maßnahme ist zu treffen? Welche Informationen sind relevant? Welche Information soll weiter kommuniziert werden, z. B. an die Dienststelle? Wie ist die Lage zu beurteilen? In welcher Reihenfolge sind die nächsten Handlungen vorzunehmen?“ Die Entscheidungsfähigkeit wurde von den Studierenden häufig im Zusammenhang mit der Problemlösungsfähigkeit genannt, da für sie mit dem Treffen einer Entscheidung auch das Lösen eines Problems einherging.

Die Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz wurde von den Studierenden nur selten explizit genannt. Dennoch implizieren die Aussagen der Studierenden wiederholt, dass diese Kompetenz von ihnen angesprochen wurde. Hinzu gezählt wurde auch das reflexive Denken, bei dem die Handlungen durchdacht und die Zeugenaussagen reflektiert werden. Zudem haben die (Rück-)Fragen und Rückmeldungen des *Operators* dazu geführt, dass die Studierenden ihre geschilderten Handlungen überdacht haben.

Als Abgrenzung zu den zu erwerbenden Kompetenzen wurde von 27 % der Studierenden genannt, dass das Szenario nicht dahingehend ausgestaltet sei, Teamfähigkeit, Sozialkompetenz und Kommunikationsfähigkeit zu trainieren, da die Bearbeitung des Szenarios in einem Single-User-Ansatz erfolgte.

Lernkompetenz, Entscheidungsfähigkeit sowie Fachkompetenz sind aus Sicht der Studierenden für den Polizeiberuf besonders relevant und konnten in der VR-Einsatzsimulation trainiert werden.

Systembenutzbarkeit (Usability)

Die Systembenutzbarkeit (*Usability*) der implementierten Lernumgebung wurde von den Studierenden durchgehend positiv bewertet. Obwohl fast alle noch nie mit der VR-Technologie im Kontext der polizeilichen Ausbildung in Berührung gekommen waren, hatten sie sich in der VR-Lernumgebung schnell eingefunden. Sie bezeichneten die Bedienung, Steuerung und Handhabung der Handcontroller als anfänglich ungewohnt. Die Orientierung im virtuellen Raum sowie die Fortbewegung mittels Handcontroller gelang allen Studierenden in kürzester Zeit ohne größere Schwierigkeiten. Für S 21 [00:02:50] war das System leicht zu verstehen, es sei selbsterklärend (S 11 [00:03:10]), „intuitiv und nutzerfreundlich“ (S 29 [00:02:55]) und auch „von der Anwenderfreundlichkeit wirklich tipptopp“ (S 21 [00:05:49]). S 6 [00:03:26] fühlte sich unwohl, weil sie nichts mehr im Raum sehen konnte. Zudem sei es zunächst ungewohnt eine statische Position während der Bearbeitung des Szenarios einzunehmen. S 22 [00:03:52] fand die *Usability*, insbesondere das Anklicken und Schließen der Informationstextboxen, langwierig und zeitintensiv. Studierende, bei denen die Software nicht störungsfrei ablief, bewerteten die *Usability* dennoch positiv, so S 23 [00:03:10]: „Es gab ein paar Probleme mit der Software, dass manche Popupmenüs dann doch nicht erschienen sind. Aber an sich war die Benutzerfreundlichkeit schon sehr angenehm. Es war nicht viel, was man sich merken musste bezüglich der Handhabung.“ Technische Herausforderungen wurden von den Studierenden eigenständig gelöst, sofern sie Handlungen in der VR-Lernumgebung betrafen. So hatten einzelne Studierende die Herausforderung, nicht alle Zeugenaussagen abrufen zu können. Sie entschieden sich daraufhin dazu, ohne Unterstützung durch den *Operator* sich in der virtuellen Lernumgebung weiter fortzubewegen und einen anderen Zeugen aufzusuchen.
Trotz zeitweise aufgetretener technischer Probleme bewerteten die Studierenden die Systembenutzbarkeit (*Usability*) positiv.

Interaktionsmöglichkeiten

Die Studierenden wurden gefragt, inwiefern es ihnen möglich war, in der VR-Lernumgebung zu agieren und Handlungen vorzunehmen. Die Studierenden bewerteten positiv, dass sie sich in der VR-Lernumgebung frei bewegen konnten (67 %), indem sie die eigene Position durch Steuerung mittels der Handcontroller verändern konnten. Die Reihenfolge der Zeugenbefragungen wurde von ihnen festgelegt. Sie hatten die

Möglichkeit in der VR-Lernumgebung alles zu begutachten und die Entscheidungshoheit darüber, was sie sich ansehen, in welcher Reihenfolge sie die Umgebung wahrnehmen wollten. Sie konnten eigenständig Entscheidungen treffen und auch Bewertungen vornehmen. Sie konnten frei entscheiden, ob sie die verletzte Person aufsuchen, welche Rückschlüsse sie beim Betrachten der Vitalwerte ziehen und ob sie daraufhin weitere Maßnahmen ergreifen, wie das Anfordern eines Rettungswagens bei der Leitstelle. Ein Drittel der Studierenden nahm die Bewegungsfreiheit im Szenario als eingeschränkt wahr, da die Fortbewegung in der virtuellen Umgebung über die Handcontroller und nicht durch das freie Bewegen im Raum erfolgte. Die Studierenden mussten ihren Bewegungsradius von 5 x 5 Metern einhalten. Dies war zunächst für die meisten Studierenden ungewohnt, woran sie sich aber schnell gewöhnten. Das Sammeln zahlreicher Informationen in der VR-Lernumgebung wurde von S 22 [00:08:27] als zeitintensiv und umständlich empfunden. Sie begründete es damit, dass sie eine exakte Position vor den Zeugen einnehmen musste, mittels des Handcontrollers die Informationstextbox anklicken, die Informationen durchlesen und diese anschließend mittels Handcontroller wieder schließen musste. Der *Operator* unterstützte während der Bearbeitung des Szenarios die Studierenden bei technischen Herausforderungen und vermittelte gleichzeitig fachlichen Input. Durch gezielte Nachfragen zu konkreten Maßnahmen in der jeweiligen Situation waren die Studierenden gefordert, fachliches Wissen auf das Szenario anzuwenden. Dies ermöglichte eine verstärkte Reflexion und förderte das vernetzte Denken. Aufgrund der räumlichen Nähe war eine Kommunikation in der realen Welt möglich, ebenso auch über das Handsprechfunkgerät. Die Unterstützung des *Operators* wurde positiv bewertet.

Die Studierenden bewerteten das freie Bewegen grundsätzlich positiv und empfanden lediglich den Bewegungsradius in dem Simulationszentrum als einschränkend.

Präsenz und Immersion

Um weitere Einblicke in die Erfahrungen der Lernenden zu bekommen, wurde nach der wahrgenommenen Präsenz gefragt, die recht ähnlich von den Studierenden beschrieben wurde. 47 % der Studierenden schätzten das Präsenz- und Immersionserleben hoch ein. Sie fühlten sich in der virtuellen Welt anwesend und in der Umgebung präsent. Den immersiven Aspekt beschrieben 53 % der Studierenden mit einem Eintauchen in die virtuelle Welt. Zwischen den Studienjahren gab es keine signifikanten Unterschiede. Durch das Aufsetzen des HMD fokussierten sich die Studierenden zwangsläufig auf die virtuelle Umgebung, da sie durch das geschlossene HMD die Außenwelt nicht wahrnehmen konnten. Sie konnten voll und ganz in die virtuelle Umgebung eintauchen. Es war für sie erlebbarer als gestellte Situationen im Unterricht. Das VR-Szenario

unterstützte dabei sich in die Situation hineinzuversetzen, im Gegensatz zur Vermittlung von theoretischen Inhalten im herkömmlichen Unterricht (S 24 [00:10:53]). Auch wenn für 53 % der Studierenden der Umgang mit dem HMD einer Eingewöhnungsphase bedurfte, fanden sich alle schnell ein, was sich wiederum positiv auf ihre Konzentrationsfähigkeit auswirkte. Zudem nannten sie als Vorteil, dass sie durch das HMD die virtuelle Umgebung vollständig betrachten konnten. Die Studierenden hoben positiv hervor, dass das Szenario den polizeilichen Abläufen nahegekommen sei (53 %). „Das ist schon wirklich mega realistisch. Das hätte ich nicht gedacht. Aber richtig cool“ (S 21 [00:15:34]). Die Wahrnehmung der Motorengeräusche und der Alarmanlage, das Vorhandensein von mehreren Zeugen am Einsatzort und die Gestik der Avatare (ein aufgebrachter Tankwart), erhöhten den Grad der Realität (S 28 [00:10:55]). Von einigen Studierenden (27 %) wurden die Umgebungsgeräusche, insbesondere die laufenden Motoren und die Alarmanlage, als ablenkend, gleichzeitig den Realitätsgrad steigernd, wahrgenommen. Konzentrationsschwierigkeiten wurden bei jenen verzeichnet, die sich verstärkt auf die Handhabung der Handcontroller und die Fortbewegung innerhalb der VR-Lernumgebung konzentrierten (u. a. S 22 [00:10:30], S 23 [00:10:52]). Oftmals wurde von den Studierenden (53 %) zum Ausdruck gebracht, dass sich durch die visuelle Darstellung ihre Wahrnehmung verbessert habe. Im Allgemeinen hatten die Studierenden in der VR-Lernumgebung mehr Zeit als im realen Einsatz alle einflussrelevanten Faktoren zu analysieren und wahrzunehmen, was sich wiederum positiv auf ihre Konzentrationsfähigkeit auswirkte. 67 % der Studierenden artikulierten, dass das HMD dazu beigetragen habe sie dauerhaft in dem VR-Szenario zu halten. Ein Abschweifen der Blicke und Gedanken, wie es in der realen Welt möglich gewesen wäre, ließ die virtuelle Realität nicht zu. Viele Studierende führten aus (67 %), dass sie sich in dem Szenario gut bzw. sehr gut konzentrieren konnten.

Nur teilweise war den Studierenden während des Szenarios bewusst, dass neben ihnen eine weitere Person ebenfalls das Szenario durchlief. S 11 [00:09:35] äußerte, dass die Qualität der Grafik entscheidend für das Immersionserlebnis sei. Jeweils eine befragte Person im ersten und zweiten Studienjahr (13 %) teilte eine andere Auffassung hinsichtlich des Präsenzerlebens mit.

Die Studierenden waren positiv überrascht, dass sie sich schnell in die Einsatzsimulation hineinversetzen konnten und sich in dieser präsent fühlten.

Visuelle Ästhetik der VR-Lernumgebung

Weiterhin bewerteten die Studierenden die visuelle Ästhetik zu weiten Teilen als ansprechend (47 %), eine Darstellung, die für Schulungszwecke dienlich ist. „Es wirkt einfach schlüssig und man weiß auch, wo man ist und auch was man machen kann“

(S 1 [00:04:31]). Positiv hervorgehoben wurde, dass jede Zeugenaussage mit Informationen belegt war, die sie abrufen konnten. „Es hat auf jeden Fall völlig gereicht. 5.000-mal besser als diese Übungen mit: Stellen Sie sich mal vor, da wäre jetzt […]“ (S 27 [00:06:27]). Weiterhin nannten die Studierenden Abweichungen im Vergleich zur Realität, bezeichneten diese allerdings als akzeptabel. Verbesserungsbedarf wurde hinsichtlich der Auflösung geäußert. Für die meisten Studierenden stand die visuelle Ästhetik nicht im Vordergrund. Es ging ihnen vielmehr darum, das Erlernen und Anwenden von Handlungen zu trainieren, um sich auf die Praxiseinsätze bestmöglich vorzubereiten.

Herausforderungen der VR-Lernumgebung

Die Aussagen der Studierenden zu den Herausforderungen der VR-Lernumgebung waren zweigeteilt: Einerseits wurden gesundheitliche, andererseits technische Herausforderungen genannt. Sofern die visuelle Darstellung ein verpixeltes Bild projizierte oder die Fortbewegung im virtuellen Raum in sehr großen Schritten erfolgte, nahmen 33 % der Studierenden teilweise ein leichtes Schwindelgefühl wahr, das sich nach kurzer Zeit wieder legte. Übelkeit, Kopfschmerzen oder Unwohlsein wurden nicht zurückgemeldet.

87 % äußerten im Interview, dass sie während des VR-Szenarios technische Probleme hatten. Am häufigsten traten Störungen auf, bei denen der Spielfluss der Simulation nicht gewährleistet war. Dies machte sich in einem unscharfen Bild bemerkbar (u. a. durch einen schlechten Sitz des HMD, ein verpixeltes und graues Bild). Zudem nannte ein Drittel der Studierenden, dass für sie die Zeugenaussagen nicht abrufbar waren.

Die Studierenden hatten sowohl mit technischen Herausforderungen als auch vereinzelt mit *Motion Sickness* zu kämpfen.

Verbesserungsvorschläge

Verbesserungsvorschläge wurden von den Studierenden zu Interaktionsmöglichkeiten sowie dem Einsatz von Führungs- und Einsatzmitteln geäußert. Da es in dem Szenario bei 53 % der Studierenden zu technischen Problemen kam, wurde von diesen genannt, dass ein VR-Szenario störungsfrei ablaufen und eine hochauflösende Darstellung geboten werden sollte. Dies betreffe insbesondere den Sitz und Halt des HMD, um ein scharfes Bild sicherzustellen. Um tiefer in das Szenario einzutauchen und die Realitätsnähe des Szenarios zu steigern, äußerten 33 % der Studierenden, dass sie sich mehr Interaktivität in dem Szenario wünschten. Dies bezog sich vor allem auf die Kommunikation und das Bewegen im virtuellen Raum, ohne die Handcontroller dafür einsetzen zu müssen. Vier Studierende (27 %) merkten an, dass sie es realistischer

bewerteten, wenn die Zeugen in der virtuellen Lernumgebung auf die Polizeibediensteten zugingen und automatisch ihre Informationen zum Tatgeschehen verbal schilderten, anstatt sich einen Text mit der Zeugenaussage selbst durchlesen zu müssen. So könnten anstelle der Informationstextboxen Audiosequenzen eingespielt werden (S 31 [00:01:43]). 47 % der Studierenden wünschten sich eine verstärkte Kommunikation und Interaktion nicht nur mit den Zeugen, sondern auch mit der Leitstelle und insbesondere mit weiteren Streifenbediensteten, mit denen sie zu Einsätzen ausrückten. Ergänzend wurde von wenigen Studierenden (20 %) ein Einsatz von vermehrten Fragestellungen hinsichtlich der Handlungen geäußert. Einige Studierende (13 %) hätten es begrüßt, wenn sie etwas in der VR-Lernumgebung hätten greifen können, z. B. das Bargeld oder das Mobiltelefon des Zeugen. Neben dem verstärkten Einsatz des Handsprechfunkgeräts wünschten sich die Studierenden den Einsatz von Führungs- und Einsatzmitteln, bspw. Pistole, Taschenlampe, Schutzweste (27 %). Zudem sollten nach Ansicht von 27 % der Befragten weitere Hilfsmittel wie Schreibblock und Stift sowie das dienstliche Mobiltelefon eingesetzt werden, um sich Notizen zum Tathergang zu machen und Beweismittel zu fotografieren.

67 % der Studierenden äußerten, ohne dass sie explizit gefragt wurden, dass sie sich einen häufigeren Einsatz und eine intensivere Einbindung von VR im Studium wünschen würden, um verschiedene Perspektiven einzunehmen (S 22 [00:12:01]), mehr Handlungssicherheit zu erlangen (S 1 [00:34:29]), abwechslungsreicher zu lernen (S 22 [00:14:12]), eine sinnvolle Ergänzung zur Theorie zu haben (S 2 [00:04:14]) und sich besser auf die Prüfungen vorzubereiten (S 30 [00:15:36]). Die Studierenden sahen für den Einsatz der VR-Technologie im Rahmen der polizeilichen Ausbildung vielfältige Anwendungsfälle. Von ihnen wurden bspw. Verkehrskontrollen und Unfallaufnahmen (S 30 [00:15:36]) genannt.

Gefragt nach den Verbesserungsvorschlägen für das VR-Szenario nannten die Studierenden den Einsatz von Führungs- und Einsatzmitteln, eine reibungslose Bearbeitung des VR-Szenarios, eine verstärkte Kommunikation und Interaktion im Szenario sowie einen häufigeren Einsatz und eine intensivere Einbindung der VR-Technologie im Studium.

9.1.4 Videodokumentation der Vorstudie

Das Simulationszentrum der HdP verfügt über eine statische Kamera, mittels derer die Durchführung der VR-Einsatzsimulation aufgenommen wurde. Die Aufnahme ermöglichte der Autorin im Nachgang der Untersuchung das Material zu sichten, sodass sie sich einen Eindruck von der Durchführung über den gesamten Tag hinweg

verschaffen konnte. Zusätzlich hat die Autorin einige Beobachtungen nachträglich in einem Beobachtungsprotokoll (XII) festgehalten.

Bei der Auswertung stellte sich heraus, dass sich die Erhebungsmethode der Videodokumentation als ungeeignet erwies: Die Kamera nahm den gesamten Raum auf. Während der Simulation befanden sich mehrere Personen in dem Raum – je VR-Station ein/e Studierende/r sowie ein *Operator*, zudem die interviewenden Personen, die das Simulationszentrum temporär aufsuchten. Aufgrund der simultan durchgeführten Simulationen waren mehrere Redebeiträge zeitgleich wahrzunehmen. Eine eindeutige Zuordnung der Redebeiträge zu einzelnen Personen war nicht durchgängig möglich. Zudem ließen sich akustisch nicht alle Wortbeiträge und Aussagen der Studierenden aufgrund der Entfernung zwischen dem Mikrofon der Kamera und den Studierenden wahrnehmen. Durch das HMD, das die Studierenden bei der Simulation trugen, wurde das Gesicht zu großen Teilen verdeckt, sodass die Mimik der Studierenden nicht festzustellen war. Dem Einsatz des Videomaterials als Erhebungsmethode standen für die Hauptstudie darüber hinaus formelle Gründe entgegen. Um die Identität der Studierenden zu schützen, darf das Videomaterial nicht der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

9.1.5 Praktische Erkenntnisse der Vorstudie

Die Vorstudie stellte die erste von vier Erhebungen dar, bei der die Machbarkeit des Untersuchungsdesigns und die Umsetzung in der VR-Einsatzsimulation zur Vorbereitung der Hauptstudie geprüft werden sollten. Dafür wurden erste Erfahrungswerte im Feld gesammelt und praktische Erkenntnisse gewonnen. Es wurde beobachtet, wie die VR-Technologie als Lernmedium an der HdP eingesetzt wird, welche Erfahrungen die Studierenden bereits mit der VR-Technologie haben und wie sie mit dieser umgehen. Ferner gaben die Studierenden Hinweise, wie sie die VR-Umgebung wahrnahmen und sich in dieser orientierten. Des Weiteren zeigte sich, welche Fragen des Wissenstests herausfordernd und komplex für die Studierenden waren. Aus der Vorstudie wurde die Erkenntnis gewonnen, dass es einer Anpassung des Untersuchungsdesigns bedarf. Um den Hauptdatensatz dieser Arbeit zu erheben, ist die Durchführung einer Zwischenstudie geboten, bei der weiterentwickelte Erhebungsmethoden gezielt auf ihre Eignung untersucht werden.

Im Einzelnen zeigte die Vorstudie auf, dass der Einsatz der VR-Technologie als Lernmedium Auswirkungen auf den Lernprozess der Studierenden hatte. Allen Studierenden war bekannt, dass es sich bei VR um eine neuartige Technologie handelt. 53 % der Studierenden gaben an noch keinerlei Berührungspunkte mit einer VR-

Einsatzsimulation gehabt zu haben. Die restlichen 47 % der Studierenden verfügten über Vergleichswerte zu ähnlichen (Test-)Szenarien, wobei sie ihre Ausführungen auf einmalige Nutzungsgelegenheiten stützten. Für 93 % war das Lernen mit VR im polizeilichen Kontext neu. Der Einsatz hatte einen motivationalen und emotionalen Effekt. Die Studierenden erkannten den Nutzen des Einsatzes der VR-Technologie in der polizeilichen Ausbildung und einer damit verbundenen Vorbereitung auf die Praxiseinsätze.
Beobachtbar war, dass die Studierenden sich viel Zeit nahmen, um die virtuelle Umgebung zu erkunden und die Objekte in der VR-Lernumgebung anzusehen. Dies kann auf ein gesteigertes Interesse und Neugier zurückzuführen sein. Die Visualisierung der Einsatzlage förderte ein besseres Verständnis für den Sachverhalt.

9.1.6 Interpretation und Diskussion der Vorstudie

Die im Rahmen der Vorstudie gewonnenen Daten und praktischen Erkenntnisse werden mit Blick auf die Forschungsfrage interpretiert und diskutiert. Eine Erhebung über die Wissenstests lieferte im Rahmen der Vorstudie aussagekräftige Ergebnisse. Der Auswertung ist zu entnehmen, dass mit zunehmender Laufbahnerfahrung die Studierenden qualifiziertere Antworten gaben. In den Interviews nannten die Studierenden einzelne Kompetenzen, die sie in der VR-Lernumgebung wahrnahmen. Grundlegend für den Kompetenzerwerb in einem VR-Szenario ist der sichere Umgang mit der Technologie. Den Studierenden war wenig präsent, dass es bei der technologiebasierten Problemlösekompetenz vordergründig nicht um eine Kompetenz geht, die sie zur Ausübung ihrer Tätigkeit als angehende Polizeibedienstete benötigen, sondern dass diese Kompetenz grundlegend ist, um überhaupt Kompetenzen mittels des Lernmediums VR erwerben zu können.
Auch wenn von den Studierenden mehrfach geäußert wurde, dass sie mehr mit Objekten und Streifenbediensteten hätten interagieren wollen, so wurden die Interaktionen bewusst auf das Wesentliche reduziert, damit die Lernenden sich auf das Erreichen der Lernziele (5.4) konzentrieren konnten. Gleiches galt für die Lernumgebung, die lediglich grundlegende Elemente darstellte und den fehlenden Einsatz der Führungs- und Einsatzmittel, um möglichst wenig Ablenkung für die Lernenden zu bieten. Dies entspricht auch dem Kohärenzprinzip (4.7.2). Während die Studierenden den Anspruch der Aufgaben im Wissenstest als zu komplex und zu herausfordernd bewerteten, wurde die Komplexität der virtuellen Lernumgebung von ihnen als angemessen eingeordnet. Einerseits hätten sie sich noch mehr Interaktionsmöglichkeiten gewünscht, andererseits war das Lernmedium VR für 14 von 15 der interviewten Studierenden (93 %) neuartig,

weswegen die Handhabung und Steuerung anfänglich eine Herausforderung darstellte, die sie zu lösen hatten, bevor sie sich auf die Inhalte konzentrieren konnten. Für die Bearbeitung des Szenarios wurden Kenntnisse des polizeilichen Grundschemas (Fachkompetenz) vorausgesetzt. Das Vorwissen hatte Einfluss auf den Lernerfolg. Dies deckt sich mit den Befunden von Vogt, Babel, Hock, Baumann, & Seufert (2021, S. 4).
Zur *Usability* machten die Studierenden weit überwiegend positive Aussagen. Sie konnten sich am virtuellen Einsatzort gut zurechtfinden. Daraus kann geschlossen werden, dass die Systembenutzbarkeit gegeben war und keine lernhinderlichen Herausforderungen vorhanden waren. Sie betonten auch mehrfach den Nutzen der VR-Technologie und die damit verbundenen Vorteile in der polizeilichen Ausbildung. Insgesamt wurde der Nutzen der VR-Technologie in der polizeilichen Ausbildung von den Studierenden als hoch bewertet, da mit VR bessere Darstellungsmöglichkeiten gegeben wären. In den Interviews dominierten Aussagen zu technischen Herausforderungen des Systems. Das eigentliche Szenario sowie die Einsatzlage Tankstellenüberfall traten zu Teilen in den Hintergrund. Dies steht im Zusammenhang mit den verbreitet aufgetretenen Störungen im VR-Szenario.

9.1.7 Folgerungen nach der Vorstudie

Die Durchführung und die Ergebnisse der Vorstudie lieferten wichtige Hinweise und Anhaltspunkte für die Ausgestaltung der folgenden Studien. Während sich ein Großteil bewährt hat, bestand bei einigen Punkten Optimierungsbedarf. Positiv hervorzuheben war, dass sich das VR-Szenario „Tankstellenüberfall“ für die polizeiliche Ausbildung als geeignet herausstellte. Allerdings war das Szenario aufgrund der Vielzahl an Informationen für Studierende des ersten Studienjahres zu herausfordernd.
Die Ergebnisse der P & P-Befragung sind – bezogen auf die geringe Stichprobengröße, gemessen an der Grundgesamtheit – aussagekräftig. Sie bestätigen, dass das Kompetenzprofil dieser Arbeit für Polizeibedienstete in einer VR-Lernumgebung angewendet werden kann. Diese Folgerung wird durch die Aussagen in den Interviews validiert. Um eine unmittelbare Korrelation zwischen dem Kompetenzprofil für Polizeibedienstete, der vor dem Szenario durchgeführten P & P-Befragung und den im Szenario wahrgenommenen Kompetenzen herzustellen, wird für die Hauptstudie vor der Durchführung des Wissenstests erneut eine Einschätzung der Kompetenzen erhoben. Um diese zu validieren, werden die Aussagen aus den Leitfadeninterviews berücksichtigt.
Der Wissenstest war für alle Studierenden anspruchsvoll und wurde deswegen grundlegend überarbeitet. Die Verzahnung des Wissenstests mit dem Szenario bedurfte

der Optimierung, um einen etwaigen Kompetenzzuwachs messen zu können. Das Szenario bildete keine Inhalte zu den Fragen 1., 9. und 10. ab (Anhang A, III). Daher wurden diese Fragen im Wissenstest für die Zwischenstudie nicht berücksichtigt. Die Fragen 5. bis 8. wurden in der Komplexität reduziert. Die Fragen 7. und 8. setzten sich in einem hohen Detaillierungsgrad mit dem konkreten Szenario auseinander, insbesondere in Form von Satzvervollständigung. Zudem beinhaltete der Wissenstest keine Hilfestellungen oder Visualisierungen, die den Studierenden eine Rückkoppelung zum Szenario oder Hilfestellung hätten leisten können.
Im Leitfadeninterview wurde die Komplexität der ersten Frage in Block 1 (Vorerfahrungen mit VR) reduziert (Anhang A, VIII). In Block 2 (Akzeptanz und Zufriedenheit) wurde eine Frage zu den Handlungen aufgenommen, welche den Studierenden in der VR-Lernumgebung gut gelungen sind und welche nicht. Die in Block 3 (Auswirkungen auf den Kompetenzerwerb) angesprochene Kompetenzübersicht wurde reduziert. Dabei wurde ein Rückbezug zu den in den Lernzielen adressierten Kompetenzen des Szenarios gemacht. Die in Block 4 (Interaktionen) gestellte Frage, wie befriedigend die Studierenden die Interaktionen der VR-Lernumgebung empfanden, wurde in der Zwischenstudie nicht berücksichtigt. Die Frage, was sie außerdem unterstützt hätte, ihre Kompetenzen in der VR-Lernumgebung trainieren zu können, war zu herausfordernd.
Gut einen Monat vor der Hauptstudie wurden die Einsatztauglichkeit und Durchführbarkeit der überarbeiteten Erhebungsmethoden im Rahmen einer Zwischenstudie getestet.

9.2 Zwischenstudie

Das Ziel der Zwischenstudie war es, die auf Basis der Erkenntnisse der Vorstudie vorgenommenen Weiterentwicklungen der Erhebungsmethoden und der VR-Lernumgebung im Sinne des *Design-Based Research*-Ansatzes zu testen, um aussagekräftige Ergebnisse auf die Forschungsfrage zu generieren. Durchgeführt wurde die Zwischenstudie am 08.03.2024 (halbtägig). Die Darstellung der Ergebnisse strukturiert sich analog zur Vorstudie (Ergebnisse Wissenstest, Leitfadeninterview, praktische Erkenntnisse, Interpretation und Diskussion sowie Folgerungen).

9.2.1 Ergebnisse des Wissenstests der Zwischenstudie

Nach der VR-Einsatzsimulation wurde anhand des Wissenstests das Lernergebnis gemessen. Der Wissenstest in der Zwischenstudie bestand aus 13 Fragen (teilweise mit Unterfragestellungen). Die Studierenden des zweiten Studienjahres erreichten durchschnittlich 31 Punkte von möglichen 55. Das beste Ergebnis erzielte S 05 mit 37

Punkten. Die Standardabweichung der Ergebnisse der Studierenden im zweiten Studienjahr beträgt 5.27 Punkte. Die Bearbeitungsdauer von 20 Minuten wurde von den Studierenden ausgeschöpft. Der Wissenstest war für die Stichprobe aufgrund ihres Ausbildungsstands angemessen und machbar. Die Reduzierung der Aufgabenkomplexität im Vergleich zur Vorstudie trug dazu bei, dass die Studierenden zu jeder Frage Antworten geben konnten. Die ergänzten Hilfestellungen und Visualisierungen ermöglichten den Studierenden eine Rückkopplung zum Szenario (Anhang IV). Bei den Fragen 5., 7.b. und 12.b. erzielten die Studierenden die schlechtesten Ergebnisse.

Der Wissenstest bestand aus drei Fragetypen: Freitextfragen in Form von Kurzantworten, Fragen zur Satzvervollständigung und anwendungsorientierten Fragen. Tabelle 13 stellt den Mittelwert (*M*) der verschiedenen Fragetypen, die Standardabweichung (*SD*), die Spannweite der erreichten Punkte und die Lösungsrate (*p*) dar.

		(n = 5)			
Fragetyp	**Punkte***	***M***	***SD***	***Spannweite***	***p***
Freitextfragen (4., 6., 7.a., 7.b., 7c, 8.)	18	10.0	3.758	4.5 (6.0-10.5)	56 %
Fragen zur Satz-vervollständigung (1., 2., 3., 5., 9.)	27	15.2	2.515	7.0 (12.0-19.0)	56 %
Anwendungsorientierte Fragen (10., 11., 12.a; 12.b, 13.)	10	5.8	0.758	2.0 (5.0-7.0)	58 %

**theoretisches Maximum zu erreichender Punkte*

Tabelle 13: Punkteverteilung Wissenstest – Zwischenstudie

Bei allen Fragetypen erzielten die fünf Studierenden des zweiten Studienjahres ähnliche Ergebnisse im Wissentest (Anhang A, XXI, Tabelle 30). Drei Fragen (7.c., 11. und 12.a.) waren für die Studierenden sehr leicht, keine sehr schwierig zu beantworten. Die übrigen Fragen befanden sich im idealen Bereich von 0.2 bis 0.8 der Item-Schwierigkeit (*P*). Hinsichtlich der standardisierten Varianz (*V*) ergaben sich überwiegend Werte nahe 0. Die Studierenden erreichten ähnliche Punktzahlen. Allerdings war die Stichprobe (n = 5) sehr klein. Bei den Fragen 4., 6. und 12 b. ließ sich eine Differenzierung zwischen den Studierenden vornehmen. Die Fragen 7. und 8.a. differenzierten moderat. Die Fragen 1., 4., 7.b. und 9. wiesen eine sehr gute positive Korrelation auf. Negative Korrelationen ergaben sich bei den Fragen 11. und 12.b.

9.2.2 Ergebnisse des Interviews der Zwischenstudie

Die Leitfadeninterviews dienten dazu von den Studierenden Aussagen zur VR-Einsatzsimulation zu erhalten. 80 % der Studierenden verfügten über einmalige Erfahrungen mit VR, die sie im privaten Umfeld gesammelt hatten. Für alle Studierenden war der Einsatz der VR-Technologie in der polizeilichen Ausbildung neu. Zu Beginn war es für die Studierenden zunächst ungewohnt, die VR-Technologie zu nutzen. Nach einer kurzen Eingewöhnungszeit fanden sich alle schnell zurecht. Tabelle 36 in Anhang C gibt einen Überblick über die gebildeten Kategorien.

Die Durchführung der Interviews erfolgte parallel durch die Autorin und einen weiteren Beschäftigten der HdP. Der Beschäftigte führte zwei, die Autorin drei Interviews durch. Im Durchschnitt dauerten die Interviews der Zwischenstudie 15 Minuten, darunter das kürzeste 13 Minuten und das längste 20 Minuten.

Im Folgenden werden die zentralen Aussagen der Studierenden, gebündelt nach den gebildeten Ober- und Unterkategorien, dargestellt. Zunächst erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse zur Zufriedenheit mit und eine Bewertung der VR-Einsatzsimulation. Danach folgen die Auswirkungen auf den Kompetenzerwerb. Es werden die Ergebnisse zur Systembenutzbarkeit (*Usability*), zu Interaktionsmöglichkeiten und zur Präsenz sowie zur Immersion dargestellt. Ergänzend werden Herausforderungen in der VR-Lernumgebung und die Nachteile der durchlaufenen VR-Einsatzsimulation beschrieben. Abschließend werden Verbesserungsvorschläge der Studierenden aufgeführt.

<u>Zufriedenheit mit und Bewertung der VR-Einsatzsimulation</u>

Im Nachfolgenden werden die Bewertungen der VR-Einsatzsimulation durch die Studierenden und ihre Zufriedenheit mit dieser beschrieben. Alle Studierenden waren mit dem Szenario zufrieden und bewerteten dieses positiv. 40 % der Studierenden äußerten, dass sie keine großen Erwartungen gehabt hätten und sich den Einsatz der VR-Technologie etwas schwierig vorgestellt hätten. Nach der Bearbeitung des Szenarios waren sie über den Einsatz der VR-Technologie in der polizeilichen Ausbildung positiv überrascht.

Bei ihren Ausführungen verglichen die Studierenden die VR-Technologie mit einem Rollenspiel, bei dem vorhersehbar sei, welche Aktionen das Gegenüber einnehmen werde und mit einem Video, das sich auf eine theoretische Besprechung des Sachverhalts beschränkte. Sie hoben positiv hervor, dass in dem VR-Szenario der Einsatzort (Tankstellengelände) selbst erkundet (S 04 [00:01:24]), dadurch ein guter Überblick erlangt (S 01 [00:02:05]) und ein Gefühl für die Distanzen und den Ort

vermittelt werden konnte. Des Weiteren konnten Orte, Personen und Lichtverhältnisse angepasst werden (S 01 [00:02:05]). Zusätzlich ließ sich eine realitätsnahe Darstellung von Situationen visualisieren. Weiter betrachteten die Studierenden die Plausibilität des Szenarios „[…] den Einsatz fand ich […] gut durchdacht“ (S 03 [00:00:29]). Ein positiver Nebeneffekt war es, den Umgang mit der Technologie zu erlernen (S 02 [00:01:02]), der für sie auch „mal was anderes im Studium“ darstellte (S 04 [00:02:00]).
Die Studierenden äußerten sich positiv zur VR-Einsatzsimulation „Tankstellenüberfall“. Auch wenn sie keine oder eine geringe Erwartungshaltung hatten, wusste die realitätsnahe Darstellung die Studierenden zu überzeugen.

Auswirkungen auf den Kompetenzerwerb

Den Studierenden (u. a. S 01 [00:06:20], S 03 [00:06:44]) fiel es zum Teil schwer, Antworten auf die Frage zu geben, welche Kompetenzen sie im VR-Szenario besonders gut trainieren konnten und welche davon besonders wichtig für Polizeibedienstete seien. S 02 [00:06:25], S 03 [00:09:03] und S 05 [00:07:17] begründeten es damit, dass das Szenario für sie relativ kurz war. Auf die Frage, was S 05 [00:07:51] und S 03 [00:12:49] gelernt hätten, fiel ihnen spontan nichts dazu ein. Auch die Frage nach den Auswirkungen der Interaktionen auf den Kompetenzerwerb lieferte keine gewinnbringenden Antworten. S 03 [00:12:27] und S 05 [00:09:41] wussten nicht was sie darauf antworten sollten. Die bei der Interviewdurchführung beigefügte Kompetenzübersicht diente für die Studierenden als Hilfestellung und führte dazu, dass sie dennoch einige Kompetenzen auf die Fragen nannten (Abbildung 21).

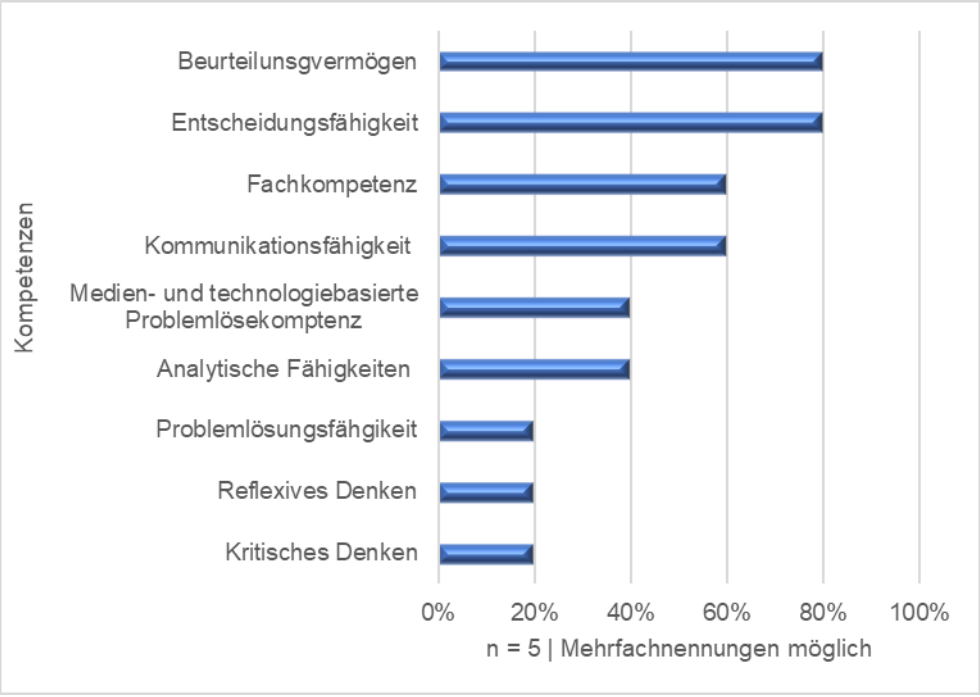


Abbildung 21: Adressierte Kompetenzen – Zwischenstudie (eigene Darstellung)

Beurteilungsvermögen und Entscheidungsfähigkeit

Am häufigsten wurden von den Studierenden Beurteilungsvermögen und Entscheidungsfähigkeit genannt, gefolgt von Fachkompetenz und Kommunikationsfähigkeit. Dass die beiden erstgenannten Kompetenzen derart häufig genannt wurden, ist erstaunlich, da die Interaktionsmöglichkeiten der Studierenden in der Zwischenstudie beschränkt waren – insbesondere verglichen mit der Vorstudie. Von den Studierenden wurde genannt, dass sie die verletzte Person versorgen und ihre Verletzungen beurteilen und sodann entscheiden mussten, wie mit den Zeugen und dem Handyvideo umzugehen war. Das Bargeld musste sichergestellt werden und eine Informationsweitergabe hatte hinsichtlich Fluchtrichtung und Täterbeschreibung zu erfolgen (S 04 [00:06:09]). Darüber hinaus wurde von ihnen verlangt, dass sie ihre Laufrichtung, die Reihenfolge der Zeugenbefragungen, ihre Handlungen und das weitere Vorgehen festlegten (u. a. S 02 [00:05:39], S 04 [00:06:09]). „Man muss selber diese Lage beurteilen, man kann sich umgucken, man kann mit den Leuten reden und aufgrund der Aussagen dann beurteilen, was man machen möchte. Viel besser als in so einem Einsatztraining, die wir sonst haben“ (S 05 [00:06:07]).

Fachkompetenz

Während die Studierenden die ersten beiden Kompetenzen (Beurteilungsvermögen und Entscheidungsfähigkeit) gut begründen und mit Beispielen belegen konnten, wurde Fachkompetenz weniger spezifisch angeführt. Ihren Ausführungen ließ sich nicht entnehmen, welches Fachwissen sie im konkreten Anwendungsszenario erworben haben. S 04 [00:06:09] erklärte: „Und so ein bisschen Fachwissen hat man ja auch gebraucht, was für taktische Maßnahmen man dann jetzt trifft und was eigentlich die taktischen Ziele in dem Moment sind, bei dem Raubüberfall auf die Tankstelle“. Für S 01 [00:06:59] war die VR-Technologie im Kontext Fachwissen bedingt einsetzbar. S 02 [00:05:17] führte folgendes aus: „Fachwissen ist relativ gut trainierbar, da man sich in der Situation, also auch wenn man dann diese Texte durchliest und so, also gerade das Fachwissen anwenden kann, besser als wenn man es einfach nur auf dem Papier macht.“ Des Weiteren ergänzte S 02 [00:06:25], dass die Bearbeitung des Szenarios zu kurz war, um die Fachkompetenz oder Entscheidungsfähigkeit zu verbessern.

Kommunikationsfähigkeit und medien- und technologiebasierte Problemlösekompetenz

Den Beobachtungen am Untersuchungstag zufolge glich die in Echtzeit durchgeführte Kommunikation einem dialogischen Sprechen, außer dass die VR-Nutzenden ihren Kommunikationspartner nicht sehen konnten. Die Kommunikationsfähigkeit war von den Studierenden aufgrund der fehlenden Informationstextboxen (im Gegensatz zur

Vorstudie) stark gefordert. S 01 [00:06:59] hatte „[…] keinen großen Unterschied zu einem praktischen Training“ wahrgenommen, da sie „[…] auch mit einer echten Person geredet“ hat. Zu beobachten war, dass aufgrund der Vielzahl an Informationen Rückfragen bedingt gestellt werden konnten. Obwohl die Studierenden das Handsprechfunkgerät an ihrer Jacke befestigten, nutzten sie es nicht, da aufgrund der räumlichen Nähe ein tatsächlicher Gebrauch obsolet war.

40 % der Studierenden nannten nicht explizit die Medien- und technologiebasierte Problemlösekompetenz, beschrieben aber das Kennenlernen der VR-Technologie und das Erlernen des Umgangs mit dieser. S 01 [00:06:20] und S 02 [00:06:25] sprachen dies im Interview mehrfach an, die anderen drei Studierenden nicht.

Analytische Fähigkeiten und Problemlösefähigkeit

Analytische Fähigkeiten wurden als Kompetenz von 40 % genannt. S 01 [00:06:59] führte dazu aus, dass die einzelnen Aussagen zusammengefasst werden mussten und die Fluchtrichtung des Täters antizipiert werden musste. Für S 02 [00:05:39] ging es bei analytischen Fähigkeiten, um die Erfassung und das Überblicken der Lage. Die Problemlösefähigkeit wurde von den Studierenden weniger häufig genannt, da das Szenario sich auf die Informationserfassung konzentrierte. Auch wenn die Studierenden das Problem in der VR-Lernumgebung nicht lösen konnten, so haben sie alle das in dem Sachverhalt verankerte Problem erkannt, analysiert und versucht durch Unterstützung von außen Lösungsmöglichkeiten zu schildern. Reflexives Denken wurde von S 01 [00:06:59] hinsichtlich des eigenen Handelns genannt und kritisches Denken, dass die eigenen Entscheidungen hinterfragt werden können. Das VR-Szenario hat dazu beigetragen, dass für S 01 [00:10:14] das Bewusstsein für das Detail, worauf bei einem Einsatz zu achten ist, geschult wurde. Weiter ausgeführt sah S 03 [00:10:12] eine Auffrischung der Inhalte in dem VR-Szenario. S 03 [00:09:03] war hinsichtlich der Fragestellung indifferent und sich nicht sicher, ob er verbunden mit der Technologie etwas neu gelernt bzw. verbessert hat. „Aber es ist auf jeden Fall eine gute Vorbereitung wie man besser an so eine Situation rangeht und was man als erstes macht […]“. Ein häufigerer Einsatz der VR-Technologie würde bei den Studierenden Vertrautheit schaffen: „Ich glaube, wenn man das gewohnt ist, mit VR zu arbeiten, dann wird das besser“ (S 05 [00:10:19]).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Studierenden geringe bis gar keine Auswirkungen auf den Kompetenzzuwachs wahrnahmen (S 03 [00:09:03] und S 04 [00:07:51]). Eine mögliche Erklärung könnte in der Gestaltung der VR-Lernumgebung liegen. Zeugenaussagen in Form von Informationstextboxen fehlten und Handlungen waren nur eingeschränkt möglich. Des Weiteren haben die Studierenden

kurz zuvor im Unterricht einen ähnlichen Sachverhalt bereits thematisiert, sodass das Fachwissen bei den Studierenden zum Zeitpunkt der Untersuchung noch präsent war.
Die Studierenden nannten am häufigsten das Beurteilungsvermögen und die Entscheidungsfähigkeit.

Systembenutzbarkeit (Usability) und visuelle Ästhetik

Die Studierenden wurden danach gefragt, wie sie die Systembenutzbarkeit (*Usability*) und die visuelle Ästhetik der Lernumgebung der VR-Einsatzsimulation bewerten. Sie kamen mit dem System der implementierten VR-Lernumgebung schnell zurecht. Sie waren positiv von dem intuitiven System überrascht. Für S 02 [00:03:56] war es anfangs ungewohnt, zu kommunizieren und die Informationstextboxen anzuklicken, um Informationen zu erhalten. Die Meinungen der Studierenden hinsichtlich der visuellen Ästhetik gingen auseinander. Von „sehr gut“ (S 02 [00:03:22]), über „es sah ganz gut aus […] man konnte alles erkennen“ (S 04 [00:03:38]) bis „simpel“ (S 03 [00:02:42]) und „nicht real“ (S 03 [00:15:11]), waren alle Ansichten vertreten. Bei S 05 [00:02:54] wurde das Bild gelegentlich verzögert angezeigt. Nach einer kurzen Wartezeit konnte die Bearbeitung fortgesetzt werden. S 01 [00:04:17] äußerte, es habe „ein bisschen wie ein Spiel gewirkt. Aber ich glaube, allein durch das Szenario, durch die Aussagen hat sich das schon ziemlich echt angefühlt.“
Überwiegend äußerten sich die Studierenden positiv zur Systembenutzbarkeit. Die Bewertungen zur visuellen Ästhetik der Lernumgebung fielen weniger positiv aus, da sie sich eine größere Realitätsnähe wünschten.

Interaktionsmöglichkeiten

Die Studierenden wurden danach gefragt, inwiefern es ihnen möglich war, in der VR-Lernumgebung zu agieren und Handlungen vorzunehmen. Die Studierenden bewerteten positiv, dass sie sich in der VR-Lernumgebung frei bewegen konnten. „Das freie Bewegen war sehr gut möglich […]. Man konnte überall hin“ (S 01 [00:11:18]). Da habe ich mich sehr frei gefühlt und konnte mich auch in alle Richtungen recht schnell bewegen“ (S 02 [00:04:27]). Die Studierenden konnten zum Teil selbst entscheiden in welche Richtung sie gehen. S 04 [00:09:38] wiederum hätte gern selbst die Reihenfolge der Zeugenbefragungen festgelegt. S 03 [00:16:05] führte an, dass es einfach war den Einsatzort abzulaufen und zu erkunden, da die Zeugen in der VR-Lernumgebung still dastanden.
Das Szenario beschränkte sich auf die Wahrnehmung, Speicherung und Verarbeitung von Zeugenaussagen und Informationen. S 04 [00:05:06] beschrieb die Handlungen und Interaktionen wie folgt: „[…] ich musste mir eigentlich nur anhören, was die Leute zu

sagen hatten und dann irgendwie manchmal Fragen beantworten, was ich jetzt tun würde.“ S 05 [00:05:57] merkte an, dass kein direktes Feedback hinsichtlich der Richtigkeit gegeben wurde. Für S 01 [00:05:23] war es anfangs schwer sich einzufinden, weil sie nicht genau wusste, was sie hinsichtlich der Zeugenbefragungen alles machen solle.

Der *Operator* betreute die Studierenden während der Bearbeitung des Szenarios eng, da er die Rollen der verschiedenen Zeugen „spielte“ und die Informationen, die in der Vorstudie in den Informationstextboxen standen, nachsprach. Neben der verbalen Kommunikation stellte der *Operator* auch gezielte Nachfragen zu konkreten Maßnahmen in der jeweiligen Situation. Die Unterstützung, Kommunikation und Anwesenheit des *Operators* wurden von den Studierenden positiv bewertet.

Das freie Bewegen in der VR-Einsatzsimulation wurde positiv bewertet, die Interaktionsmöglichkeiten mit den Zeugen als eingeschränkt wahrgenommen.

Präsenz und Immersion

Die Studierenden wurden gefragt, inwieweit sie das Gefühl hatten, in die Umgebung eingetaucht zu sein. Sie waren positiv überrascht, wie schnell sie sich in die Einsatzsituation hineinversetzen und die Umgebung ausblenden konnten. Auch die Leitstelle, die sich im physischen Raum befand, war für sie im Szenario über Funk erreichbar (S 01 [00:14:00]). Die aufgetretenen technischen Störungen beeinflussten teilweise das Präsenz- und Immersionserlebnis, da durch die zeitverzögerte Bilddarstellung und die Ladevorgänge der Anwendung für die Studierenden das Szenario bzw. der Handlungsfluss unterbrochen wurde und sie sich wieder in das Szenario einfinden mussten (S 02 [00:10:20]). Wenn es reibungslos funktionierte, war S 02 [00:10:56] mehr in der Situation als im Raum des Simulationszentrums. „Das ist schon ein gutes Gefühl, dass man es sich nicht nur so bildlich vorstellen muss, sondern das auch relativ gut sehen kann“ (S 05 [00:12:23]). Die Realitätsnähe konnte in einigen Teilen abgebildet werden, bspw. „die eine Dame, die ein bisschen genervt war, dass es jetzt so lange dauert. Das ist auch ähnlich wie in der Praxis draußen“ (S 01 [00:10:14]).

Im Allgemeinen konnten 60 % der Studierenden sich gut in dem Szenario konzentrieren und waren durch nichts abgelenkt. „Und wahrgenommen habe ich, denke ich, auch alles, was wichtig war. Es gab jetzt nicht so viel, außer die Tankstelle zu sehen“ (S 04 [00:10:20]). S 02 [00:08:52] fiel das Konzentrieren schwer, weil die Technologie für sie noch neu war und sie sich erst zurechtfinden musste. Aus diesem Grund hatte sie sich nicht ganz auf die Situation konzentriert, sondern vermehrt auf den Umgang mit den Handcontrollern. Die Neugierde und das spielerische Erkunden der Umgebung

überwogen „und deswegen war die Einsatzbewältigung jetzt eher nachrangig, also auch unterbewusst“ (S 03 [00:13:42]).
Grundsätzlich ist es den Studierenden gleichwohl gut gelungen, einen hohen Grad von Präsenz und Immersion zu erlangen. Zu Einschränkungen führten technische Störungen.

Herausforderungen der VR-Lernumgebung

Die Studierenden nannten überwiegend technische Herausforderungen der VR-Lernumgebung, andererseits auch wenige gesundheitliche Herausforderungen. Technische Herausforderungen machten sich u. a. in einem langen Ladevorgang sowie einem verzögerten oder unscharfen Bild bemerkbar, was das Lesen der Informationen erschwerte. Stellenweise war das Handling mit dem Anklicken und Schließen der Informationstextboxen für die Studierenden herausfordernd, obwohl sie eine exakte Positionierung eingenommen hatten. Trotz der aufgetretenen technischen Störungen bewerteten die Studierenden die VR-Lernumgebung positiv.
Hinsichtlich der gesundheitlichen Herausforderungen äußerten S 01 und S 04 ein leicht komisches Gefühl, das sie anfänglich vernommen hatten. Bei S 01 [00:04:46] kam dieses komische Gefühl auf, als sie sich mit den Handcontrollern bewegte, aber selbst nicht gelaufen war. Daran habe sie sich aber schnell gewöhnen können. Für S 04 [00:02:38] fühlte es sich lediglich komisch an, in der Umgebung zu sein. Die anderen Studierenden äußerten keine gesundheitlichen Herausforderungen.
Bei den Studierenden dominierten technische Herausforderungen, gesundheitliche Einschränkungen traten nur vereinzelt auf.

Nachteile der durchlaufenen VR-Einsatzsimulation

Neben den vorgenannten vorteilhaften Betrachtungsweisen nannten die Studierenden auch nachteilige Aspekte im Hinblick auf die gestalterischen, organisatorischen und technischen Rahmenbedingungen. Den Studierenden war bewusst, dass es sich bei der VR-Einsatzsimulation nicht um eine reale Situation handelte. „Es ist halt alles so ein bisschen fremd. Also, man nimmt die Situation natürlich nicht so ernst – gerade vom Äußerlichen her“ (S 03 [00:01:09]). Auch S 04 [00:02:38] unterstützte diese Aussage, dass die VR-Einsatzsimulation nicht so realistisch gewesen sei wie eine Interaktion mit anderen Studierenden, die schauspielern. S 01 [00:03:14] äußerte, dass sich „Verletzungen nicht so gut darstellen lassen wie man das jetzt vielleicht in einem komplett echten Szenario […] mit Kunstblut [erlebt]“.
Nach tiefgehender Betrachtung trugen die Studierenden vor, dass es der Plausibilität des Szenarios zuträglich wäre, wenn in diesem Aspekte der Beweissicherung und das

Aufschreiben von Informationen möglich gewesen wären, da Polizeibedienstete am Einsatzort den Sachverhalt üblicherweise schriftlich dokumentieren. Zunächst ungewohnt war für die Studierenden, dass sie im Szenario alleine agierten, da sie es gewohnt seien, zu zweit auf Streife zu gehen (u. a. S 03 [00:02:10]). Ferner fehlten Handlungen, bspw. das Funken mit den Kollegen, um das Szenario realistischer zu machen und die Studierenden (besser) auf den Praxiseinsatz vorzubereiten. S 03 [00:02:10] führte weiterhin aus: „Man ist halt nicht wirklich in dem Einsatzgefüge drin." Bei der Frage nach weiteren Nachteilen nannte S 02 [00:01:02], dass es ein zeitaufwendiges Vorhaben sei die VR-Technologie bei vielen Studierenden einzusetzen. Die technischen Störungen wurden von den Studierenden durchgehend angesprochen. Das System hakte, das Bild wurde verzögert dargestellt (S 03 [00:00:29]). „[…] und auch das Lesen und die Steuerung hat manchmal nicht so gut funktioniert. Aber das war mir schon klar, dass das jetzt nicht ist wie in echt" (S 05 [00:00:28]).
Bei den Nachteilen der durchlaufenen VR-Einsatzsimulation verglichen die Studierenden diese mit der Realität und zeigten vereinzelt Unterschiede dazu auf.

Verbesserungsvorschläge

Von den Studierenden wurden drei Verbesserungsvorschläge genannt. Sie wünschten sich mehr Bewegungsfreiheit im Szenario (40 %), die Möglichkeit Informationen schriftlich festzuhalten (40 %) und das Durchlaufen des Szenarios mit einem/r Streifenpartner/in (60 %). S 04 äußerte, dass er gerne die Laufrichtung und Reihenfolge der Zeugenbefragungen selbst entscheiden würde. Aufgrund der Vielzahl an Zeugenaussagen wünschten sich 40 % der Studierenden Dokumentationsmöglichkeiten, wie sie ihnen im realen Einsatz in Form eines Schreibblocks zur Verfügung stehen. Basierend auf den gemachten Erfahrungen während des Praktikums war es für die Studierenden ungewohnt, dass sie die Einsatzsituation allein bewältigen mussten und ihnen kein/e Streifenpartner/in als Unterstützung zur Seite stand, mit dem/r sie Rücksprache hätten halten können. Zudem regte S 01 [00:14:38] an, das Szenario mit anderen Entscheidungen zu durchlaufen. S 02 [00:11:18] empfand es als herausfordernd, Anleitungen von außen zu erhalten und gleichzeitig dem Kommunikationsgeschehen im Szenario zu folgen. S 04 [00:12:59] schlug als Verbesserungen mit Audiosequenzen hinterlegte Zeugenaussagen sowie ein tatsächliches Funken vor. S 02 [00:12:15] wünschte sich eine vorgelagerte Einführung in VR und im Anschluss erst die Bearbeitung eines VR-Szenarios. Von allen Studierenden wurde ein reibungsloser technischer Ablauf erwartet. 40 % der Studierenden waren sich einig, dass ein intensiverer Einsatz in der polizeilichen

Ausbildung Vertrautheit im Umgang mit der Technologie schaffen würde und zur besseren Bewältigung von Praxiseinsätzen beitragen könne.
Die Studierenden nannten drei Verbesserungsvorschläge: Mehr Bewegungsfreiheit, den Einsatz von Führungs- und Einsatzmitteln und das Durchlaufen des Szenarios gemeinsam mit einem/r Streifenpartner/in.

9.2.3 Praktische Erkenntnisse der Zwischenstudie

Beruhend auf den Erkenntnissen der Vorstudie diente die Zwischenstudie dazu, die Weiterentwicklung der Erhebungsmethoden und des VR-Szenarios vor der Erhebung des Hauptdatensatzes in der Hauptstudie auf ihre Anwendbarkeit hin zu überprüfen und weitere praktische Erkenntnisse zu generieren. Gleichzeitig bot die zweite Studie die Möglichkeit, die Untersuchungsgruppe, die polizeiliche Ausbildung, die Beschäftigten der HdP sowie ablauforganisatorische Aspekte zum Einsatz der VR-Technologie an der HdP besser kennenzulernen und zu verstehen.
Die weiterentwickelten Erhebungsmethoden führten zu einer höheren Validität. Im Allgemeinen hat die Zwischenstudie gezeigt, dass der Einsatz der VR-Technologie die Wahrnehmung der Studierenden für die polizeiliche Einsatzsituation geschärft hat. Ihr Umgang mit Zeugenaussagen und das Vorstellungsvermögen wurden gestärkt. Für alle Studierenden war das Lernen mit der VR-Technologie im polizeilichen Kontext neu. Sie bewerteten den Einsatz der Technologie weitestgehend positiv. Weniger gut wurden die geringen Interaktionsmöglichkeiten und die technischen Störungen bewertet, die stellenweise das Präsenzerleben beeinflussten, die Bearbeitung des Szenarios und einen reibungslosen Ablauf erschwerten. Die von den Studierenden angesprochenen technischen Herausforderungen konnten nur von dem *Operator* und nicht eigenständig von den Studierenden gelöst werden. Die enge Betreuung der Studierenden durch den *Operator* reduzierte wesentlich den Handlungsspielraum und das Treffen eigener Entscheidungen und Interaktionen, was dazu führte, dass Fehler kaum gemacht werden konnten. Aufgrund der nicht vorhandenen schriftlichen Zeugenaussagen war es erforderlich, die Studierenden kommunikativ durch das Szenario zu führen, um sie mit Informationen zu den einzelnen Zeugen zu versorgen. Die durch den *Operator* in Echtzeit gesprochenen Aussagen ermöglichten wiederum eine zunehmende kommunikative Interaktion mit den Studierenden. Der Schwerpunkt lag auf der Kommunikationsfähigkeit, dem dialogischen Sprechen. Die HdP setzt die VR-Technologie im Lernkontext vordergründig zur Informationserfassung einer Einsatzlage ein. Dabei wird eine Kommunikation in Echtzeit mit dem *Operator* vorgenommen, um mündliche Diskurse nachzustellen und die Lernsituation authentischer zu gestalten.

Allerdings ist anzunehmen, dass bei den in Echtzeit mündlich mitgeteilten Informationen durch den *Operator* bei mehrmaligem Wiederholen nicht alle Zeugenaussagen wortgetreu vermittelt wurden. Dies würde erklären, warum S 03 [00:18:01] es für unrealistisch bewertete, dass der Tankwart eine Stunde lang auf die Polizei gewartet habe.

Hinsichtlich der intendierten Lernziele haben die Studierenden ihrer Meinung nach keine damit verbundenen Kompetenzen erwerben oder stärken können. Für die Studierenden ging nicht hervor, dass mit der VR-Technologie tatsächlich gelernt werden kann. Zwei der Studierenden (40 %) gaben an, dass sie einen ähnlichen Sachverhalt (Banküberfall) vor nicht allzu langer Zeit im Unterricht besprochen hätten. Auch dies kann dazu beigetragen haben, dass die Studierenden keinen Lernzuwachs wahrgenommen haben.

Um die Kompetenzen der Lernenden zu erfassen, war es unerlässlich, ihre Leistungen zu beobachten und zu dokumentieren. Die Wahrnehmungen und gesammelten Eindrücke während der Zwischenstudie wurden in einem Beobachtungsprotokoll (XIII) schriftlich festgehalten. Die Beobachtung im Rahmen der Untersuchung hat sich als wirksam und sinnvoll erwiesen. Es ermöglichte, die Lernprozesse und Lernergebnisse der Studierenden besser zu verstehen und zu unterstützen. Um eine verlässliche Beobachtung zu gewährleisten, wurde unmittelbar nach dem Untersuchungsende eine gemeinsame Reflexion mit den Beschäftigten der HdP vorgenommen.

9.2.4 Interpretation und Diskussion der Zwischenstudie

Ziel der Zwischenstudie war es, die technologischen und methodischen Weiterentwicklungen zu testen. Dabei wurde das Untersuchungsdesign auf seine Realisierbarkeit und Machbarkeit geprüft. Die Ergebnisse der Erhebungsmethoden der Zwischenstudie sind eine Fortschreibung der Ergebnisse der Vorstudie. Sie bestätigen die Befunde der Vorstudie, ohne neue Erkenntnisse zu generieren, weswegen sich eine weitergehende Interpretation und Diskussion erübrigt.

9.2.5 Folgerungen nach der Zwischenstudie

Die Diskrepanzen zwischen den angestrebten Lernzielen und den beobachteten Handlungen resultierten aus der Gestaltung der VR-Lernumgebung. Aufgrund der Erkenntnisse im Rahmen der Zwischenstudie wurden folgende Anpassungen an den Erhebungsmethoden und der VR-Lernumgebung vorgenommen: Die Verzahnung des Wissenstests mit dem Szenario bedurfte geringfügiger Optimierung. Das Szenario bildete keine Inhalte zu den Fragen 1., 3. und 5. ab (Anhang A, IV). Daher wurden diese für die Hauptstudie im Wissenstest nicht weiter berücksichtigt. Frage 2. wurde um eine

Anwendungsfrage zum Szenario ergänzt (Handelt es sich in dem VR-Szenario um einen typischen oder atypischen Überfall?). Frage 9. wurde um zwei Aspekte in der Komplexität reduziert.

Im Leitfadeninterview wurde in Block 2 (Akzeptanz und Zufriedenheit) die Frage nach den durchgeführten Handlungen, welche den Studierenden gut gelungen sind und welche nicht, gestrichen. Die Studierenden konnten diese Frage aufgrund der fehlenden Interaktionen nicht beantworten. Ebenso wurde die zweite Frage nach den Interaktionen in Block 4 für die Hauptstudie nicht berücksichtigt. Die in Block 3 (Auswirkungen auf den Kompetenzerwerb) aufgelistete Hilfestellung, was die Studierenden neu gelernt/ verbessert haben, wurde als Frage in den Leitfaden aufgenommen. Zudem wurde die erste Frage in Block 3 in zwei separate Fragen aufgeteilt, da die Doppelfrage für die Studierenden zu herausfordernd war. Die Betitelung von Block 3 wurde angepasst in Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses. Im Allgemeinen fiel es den Studierenden schwer, Antworten auf die Fragen in Block 3 zu geben. Weiterhin wurde in Block 6 (Ergänzungen) die erste Frage geändert, um einen zunehmenden Transfer zur Praxis und zum Sachverhalt herzustellen. Die Studierenden wurden danach gefragt, was sie noch benötigen würden, um sich in der VR-Lernumgebung ideal auf den Einsatz vorzubereiten, wenn sie morgen einen Tankstellenüberfall hätten.

Basierend auf den Rückmeldungen der Studierenden in der Vorstudie wurden Anpassungen an dem Szenario vorgenommen. Die Studierenden gaben an, dass sie das Szenario realitätsnäher wahrnehmen würden, wenn sie die Zeugenaussagen nicht lesen (Interaktion durch Anklicken der Informationstextbox und Schließen), sondern in Form von Audiosequenzen vorgespielt bekämen. Um einen möglichst hohen Standardisierungsgrad in dem Szenario abzubilden, wurde das Szenario für die Hauptstudie dahingehend überarbeitet, dass die Zeugenaussagen sowohl in Form von Informationstextboxen als auch von Audiosequenzen dargestellt wurden.

Aufgrund der Gesamtheit der gewonnenen Erkenntnisse bedurfte die Forschungsfrage einer geringfügigen Anpassung. Während diese ursprünglich darauf ausgerichtet war, zu erfassen, wie sich die VR-Technologie als Lernmedium auf den Kompetenzerwerb auswirkt, wurde zur Hauptstudie der Schwerpunkt auf den wahrgenommenen Kompetenzzuwachs gelegt. In diesem Zuge wurde ein Prä-Post-Vergleich zur Kompetenzeinschätzung eingeführt.

9.3 Haupt- und Ergänzungsstudie

Das Ziel der Haupt- und Ergänzungsstudie war es, die Anpassungen aufgrund der Erkenntnisse aus der Vor- und Zwischenstudie im Sinne des *Design-Based Research*-Ansatzes zu nutzen, um den Hauptdatensatz zur Verfolgung der Forschungsfrage zu erheben. Die Hauptstudie wurde am 25.04.2024 (ganztägig), die Ergänzungsstudie am 10.12.2024 (halbtägig) durchgeführt. An den vorangegangenen Tagen wurden jeweils vorbereitende Tätigkeiten vorgenommen (Anhang A, XVII). Die dargestellten Befunde spiegeln das Ergebnis aller Erhebungsmethoden wider. Zu diesen gehören auch die Beobachtungen der Autorin (Anhang A, XIV, XV sowie in XXI Tabelle 33) während der Untersuchungstage. Die Darstellung der Ergebnisse strukturiert sich in Anlehnung an die Kapitel 9.1 und 9.2 (Ergebnisse P & P-Befragung, Kompetenzeinschätzung, Wissenstest, Ergebnisse zur wahrgenommenen kognitiven Belastung, Leitfadeninterview, praktische Erkenntnisse sowie Auswertung der intendierten Lernziele). Zusätzlich wurde bei der Haupt- und Ergänzungsstudie der Wissenstest hinsichtlich der Fragetypen analysiert. Zudem wurden, da die Hauptstudie von technischen Störungen geprägt war, die Umsetzungsbedingungen (VR ohne Störung, VR mit Störung, Desktop-PC und beobachtend) der Hauptstudie näher untersucht.

9.3.1 Ergebnisse der P & P-Befragung der Haupt- und Ergänzungsstudie

Anhand der P & P-Befragung wurde die Selbstwirksamkeit der Studierenden zu VR auf einer Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 5 (trifft zu) ermittelt. Der Mittelwert, die Standardabweichung und die Spannweite je Item sind für die Stichprobe (n = 47) in Anhang A, XXI Tabelle 27 dargestellt. Bei der Auswertung unberücksichtigt geblieben ist das Datenmaterial von 14 Studierenden (13 Studierende im ersten Studienjahr und ein Studierender im zweiten Studienjahr), die das VR-Szenario aufgrund technischer Störungen nicht mit dem HMD durchlaufen konnten. Die Auswertung der P & P-Befragung verdeutlicht (Abbildung 22), dass die Vorfreude der Studierenden ein polizeiliches Szenario mittels VR-Technologie auszuprobieren im ersten Studienjahr am höchsten war. Die Erwartung, sich gut zurechtzufinden, haben die Studierenden im dritten Studienjahr am höchsten bewertet. Ebenso waren sie am überzeugtesten, den Sachverhalt gut zu meistern. Ähnlich zuversichtlich waren die Studierenden im ersten Studienjahr. Frage vier, die als Kontrollfrage zur vorherigen Frage diente, indem danach gefragt wurde, ob die Studierenden befürchten, den Sachverhalt nicht vollumfänglich zu bewältigen, schwankte in einer vergleichbaren negativen Abweichung zum arithmetischen Mittel, wie die vorherige Frage davon positiv abwich.

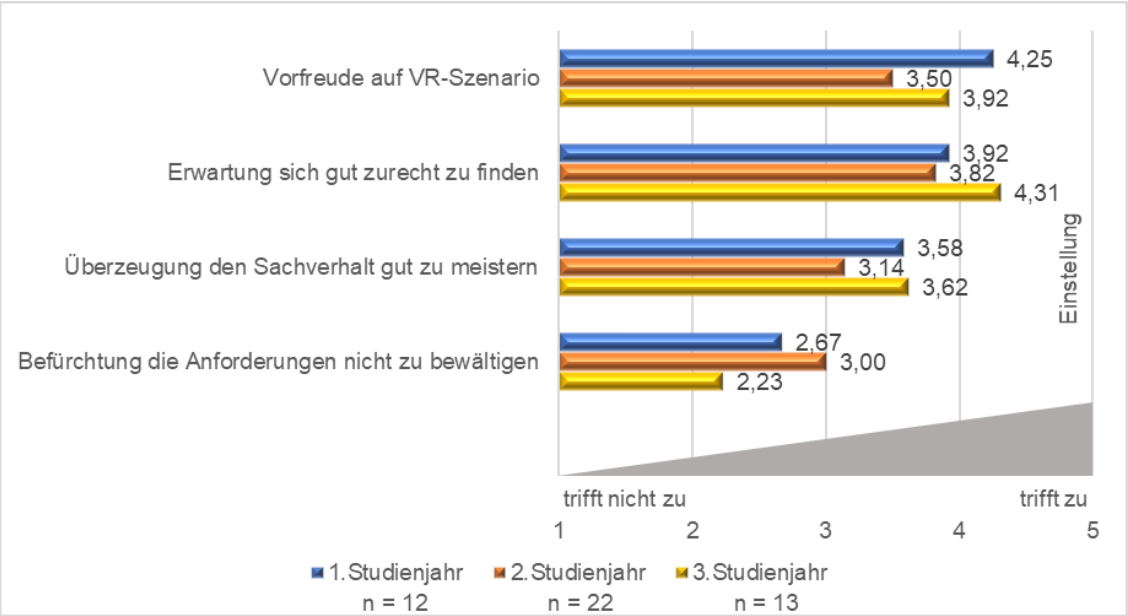


Abbildung 22: Selbstwirksamkeitserwartung – Haupt- und Ergänzungsstudie (eigene Darstellung)

Cronbachs Alpha der vier Items zur Selbstwirksamkeitserwartung weist für die gesamte Stichprobe (n = 47) mit .48 eine schwache interne Konsistenz auf. Das Ergebnis erstaunt, weil der Wert in der Vorstudie (.71) eine akzeptable interne Konsistenz aufwies. Die Einschätzungen der Studierenden werden zur Testung der Hypothese H4a weiter berücksichtigt.

Die Einstellung zum Lernen mit VR auf einer Skala von 1 (ablehnend) bis 5 (offen und neugierig) war bei den Studierenden des ersten Studienjahres am stärksten ausgeprägt (M = 4.42; SD = 0.793), gefolgt von den Studierenden des dritten Studienjahres (M = 3.85; SD = 0.987). Am geringsten war die Ausprägung bei den Studierenden des zweiten Studienjahres (M = 3.59; SD = 1.182). Die erhobenen Daten zur Einstellung zum Lernen mit VR werden zur Beantwortung der Hypothese H4diii genutzt.

Insbesondere wurde hervorgehoben, dass das Lernen mit VR neue Perspektiven und Chancen bietet. Ebenso äußerten die Studierenden, dass sie gespannt wären und sich auf die Durchführung des Szenarios freuen würden. Eine ablehnende Haltung zu VR wurde in den Begründungen überwiegend von Studierenden des zweiten Studienjahres angegeben (vier aus dem ersten, sechs aus dem zweiten und ein Studierender aus dem dritten Studienjahr). Dabei machten sie u. a. folgende nähere Angaben: kein Fan von VR (S 306), Präferenz für Übungssituationen mit realen Menschen (S 317) und gesundheitliche Probleme (S 324).

Die Erwartungen der Studierenden an ein virtuelles polizeiliches Szenario wurden in einem dreistufigen Vorgehen strukturiert (Anhang A, XXI Tabelle 28). In einem ersten Schritt wurden die Antworten der Studierenden mit charakteristischen Schlagworten versehen. Sodann wurden die Ergebnisse überprüft und induktiv Kategorien gebildet.

Die gebildeten Kategorien wurden erneut reduziert woraus sich drei Kategorien ergaben: Gestaltung der Umgebung, technische Anforderungen und individuelle Ebene (mit Mehrfachnennungen). Die Kategorie Gestaltung der Umgebung umfasst die meisten der genannten Aspekte (72 von 127 Nennungen). Hierzu zählen die realitätsnahe Darstellung der Umgebung (35), die Erwartung an eine gewisse Komplexität des Sachverhalts (12) und ein immersives Erleben (5). Zudem wurde von den Studierenden die Erwartung formuliert, dass sie in einem virtuellen polizeilichen Szenario etwas dazulernen können (10). Die anderen beiden Kategorien, technische Anforderungen und individuelle Ebene, umfassen 25 bzw. 30 Aussagen. Unter der Kategorie technische Anforderungen wurden eine gute grafische Auflösung sowie ein reibungsloser technischer Ablauf (14) als auch eine gute *Usability* (11) genannt. Bei der Kategorie individuelle Ebene überwiegen die Freude und das Interesse, an einem virtuellen polizeilichen Szenario teilzunehmen (11). Damit verbunden möchten die Studierenden neue Erfahrungswerte im Umgang mit der VR-Technologie sammeln (6). Fünfmal wurde die Möglichkeit genannt, in einer geschützten Umgebung zu lernen. Vereinzelt wurde die Erwartung formuliert, sich in der Umgebung wohlzufühlen.

Bei der vierten Frage nach der Wichtigkeit von Kompetenzen für Polizeibedienstete, nannten die Studierenden am häufigsten Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Belastbarkeit und Fachwissen (Abbildung 23). Nur wenige Kompetenzen (Hilfsbereitschaft, Problemlösungsfähigkeit, Zuverlässigkeit, Konfliktlösungsfähigkeit) wurden als weniger relevant für Polizeibedienstete eingestuft. Insgesamt schätzten die Studierenden die sozial-kommunikative und personale Kompetenz als am relevantesten für den Polizeiberuf ein.

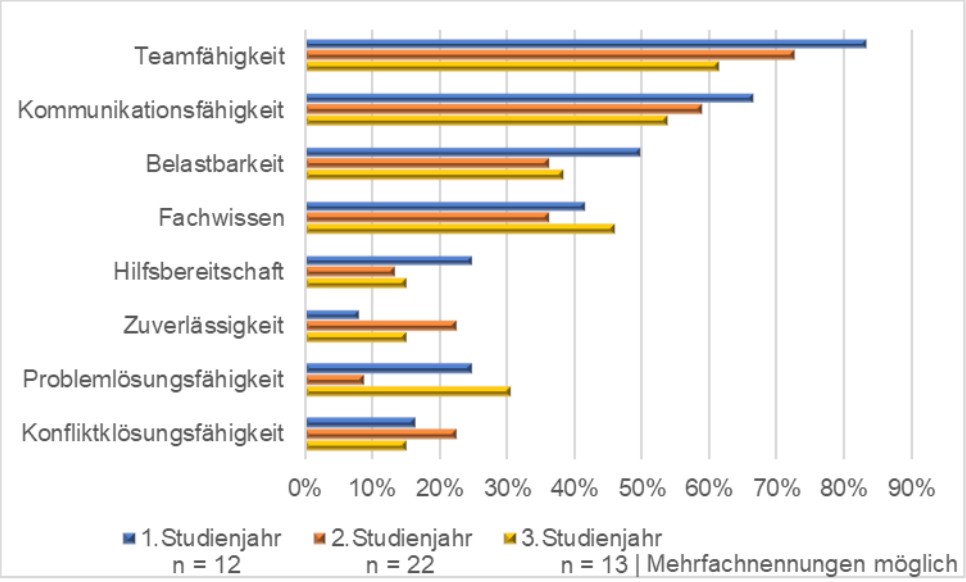


Abbildung 23: Selbsteinschätzung – Haupt- und Ergänzungsstudie (eigene Darstellung)

Bei der Einschätzung der jeweiligen Kompetenzen lieferten die Studierenden ähnliche Begründungen. Für die Kompetenzen Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit und Fachwissen führten die Studierenden ausführliche Erklärungen an. Teamfähigkeit ist für Polizeibedienstete von Relevanz, da sie eng mit mindestens einem/r weiteren Streifenpartner/in zusammenarbeiten, sich austauschen und gegenseitig absichern. Am zweithäufigsten wurde die Kommunikationsfähigkeit genannt, da Kommunikation das erste Einsatzmittel ist, das in einem Dialog mit Menschen eingesetzt wird. Oftmals sei es das beste, aber mildeste Einsatzmittel (S 201, S 224, S 302), das bei der Konfliktlösung und Einsatzbewältigung helfe (S 302, S 403). Belastbarkeit wurde im Zusammenhang mit psychischem und physischem Druck und Stress (S 208), dem Umgang mit unbekannten Situationen und belastenden Einsätzen (S 401, S 406) genannt. Fachwissen wurde angeführt, da Polizeibedienstete rechtssicher, polizeiadäquat und handlungssicher agieren müssen.

Die letzte Frage in der P & P-Befragung widmete sich der Einschätzung der Relevanz der einzelnen Kompetenzen des Kompetenzprofils, das dieser Arbeit zugrunde liegt (Tabelle 3). Allen Kompetenzen wurde eine hohe Relevanz beigemessen (Abbildung 24). Die Studierenden des ersten Studienjahres stuften die Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz, die des zweiten Studienjahres die sozial-kommunikative Kompetenz und die des dritten Studienjahres die situationsadäquate Handlungskompetenz als am relevantesten ein.

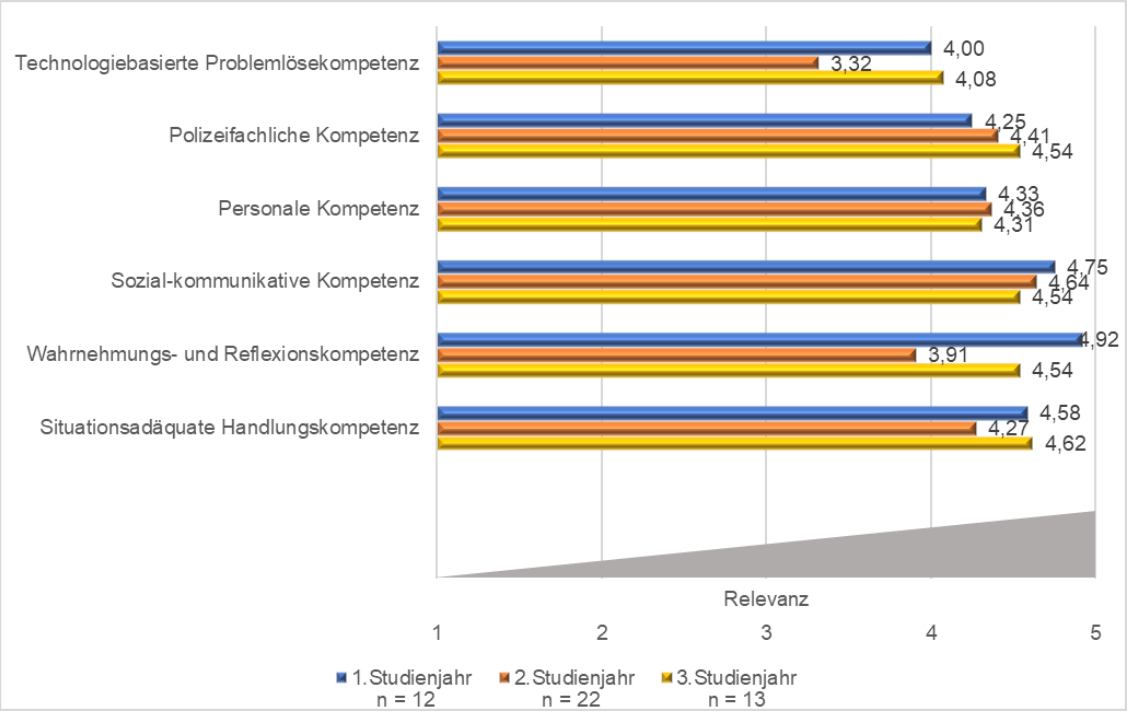


Abbildung 24: Selbsteinschätzung Kompetenzprofil – Haupt- und Ergänzungsstudie (eigene Darstellung)

Ein Rückbezug zu Frage vier – in der die Studierenden drei Kompetenzen benennen sollten, die für Polizeibedienstete besonders wichtig sind – macht deutlich, dass die für die Studierenden relevantesten Teilkompetenzen für Polizeibedienstete der sozial-kommunikativen Kompetenz zuzuordnen sind. Dies wurde von den Studierenden auch in Frage fünf, welche die Bedeutung der Kompetenzen des Kompetenzprofils erfragte, als relevant eingeschätzt (Tabelle 14).

9.3.2 Kompetenzeinschätzung

Eine erneute Einschätzung der Kompetenzen des Kompetenzprofils für Polizeibedienstete durch die Studierenden mittels Fragebogen erfolgte nach dem VR-Szenario (MZP Post), um eine Vergleichbarkeit der Einschätzungen vor (MZP Prä) und nach dem Szenario herzustellen. Die Auswertung des Datenmaterials umfasst die Studierenden, die das Szenario mittels HMD durchlaufen haben (n = 47). Im Hinblick auf einen Prä-Post-Vergleich der Kompetenzen stuften die Studierenden die Bedeutung aller Kompetenzen nach der Bearbeitung des VR-Szenarios niedriger ein (Tabelle 14).

Kompetenzen	**(n = 47)**		
	MZP	***M***	***SD***
Technologiebasierte Problemlösekompetenz	Prä	3.70	0.883
	Post	3.55	1.059
Polizeifachliche Kompetenz	Prä	4.40	0.742
	Post	3.98	0.967
Personale Kompetenz	Prä	4.34	0.668
	Post	3.51	1.177
Sozial-kommunikative Kompetenz	Prä	4.64	0.529
	Post	3.60	1.409
Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz	Prä	4.34	0.731
	Post	4.28	0.852
Situationsadäquate Handlungskompetenz	Prä	4.45	0.544
	Post	4.09	0.803

Tabelle 14: Einschätzung Kompetenzen – Haupt- & Ergänzungsstudie

Die Studierenden stuften die sozial-kommunikative Kompetenz am deutlichsten herab, obwohl sie fortwährend mit dem *Operator* kommunizierten. Die Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz erfuhr den geringsten Rückgang. Durch gezielte Nachfragen des *Operators* wurden die Studierenden zum Nachdenken und Reflektieren angeregt. Die technologiebasierte Problemlösekompetenz war für das Durchlaufen des VR-Szenarios grundlegend und wurde angewandt. Sie ist Voraussetzung für den Erwerb von Lerninhalten in der VR-Lernumgebung. Gemäß des Kompetenzprofils für Polizeibedienstete und auch der Interviewaussagen der Studierenden spielte die polizeifachliche Kompetenz eine wichtige Rolle bei der Beurteilung der Einsatzsituation. Sie ist wesentlich dafür, um entsprechende Maßnahmen abzuleiten. Die personale Kompetenz ermöglichte das persönliche Erleben der Einsatzsituation. Handlungen in der VR-Lernumgebung waren nur eingeschränkt möglich, was die Bedeutung der

situationsadäquaten Handlungskompetenz aus Sicht der Studierenden beeinträchtigte. Die Studierenden erkannten in der VR-Lernumgebung, dass Handlungsschritte erforderlich waren, konnten und wussten jedoch nicht, wie diese umzusetzen waren. Die Einschätzungen der Studierenden zur technologiebasierten Problemlösekompetenz und zur situationsadäquaten Handlungskompetenz fließen in die Testung der Hypothesen H2a und H2b ein.

9.3.3 Ergebnisse des Wissenstests der Haupt- und Ergänzungsstudie

Im Rahmen der Auswertung des Wissenstests wurden verschiedene Charakteristika der Testitems ermittelt, um ein besseres Verständnis dafür zu bekommen, welche Faktoren Einfluss auf die Ergebnisse des Wissenstests genommen haben.
Zur Überprüfung der kognitiven Lernziele wurde ein Wissenstest eingesetzt, der in der Haupt- und Ergänzungsstudie aus neun Fragen, teils mit Unterfragestellungen, bestand. In die Gestaltung des Tests sind alle Erfahrungswerte eingeflossen, die die Autorin im Rahmen der Vor- und Zwischenstudie gemacht hat. Zudem wurden die Fragen mit den Beschäftigten der HdP abgestimmt und mit dem Curriculum abgeglichen. Erreicht werden konnten insgesamt 40 Punkte. Die Studierenden des ersten Studienjahres erzielten durchschnittlich 22.2 Punkte (56 %), die des zweiten Studienjahres 22.4 (56 %) und die des dritten Studienjahres 26.0 (65 %). Das beste Ergebnis im ersten Studienjahr erzielte S 205 mit 29 Punkten, S 330 im zweiten Studienjahr mit 29.5 Punkten und S 411 im dritten Studienjahr mit 29.5 Punkten. Die Standardabweichung der Ergebnisse der Studierenden im ersten Studienjahr betrug 4.3 Punkte, im zweiten Studienjahr 3.6 Punkte und 2.6 Punkte im dritten Studienjahr. Mit zunehmendem Studienfortschritt erzielten die Studierenden durchschnittlich bessere Ergebnisse im Wissenstest. Ihr Wissen war zudem homogener ausgeprägt.

<u>Charakteristika der Fragetypen</u>

Der Wissenstest bestand aus verschiedenen Fragetypen: Freitextfragen in Form von Kurzantworten, eine Frage mit Auswahlmöglichkeit (entweder oder), Fragen zur Satzvervollständigung und anwendungsorientierte Fragen. Tabelle 15 stellt den Mittelwert (*M*) der verschiedenen Fragetypen, die Standardabweichung (*SD*), die Spannweite der erreichten Punkte und die Lösungsrate (*p*) dar.

Fragetyp	Punkte*		n	*M*	*SD*	*Spannweite*	*p*
Freitextfragen (2, 3.a., 3.b., 3.c., 4.)	16	1. Stdj.	12	6.88	1.299	4.5 (5.5-10.0)	43 %
		2. Stdj.	22	6.86	2.263	10.0 (3.0-13.0)	43 %
		3. Stdj.	13	8.96	1.808	7.0 (5.0-12.0)	56 %
		Gesamt	**47**	**7.45**	**2.119**	**10.0 (3.0-13.0)**	**47 %**
Frage mit Auswahlmöglichkeit (1.b.)	1	1. Stdj.	12	0.83	0.389	1.0 (0.0-1.0)	83 %
		2. Stdj.	22	0.45	0.510	1.0 (0.0-1.0)	45 %
		3. Stdj.	13	0.92	0.277	1.0 (0.0-1.0)	92 %
		Gesamt	**47**	**0.68**	**0.471**	**1.0 (0.0-1.0)**	**68 %**
Fragen zur Satz-vervollständigung (1.a., 5.)	14	1. Stdj.	12	9.79	2.742	8.0 (6.0-14.0)	70 %
		2. Stdj.	22	9.16	2.412	9.0 (5.0-14.0)	65 %
		3. Stdj.	13	10.27	2.195	7.0 (7.0-14.0)	73 %
		Gesamt	**47**	**9.63**	**2.437**	**9.0 (5.0-14.0)**	**69 %**
Anwendungs-orientierte Fragen (6., 7., 8.a., 8.b., 9.)	9	1. Stdj.	12	5.63	1.003	2.5 (4.5-7.0)	63 %
		2. Stdj.	22	5.93	1.158	5.5 (3.0-8.5)	66 %
		3. Stdj.	13	5.88	0.845	3.0 (5.0-8.0)	65 %
		Gesamt	**47**	**5.84**	**1.027**	**5.5 (3.0-8.5)**	**65 %**

**theoretisches Maximum zu erreichender Punkte*

Tabelle 15: Punkteverteilung Wissenstest – Haupt- & Ergänzungsstudie

Die meisten Punkte erzielten die Studierenden bei den Fragen zur Satzvervollständigung, obwohl dieser Fragetyp sich bei den Studierenden keiner Beliebtheit erfreute. Den Studierenden aller drei Studienjahre fielen die Freitextfragen hingegen am schwersten. Bei Frage 4., einer Freitextfrage, führte die Positionierung des Streifenwagens – der falsch positioniert wurde – bei den Studierenden zu einer fehlerhaften Schlussfolgerung. Anstatt zu erkennen, dass der Streifenwagen in der Einfahrt der Tankstelle hätte positioniert werden müssen, beurteilten die Studierenden die Positionierung am Fahrbahnrand als gut. Die meisten Studierenden nahmen an, dass der Streifenwagen ordnungsgemäß positioniert sei, um die Einfahrt für die weiteren Fahrzeuge auf dem Gelände und für den Rettungswagen freizuhalten. Der Aspekt, dass der Streifenwagen auch als Deckung genutzt werden kann, wurde von den Studierenden überwiegend außer Acht gelassen. Allein S 317 und S 401 erkannten dies. Da mit Ausnahme des Streifenwagens die Objekte in der VR-Lernumgebung korrekt angelegt waren, stellte die fehlerhafte Positionierung des Streifenwagens für die Studierenden eine Irreführung dar. Eine nicht erklärbare negative Abweichung ergab sich bezüglich der Leistung der Studierenden im zweiten Studienjahr bei der Frage mit Auswahlmöglichkeit. Hier antworteten nur zehn von 22 Studierenden (45 %) richtig, obwohl es nur zwei Auswahlmöglichkeiten gab, zwischen denen die Studierenden wählen konnten. Die Anzahl der Studierenden, die bei einzelnen Fragen die maximale Punktzahl erreichten, war gering. Des Weiteren wurde eine Itemanalyse zu Item-Schwierigkeit (*P)*, standardisierter Item-Varianz (*V)* und Item-Trennschärfe (*rit.)* durchgeführt (Anhang A, XXI Tabelle 31). Die Auswertung der Item-Schwierigkeit bestätigt, dass die 13 Fragen (inklusive Unterfragestellungen) des Wissenstests eine

Mischung von Items mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden aufweisen. Drei Fragen (5., 7. und 8.a.) waren für die Studierenden leicht, acht Fragen (1.a., 1.b., 2., 3.a., 3.b., 3.c., 6. und 9.) mittelschwer und zwei Fragen (4. und 8.b) schwierig zu beantworten. Nur die Fragen 5., 7. und 8.a. waren für die Studierenden sehr leicht und lagen außerhalb des idealen Bereichs (zwischen 0.20 und 0.80) der Schwierigkeit von Items. Die Items weisen eine unterschiedliche standardisierte Varianz auf. Die Fragen 3.b., 5., 6., 7. und 9. haben eine geringe Varianz. Sie unterscheiden nur hinreichend zwischen den Leistungsniveaus der Studierenden. Die Fragen 1.b., 2. und 8.b. haben eine höhere Varianz. Sie differenzieren moderat zwischen den unterschiedlichen Leistungsniveaus der Studierenden. Die Fragen 1.a., 1.b., 3.b., 3.c. und 6. weisen eine hohe Item-Trennschärfe, Frage 4. eine niedrige, negative Item-Trennschärfe, auf. Erwartbar gewesen wäre ein deutlich besseres Ergebnis, da bei der Erstellung des Wissenstests der Soll-Wissensstand der Studierenden gemäß des Curriculums, ebenso berücksichtigt wurde, wie die Rückmeldungen der Beschäftigten der HdP zu Komplexität und Aufgabengestaltung. Zudem wurde der Wissenstest im Vergleich zur Vor- und Zwischenstudie erheblich in Anspruch und Komplexität reduziert.
Die Ergebnisse der Studierenden im Wissenstest fließen in die Testung der Hypothesen H1, H3a, H3b, H4a, H4b, H4ci, H4cii und H4ciii ein.

Umsetzungsbedingungen

Bedingt durch die technischen Störungen in der Hauptstudie ergaben sich verschiedene Durchführungsmodalitäten (VR ohne Störung/ mit Störung, am Desktop-PC oder lediglich beobachtend). Die daraus folgenden Vergleichsgruppen werden hinsichtlich ihres Mittelwerts und ihrer Spannweite miteinander verglichen. Zudem wird eine Unterteilung in weibliche und männliche Studierende vorgenommen.

		1. Studienjahr			2. Studienjahr		
		M	***Spannweite***	**n**	***M***	***Spannweite***	**n**
VR ohne Störung	w	24.0	1.0 (23.5-24.5)	2	20.6	10.5 (16.5-27.0)	6
	m	23.1	9.5 (18.5-28.0)	7	24.2	11.5 (18.0-29.5)	10
	$Gesamt_{VR}$	**23.3**	**9.5 (18.5-28.0)**	**9**	**22.8**	**13.0 (16.5-29,5)**	**16**
VR mit Störung	w	25.5	7.0 (22.0-29.0)	2	22.4	10.0 (18.0-28.0)	4
	m	16.5	/	1	19.3	3.5 (17.5-21.0)	2
	$Gesamt_{Stö}$	**22.5**	**12.5 (16.5-29.0)**	**3**	**21.3**	**10.5 (17.5-28.0)**	**6**
Desktop-PC	w	24.5	1.0 (24.0-25.0)	2	/	/	/
	m	17.5	/	1	/	/	/
	$Gesamt_{PC}$	**22.2**	**7.5 (17.5-25.0)**	**3**	**/**	**/**	**/**
Beo-bachtend	w	23.6	6.5 (20.0-26.5)	4	21.5	/	1
	m	19.5	10.0 (15.0 -25.0)	6	/	/	/
	$Gesamt_{B}$	**21.2**	**11.5 (15.0-26.5)**	**10**	**21.5**	**/**	**1**
Gesamt	**w**	**24.3**	**9.0 (20.0-29.0)**	**10**	**21.3**	**11.5 (16.5-28.0)**	**11**
	m	**20.9**	**13.0 (15.0-28.0)**	**15**	**23.3**	**12.0 (17.5-29.5)**	**12**
	Gesamt	**22.2**	**14.0 (15.0-29.0)**	**∑ 25**	**22.4**	**13.0 (16.5-29.5)**	**∑ 23**

Tabelle 16: Ergebnisse Wissenstest VR-Nutzung – Hauptstudie

Bei einem Vergleich der Ergebnisse der Studierenden, die das Szenario in VR selbst – mit oder ohne Störung – durchgeführt haben, mit den Studierenden, die die VR-Simulation am Desktop-PC mit einem Gamepad durchliefen sowie denjenigen, die das Szenario am Bildschirm beobachteten, wird deutlich, dass die erstgenannten bessere Ergebnisse im Wissenstest erzielten (Tabelle 16). Auch schnitten die Studierenden besser ab, die keine technischen Störungen hatten, verglichen mit denen, die zwar das Szenario mittels HMD bearbeiteten, bei denen jedoch technische Störungen dokumentiert wurden. Letztere hatten im Mittel aber noch bessere Ergebnisse als diejenigen, die mittels Gamepad das Szenario am Desktop-PC durchliefen oder ausschließlich die Beobachterrolle einnahmen.
Auf die weiblichen Studierenden des ersten Studienjahres hatte das Lernmedium (VR, Desktop-PC, Beobachtung am Bildschirm) keinen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis des Wissenstests. Anders war dies bei den männlichen Studierenden des ersten Studienjahres. Diejenigen, die das Szenario störungsfrei durchliefen, erzielten im Mittelwert die besten Ergebnisse im Wissenstest. Es ist anzunehmen, dass die VR-Technologie bei den männlichen Studierenden einen größeren Einfluss auf das Lernen hatte als bei den weiblichen Studierenden. Gleichwohl erzielten die weiblichen Studierenden insgesamt deutlich bessere Testergebnisse, unabhängig vom Lernmedium. Auch im zweiten Studienjahr besteht eine leichte Tendenz, dass männliche Studierende bessere Ergebnisse erzielten, wenn sie das Szenario mit der VR-Technologie störungsfrei durchliefen. Wohingegen dies bei den weiblichen Studierenden weniger Einfluss zu haben schien. Im Gegensatz zum ersten Studienjahr, erreichten die männlichen Studierenden im zweiten Studienjahr mehr Punkte.

9.3.4 Ergebnisse zur wahrgenommenen kognitiven Belastung

Einige der Studierenden der Hauptstudie (19 %) waren anfänglich mit den vielen visuellen und auditiven Reizen überfordert, da sie das Gesehene und Gehörte gleichzeitig wahrnehmen mussten – die Objekte in der Umgebung, die Monologe der Zeugen, die Informationen der Zeugen in Form von Textboxen und die Kommunikation mit dem *Operator*. S 302 [00:01:32] betonte „Was ein bisschen nervig ist, ist, dass die Menschen mit einem reden, aber du noch gar nicht den Text vor dir hast. Und dann ist der Alarm noch da und dann ist das alles ein bisschen viel.“ S 315 [00:02:19] äußerte, dass es ein „bisschen schwierig war, das gleichzeitig zu verstehen, was von außen gesagt wird und die Situation mitzumachen“. Neben der Verarbeitung der Reize mussten die Studierenden sich in das Szenario hineinfinden sowie im Umgang mit der Technik und der Handhabung vertraut werden (u. a. S 329 [00:00:43]).

Um diesen, im Rahmen der Hauptstudie, beobachteten Erkenntnissen nachzugehen, wurden die Studierenden in der Ergänzungsstudie unmittelbar nach Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation gebeten die VR-Lernumgebung im Hinblick auf die kognitive Belastung zu bewerten. Die Studierenden (n = 13) bewerteten fünfzehn Items auf einer neunstufigen Skala (1 = trifft überhaupt nicht zu, 9 = trifft voll zu), darunter fünf Items zum ICL, fünf Items zum ECL und fünf Items zum GCL (Anhang A, XXI Tabelle 32). Durch die Messung der kognitiven Belastung lassen sich die kognitiven Herausforderungen der Lernenden ermitteln, anhand derer das Lernen und die Gestaltung optimiert werden können. Die nachfolgende Tabelle 17 stellt die deskriptiven Statistiken sowie die Reliabilitätsanalyse dar.

			(n = 13)	
Belastungsart	***Spannweite***	***M***	***SD***	***α***
ICL	3.4 (1.6-5.0)	3.35	1.114	.580
ECL	4.6 (1.8-6.4)	4.00	1.553	.744
GCL	7.0 (1.8-8.8)	6.10	1.849	.890

Tabelle 17: Deskriptive Statistiken Belastungsarten

ICL. Die Studierenden schätzten den ICL aufgrund der Komplexität der Lerninhalte als mäßig schwierig ein (*M* = 3.35; *SD* = 1.114). Dabei könnte ihr Vorwissen die Einschätzung beeinflusst haben. Die Studierenden des dritten Studienjahres verfügten über Vorwissen zu räuberischer Erpressung, welches sie gut ein Jahr vor Durchführung der Studie in der Ausbildung behandelt hatten. Cronbachs Alpha für den ICL in der Ergänzungsstudie liegt bei .58. Die schwache interne Konsistenz könnte auf die vergleichsweise kleine Stichprobengröße zurückzuführen sein. Die Autoren, die den Fragebogen zur kognitiven Belastung erstellt haben, Krieglstein, et al. (2023), haben anstelle von Cronbachs Alpha in ihrer Studie McDonald's Omega (ω) als Maß für die interne Konsistenz genutzt. McDonald's Omega (ω) weist bei ihnen über mehrere Studien für den ICL einen Wert zwischen .88 und .93 auf – und damit jeweils eine hohe interne Konsistenz.

ECL. Die Studierenden stuften den ECL, der sich auf die Gestaltung der VR-Lernumgebung bezieht, als eher belastend ein (*M* = 4.00; *SD* = 1.553). Der Mittelwert im mittleren Bereich der Skala deutet darauf hin, dass die Studierenden Herausforderungen bei der Bearbeitung der Inhalte in der VR-Lernumgebung hatten. Den Lernprozess erschwert haben könnten die für sie neuartige Navigation, die komplexe Informationslage sowie die Technologie als solche. Es zeigt, dass die VR-Lernumgebung funktional, gleichzeitig aber noch nicht optimal auf die kognitiven Ressourcen der Studierenden zugeschnitten war. 46 % der Studierenden äußerten anfänglich eine leichte Überforderung. So schilderte S 404 [00:13:16]: „Es war eine leichte Überforderung, weil man alleine war und ich jetzt nicht wirklich wusste, wohin

genau ich da überall gehen muss und so, aber das hat sich mit der Zeit immer gebessert“. S 401 [00:00:53] bestätigte diese Aussage: „[…] das war sehr viel auf einmal. Man musste sich erstmal durch das Szenario kämpfen und dann halt von Aussage zu Aussage.“ Für S 405 [00:10:01] und S 402 [00:10:30] hingegen war das VR-Szenario wie ein gewöhnlicher Einsatz, bei dem sie zunächst erst aufgeregt in die Situation starteten und mit zunehmender Zeit ruhiger wurden. Die Aufnahme textlicher, bildlicher und verbaler Informationen, verknüpft mit der Steuerung des Controllers, war für die Studierenden kognitiv anspruchsvoll, da sie mit dem Einsatz der VR-Technologie bislang keine Berührungspunkte hatten.

GCL. Der GCL mit einem Mittelwert von 6.10 verdeutlicht die hohe Lernbereitschaft der Studierenden sowie ihr Bemühen die Lerninhalte nachzuvollziehen. Die VR-Lernumgebung regte die Studierenden an, sich mit den Lerninhalten aktiv auseinanderzusetzen. Aufgrund der vergleichsweise hohen Standardabweichung (*SD* = 1.849) unterschieden sich die von den Studierenden eingebrachten Ressourcen zur Auseinandersetzung mit den Lerninhalten allerdings stark.

Zur Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Belastungsarten wurden die Pearson-Korrelationskoeffizienten ermittelt: ICL-ECL: 0.57, ICL-GCL: -0.16 und ECL-GCL: -0.69. Der Zusammenhang zwischen ICL und ECL deutet auf eine mittlere positive Korrelation hin. Lernende, welche die Lerninhalte als schwierig empfanden, könnten aufgrund externer Einflüsse (Gestaltung der VR-Einsatzsimulation und Navigation durch diese) auch Schwierigkeiten gehabt haben, sich darauf zu konzentrieren. Dies ist ein Anzeichen dafür, dass die Gestaltung der VR-Einsatzsimulation noch Optimierungspotenzial bietet, da die von den Studierenden als anspruchsvoll empfundenen Lerninhalte durch negative externe Einflüsse zusätzlich erschwert wurden. Aufgrund der schwach negativen Korrelation zwischen ICL und GCL kann angenommen werden, dass die Studierenden vermehrt kognitive Anstrengungen auf die Verarbeitung von Inhalten aufwenden mussten, sodass ihnen weniger Ressourcen für den eigentlichen Lernprozess zur Verfügung standen. Die stark negative Korrelation zwischen ECL und GCL zeigt, dass eine komplexe Gestaltung der VR-Einsatzsimulation die intensive Verarbeitung von Lerninhalten beeinträchtigt. Wenn Lerninhalte als komplex wahrgenommen werden, müssen die Lernenden mehr kognitive Ressourcen einsetzen, was zu einem höheren GCL führt (Krieglstein, et al., 2023, S. 27). Der ECL hat die kognitiven Ressourcen der Studierenden in der Ergänzungsstudie stark beeinträchtigt und damit die Lernwirksamkeit reduziert. Neben dem Optimierungspotenzial bei der Gestaltung der VR-Einsatzsimulation dürften die fehlenden Vorerfahrungen der meisten Studierenden mit der VR-Technologie in der polizeilichen Ausbildung negativen Einfluss genommen haben. Gemäß der CLT sollten

ein geringer ICL und ECL mit einem hohen GCL korrelieren, damit die Lernenden einen möglichst großen Lernerfolg generieren können. Die kognitive Belastung ist nicht allein für den Lernerfolg verantwortlich. Es gibt noch weitere Faktoren wie Selbstwirksamkeit, Emotionen, Vorwissen etc., die den Lernprozess beeinflussen. Dennoch ist sie ein wesentlicher Indikator, um erfolgreiches Lernen sicherzustellen.

9.3.5 Ergebnisse des Interviews der Haupt- und Ergänzungsstudie

Im Rahmen der Leitfadeninterviews beschrieben die Studierenden den wahrgenommenen Kompetenzzuwachs nach Durchlaufen des VR-Szenarios. Das der Haupt- und Ergänzungsstudie zugrunde liegende Material besteht aus 61 Einzelinterviews. Die Durchführung der Interviews im Rahmen der Hauptstudie erfolgte parallel und wurde neben der Autorin von zwei Beschäftigten der HdP durchgeführt. Die Beschäftigten führten 15 bzw. 16 Interviews durch, die Autorin 17. In der Ergänzungsstudie führte die Autorin alle 13 Interviews selbst durch. Im Durchschnitt dauerten die Interviews der Hauptstudie 12 Minuten, darunter das kürzeste mit drei Minuten und das längste mit 22 Minuten, in der Ergänzungsstudie 16 Minuten (11- 22 Minuten).

Aufgrund der großflächigen technischen Störungen am Vormittag der Hauptstudie konnten insgesamt nur 12 von 25 Studierenden des ersten Studienjahres das Szenario mit dem HMD bearbeiten (Anhang A, XVIII). Infolgedessen wurden ausschließlich diese 12 Interviews vollständig transkribiert. Die verbliebenen 13 Interviews wurden von der Autorin abgehört und auf relevante Aussagen überprüft. Die Studierenden, welche das Szenario nur beobachtend durchliefen, beantworteten die Interviewfragen weitestgehend so, als hätten sie zuvor das VR-Szenario mit einem HMD bearbeitet. Zusätzlich wurden am Nachmittag 22 von 23 Interviews (in einem Fall war eine Bearbeitung des VR-Szenarios aufgrund von technischen Störungen nicht möglich) transkribiert, sodass sich für die Hauptstudie insgesamt 34 transkribierte Interviews ergaben. Bei der Ergänzungsstudie wurden alle 13 Interviews vollständig transkribiert.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit der strukturierenden, qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2023, S. 97), die die Aussagen der Studierenden in Ober- und Unterkategorien unterteilt. Eine Übersicht zu den gebildeten Oberkategorien ist dem Anhang C, Tabelle 37 zu entnehmen. Nachfolgend werden die zentralen Aussagen der Studierenden, gebündelt nach den gebildeten Oberkategorien, beschrieben. Zur Verdeutlichung werden exemplarisch Aussagen der Studierenden wiedergegeben, die widerspiegeln was von der Gesamtheit der Studierenden genannt wurde. Sie sind eine Fortschreibung der Ergebnisdarstellung der vorherigen Studien. Die Oberkategorien

umfassen die Zufriedenheit mit und die Bewertung der VR-Einsatzsimulation, Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses, Systembenutzbarkeit (*Usability*), gefolgt von den Interaktionsmöglichkeiten, die erlebte Präsenz und Immersion und nachgelagert die visuelle Ästhetik der Lernumgebung. Anschließend wird ein Vergleich der VR-Technologie zu anderen Lernmedien gezogen. Danach folgen die Herausforderungen in der VR-Lernumgebung und abschließend die Verbesserungsvorschläge.

Zufriedenheit mit und Bewertung der VR-Einsatzsimulation

Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben die Zufriedenheit und Bewertungen der Studierenden mit der VR-Einsatzsimulation „Tankstellenüberfall“. Die Studierenden bewerteten die Bearbeitung des VR-Szenarios grundlegend positiv: „Es hat Spaß gemacht […]“ (S 212 [00:01:08]), „eine sehr schöne Erfahrung“ (S 300 [00:00:27]), „sehr spannend […] wie gut die Situation abgebildet war und auch die Personen. Und dass man sich da wirklich so bewegen konnte“ (S 201 [00:14:08]). Es war für sie „eine neue Art zu Lernen […] einfach mal was anderes“ (S 303 [00:00:35]) neben dem Theorieunterricht und den Praktika (S 300 [00:17:21]), „[…] es war aufregend, spannend und vielfältig […] man konnte sich da gut durchbewegen. Aber man musste auch erstmal schauen, dass man alles auf einen Blick bekommt“, so S 401 [00:00:27]. Positiv hervorgehoben wurde auch, dass in dem Szenario die Studierenden die Rolle eines Polizeibediensteten übernahmen und Verantwortung hatten (S 307 [00:00:57]). Sie lernten, sich zu organisieren, die vielen Informationen zu verarbeiten und einzuordnen. Für die Studierenden war die Umgebung plausibel gestaltet (u. a. S 229 [00:02:16]). Die Tankstelle wurde entsprechend präsentiert, die Einsatzsituation bildete mehrere Zeugen mit widersprüchlichen Informationen zum Täter ab. Es wurden verschiedene Kraftfahrzeuge, eine verletzte Person und Geldscheine am Einsatzort dargestellt.

Gefragt nach den Vorteilen der VR-Einsatzsimulation nannten die Studierenden, dass das VR-Szenario ihnen dabei helfe sich einen Überblick über und ein Verständnis für die Einsatzsituation zu verschaffen. Eine polizeiliche VR-Einsatzsimulation kann im Vergleich zu einem Rollenspiel mit wesentlich weniger Personal nachgestellt werden, die es den Lernenden ermöglicht, das Ganze „durchzuspielen“ (S 327 [00:11:08]). Die Studierenden konnten die Einsatzsimulation erleben und das in einer geschützten Umgebung, in der Fehler keine Konsequenzen haben (u. a. S 212 [00:09:00], S 300 [00:03:51], S 406 [00:14:31]). Sie konnten sich frei bewegen, Zeugen befragen und mit der Leitstelle funken. Die Aussagen verdeutlichen, dass das VR-Szenario positiv wahrgenommen wurde. Die Studierenden beschrieben es als realitätsnah und lernten sachverhaltsbezogen Informationen einzuordnen.

Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses

Es fiel den Studierenden schwer Antworten auf die Frage zu geben, welche Kompetenzen sie in der VR-Einsatzsimulation besonders gut, welche weniger gut trainieren konnten (u. a. S 200 [00:03:23], S 205 [00:06:47], S 207 [00:05:29], S 300 [00:07:08], S 317 [00:06:44]). Die Studierenden nannten besonders häufig als gut zu trainierende Kompetenzen Beurteilungsvermögen, Entscheidungsfähigkeit und Fachkompetenz.

Das Beurteilungsvermögen wurde von den Studierenden am häufigsten genannt. Sie mussten die Einsatzsimulation im Allgemeinen und jede Zeugenaussage im Speziellen beurteilen. Darüber hinaus mussten sie das weitere Vorgehen bestimmen, welche Maßnahmen als Nächstes zu treffen sind und wie das weitere taktische Vorgehen aussieht. Bei der Beurteilung war eine Rücksprache mit einem weiteren Polizeibediensteten nicht möglich, sodass sie ihre Entscheidungen eigenständig auf Grundlage der ihnen vorliegenden Informationen treffen mussten.

Bei der Entscheidungsfähigkeit beachteten die Studierenden den Grundsatz der Prävention und Repression. Die Studierenden entschieden, in welcher Reihenfolge sie die Zeugen aufsuchen, wie sie mit der verletzten Person umgehen, mit den gesammelten Informationen verfahren und welche Informationen sie an die Leitstelle weitergeben. S 204 [00:06:40] äußerte hingegen, dass „keine Entscheidung richtig getroffen, sondern nur kommunikativ getroffen wurde […] aber durchführen konnte man das im Szenario nicht“.

Die Fachkompetenz wurde von den Studierenden ohne Beispiele genannt. Diese ist grundlegend, um Handlungen auf der entsprechenden Rechtsgrundlage auszuführen. Weniger oft wurden von den Studierenden Problemlösungsfähigkeit, analytische Fähigkeiten, kritisches und reflexives Denken sowie Medien- und technologiebasierte Problemlösekompetenz genannt.

Auf die Frage, welche Kompetenzen in der VR-Einsatzsimulation weniger gut trainiert werden konnten, wurden am häufigsten Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit genannt. Die Teamfähigkeit wurde nicht gefördert, da die Studierenden das VR-Szenario allein durchliefen und mit dem/der Streifenpartner/in nicht agieren konnten. Obwohl die Studierenden mit der Leitstelle, gespielt von dem *Operator*, das Funken nachstellten, waren die Studierenden der Meinung, dass die Kommunikationsfähigkeit nicht gefördert wurde, da die Studierenden weder mit einem Streifenbediensteten noch mit den Zeugen kommunizierten. In der VR-Umgebung konnten sie lediglich die Zeugenaussagen nachlesen. Die Kommunikationsfähigkeit ist wichtig, da Polizeibedienstete Informationen präzise an die Leitstelle weitergeben und mit anderen BOS und Mitmenschen kommunizieren müssen. Die Kommunikation ist die mildeste „Waffe“, die

Polizeibedienstete haben, mit der bereits erste Angelegenheiten geregelt werden können (S 204 [00:07:55]). Anders schätzten dies die Studierenden des dritten Studienjahres ein. Der permanente Austausch mit der Leitstelle förderte die Kommunikationsfähigkeit (z. B. S 408 [00:07:11], S 410 [00:03:57]). Bei den Studierenden des dritten Studienjahres war festzustellen, dass diese mit den Zeugen kommunizierten. Alle Studierenden des dritten Studienjahres, bis auf S 403 [00:10:46], äußerten, dass eine Kommunikation mit den Zeugen erfolgte.

Systembenutzbarkeit (Usability)

Die Systembenutzbarkeit bewerteten die Studierenden in allen drei Studienjahren als gut. Die Interviewaussagen belegen eine einfache, intuitive und leicht verständliche Bedienung. „Sehr einfach […] man kann das direkt bedienen, ohne dass man da irgendwelche Vorerfahrungen mit hatte“ (S 201 [00:15:54]), „wirklich simpel“ (S 208 [00:04:59]), „es war recht intuitiv alles […] man hatte ja wirklich nur so zwei Knöpfe zum Gehen und Bewegen“ (S 301 [00:04:18]). Nach einer kurzen Eingewöhnungszeit, wie die Steuerung zu erfolgen hat, kamen sie gut zurecht. „Man muss sich am Anfang kurz rantasten, wie das funktioniert, mit dem Anklicken, dass man die Nachricht von der Person bekommt“ (S 207 [00:03:20]).

Interaktionsmöglichkeiten

Gefragt nach den Interaktionsmöglichkeiten bewerteten die Studierenden das freie Bewegen in der VR-Lernumgebung überwiegend positiv (66 %), hätten sich jedoch gewünscht, die Umgebung selbständiger erkunden zu können. Ihre Aufgabe bestand darin, die Umgebung vollständig zu erschließen und Informationen aufzunehmen (u. a. S 230 [00:03:05]). Sie konnten sich vollständig umschauen und die Umgebung in alle Richtungen erkunden. Bei der Steuerung der Fortbewegung äußerten die Studierenden, dass sie ihren Bewegungsradius im Blick behalten mussten. Das Greifen und Anfassen von Objekten war nicht möglich (S 401 [00:06:41]). S 401 [00:05:14] und S 412 [00:12:10] bewerteten weniger gut, dass eine direkte Kommunikation mit den Personen nicht möglich war, da die Studierenden in der VR-Lernumgebung Textboxen zur Informationsgewinnung anklicken mussten. Diese ließen sich nicht immer öffnen, so S 303 [00:10:00].

Die Aussagen der Studierenden zu den Interaktionsmöglichkeiten werden zur Testung der Hypothesen H3b und H3c berücksichtigt.

Präsenz & Immersion

Die Studierenden wurden gefragt, inwieweit sie das Gefühl hatten, in die Umgebung eingetaucht zu sein. Die Mehrheit der Studierenden (64 %) war positiv überrascht, wie schnell sie sich in die Einsatzsituation hineinversetzen konnten und sich präsent in dieser fühlten. S 300 [00:12:06] konnte „sich damit identifizieren“ und sich vorstellen tatsächlich an der Tankstelle vor Ort zu sein. S 318 [00:10:24] und S 407 [00:09:10] blendeten gänzlich aus, dass sie im Simulationszentrum standen. Je länger sie die Situation erlebten, desto ausgeprägter war ihr Präsenzempfinden. Die Hintergrundgeräusche in der VR-Lernumgebung förderten ihr Gefühl von Präsenz. S 402 [00:06:18] führte aus: „(…) man hat sich schon wie in der Situation gefühlt, auch wenn nicht alles so realistisch aussieht“. Positiv hervorgehoben wurde von den Studierenden, dass sie in dem Szenario wie vollwertige Polizeibedienstete behandelt wurden (u. a. S 402 [00:11:00], S 406 [00:03:23]). Für S 212 [00:14:59] hingegen hat das Funken mit der Leitstelle das Immersionserlebnis reduziert, da er mit dem *Operator* im Simulationszentrum außerhalb der VR-Lernumgebung kommunizierte, während er in dem VR-Szenario agierte. Auch S 201 [00:28:40] empfand es als störend außerhalb der VR-Lernumgebung zu funken.
Die Aussagen der Studierenden zum Präsenzerleben werden für die Testung der Hypothesen H3a und H3c herangezogen.

Visuelle Ästhetik der VR-Lernumgebung

Bei der visuellen Ästhetik der VR-Lernumgebung gingen die Meinungen der Studierenden auseinander. Sie reichten von „sehr gut gestaltet“ (S 200 [00:02:09]), „sehr ansprechend gestaltet“ (S 316 [00:03:23]), „wie so ein Zeichentrick war es, sehr, sehr realitätsnah dargestellt“ (S 201 [00:16:15]), über „völlig ausreichend“ (S 212 [00:06:01]), „einfach gehalten“ (S 318 [00:04:30]), bis zu „da geht noch ein bisschen mehr“ (S 224 [00:03:04]), „keine 4K-Auflösung“ (S 225 [00:03:27]), „es sieht halt nicht aus wie die Realität“ (S 208 [00:14:31]).
Auch die Anzahl der Zeugen war für den Polizeialltag realistisch, da sie vor Ort priorisieren mussten, welchen Zeugen sie zuerst aufsuchten (S 409 [00:00:35]). Die Repräsentation des aufgeregten und nervösen Tankwarts überzeugte die Studierenden, weshalb sie sein Verhalten als realistisch einstuften. Der Einsatz des Handsprechfunkgeräts wurde ebenfalls als realistisch bewertet. Für S 317 [00:02:14] war es „ein recht leichtes Szenario […] eine Befragungssituation mehr oder weniger und eine Erkundung des Tatorts“.

VR-Technologie im Vergleich zu anderen Lernmedien

Die Studierenden wurden gefragt, wie sie die VR-Technologie im Vergleich zu anderen Lernmedien (PowerPoint, Übungssituation) erlebten und was an VR besser bzw. weniger gut war. VR überzeugte bei den Studierenden durch intensives Eintauchen in die Lernumgebung und durch die Möglichkeit Handlungen eigenständig auszuführen. Für die Studierenden war der Einsatz der VR-Technologie in der polizeilichen Ausbildung eine gute Alternative zum klassischen Unterricht (u. a. S 403 [00:18:24], S 404 [00:16:54]), da VR spannender und interaktiver als PowerPoint sei (z. B. S 400 [00:11:02], S 407 [00:14:10]) und eine Auseinandersetzung mit den Inhalten und mit der Einsatzlage fördere (S 411 [00:14:25]). Für S 409 [00:13:58] ließen sich mit der VR-Technologie Inhalte festigen, die mittels PowerPoint gelernt wurden. VR sei realitätsnäher und greifbarer als PowerPoint oder Übungssituationen (S 401 [00:14:15]), ersetze diese jedoch nicht vollständig (S 412 [00:10:48]). Für S 407 [00:17:19] lag ein wesentlicher Unterschied zwischen VR und Übungssituationen in der Reproduzierbarkeit und Standardisierung von Szenarien, da in VR-Szenarien jederzeit an den Ausgangspunkt zurückgegangen werden könne. Dadurch könnten identische Bedingungen für mehrmalige Durchläufe geschaffen werden. Übungssituationen, selbst wenn sie sorgfältig nachgestellt und unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt werden, würden eine höhere Variabilität der Einsatzbedingungen aufweisen.

S 403 [00:19:13] und S 410 [00:09:17] präferierten ein richtiges Rollenspiel, eine Übungssituation oder ein Situationstraining, da in einer Übungssituation zahlreiche Komponenten enthalten seien, die in einer VR-Simulation nicht enthalten wären, wie Einsatztrainer, die mit einem kommunizierten, weitere Störer, die von der Seite kämen, Dynamik, Führungs- und Einsatzmittel, Stress, ein weiterer Streifenbediensteter, nach dem auch geschaut werden müsse (S 403 [00:19:13]). Allerdings dominiere in einer Übungssituation die Übungskünstlichkeit. Die Studierenden wüssten häufig in einer Übung, was auf sie zukäme. Ein VR-Szenario sei weitaus komplexer als eine Übungssituation. In VR könnten auch Örtlichkeiten dargestellt werden, die in einer Übungssituation nicht darstellbar wären (S 406 [00:16:43]). S 405 [00:10:52] empfand, dass die VR-Technologie als reines Lernmedium für die Aneignung von Fachwissen kritisch, aber als situatives Mittel gut geeignet wäre, um in der Praxis handlungssicherer zu werden.

Im Vergleich zu anderen Lernmedien empfanden die Studierenden die VR-Technologie als ansprechender. Diese ist ihrer Wahrnehmung nach dazu geeignet komplexere Lagen abzubilden und Einsatzsituationen darzustellen, die im normalen Kursraum nicht darstellbar wären.

Herausforderungen in der VR-Lernumgebung

Die Studierenden nannten in der VR-Lernumgebung sowohl technische als auch gesundheitliche Herausforderungen. Alle Studierenden sprachen im Interview technische Aspekte an. Dabei nannten sie entweder allgemeine Komponenten der eingesetzten Technologie, dass die grafische Darstellung nicht *state of the art* sei (u. a. S 403 [00:03:57], S 408 [00:18:14]) und noch Verbesserungsbedarf bestehe oder spezifische Punkte, die sie beim Durchlaufen des VR-Szenarios erlebten. 23 % der Studierenden schilderten im Interview, dass bei ihnen ein Neustart des Szenarios erforderlich war, da ein reibungsloser technischer Ablauf nicht möglich gewesen sei. 26 % der Studierenden sahen ein unscharfes Bild, was die Lesbarkeit der Informationen erschwerte. Zusätzlich wurde von 31 % der Studierenden der Ergänzungsstudie die verzögerte Darstellung angesprochen. Bei der Bearbeitung des Szenarios wurden auch bei exakter Positionierung vor den Zeugen entsprechende Aussagen erst nach einem zwei- oder dreimaligen Anklicken angezeigt oder wieder geschlossen. Die technische Umsetzung der auditiven und visuellen Zeugenaussagen im Rahmen der Ergänzungsstudie funktionierte nach Aussagen der Studierenden nur eingeschränkt (u. a. S 403 [00:04:39]). Die bei der Bearbeitung des VR-Szenarios aufgetretenen technischen Einschränkungen konnten von den Studierenden nicht eigenständig gelöst werden. Es war ein Eingreifen des *Operators* in das System erforderlich, so S 400 [00:02:24].

Nachteilig an der VR-Umgebung, und damit realitätsfern, empfand S 214 [00:01:41], dass die Einsatzsituation statisch war. Alle Objekte waren vorgegeben und ließen sich nicht verändern. Die Studierenden empfanden es als unrealistisch, dass der andere Polizeibedienstete in der VR-Umgebung nur statisch anwesend war (z. B. S 412 [00:00:51]). 15 % der Studierenden empfanden die Gestaltung der VR-Lernumgebung als wenig dynamisch. Sie bewerteten u. a. negativ, dass sie die Positionierung des Streifenwagens nicht selbst in der VR-Umgebung vornehmen konnten (S 325 [00:01:47]). Sie kamen zu der Bewertung, dass die anderen Zeugen am Einsatzort ein weniger realistisches Verhalten verkörperten als der Tankwart, da sie ruhig dastanden und nicht kommunizierten. Die Zeugen gingen nicht, wie in der Realität, auf die Polizeibediensteten zu. Für eine realitätsnahe Darstellung fehlte den Personen eine entsprechende Gestik und Mimik (S 306 [00:03:49]). Am häufigsten sprachen die Studierenden der Hauptstudie die realitätsferne Darstellung, die technischen Störungen und die fehlenden Interaktionen an. Am zweithäufigsten nannten die Studierenden technische Störungen, die einen reibungslosen Ablauf und ein Durchlaufen erschwerten. Viele Studierende sprachen die schlechte Lesbarkeit der Informationstextboxen an. Die Informationstextboxen versinnbildlichen einen weiteren von den Studierenden

genannten Nachteil, denn diese hätten lieber mit den Zeugen interagiert, wie es auch in der Realität der Fall ist. Die Studierenden sprachen zudem den eingeschränkten Bewegungsradius an. Sie hätten sich mehr Bewegungsfreiheit im Simulationszentrum gewünscht.

Hinsichtlich gesundheitlicher Herausforderungen äußerten die Studierenden anfänglich ein ungewohntes Gefühl, das sie in der VR-Lernumgebung verspürten. Es war für sie ungewohnt sich nur in einer virtuellen Umgebung und nicht im realen Raum fortzubewegen. Dieser Umstand führte bei 23 % der Studierenden zu leichten Gleichgewichtsstörungen und Schwindelgefühlen. *Motion Sickness* trat bei den Studierenden aufgrund der unscharfen grafischen Darstellung und der ausschließlichen Fortbewegung im virtuellen, nicht aber im physischen Raum teilweise auf. Der Grund ist eine illusorische Bewegungswahrnehmung, die in VR auftritt. Diese Nebenwirkung beeinträchtigte teilweise das Nutzungserlebnis und könnte sich ggf. negativ auf die kognitive Leistung der Studierenden ausgewirkt haben. Verglichen mit dem Mittelwert aller Studierenden, welche die Einsatzsimulation mit der VR-Technologie durchlaufen haben und die nicht von *Motion Sickness* berichtet haben (M = 23.4; SD = 3.628; n = 36) erzielten die von *Motion Sickness* betroffenen elf Studierenden (23 %) leicht bessere Ergebnisse im Wissenstest (M = 24.3; SD = 4.713; n = 11).

Die Studierenden nannten die teils großflächigen Störungen ebenso als Herausforderungen, wie fast ein Viertel von den Studierenden über gesundheitliche Herausforderungen berichtete. Nachteilig sprachen die Studierenden die statische Umgebung und vereinzelt die mangelnde Realitätsnähe an.

Verbesserungsvorschläge

Danach gefragt, was die Studierenden noch in der VR-Lernumgebung benötigen, um sich ideal auf den Einsatz vorzubereiten, wenn sie morgen einen Tankstellenüberfall hätten, und um besser mit der VR-Technologie lernen zu können, äußerten sie Verbesserungsvorschläge in dreierlei Hinsicht. Sie wünschten sich in der VR-Lernumgebung eine Interaktion mit mindestens einem/r Polizeibediensteten und weiteren BOS (40 %), weiterhin eine Interaktion mit den Menschen, um diesen Rückfragen zu stellen (34 %) sowie den Einsatz von Führungs- und Einsatzmitteln (19 %). Besonders wichtig war den Studierenden eine deutlich stärkere Interaktion mit Polizeibediensteten. Insbesondere regten sie an, das Szenario mit ihrem/r Streifenpartner/in zu bearbeiten, da die Polizeibediensteten stets zu zweit zu Einsätzen ausrücken. Die Studierenden nannten als konkrete Verbesserungsmaßnahmen bei der Interaktion mit Menschen im Szenario, dass die Zeuginnen und Zeugen unterschiedliche Verhaltensweisen zeigen sollten, zum Beispiel unkooperativ, schaulustig, neugierig,

ungeduldig und aufgebracht. S 406 [00:06:15] äußerte die Idee eine Sprachsteuerung in die virtuelle Lernumgebung zu integrieren, um mit den Zeugen kommunizieren zu können und die Hände ausschließlich für die Navigation in der virtuellen Lernumgebung zu nutzen und nicht noch für die Bedienung des HRT. Diese Idee wird auch von S 403 [00:10:46] gestützt: „Also, gerade bei der Kommunikationsfähigkeit würde ich mir wünschen, dass es (…), Auswirkungen hat von dem, was ich tue. […], wir reden ja heutzutage schon von KI, wo man irgendwas verbal reinredet und die einem hochkomplexe Sachen antwortet und dann Situationen sich auch dementsprechend verändern können.“ 38 % der Studierenden des dritten Studienjahres sprachen sich für einen früheren und häufigeren Einsatz der VR-Technologie mit weiteren Szenarien in der polizeilichen Ausbildung aus. Zudem waren sie der Auffassung, dass die VR-Lernumgebung für Studierende am Anfang ihrer Ausbildung besser geeignet sei.
Die Interaktion zwischen Polizeibediensteten und weiteren BOS sowie mit Zeugen und der Einsatz von Führungs- und Einsatzmitteln sind charakteristisch für die Polizeiarbeit, weswegen die Studierenden diese Aspekte als Verbesserungen vorschlugen.

9.3.6 Praktische Erkenntnisse der Haupt- und Ergänzungsstudie

Die praktischen Erkenntnisse der Haupt- und Ergänzungsstudie stehen in ihren Grundzügen mit den Ergebnissen der Vor- und Zwischenstudie in Einklang. Die iterative Vorgehensweise war erforderlich, um eine Erhebung unter kontrollierten Bedingungen durchzuführen. Den Ergebnissen und Beobachtungen zufolge konnten Einflussfaktoren identifiziert werden, die sich auf die Wahrnehmung, Konzentration und das Lernergebnis auswirkten. Es konnten Unterschiede zwischen den Studienjahren und bei den Durchführungsmodalitäten festgestellt werden. Abweichend von den vorherigen Stichproben betrachteten die Studierenden den Einsatz der VR-Technologie bereits vor Durchführung der Untersuchung kritischer. Aufgrund der Neuartigkeit der Technologie hat die HdP mit dem Einsatz der VR-Technologie bis dato noch keine Erfahrungen im Regelbetrieb gesammelt. Dementsprechend waren auch bei den Studierenden noch keine Vorerfahrungen mit dem Einsatz der VR-Technologie in der polizeilichen Ausbildung gegeben. Bei den Studierenden lag eine Vorstufe der Handlungsorientierung vor, da sie Einsteiger im Umgang mit der VR-Technologie waren.
Im Rahmen der Hauptstudie konnten aufgrund von technischen Störungen nur 34 von 48 Studierenden das Szenario in VR bearbeiten. Die übrigen 14 Studierenden (29 %) nahmen ausschließlich eine beobachtende Rolle ein. Sie waren im Interview weniger euphorisch und hinterfragten den Einsatz der Technologie kritischer, weil für sie die Mehrwerte der Technologie nicht ersichtlich waren. Ihre kritischere Einstellung zu VR

und die technischen Störungen beeinflussten ihre Bewertung der VR-Technologie und die des Szenarios. Gleichwohl erkannten die Studierenden Vorteile für die polizeiliche Ausbildung. Trotz technischer Nachbesserungen traten Störungen und Verzögerungen in der VR-Steuerung auf, was die Erhebungssituation erschwerte und das Nutzungserlebnis der Studierenden beeinträchtigte. Verglichen mit den vorherigen Studien klagten die Studierenden vermehrt über *Motion Sickness* (21 % in der Hauptstudie, 31 % in der Ergänzungsstudie). Im Rahmen der Ergänzungsstudie konnten alle Studierenden das VR-Szenario bearbeiten und durchlaufen. Die Ergänzungsstudie vervollständigte den Datensatz um das in der Hauptstudie fehlende Studienjahr, ohne dass Anpassungen am VR-Szenario vorgenommen wurden.

Um die technischen Herausforderungen zu reduzieren, die in den vorangegangenen Studien aufgetreten sind, sollen die Studierenden das VR-Szenario im Rahmen der Ergänzungsstudie nacheinander durchlaufen, um eine Überlastung des Netzwerks zu vermeiden. Nach der Hauptstudie und zur Ergänzungsstudie wurde der Fragebogen zur Messung der kognitiven Belastung der Studierenden nach Krieglstein, et al. (2023) eingesetzt. Das Leitfadeninterview wurde überarbeitet. Den Studierenden wurde keine Übersicht mit Kompetenzen vorgelegt, um soziale Erwünschtheit bei den Studierenden zu vermeiden. Die Studierenden sollten vielmehr gezielt Beispiele aus dem Szenario zu den im Interview angesprochenen Kompetenzen nennen. Um eine systematische Dokumentation der Untersuchung zu gewährleisten, wurden die Studierenden vor Interviewbeginn gefragt, ob sie das Szenario mit einem HMD bearbeitet haben, bei der Bearbeitung des VR-Szenarios technische Störungen auftraten und wie weit sie die VR-Einsatzsimulation durchlaufen haben.

Der ursprüngliche Ansatz des Forschungsvorhabens war es, zu erheben, ob mittels VR-Technologie Handlungsorientierung gefördert und Kompetenzen erworben werden können. Die technische Gestaltung, die Grundlage der vier Untersuchungen war, hat gezeigt, dass es herausfordernd ist, eine solche Lernumgebung zu erstellen. Aus diesem Grund wurde der Fokus auf den wahrgenommenen Kompetenzzuwachs gelegt.

9.3.7 Auswertung der intendierten Lernziele

Nachfolgend erfolgt eine Operationalisierung der definierten Lernziele in der VR-Lernumgebung, basierend auf den gewonnenen Daten der Haupt- und Ergänzungsstudie. Ein Lernziel gilt als erreicht, wenn die Lernenden eine bestimmte Aktion in der VR-Lernumgebung erfolgreich lösen oder eine bestimmte Handlung ausführen konnten. Als Datenquelle wurden Beobachtungen, Antworten im Wissenstest und Interviewaussagen herangezogen.

Das erste Lernziel, die Feststellung der fehlerhaften Positionierung des Streifenwagens, wurde von den Studierenden in allen drei Studienjahren nicht erreicht. Mittels Teleportation wurden die Studierenden von der PI zur Einsatzstelle neben dem Streifenwagen teleportiert. Unmittelbar nach dem Eintreffen wurde den Studierenden vom *Operator* die erste Frage gestellt, welche Lagemeldung sie abgeben würden. Zudem erhielten sie die Aufforderung, mit der Zeugenbefragung zu beginnen. Dabei ließen sie die Positionierung des Streifenwagens außer Acht. Dieses Ergebnis wurde auch durch den Wissenstest (Frage 4.) bestätigt, indem sie, gefragt nach der Bewertung der Positionierung des Streifenwagens, überwiegend falsch antworteten. Niemand beantwortete die Frage im ersten Studienjahr richtig. Im zweiten und dritten Studienjahr löste jeweils eine Person die Aufgabe richtig.

Das zweite Lernziel, die Erfassung einsatzbedingter Informationen durch Zeugenbefragungen, wurde von den Studierenden erreicht. Es war zu beobachten, dass sie einsatzbedingte Informationen mittels Zeugenbefragung erfassten, indem sie die Informationstextboxen entweder laut oder leise durchgelesen haben und die weitere Vorgehensweise und die Maßnahmen mit dem *Operator* besprachen.

Sofern ein reibungsloses Durchlaufen des VR-Szenarios möglich war, wurde das dritte Lernziel von den Studierenden erreicht. Die Studierenden waren in der Lage die beiden Zeugen aufzusuchen, welche den Tathergang entweder gefilmt oder fotografisch festgehalten hatten. Mit Unterstützung und auf Rückfragen des *Operators* leiteten sie spezifische Maßnahmen ab.

Das Lernziel vier konnte von den Studierenden nur bedingt erreicht werden. Sie fanden alle den Geldbetrag vor der Tankstelle auf, konnten diesen durch Aktionen aber nicht sicherstellen. S 208 [00:07:09] äußerte: „Das mit dem Geld wurde ja auch genannt, dass es insgesamt 3.000 Euro waren, dass er eine Waffe hatte. Dann, dass 1.080 Euro auf dem Boden lagen, dann konntest du ja auch rechnen.“ S 313 [00:21:36] verdeutlichte „[…] dass man jetzt das Bargeld sicherstellt oder so was, hat man jetzt nicht gemacht“. Die Studierenden teilten auf Nachfrage des *Operators* mit, wie sie vorgehen würden (Bargeld in einer Tüte sicherstellen, Rücksprache mit der Leitstelle halten).

Das Lernziel fünf, die Ermittlung des Geldbetrags in der VR-Lernumgebung, wurde von den Studierenden mit der Unterstützung des *Operators* erreicht, indem er den Studierenden nochmal die Informationen vergegenwärtigte. Die Vielzahl der Informationen, mit denen sie erstmalig konfrontiert wurden, führte dazu, dass sie sich nicht alle Informationen gleich gut merken konnten. Der sonst im Einsatz zur Verfügung stehende Notizblock war im VR-Szenario für sie nicht verfügbar. Bei Frage 8.b. im Wissenstest waren die Studierenden gefordert, den Differenzbetrag zu ermitteln. Im

ersten Studienjahr erreichten drei Studierende (12 %), im zweiten Studienjahr acht Studierende (35 %) und im dritten Studienjahr niemand die volle Punktzahl.
Das Lernziel sechs wurde von den Studierenden im zweiten und dritten Studienjahr erreicht. Die meisten Studierenden des ersten Studienjahres nahmen die verletzte Person wahr, widmeten sich jedoch weiter der Zeugenbefragung. Im Interview merkte S 313 [00:15:56] an, dass er die verletzte Person erst relativ spät gesehen habe. S 318 [00:01:34] führte aus, dass er zunächst zu allen anderen Personen gegangen sei und spät zu der verletzten Person gelangt wäre.
Das Lernziel sieben wurde von den Studierenden nicht erreicht. Es konnte beobachtet werden, dass es für sie nicht offensichtlich war, dass bei dem blauen Transporter eine Halterabfrage durchzuführen war, obwohl es Teil der polizeilichen Arbeit ist, anlassbezogen Abfragen durchzuführen. Auf Nachfrage des *Operators*, wie mit verschlossenen Fahrzeugen auf dem Tankstellengelände zu verfahren ist, schilderten sie die Vorgehensweise bei einer Halterabfrage.
Mit der Unterstützung des *Operators* erreichten die Studierenden insgesamt fünf von sieben Lernzielen. Das Modell *Cognitive Apprenticeship* kann zur Erreichung der Lernziele beigetragen haben. Die Studierenden erweiterten ihr Wissen und waren gefordert, Wissen anzuwenden und Informationen zu analysieren. In der Phase *Coaching* erhielten die Lernenden individuelle Anweisungen und gezielte Hinweise zur Interaktion in der VR-Lernumgebung. In der Phase *Articulation* waren die Lernenden aufgefordert durch Nachfragen des *Operators* ihre Gedankengänge, Entscheidungen und Maßnahmen zu erklären. Im Rahmen der Reflexion analysierten und reflektierten sie weitere Schritte. Eine kognitive Überlastung oder geringe Immersion könnten – ohne, dass es in dieser Arbeit belegt werden konnte – dafür verantwortlich sein, dass die Lernziele 1 und 7 nicht und das Lernziel 4 bedingt erreicht wurden.
Lazonder & Harmsen (2016) stellen in ihrer Arbeit fest, dass Studierende bessere Ergebnisse erzielen, wenn sie durch Instruktionen angeleitet und unterstützt werden, als wenn sie keine Hilfestellungen erhalten. Dieses Ergebnis trifft auch auf die vorliegende Arbeit zu. Die von außerhalb der VR-Lernumgebung zugeführten Fragen und Instruktionen des *Operators* gaben den Studierenden eine Hilfestellung. Im Rahmen der Auswertung der intendierten Lernziele wurde festgestellt, dass es einer Erweiterung um ein achtes Lernziel bedarf: Indem die Studierenden die grundlegenden Prinzipien und Techniken des Funkens bei den Lagemeldungen anwenden, verbessern sie ihre Kommunikationsfähigkeit (Taxonomiestufe 3). Die in dem letztgenannten Lernziel beschriebenen Aktionen wurden fortwährend von den Studierenden umgesetzt (nach jeder Zeugenaussage und nach jedem aufgefundenen Objekt), so dass auch dieses Lernziel erreicht wurde. Die Lernziele flankieren die Fragestellungen denen in diesem

Vorhaben nachgegangen wird. Die Fragestellungen werden im folgenden Kapitel beantwortet.

10 Beantwortung der Fragestellungen

In diesem Kapitel werden die Ober- und Unterfragestellungen anhand der getesteten Hypothesen studienübergreifend beantwortet. Für die Überprüfung der Hypothesen wurde ausschließlich auf das Datenmaterial der Haupt- und Ergänzungsstudie zurückgegriffen, da die beiden vorangegangenen Studien, die Vor- und Zwischenstudie, dazu dienten die Ausgestaltung der Erhebungsmethoden zu überprüfen. Bei der Auswertung wurde ausschließlich Material von Studierenden berücksichtigt, die das Szenario mittels VR-Technologie durchlaufen haben (Hauptstudie n = 34; Ergänzungsstudie n = 13), mit Ausnahme des Fragebogens zur kognitiven Belastung, der lediglich die Teilstichprobe (n = 13) der Ergänzungsstudie umfasste.

Es folgen zunächst die deskriptiven Statistiken (10.1), in der die Variablen dargestellt werden. Im Anschluss erfolgt die Beantwortung der Oberfragestellungen 1 bis 4 (10.2 bis 10.5). Die Überprüfung der zu den jeweiligen Oberfragestellungen gehörenden und in Kapitel 7 vorgestellten Hypothesen wird mittels verschiedener Tests hinreichend beschrieben. Es wurden neben deskriptivstatistischen Analysen, t-Tests für unabhängige Stichproben, Wilcoxon-Rangsummen-Tests bei verbundenen Stichproben, Mann-Whitney-U-Tests, Chi-Quadrat-Tests und Fisher-Yates-Tests durchgeführt. Die Prüfung der Voraussetzungen für die jeweiligen Tests ist in Anhang B zu finden. Als Maße für die Effektstärke wurden Cohen's *d* und der r-Wert herangezogen. Sofern bei der Überprüfung der Hypothesen keine Signifikanz festgestellt wurde, wurde die Teststärke mittels der Open Source Software G*Power (Version 3.1.9.7) berechnet.

Als Signifikanzniveau wurde für alle Analyseverfahren 5 % festgesetzt. Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS für Windows (IBM SPSS Statistics Version 29.02). Vor der Auswertung wurden die Datensätze auf Ausreißer überprüft. Obwohl Ausreißer die Analysen verzerren können, wurde aufgrund der Stichprobengröße (n = 47) und der geringen Anzahl an Ausreißern keine Bereinigung des Datensatzes um diese vorgenommen. Ein Ausschluss (auch nur weniger) potentieller Ausreißer würde die Stichprobengröße und das Datenmaterial reduzieren und die statistische Aussagekraft verringern. Um die Ausreißer hinreichend zu berücksichtigen, wurden robuste Verfahren zur Analyse verwendet und die Ausreißer gesondert betrachtet. Eine Diskussion der Ergebnisse erfolgt in Kapitel 11.

10.1 Deskriptive Statistiken der Variablen

In Tabelle 18 sind für jede Variable der Messzeitpunkt (MZP), die Spannweite, die Stichprobengröße (n) und – sofern zutreffend – der Mittelwert (*M*) sowie die Standardabweichung (*SD*) aufgelistet.

			(n = 47)	
Variable	**MZP**	**Spannweite**	***M***	***SD***
Studienjahr	/	2 (1-3)	/	/
Geschlecht	/	1 (0-1)	/	/
Ergebnis Wissenstest	Post	13 (16.5-29.5)	23.60	3.874
Kompetenzzuwachs	Post	1 (0-1)	/	/
Präsenzerleben	Post	1 (0-1)	/	/
Interaktionsmöglichkeiten	Post	1 (0-1)	/	/
Technologiebasierte Problemlösekompetenz	Prä	3 (2-5)	3.70	0.883
Technologiebasierte Problemlösekompetenz	Post	4 (1-5)	3.55	1.059
Situationsadäquate Handlungskompetenz	Prä	2 (3-5)	4.45	0.544
Situationsadäquate Handlungskompetenz	Post	3 (2-5)	4.09	0.803
Selbstwirksamkeitserwartung	Prä	1 (0-1)	/	/
Vorerfahrung mit VR	Post	1 (0-1)	/	/
Einstellung zu VR	Prä	1 (0-1)	/	/

Tabelle 18: Deskriptive Statistiken der Variablen

10.2 Oberfragestellung 1

1. Welchen Einfluss hat der wahrgenommene Kompetenzzuwachs auf die Lernergebnisse der Studierenden?

   H1: Studierende, die einen hohen Kompetenzzuwachs wahrnehmen, erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende, die einen niedrigen Kompetenzzuwachs wahrnehmen.

Zur Testung der Hypothese H1 wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Dazu wurden das Datenmaterial aus den Interviews sowie die Ergebnisse aus den Wissenstests als Grundlage genutzt. Zur Auswertung der Aussagen der Studierenden zum wahrgenommenen Kompetenzzuwachs wurden diese in zwei Gruppen eingeordnet, um eine dichotome Struktur zu erhalten. In der ersten Gruppe wurden diejenigen Studierenden zusammengefasst, die den wahrgenommenen Kompetenzzuwachs hoch bewerteten. Die zweite Gruppe umfasste diejenigen Studierenden, die den wahrgenommenen Kompetenzzuwachs niedrig einschätzten. Es wurden jene Aussagen als hoch eingestuft, bei denen Studierende ausführlich

beschrieben, was sie neu erlernt haben und welche Kompetenzen sie verbessern konnten. Sofern die Studierenden keinen Kompetenzzuwachs benennen konnten oder diesen als niedrig oder kaum vorhanden beschrieben, wurden deren Aussagen als niedrig eingestuft.

Studierende mit einem hohen wahrgenommenen Kompetenzzuwachs erzielten im Durchschnitt bessere Ergebnisse im Wissenstest (n = 21; *M* = 25.50; *SD* = 3.041) als die Vergleichsgruppe (n = 26; *M* = 22.06; *SD* = 3.835). Die Differenz der beiden Gruppen beträgt 3.44 Punkte und deutet auf einen relevanten Unterschied hin. Abbildung 25 illustriert die unabhängige Variable Kompetenzzuwachs als Boxplot. Die Ergebnisse entsprechen der Annahme der Hypothese, dass diese Gruppe bessere Testergebnisse erzielt.

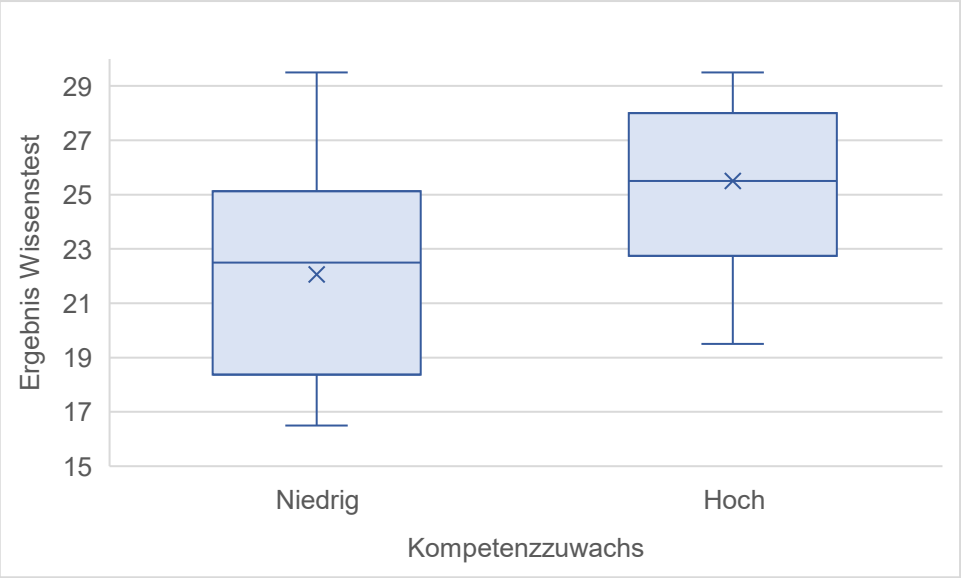


Abbildung 25: H1 – Kompetenzzuwachs

Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, I zu entnehmen. Nach dem Shapiro-Wilk-Test sind beide Gruppen normalverteilt (p_{hoch} = .107; $p_{niedrig}$ = .139) und dem Levene-Test folgend sind die Varianzen homogen (p = .104), sodass ein t-Test für unabhängige Variablen durchgeführt werden kann. Der t-Test zeigt einen signifikanten Unterschied (t (45) = 3.348, $p_{einseitig}$ < .001). Der zweiseitige p-Wert ist mit .002 ebenfalls signifikant, was die Signifikanz des Ergebnisses unter der Annahme beider Richtungen bestätigt. Die Analyse zeigt, dass der Unterschied zwischen den beiden Gruppen signifikant ist. Die Gruppe mit einem hohen wahrgenommenen Kompetenzzuwachs erzielt signifikant höhere Mittelwerte im Wissenstest.

Zur Ergänzung der statistischen Signifikanztests wurde die Effektstärke berechnet, um die praktische Bedeutung des Unterschieds zu verdeutlichen. Mit Cohen's *d* wird die Differenz der Mittelwerte zwischen zwei Gruppen berechnet (Eid, Gollwitzer, & Schmitt, 2017, S. 241). Laut Cohen (1988, S. 25) ist *d* = .20 ein kleiner Effekt, *d* = .50 ein mittlerer

Effekt und $d = .80$ ein großer Effekt. Die Berechnung von Cohen's d ergibt eine Effektstärke von $d = .98$, was nach Cohen (1988, S. 25) als sehr großer Effekt klassifiziert wird. Der Mittelwertsunterschied (3.442) liegt innerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls [1.371; 5.513] und unterstützt die statistische Robustheit der Ergebnisse.

Die Studierenden, die von einem hohen wahrgenommenen Kompetenzzuwachs sprachen (n = 21), äußerten im Rahmen des Interviews, dass sie gelernt hätten worauf bei einer solchen Einsatzsimulation zu achten sei. Hierzu gehörte u. a., sich einen Überblick über die Lage zu verschaffen und allein einen Sachverhalt aufzunehmen (z. B. S 307 [00:10:28], S 411 [00:04:22]). Die Studierenden, die keinen wahrgenommenen Kompetenzzuwachs (n = 26) angaben, äußerten, dass sie im Szenario nichts neu gelernt hätten (u. a. S 200 [00:08:53], S 317 [00:09:43]). Insbesondere das dritte Studienjahr führte an, dass es sich bei den dargestellten Inhalten um jene handelte mit denen sie bereits durch die Praktika und das Studium vertraut seien (u. a. S 407 [00:04:22]). Tendenziell fiel es den Studierenden schwer diese Frage zu beantworten, da ihnen für die Bearbeitung des VR-Szenarios nur 15 Minuten zur Verfügung standen. Um eine deutliche Verbesserung und Vorbereitung auf Einsatzsituationen zu gewährleisten, wäre ein häufigerer Einsatz der VR-Technologie erforderlich (u. a. S 318 [00:08:39]).

Hypothese H1 wird bestätigt. Studierende in der Gruppe mit einem hohen wahrgenommenen Kompetenzzuwachs erzielten einen signifikant höheren Mittelwert im Wissenstest als die andere Gruppe.

Die mittels der Überprüfung der Hypothese H1 gefundenen Ergebnisse deuten im Hinblick auf die Oberfragestellung 1 darauf hin, dass der wahrgenommene Kompetenzzuwachs einen positiven Einfluss auf die Lernergebnisse der Studierenden haben kann.

10.3 Oberfragestellung 2

2. Wie verändert sich die Selbsteinschätzung der Studierenden im Hinblick auf die Kern- und Schlüsselkompetenzen vor und nach der VR-Einsatzsimulation:
   a. in Bezug auf die technologiebasierte Problemlösekompetenz?

      H2a: Der Mittelwert der Selbsteinschätzung der technologiebasierten Problemlösekompetenz der Studierenden weist nach der VR-Einsatzsimulation höhere Werte auf als vor der VR-Einsatzsimulation.
   b. in Bezug auf die situationsadäquate Handlungskompetenz?

H2b: Der Mittelwert der Selbsteinschätzung der situationsadäquaten Handlungskompetenz der Studierenden weist nach der VR-Einsatzsimulation höhere Werte auf als vor der VR-Einsatzsimulation.

10.3.1 Hypothese 2a

Zur Überprüfung der Hypothese H2a wurde ein Wilcoxon-Rangsummen-Test bei verbundenen Stichproben durchgeführt. Dazu wurde das Datenmaterial aus der P & P-Befragung zur technologiebasierten Problemlösekompetenz vor der VR-Einsatzsimulation auf einer Likert-Skala von 1 (sehr schwache Relevanz) bis 5 (sehr hohe Relevanz) bewertet sowie die Kompetenzeinschätzung nach der VR-Einsatzsimulation als Grundlage genutzt, um einen Prä-Post-Vergleich durchzuführen. Die Studierenden (n = 47) maßen der technologiebasierten Problemlösekompetenz nach Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation im Mittelwert eine niedrigere Relevanz *(M_{Post}* = 3.55 *SD_{Post}* = 1.059) bei, als davor ($M_{Prä}$ = 3.70; $SD_{Prä}$ = 0.883). Die Differenz der Mittelwerte zeigt nicht in die erwartete Richtung.

Zur Prüfung der Voraussetzungen, ob ein t-Test bei abhängigen Stichproben durchgeführt werden kann und eine Normalverteilung der Werte vorliegt, wurde für beide Variablen der Shapiro-Wilk-Test durchgeführt (Tabelle 19). Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, II zu entnehmen.

	t-Statistik	***df***	***p***
Technologiebasierte Problemlösekompetenz Prä	0.875	47	<.001***
Technologiebasierte Problemlösekompetenz Post	0.861	47	<.001***

****p* < .001, ***p* < .01, **p* < .05

Tabelle 19: H2a – Ergebnisse Shapiro-Wilk-Test

Für beide Variablen wird die Homogenität der Varianzen nicht erfüllt. Der Wilcoxon-Rangsummen-Test setzt keine Normalverteilung der Daten voraus, weshalb er für ordinalskalierte Daten geeignet ist. Der Wilcoxon-Rangsummen-Test für verbundene Stichproben (Abbildung 26) zeigt keinen signifikanten Unterschied (T (47) = 168, p = .59).

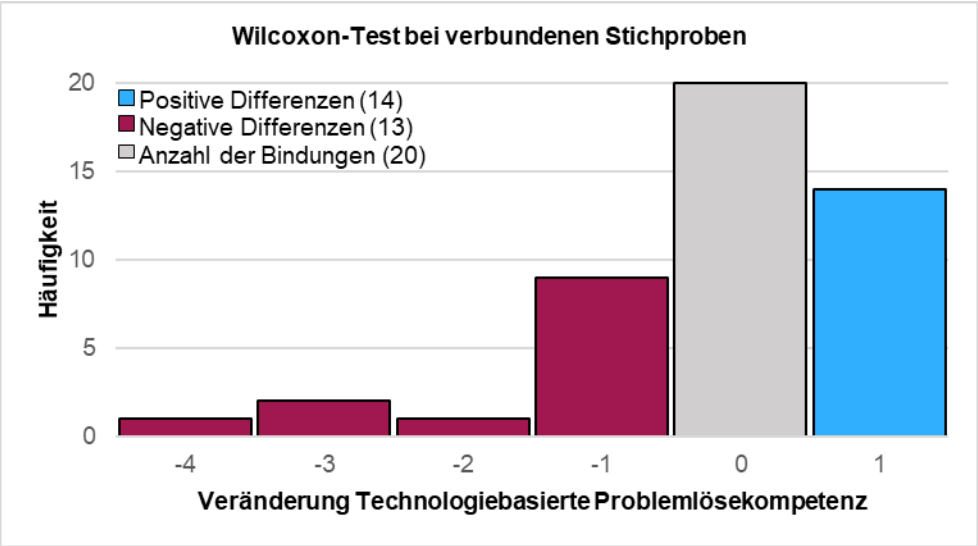


Abbildung 26: H2a – Wilcoxon-Rangsummen-Test

Die Teststatistik zeigt mit 168.0, dass es mehrere positive Differenzen gibt, diese allerdings nicht ausreichen, um einen signifikanten Unterschied zu erklären. Es bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen der Selbsteinschätzung der technologiebasierten Problemlösekompetenz durch die Studierenden vor und nach dem Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation. Die Berechnung der Teststärke mittels G*Power weist mit einem Wert von .240 eine niedrige Power auf (Anhang B, Abbildung 32). Die Wahrscheinlichkeit, kleinere Effekte nachzuweisen, ist gering. Größere Effekte könnten mit der vorliegenden Stichprobengröße jedoch entdeckt werden.

H2a kann anhand der quantitativen Daten nicht bestätigt werden. Unter Hinzuziehung der aus den Interviews gewonnenen Daten, lassen sich weitere Erkenntnisse ziehen, die darauf hindeuten, dass die aufgestellte Hypothese gestützt wird. 23 % der Studierenden sprachen nach Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation einen routinierteren Umgang mit VR und deren Bedienung an, ohne explizit danach gefragt worden zu sein. S 200 [00:08:53] verbesserte sich im Umgang mit der VR-Technologie und S 403 [00:08:00] in der Navigation mit den Controllern. S 306 [00:12:34] machte sich mit der Bedienung von VR-Technologie vertraut und S 313 [00:13:11] stärkte durch die Nutzung der VR-Technologie gezielt die technologiebasierte Problemlösekompetenz.

10.3.2 Hypothese 2b

Zur Überprüfung der gerichteten Hypothese H2b wurde ein Wilcoxon-Rangsummen-Test bei verbundenen Stichproben durchgeführt. Dazu wurde das Datenmaterial aus der P & P-Befragung zur situationsadäquaten Handlungskompetenz vor der VR-Einsatzsimulation auf einer Likert-Skala von 1 (sehr schwache Relevanz) bis 5 (sehr hohe Relevanz) bewertet sowie die Kompetenzeinschätzung nach der VR-

Einsatzsimulation als Grundlage genutzt, um einen Prä-Post-Vergleich durchzuführen. Die Studierenden (n = 47) stuften die situationsadäquate Handlungskompetenz nach dem Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation im Mittelwert niedriger ein, als vor dem Durchlaufen ($M_{Prä}$ = 4.45; $SD_{Prä}$ = 0.544; M_{Post} = 4.09; SD_{Post} = 0.803). Die Differenz der Mittelwerte zeigt in die entgegengesetzte Richtung des Erwarteten.

Zur Prüfung der Voraussetzungen, ob ein t-Test bei verbundenen Stichproben durchgeführt werden kann und eine Normalverteilung der Werte vorliegt, wurde für beide Variablen der Shapiro-Wilk-Test durchgeführt (Tabelle 20). Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, II zu entnehmen.

	t-Statistik	*df*	*p*
Situationsadäquate Handlungskompetenz Prä	0.699	47	<.001***
Situationsadäquate Handlungskompetenz Post	0.826	47	<.001***

***p < .001, **p < .01, *p < .05

Tabelle 20: H2b – Ergebnisse Shapiro-Wilk-Test

Für beide Variablen wird die Homogenität der Varianzen nicht erfüllt, sodass ein Wilcoxon-Rangsummen-Test bei verbundenen Stichproben durchgeführt wurde, weshalb er für ordinalskalierte Daten geeignet ist. Der Wilcoxon-Rangsummen-Test für verbundene Stichproben zeigt einen signifikanten Unterschied (T (47) = 48, p = .014). Dabei handelt es sich um eine signifikante Veränderung zum Negativen (z = - 2.454; p = .014).

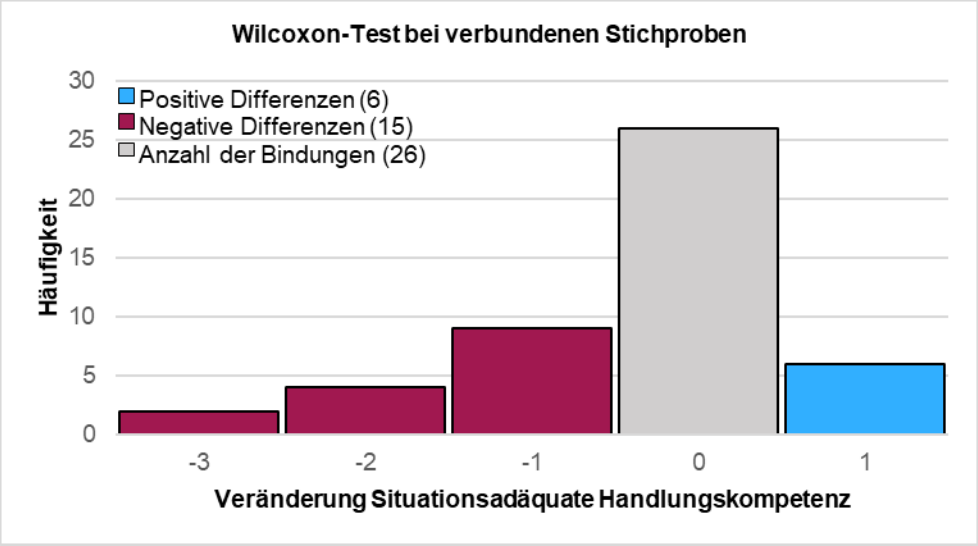


Abbildung 27: H2b – Wilcoxon-Rangsummen-Test

Zur Messung der Effektstärke wurde der r-Wert berechnet. Der r-Wert (-1 bis +1) gibt an, wie groß der Unterschied zwischen zwei Gruppen ist. Er wird aus der standardisierten Teststatistik Z berechnet, die Teil des Wilcoxon-Rangsummen-Tests ist. Der Wert r = .1 steht für einen kleinen Effekt, r = .3 für einen mittleren Effekt und r = .5 für einen großen

Effekt nach Cohen (1988, S. 78). In H2b weist der Wilcoxon-Rangsummen-Test mit $r = .36$; $p > .05$ einen mittleren Effekt aus, sodass die veränderte Einstufung der situationsadäquaten Handlungskompetenz durch die Studierenden vor und nach dem Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation praktisch relevant ist (Abbildung 27).

H2b kann anhand der vorliegenden Daten nicht bestätigt werden. Stattdessen besteht eine Signifikanz in die entgegengesetzte Richtung, dass der Mittelwert der Selbsteinschätzung der situationsadäquaten Handlungskompetenz durch die Studierenden nach dem Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation signifikant niedriger eingestuft wurde als vor dem Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation.

Bezug nehmend auf die Oberfragestellung 2 wirkt sich die Selbsteinschätzung der Studierenden im Hinblick auf die Kern- und Schlüsselkompetenzen vor und nach der VR-Einsatzsimulation unterschiedlich aus. Während qualitative Daten auf eine Steigerung der Relevanz der technologiebasierten Problemlösekompetenz hindeuten, zeigen die quantitativen Daten keine signifikante Veränderung. Der situationsadäquaten Handlungskompetenz wurde von den Studierenden nach der VR-Einsatzsimulation eine signifikant niedrigere Bedeutung beigemessen. Die qualitativen Daten deuten auf eine kritischere Selbsteinschätzung hin. Insgesamt ergibt sich ein differenziertes Bild der Effekte der VR-Einsatzsimulation auf die Selbsteinschätzung der Kern- und Schlüsselkompetenzen der Studierenden vor und nach der VR-Einsatzsimulation.

10.4 Oberfragestellung 3

3. Wie beeinflussen das subjektive Präsenzerleben und die Interaktionsmöglichkeiten die Lernprozesse und -ergebnisse in der VR-Einsatzsimulation?
   a. Inwiefern beeinflusst das subjektive Präsenzerleben die Ergebnisse im Wissenstest?

      H3a: Studierende mit einem hohen subjektiven Präsenzerleben in der VR-Einsatzsimulation erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende mit einem niedrigen subjektiven Präsenzerleben in der VR-Einsatzsimulation.
   b. Inwiefern beeinflussen die bewerteten Interaktionsmöglichkeiten die Ergebnisse im Wissenstest?

      H3b: Studierende, die die Interaktionsmöglichkeiten in der VR-Einsatzsimulation positiv bewerten, erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende, die die Interaktionsmöglichkeiten in der VR-Einsatzsimulation negativ bewerten.
   c. Inwiefern beeinflussen die Interaktionsmöglichkeiten das subjektive Präsenzerleben?

H3c: Studierende, die die Interaktionsmöglichkeiten in der VR-Einsatzsimulation positiv bewerten, haben ein höheres subjektives Präsenzerleben als Studierende, die die Interaktionsmöglichkeiten in der VR-Einsatzsimulation negativ bewerten.

10.4.1 Hypothese 3a

Zur Testung der Hypothese H3a wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Dazu wurden das Datenmaterial aus den Interviews sowie die Ergebnisse aus den Wissenstests als Grundlage genutzt. Die Aussagen der Studierenden hinsichtlich des Präsenzerlebens wurden in zwei Gruppen eingeteilt. In der ersten Gruppe wurden diejenigen Studierenden zusammengefasst, die das Präsenzerleben hoch bewerteten. Die zweite Gruppe umfasste diejenigen Studierenden, die das Präsenzerleben niedrig einschätzten. Es wurden jene Aussagen als hoch eingestuft, bei denen die Studierenden ausführlich beschrieben, intensiv in die Situation eingetaucht zu sein und sich in dieser präsent zu fühlen. Sofern die Studierenden das Präsenzerleben niedrig einstuften, fühlten sie sich nicht vollständig in der Einsatzsimulation präsent. Diese Aussagen wurden als niedrig eingestuft.

Studierende mit einem hohen Präsenzerleben erzielten im Durchschnitt leicht schlechtere Ergebnisse im Wissenstest (n = 31; *M* = 23.52; *SD* = 4.001) als die Vergleichsgruppe (n = 16; *M* = 23.75; *SD* = 3.737). Die Differenz der beiden Gruppen beträgt 0.23 Punkte und deutet auf keinen relevanten Unterschied hin. Abbildung 28 illustriert die unabhängige Variable Präsenzerleben als Boxplot. Die Ergebnisse widersprechen der Annahme der Hypothese, dass die Gruppe der Studierenden mit hohem Präsenzerleben einen höheren Mittelwert im Wissenstest erzielt.

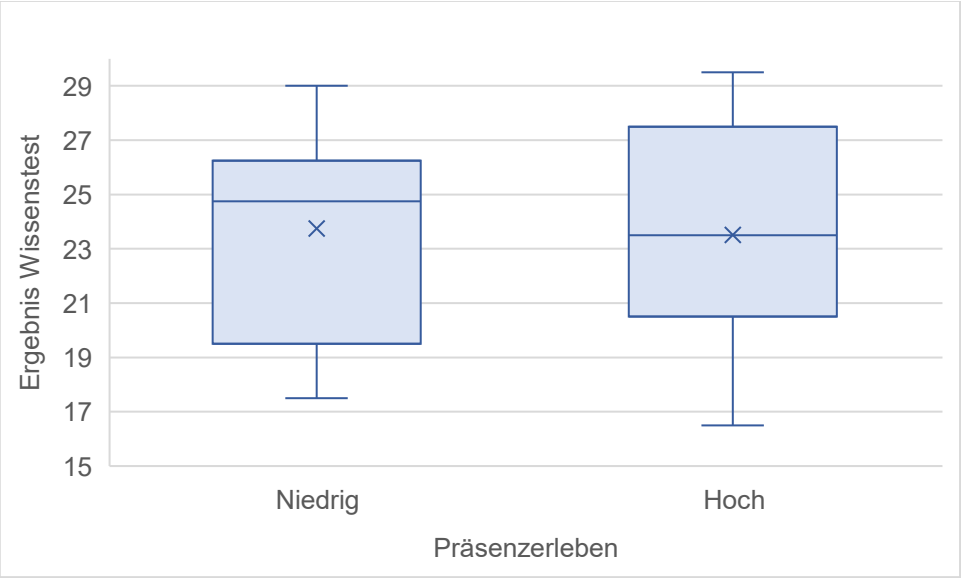


Abbildung 28: H3a – Präsenzerleben

Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, I zu entnehmen. Nach dem Shapiro-Wilk-Test sind beide Gruppen normalverteilt (p_{hoch} = .152; $p_{niedrig}$ = .067) und dem Levene-Test folgend sind die Varianzen homogen (p = .741), sodass ein t-Test für unabhängige Variablen durchgeführt werden kann. Der t-Test zeigt keinen signifikanten Unterschied (t (45) = .194, $p_{einseitig}$ < .42). Die Gruppe mit einem hohen Präsenzerleben erzielt – entgegen der Hypothese – niedrigere Mittelwerte im Wissenstest.

Die Berechnung der Teststärke mittels G*Power weist mit einem Wert von .073 eine sehr niedrige Power auf (Anhang B, Abbildung 33). Die Wahrscheinlichkeit, kleinere Effekte nachzuweisen, ist gering. Größere Effekte könnten mit der vorliegenden Stichprobengröße jedoch entdeckt werden.

Hypothese H3a kann nicht bestätigt werden. Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der Gruppe der Studierenden mit hohem Präsenzerleben und der Vergleichsgruppe mit niedrigem Präsenzerleben. Auch hat die Gruppe der Studierenden mit hohem Präsenzerleben keinen höheren Mittelwert im Wissenstest als die Gruppe mit niedrigem Präsenzerleben. Das subjektive Präsenzerleben beeinflusst die Ergebnisse im Wissenstest nicht.

10.4.2 Hypothese 3b

Zur Testung der Hypothese H3b wurden ein t-Test für unabhängige Stichproben sowie ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Dazu wurden das Datenmaterial aus den Interviews sowie die Ergebnisse aus den Wissenstests als Grundlage genutzt. Die Aussagen der Studierenden hinsichtlich der Interaktionsmöglichkeiten wurden in zwei Gruppen eingeteilt: positiv und negativ. In der ersten Gruppe wurden diejenigen Studierenden zusammengefasst, die die Interaktionsmöglichkeiten positiv bewerteten. Die zweite Gruppe umfasste diejenigen Studierenden, die die Interaktionsmöglichkeiten negativ bewerteten. Es wurden jene Aussagen als positiv eingeordnet, bei denen die Studierenden das freie Bewegen und die Interaktion mit den Zeugen positiv bewerteten. Sofern die Studierenden die Interaktionsmöglichkeiten negativ bewerteten, empfanden sie ihre Bewegungs- und Entscheidungsfreiheit im Szenario als gering. Diese Aussagen wurden als negativ eingestuft.

Studierende mit positiv bewerteten Interaktionsmöglichkeiten erzielten im Durchschnitt bessere Ergebnisse im Wissenstest (n = 31; M = 24.63; SD = 3.779) als die Vergleichsgruppe (n = 16; M = 21.59; SD = 3.313). Die Differenz der beiden Gruppen beträgt 3.04 Punkte und deutet auf einen relevanten Unterschied hin. Abbildung 29 illustriert die unabhängige Variable Interaktionsmöglichkeiten als Boxplot. Die

Ergebnisse entsprechen der Annahme der Hypothese, dass diese Gruppe bessere Testergebnisse erzielt.

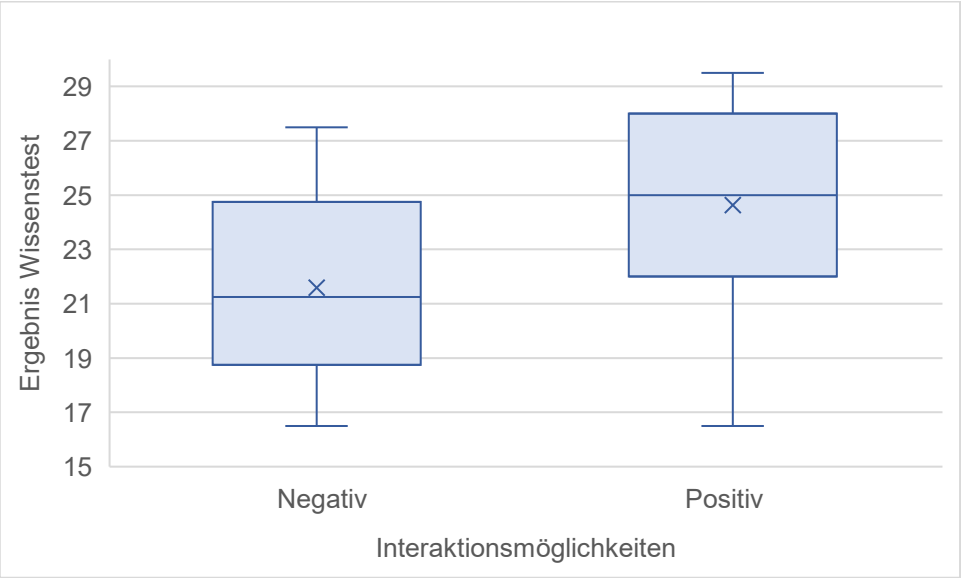


Abbildung 29: H3b – Interaktionsmöglichkeiten

Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, I zu entnehmen. Nach dem Shapiro-Wilk-Test ist nur eine der beiden Gruppen normalverteilt ($p_{positiv}$ = .040; $p_{negativ}$ = .392) und dem Levene-Test folgend sind die Varianzen homogen (p = .677), sodass zusätzlich zum t-Test für unabhängige Stichproben ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt wird. Der t-Test für unabhängige Stichproben zeigt einen signifikanten Unterschied (t (45) = 2.716, $p_{einseitig}$ = .005). Der zweiseitige p-Wert ist mit .009 ebenfalls signifikant, was die Signifikanz des Ergebnisses unter der Annahme beider Richtungen bestätigt. Auch der Mann-Whitney-U-Test zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (U = 359.5; $p_{zweiseitig}$ = .012). Die Gruppe mit einer positiven Bewertung der Interaktionsmöglichkeiten erzielt signifikant höhere Mittelwerte im Wissenstest, als die Vergleichsgruppe.

Zur Ergänzung der statistischen Signifikanztests wurde die Effektstärke berechnet, um die praktische Bedeutung des Unterschieds zu verdeutlichen. Die Berechnung von Cohen's d ergibt eine Effektstärke von d = .84, was nach Cohen (1988, S. 25) als großer Effekt klassifiziert wird. Der Mittelwertsunterschied (-3.035) liegt innerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls [-5.286; -0.784] und unterstützt die statistische Robustheit der Ergebnisse. Der r-Wert beträgt .36 und deutet auf einen mittleren Effekt hin.

Hypothese H3b wird bestätigt. Studierende in der Gruppe mit einer positiven Bewertung der Interaktionsmöglichkeiten erzielten einen signifikant höheren Mittelwert im Wissenstest als die andere Gruppe. Die bewerteten Interaktionsmöglichkeiten beeinflussen die Ergebnisse im Wissenstest stark.

10.4.3 Hypothese 3c

Zur Testung der Hypothese H3c wurde ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Einteilung der Gruppen Interaktionsmöglichkeiten Negativ und Positiv in der VR-Einsatzsimulation erfolgte entsprechend H3b, die Einteilung der Gruppen Präsenzerleben in der VR-Einsatzsimulation entspricht H3a.

Tabelle 21 sind die Kombinationen von Interaktionsmöglichkeiten (Negativ/ Positiv) und Präsenzerleben (Niedrig/ Hoch) sowie die erwartete Anzahl zu entnehmen.

Interaktionsmöglichkeiten		**Präsenzerleben**		**Gesamt**
		Niedrig	Hoch	
Negativ	Anzahl	6	10	16
	Erwartete Anzahl	5.4	10.6	16.0
Positiv	Anzahl	10	21	31
	Erwartete Anzahl	10.6	20.4	31.0
Gesamt	Anzahl	16	31	47
	Erwartete Anzahl	16.0	31.0	47.0

Tabelle 21: H3c – Kreuztabelle

Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, III zu entnehmen. Die erwartete Anzahl liegt in allen Fällen über 5, womit die Voraussetzung für den Chi-Quadrat-Test erfüllt ist. Das Pearson-Chi-Quadrat beträgt .129, der p-Wert$_{zweiseitig}$ liegt bei .719. Es besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den Interaktionsmöglichkeiten und dem Präsenzerleben. Da der p-Wert nicht signifikant ist, wurde die Teststärke mit G*Power berechnet. Die Berechnung der Teststärke mittels G*Power weist mit einem Wert von .065 eine sehr niedrige Power auf (Anhang B, Abbildung 34). Die Wahrscheinlichkeit, kleinere Effekte nachzuweisen, ist gering. Größere Effekte könnten mit der vorliegenden Stichprobengröße jedoch entdeckt werden.

H3c kann anhand der quantitativen Daten nicht bestätigt werden. Die Interaktionsmöglichkeiten beeinflussen das Präsenzerleben nicht.

Oberfragestellung 3 ist differenziert zu beantworten. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Präsenzerleben keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse im Wissenstest hat. Anders ist dies bei den Interaktionsmöglichkeiten in der VR-Einsatzsimulation, die das Lernergebnis beeinflussen. Eine Wechselwirkung zwischen Präsenzerleben und Interaktionsmöglichkeiten konnte nicht festgestellt werden.

10.5 Oberfragestellung 4

4. Inwiefern beeinflussen individuelle Faktoren, wie Selbstwirksamkeit, Vorerfahrung mit der VR-Technologie, Studienjahr und Geschlecht das Ergebnis im Wissenstest?
   a. Inwiefern beeinflusst die Selbstwirksamkeitserwartung das Ergebnis im Wissenstest?

      H4a: Studierende mit hoher Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf das Lernen in einer VR-Lernumgebung erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende mit niedriger Selbstwirksamkeitserwartung.
   b. Inwiefern beeinflusst die Vorerfahrung mit der VR-Technologie das Ergebnis im Wissenstest?

      H4b: Studierende mit Vorerfahrungen im Umgang mit der VR-Technologie erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende ohne Vorerfahrungen im Umgang mit der VR-Technologie.
   c. Inwiefern beeinflusst das Studienjahr das Ergebnis im Wissenstest?

      H4ci: Studierende im dritten Studienjahr erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende im zweiten Studienjahr.

      H4cii: Studierende im zweiten Studienjahr erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende im ersten Studienjahr.

      H4ciii: Studierende im dritten Studienjahr erzielen höhere Mittelwerte im Wissenstest als Studierende im ersten Studienjahr.
   d. Inwiefern beeinflussen das Geschlecht und die Vorerfahrungen mit der VR-Technologie die Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie?

      H4di: Männliche Studierende haben eine positivere Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie als weibliche Studierende.

      H4dii: Männliche Studierende haben mehr Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie als weibliche Studierende.

      H4diii: Studierende mit Vorerfahrung im Umgang mit VR-Technologie haben eine positivere Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie als Studierende ohne Vorerfahrung mit der VR-Technologie.

10.5.1 Hypothese 4a

Um die Annahme der Hypothese H4a zu testen, wurde ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Dazu wurden das Datenmaterial aus der P & P-Befragung sowie die Ergebnisse aus den Wissenstests als Grundlage herangezogen. Die Studierenden schätzten im Rahmen der P & P-Befragung vier Items zur Selbstwirksamkeit auf einer Likert-Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 5 (trifft zu) ein. Der Gesamtwert zur

Selbstwirksamkeit wurde als Grundlage genutzt, um die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden, orientiert am Median (15.00), in zwei Gruppen (Niedrig und Hoch) zu unterteilen. Diejenigen Studierenden, deren Selbstwirksamkeitserwartung auf oder oberhalb des Medians lag, wurden in die Gruppe mit hoher Selbstwirksamkeitserwartung eingestuft. Studierende, deren Wert unterhalb des Medians lag, wurden in die Gruppe mit niedriger Selbstwirksamkeitserwartung eingeteilt.

Studierende mit einer höheren Selbstwirksamkeitserwartung (n = 25; M = 23.50; SD = 3.711) erzielten im Durchschnitt niedrigere Ergebnisse im Wissenstest als die Vergleichsgruppe (n = 22; M = 23.71; SD = 4.137). Abbildung 30 illustriert die unabhängige Variable Selbstwirksamkeitserwartung als Boxplot. Die Ergebnisse widersprechen der Annahme der Hypothese, dass diese Gruppe bessere Testergebnisse erzielt.

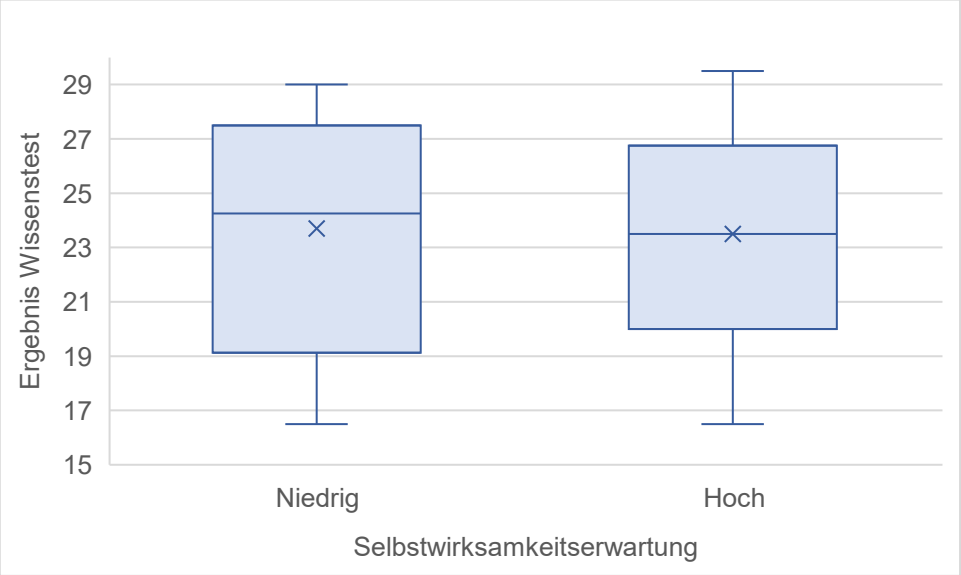


Abbildung 30: H4a – Selbstwirksamkeitserwartung

Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, I zu entnehmen. Nach dem Shapiro-Wilk-Test ist ausschließlich die Gruppe mit einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung normalverteilt (p_{hoch} = .442; $p_{niedrig}$ = .030) und dem Levene-Test folgend sind die Varianzen homogen (p = .652). Da bei einer Gruppe die Verletzung der Normalverteilung vorliegt, wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Studierende mit niedriger Selbstwirksamkeitserwartung erzielten im Wissenstest tendenziell leicht bessere Ergebnisse als Studierende mit hoher Selbstwirksamkeitserwartung. Der Mann-Whitney-U-Test (U = 265, p = .83) ergibt allerdings keinen nachweisbaren Zusammenhang zwischen den Ergebnissen im Wissenstest und der Selbstwirksamkeitserwartung (z = -0.214).

Die Berechnung der Teststärke mittels G*Power weist mit einem Wert von .070 eine sehr niedrige Power auf (Anhang B, Abbildung 35). Die Wahrscheinlichkeit, kleinere Effekte

nachzuweisen, ist gering. Größere Effekte könnten mit der vorliegenden Stichprobengröße jedoch entdeckt werden.

Hypothese H4a wird nicht gestützt. Studierende in der Gruppe mit höherer Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf das Lernen in einer VR-Lernumgebung erzielten keine besseren Ergebnisse im Wissenstest als Studierende mit niedrigerer Selbstwirksamkeitserwartung.

10.5.2 Hypothese 4b

Zur Überprüfung der Hypothese H4b wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Dazu wurden das Datenmaterial aus den Interviews sowie die Ergebnisse aus den Wissenstests als Grundlage genutzt. Die Studierenden wurden in den Interviews nach ihren Vorerfahrungen mit der VR-Technologie befragt. Studierende, die bereits – auch einmalige – Vorerfahrungen mit der VR-Technologie gesammelt haben – unabhängig davon, in welchem Kontext – wurden in die Gruppe Vorerfahrung mit der VR-Technologie (Ja) eingeteilt. Studierende, die über keinerlei Vorerfahrungen mit VR verfügten, wurden in die Gruppe keine Vorerfahrung mit der VR-Technologie (Nein) eingeordnet.

Studierende mit Vorerfahrungen mit der VR-Technologie erzielten im Durchschnitt 1.78 Punkte mehr (Abbildung 31) im Wissenstest (n = 8; M = 25.06; SD = 3.278) als die Vergleichsgruppe (n = 39; M = 23.30; SD = 3.955). Die Ergebnisse entsprechen der Annahme der Hypothese, dass diese Gruppe bessere Testergebnisse erzielt.

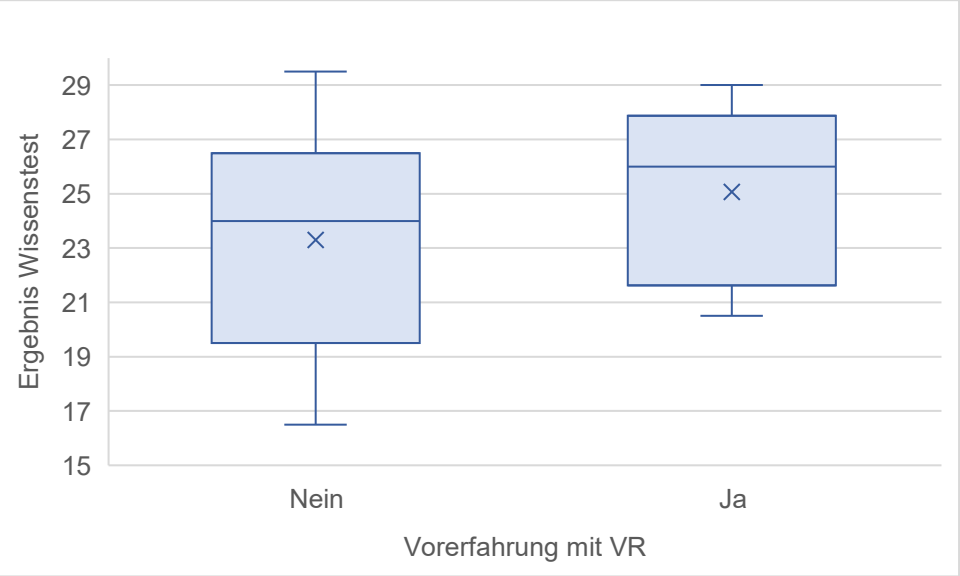


Abbildung 31: H4b – Vorerfahrung mit VR

Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, I zu entnehmen. Nach dem Shapiro-Wilk-Test sind beide Gruppen normalverteilt (p_{Nein} = .055; p_{Ja} = .277) und dem Levene-Test folgend sind die Varianzen homogen (p = .502 > .05), sodass ein

t-Test für unabhängige Variablen durchgeführt werden kann. Der t-Test zeigt keinen signifikanten Unterschied (t (45) = -1.18, $p_{einseitig}$ < .244). Der Mittelwertsunterschied (- 1.768) liegt innerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls [-4.783; 1.248] und unterstützt die statistische Robustheit der Ergebnisse. Die Berechnung der Teststärke mittels G*Power weist mit einem Wert von .315 eine niedrige Power auf (Anhang B, Abbildung 36). Die Wahrscheinlichkeit, kleinere Effekte nachzuweisen, ist gering. Größere Effekte könnten mit der vorliegenden Stichprobengröße jedoch entdeckt werden.
Hypothese H4b wird nicht bestätigt. Die Vorerfahrung der Studierenden im Umgang mit der VR-Technologie hat keinen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis im Wissenstest.

10.5.3 Hypothese 4c

Zur Überprüfung der Hypothesen und Zuordnung zum Studienjahr wurden die Angaben der Studierenden in der P & P-Befragung genutzt. Gemäß ihrer Angaben wurden sie in die Gruppen erstes Studienjahr, zweites Studienjahr und drittes Studienjahr eingeteilt. Die erzielten Ergebnisse der Studierenden im Wissenstest wurden studienjahrübergreifend miteinander verglichen (Tabelle 22).

Studienjahr	n	*M*	*SD*
1	12	23.13	3.891
2	22	22.41	3.984
3	13	26.04	2.570

Tabelle 22: H4c – Deskriptive Statistiken Studienjahr

Die Studierenden des dritten Studienjahres erzielten im Wissenstest die meisten Punkte, gefolgt von den Studierenden des ersten Studienjahres und den Studierenden des zweiten Studienjahres.
Zur Überprüfung der Hypothese H4ci wurde ein t-Test unter der Annahme ungleicher Varianzen durchgeführt. Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, I zu entnehmen. Nach dem Shapiro-Wilk-Test sind beide Gruppen normalverteilt ($p_{3.\ Stdj.}$ = .144; $p_{2.\ Stdj.}$ = .223) und dem Levene-Test folgend sind die Varianzen nicht homogen (p = .020 < .05), sodass ein t-Test unter der Annahme ungleicher Varianzen durchgeführt werden kann.
Der t-Test zeigt einen signifikanten Unterschied (t (33) = -3.273, $p_{einseitig}$ = .001). Der zweiseitige p-Wert ist mit .003 ebenfalls signifikant, was die Signifikanz des Ergebnisses unter der Annahme beider Richtungen bestätigt. Die Analyse zeigt, dass der Unterschied zwischen den beiden Gruppen signifikant ist. Die Berechnung von Cohen's d ergibt eine Effektstärke von d = -1.03, was nach Cohen (1988, S. 25) als sehr großer Effekt klassifiziert wird. Der Mittelwertsunterschied (-3.63) liegt innerhalb des 95 %-

Konfidenzintervalls [-5.886; -1.373] und unterstützt die statistische Robustheit der Ergebnisse.

Hypothese H4ci wird bestätigt. Die Gruppe der Studierenden im dritten Studienjahr erzielt einen signifikant höheren Mittelwert im Wissenstest als die Gruppe der Studierenden im zweiten Studienjahr.

Zur Überprüfung der Hypothese H4cii wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, I zu entnehmen. Nach dem Shapiro-Wilk-Test sind beide Gruppen normalverteilt ($p_{2.\ Stdj.}$ = .223; $p_{1.\ Stdj.}$ = .743) und dem Levene-Test folgend sind die Varianzen homogen (p = .560 > .05), sodass ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt werden kann.

Der t-Test zeigt keinen signifikanten Unterschied (t (32) = 0.505, $p_{einseitig}$ = .309). Zudem hat die Gruppe der Studierenden im zweiten Studienjahr im Mittelwert ein schlechteres Ergebnis im Wissenstest als die Gruppe der Studierenden im ersten Studienjahr erreicht. Die Berechnung der Teststärke mittels G*Power weist mit einem Wert von .125 eine niedrige Power auf (Anhang B, Abbildung 37). Die Wahrscheinlichkeit, kleinere Effekte nachzuweisen, ist gering. Größere Effekte könnten mit der vorliegenden Stichprobengröße jedoch entdeckt werden.

Hypothese H4cii wird nicht bestätigt. Die Gruppe der Studierenden im zweiten Studienjahr erzielt keinen signifikant höheren Mittelwert im Wissenstest als die Gruppe der Studierenden im ersten Studienjahr.

Zur Überprüfung der Hypothese H4ciii wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, I zu entnehmen. Nach dem Shapiro-Wilk-Test sind beide Gruppen normalverteilt ($p_{3.\ Stdj.}$ = .144; $p_{1.\ Stdj.}$ = .743) und dem Levene-Test folgend sind die Varianzen homogen (p = .177 > .05), sodass ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt werden kann.

Der t-Test zeigt einen signifikanten Unterschied (t (23) = -2.226, $p_{einseitig}$ = .018). Der zweiseitige p-Wert ist mit .036 ebenfalls signifikant, was die Signifikanz des Ergebnisses unter der Annahme beider Richtungen bestätigt. Die Analyse zeigt, dass der Unterschied zwischen den beiden Gruppen signifikant ist. Die Berechnung von Cohen's d ergibt eine Effektstärke von d = -.89, was nach Cohen (1988, S. 25) als sehr großer Effekt klassifiziert wird. Der Mittelwertsunterschied (-2.91) liegt innerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls [-5.621; -0.206] und unterstützt die statistische Robustheit der Ergebnisse.

Hypothese H4ciii wird bestätigt. Die Gruppe der Studierenden im dritten Studienjahr erzielte einen signifikant höheren Mittelwert im Wissenstest als die Gruppe der Studierenden im ersten Studienjahr.

Unterfragestellung H4c zeigt, dass das Studienjahr das Ergebnis der Studierenden im Wissenstest bedingt beeinflusst. Während die Hypothesen H4ci und H4ciii einen signifikanten Unterschied zwischen den Studierenden des dritten Studienjahres einerseits und den Studierenden des ersten bzw. zweiten Studienjahres andererseits bestätigen, besteht kein signifikanter Unterschied bei den Ergebnissen im Wissenstest zwischen den Studierenden des zweiten Studienjahres und des ersten Studienjahres. Dass die Studierenden des dritten Studienjahres bessere Ergebnisse im Wissenstest erreicht haben, könnte auch an einem höheren Vorwissen im Vergleich zu den anderen Studierenden der Studienjahre liegen, dass sie durch die zunehmende Laufbahnerfahrung erworben haben.

10.5.4 Hypothese 4d

Zur Testung der Hypothese H4di wurde ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Dazu wurden die Angaben der Studierenden aus der P & P-Befragung zu deren Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie genutzt. Die Einteilung des Geschlechts erfolgt – entsprechend der Rückmeldungen der Studierenden – in zwei Gruppen: männlich und weiblich. Die Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie schätzten die Studierenden auf einer Likert-Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 5 (trifft zu) ein. Die Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie wurde, orientiert am Median (4.00), in zwei Gruppen (Negativ/ Positiv) eingeteilt. Diejenigen Studierenden, deren Einstellung auf oder oberhalb des Medians lag, wurden in die Gruppe mit positiver Einstellung eingestuft. Studierende, deren Wert unterhalb des Medians lag, wurden in die Gruppe mit negativer Einstellung eingeteilt.

Tabelle 23 sind die Kombinationen von Geschlecht (Weiblich/ Männlich) und Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie (Negativ/ Positiv) sowie die erwartete Anzahl zu entnehmen.

Geschlecht		**Einstellung**		**Gesamt**
		Negativ	Positiv	
Weiblich	Anzahl	7	10	17
	Erwartete Anzahl	5.4	11.6	17.0
Männlich	Anzahl	8	22	30
	Erwartete Anzahl	9.6	20.4	30.0
Gesamt	Anzahl	15	32	47
	Erwartete Anzahl	15.0	32.0	47.0

Tabelle 23: H4di – Kreuztabelle

Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, III zu entnehmen. Die erwartete Anzahl liegt in allen Fällen über 5, womit die Voraussetzung für den Chi-Quadrat-Test erfüllt ist. Das Pearson-Chi-Quadrat beträgt 1.051. Der p-Wert$_{zweiseitig}$ liegt bei .305. Es besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie. Da der p-Wert nicht signifikant ist, wurde die Teststärke mit G*Power berechnet. Die Berechnung der Teststärke mittels G*Power weist mit einem Wert von .176 eine niedrige Power auf (Anhang B, Abbildung 38). Die Wahrscheinlichkeit, kleinere Effekte nachzuweisen, ist gering. Größere Effekte könnten mit der vorliegenden Stichprobengröße jedoch entdeckt werden.

H4di kann anhand der quantitativen Daten nicht bestätigt werden. Männliche Studierende haben keine positivere Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie als weibliche Studierende.

Zur Testung der Hypothese H4dii wurde ein Fisher-Yates-Test durchgeführt. Die Angaben zur Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie wurden aus den Interviews genutzt. Die Einteilung des Geschlechts erfolgt entsprechend H4di. Die Gruppierung der Vorerfahrungen mit der VR-Technologie entspricht H4b.

Tabelle 24 sind die Kombinationen von Geschlecht (Weiblich/ Männlich) und die Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie (Nein/ Ja) sowie die erwartete Anzahl zu entnehmen.

Geschlecht		**Vorerfahrung**		**Gesamt**
		Nein	Ja	
Weiblich	Anzahl	16	1	17
	Erwartete Anzahl	14.1	2.9	17.0
Männlich	Anzahl	23	7	30
	Erwartete Anzahl	24.9	5.1	30.0
Gesamt	Anzahl	39	8	47
	Erwartete Anzahl	39.0	8.0	47.0

Tabelle 24: H4dii – Kreuztabelle

Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, III zu entnehmen. Die erwartete Anzahl liegt nicht in allen Fällen über 5, womit die Voraussetzung für den Chi-Quadrat-Test nicht erfüllt ist. Der Fisher-Yates-Test weist einen p-Wert$_{zweiseitig}$ von .228 auf. Es besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie. Da der p-Wert nicht signifikant ist, wurde die Teststärke mit G*Power berechnet. Die Berechnung der Teststärke mittels G*Power weist mit einem Wert von .031 eine sehr niedrige Power auf. Die Wahrscheinlichkeit, kleinere Effekte nachzuweisen, ist gering. Größere Effekte könnten mit der vorliegenden Stichprobengröße jedoch entdeckt werden.

H4dii kann anhand der quantitativen Daten nicht bestätigt werden. Männliche Studierende haben nicht mehr Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie als weibliche Studierende.

Zur Testung der Hypothese H4diii wurde ein Fisher-Yates-Test durchgeführt. Die Angaben zur Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie wurden aus H4dii genutzt. Die Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie erfolgt entsprechend H4di. Tabelle 25 sind die Kombinationen von Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie (Negativ/ Positiv) und die Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie (Nein/ Ja) sowie die erwartete Anzahl zu entnehmen.

Vorerfahrung mit VR		**Einstellung**		**Gesamt**
		Negativ	Positiv	
Nein	Anzahl	12	27	39
	Erwartete Anzahl	12.4	26.6	39.0
Ja	Anzahl	3	5	8
	Erwartete Anzahl	2.6	5.4	8.0
Gesamt	Anzahl	15	32	47
	Erwartete Anzahl	15.0	32.0	47.0

Tabelle 25: H4diii – Kreuztabelle

Das Vorgehen zur Prüfung der Voraussetzungen ist dem Anhang B, III zu entnehmen. Die erwartete Anzahl liegt nicht in allen Fällen über 5, womit die Voraussetzung für den Chi-Quadrat-Test nicht erfüllt ist. Der Fisher-Yates-Test weist einen p-Wert$_{zweiseitig}$ von .697 auf. Es besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Vorerfahrung im Umgang mit VR-Technologie und der Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie. Da der p-Wert nicht signifikant ist, wurde die Teststärke mit G*Power berechnet. Die Berechnung der Teststärke mittels G*Power weist mit einem Wert von .033 eine sehr niedrige Power auf. Die Wahrscheinlichkeit, kleinere Effekte nachzuweisen, ist gering. Größere Effekte könnten mit der vorliegenden Stichprobengröße jedoch entdeckt werden.

H4diii kann anhand der quantitativen Daten nicht bestätigt werden. Studierende mit Vorerfahrung im Umgang mit VR-Technologie weisen keine positivere Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie auf als Studierende ohne Vorerfahrung mit der VR-Technologie.

Zur Beantwortung der Unterfragestellung 4d wird festgehalten, dass weder das Geschlecht noch die Vorerfahrungen mit der VR-Technologie die Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie beeinflussen.

Die Beantwortung von Oberfragestellung 4 zeigt, dass individuelle Faktoren wie Geschlecht, Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf das Lernen in einer VR-Lernumgebung und Vorerfahrung mit der VR-Technologie keinen Einfluss auf das

Ergebnis im Wissenstest haben. Das Studienjahr hingegen kann einen Einfluss auf das Ergebnis im Wissenstest haben.

11 Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Erkenntnisse aus den vier Studien synthetisiert, interpretiert und diskutiert. Zunächst erfolgt die Darstellung der erreichten Ziele und Anpassungen des Forschungsvorhabens (11.1). Danach werden die zentralen Befunde der Studien dargestellt und ein Rückbezug zum gegenwärtigen Stand der Forschung vorgenommen (11.2). Basierend auf den Ergebnissen werden Erkenntnisse zu VR und Polizei abgeleitet (11.3). Es folgen die kritische Betrachtung der Methoden und der Limitationen (11.4) sowie ein Ausblick auf zukünftige Forschungsvorhaben (11.5).

11.1 Erreichte Ziele und Anpassungen des Forschungsvorhabens

Nachfolgend werden die erreichten Ziele und Anpassungen des Forschungsvorhabens betrachtet. Zunächst erfolgt eine Validierung des Rahmenmodells dieser Arbeit (11.1.1). Darauf aufbauend werden die erreichten Ziele beschrieben (11.1.2). Es folgt ein Blick auf die theoretischen (11.1.3), methodischen (11.1.4) und praktischen Implikationen (11.1.5).

11.1.1 Validierung des Rahmenmodells

Zu Beginn des Forschungsvorhabens wurde angenommen, dass der Einsatz der VR-Technologie ein geeignetes Lernmedium zur Entwicklung von Handlungskompetenz in der polizeilichen Ausbildung sein könnte. Diese Annahme mündete in das Rahmenmodell dieser Arbeit, das sich in die Bereiche Lerntheorien und -ansätze, mediendidaktische Theorien, Kompetenztheorien und Einflussfaktoren aufteilt (Kapitel 6).

Als Lerntheorien und -ansätze liegen dieser Arbeit der Konstruktivismus, die ACT-Theorie und das *Case Based Reasoning* zugrunde. Durch die aktive und selbstgesteuerte Auseinandersetzung als Polizeibedienstete in der VR-Lernumgebung konnten sich die Studierenden mit der Einsatzlage „Tankstellenüberfall“ befassen. Jede/r Studierende konstruierte durch das Erleben und Erfahren seine eigene Realität im Sinne der konstruktivistischen Lerntheorie (Piaget, 1952). Entsprechend der ACT-Theorie (Anderson, 1982) wandelten die Studierenden im Laufe der VR-Einsatzsimulation deklaratives Wissen in prozedurales Wissen um. Unter Rückgriff auf ihr polizeifachliches Wissen mussten sie sich in der VR-Einsatzsimulation in der Lage orientieren,

Informationen sammeln, Zeugen befragen, Verletzte versorgen, Beweismittel sichten und mit der Leitstelle funken. Im Sinne des fallbasierten Lernens konnten die Studierenden in einem authentischen Kontext lernen (Gräsel & Mandl, 1993). Sie agierten als Polizeibedienstete, die zu einem Tankstellenüberfall gerufen wurden. Vor Ort mussten sie den konstruierten Fall analysieren. Zu ihren Aufgaben gehörte auch die Lösungsfindung im Sinne des *Case Based Reasoning* (Kolodner, 1992). Sie mussten ihr Vorwissen aktivieren und sich einen Überblick über die Lage verschaffen um darauf basierend Maßnahmen abzuleiten. Alle Lerntheorien und -ansätze sind in dieser Arbeit erfolgreich auf die VR-Lernumgebung übertragen worden.

Als mediendidaktische Theorien und Modelle wurden CAMIL, CTML und CLT berücksichtigt, da sie Erklärungsansätze für das Lernen in VR bieten. CAMIL erklärt das Lernen mit immersiven Technologien und dessen Einflussfaktoren (Makransky & Petersen, 2021). CTML (Mayer & Moreno, 2003) und CLT (Sweller, 2010) beschreiben kognitive Prozesse und die damit einhergehende kognitive Belastung.

Der Kompetenzatlas von Heyse & Erpenbeck (2009) und das Kompetenzprofil für Polizeibedienstete von Schlesinger & Nagl (2015) wurden als Grundlage für das Kompetenzprofil dieser Arbeit genutzt (3.6). Die dort aufgeführten Kompetenzen münden in die situationsadäquate Handlungskompetenz. Aufgrund der limitierenden Elemente der VR-Einsatzsimulation, die es den Studierenden nur bedingt ermöglichte zu interagieren, konnte die situationsadäquate Handlungskompetenz nicht in einem so starken Maße gefördert werden, dass es zu sichtbaren Effekten bei den Studierenden kam. Die Studierenden erfüllten die Vorbedingung des technologiebasierten Problemlösens (Baumgartner, et al., 2014, S. 388). Nach einer kurzen Einweisung gelang es ihnen mit der VR-Technologie sicher umzugehen. Die in dem Rahmenmodell aufgeführten Kompetenztheorien sind in der VR-Einsatzsimulation hingegen nicht vollständig sichtbar geworden.

Der Einfluss der zusätzlich herangezogenen Faktoren Selbstwirksamkeit, Geschlecht und Vorerfahrung mit VR auf das Lernergebnis konnte nicht gezeigt werden. Anders war dies beim Vorwissen, wie es auch Mayer & Moreno (2003) beschrieben haben. Das für diese Arbeit entwickelte Rahmenmodell hat sich in seinen Grundzügen bewährt. Die erreichten Ziele werden nachfolgend dargestellt.

11.1.2 Erreichte Ziele

Mit der vorliegenden Arbeit konnten die folgenden zentralen Forschungsziele erreicht werden: Studierende erzielen signifikant bessere Ergebnisse im Wissenstest, wenn sie einen hohen Kompetenzzuwachs wahrnehmen, die Interaktionsmöglichkeiten in der VR-

Einsatzsimulation positiv bewerten und sich in einem fortgeschrittenen Stadium ihres Studiums befinden – und damit über mehr Vorwissen verfügen. Die Arbeit zeigt am Beispiel der Polizeiausbildung auf, dass die VR-Technologie als Lernmedium positiven Einfluss auf Lernprozesse und -ergebnisse der Studierenden haben und förderlich für den Kompetenzerwerb sein kann.

Da sich die Umsetzung im Laufe des Forschungsvorhabens als deutlich herausfordernder darstellte, als ursprünglich angenommen, erfolgt in diesem Kapitel eine kritische Reflexion der Ziele. Sie werden mit dem Erreichten verglichen. Mögliche Anpassungen des Forschungsvorhabens werden erörtert. Die theoretische und methodische Ausgestaltung des Forschungsvorhabens basierte auf der Annahme eines immersiven und interaktiven VR-Szenarios, das den Studierenden Handlungsmöglichkeiten in der VR-Einsatzsimulation „Tankstellenüberfall“ eröffnen sollte. In der Umsetzung zeigte sich, dass das entwickelte VR-Szenario mehr Interaktionsmöglichkeiten hätte enthalten müssen und der immersive Effekt für viele Studierende durch technische Störungen beeinträchtigt wurde. Diese technischen Limitationen führten nicht nur zu Unterbrechungen im Lernprozess, sondern erschwerten auch die Datenerhebung.

Rückblickend zeigt sich, dass die ursprüngliche organisatorische Planung den Aufwand und die Komplexität des Einsatzes der VR-Technologie im polizeilichen Hochschulkontext unterschätzt und die Anwendungsmöglichkeiten überschätzt hat. Die methodische Entwicklung des Forschungsvorhabens erfolgte in vier aufeinander aufbauenden Studien, die unterschiedliche Funktionen hatten. Die Vorstudie und die Zwischenstudie dienten der Erprobung des VR-Szenarios, der Abläufe und der Messinstrumente. Sie hatten die Funktion, das Untersuchungsdesign unter realen Bedingungen zu testen und anzupassen, ohne selbst als vollwertige Messzeitpunkte zur Beantwortung der Forschungsfrage zu fungieren. Demgegenüber bilden die Hauptstudie und die Ergänzungsstudie den Hauptdatensatz zur Beantwortung der Forschungsfrage und zur Testung der Hypothesen.

Die identifizierten technischen und konzeptionellen Limitationen unterstreichen den Kontext dieser Arbeit als Feldstudie. Die Validität der gewonnenen Erkenntnisse verliert hierdurch nicht an Relevanz. Trotz aufgetretener technischer Störungen konnten signifikante Effekte nachgewiesen werden, die das Potenzial der VR-Technologie für die polizeiliche Ausbildung aufzeigen. Ausgehend von dieser kritischen Reflexion werden theoretische, methodische und praktische Implikationen abgeleitet.

11.1.3 Theoretische Implikationen

Die implementierte Lernumgebung konzentrierte sich auf die Informationsaufnahme und -verarbeitung. Sie erlaubte es den Studierenden, einsatzrelevante Informationen bei verschiedenen Zeugen zu sammeln, jedoch nicht, handelnd in die Einsatzsituation einzugreifen oder durch Handlungen Konsequenzen zu erfahren, was für die situationsadäquate Handlungskompetenz charakteristisch ist (Mayr, et al., 2015, S. 18). Unter Beibehaltung der limitierenden Elemente der Einsatzsimulation sollte der Untersuchungsgegenstand auf die polizeifachliche Kompetenz gelegt werden. Die polizeifachliche Kompetenz umfasst fachliches Wissen, darunter systematisch-methodisches Vorgehen und Organisationsfähigkeit (Mayr, et al., 2015, S. 11). Bei einer Veränderung des Untersuchungsgegenstands ist es erforderlich weitere Literatur ergänzend hinzuzuziehen. Es sollten die Ansätze des simulationsbasierten und erfahrungsbasierten Lernens (Kolb, 1984) einbezogen werden. Gemäß Kolb (1984, S. 21) durchlaufen Lernende im Idealfall einen Zyklus aus konkreter Erfahrung, reflektierender Beobachtung, abstrakter Begriffsbildung und aktiver Erprobung. Das untersuchte VR-Szenario ermöglicht es den Lernenden Erfahrungen zu sammeln, die Einsatzlage zu reflektieren und an vorhandenes Wissen anzuknüpfen.
Beruhend auf den theoretischen Annahmen wurden die Lernziele festgelegt. Diese adressierten, ausgehend von einem hohen Grad der Interaktion, überwiegend höhere Taxonomiestufen nach Bloom (1956). Gemäß des *Constructive Alignments* nach Biggs & Tang (2011), wonach die Lernumgebung und Lernziele aufeinander abgestimmt sein sollen, um einen Lernerfolg zu erzielen, bedarf es einer Überarbeitung der Lernziele. Die Lernziele sollten stärker mit den tatsächlichen Interaktionsmöglichkeiten der VR-Lernumgebung verzahnt werden.

11.1.4 Methodische Implikationen

Im Folgenden wird gezeigt, welche methodischen Implikationen sich aus dieser Arbeit für zukünftige Forschungsvorhaben ergeben. Simulationsbasiertes Lernen ist in der polizeilichen Ausbildung noch nicht etabliert. Gegenwärtig überwiegen herkömmliche Lernmedien wie PowerPoint-Präsentationen, Sachverhaltsbeschreibungen oder reale Übungen. Da Technologien in der polizeilichen Ausbildung vermehrt zum Einsatz kommen, würde eine Medienvergleichsstudie die Möglichkeit bieten, den Nutzen von VR als Lernmedium im Vergleich zu nicht-immersiver VR zu untersuchen. Gemessen an der Infrastruktur des Simulationszentrums der HdP, das über 20 Desktop-Arbeitsplätze und 10 VR-Stationen verfügt, wäre eine parallele Datenerhebung möglich. Die inhaltliche Gestaltung des VR-Szenarios muss für beide Gruppen äquivalent sein, um eine

Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Unterschiede sollten ausschließlich in der Bearbeitungsform liegen, nicht in den verfügbaren Informationen oder der Komplexität des Szenarios. Die Studierenden würden dem Desktop-Arbeitsplatz oder der VR-Station nach dem Zufallsprinzip zugewiesen werden.

Das methodische Vorgehen sollte auf einem Pre-Post-Design basieren und in drei Phasen unterteilt werden: Pre-Test (10 Minuten), Einsatzsimulation (15 Minuten) und Post-Test (20 Minuten). Die Gesamtdauer von 45 Minuten je Studierendem/r dürfte besser in den Hochschulalltag zu integrieren sein und könnte eine größere Stichprobe ermöglichen. Der Pre-Test sollte soziodemografische Daten sowie den Wissensstand vor der Simulation bei den Studierenden erfassen. Um eine tiefere kognitive Verarbeitung und Auseinandersetzung mit den Inhalten zu ermöglichen, sollten die Items so formuliert sein, dass die Beschreibung von Abläufen, weiterführende Maßnahmen oder die Darstellung von Zusammenhängen gefordert werden. Der Post-Test sollte aus drei Messinstrumenten bestehen (Wissenstest, Fragebogen zum Kompetenzerleben, Fragebogen zur kognitiven Belastung). Damit die erzielten Wissenszuwächse erfasst werden können, sollte nach der VR-Einsatzsimulation auch ein Wissenstest mit vergleichbaren Fragen wie im Pre-Test durchgeführt werden. Die Fokussierung auf Kompetenzerleben erscheint vor dem Hintergrund der begrenzten Interaktionsmöglichkeiten der VR-Lernumgebung als geeignet. Um den Schwerpunkt auf Kompetenzerleben zu legen, sollten standardisierte Skalen zum Kompetenzerleben eingesetzt werden. Das Kompetenzerleben kann in Anlehnung an Sailer (2016, S. 174) erfasst werden. Darüber hinaus sollte weiterhin der Fragenbogen zur kognitiven Belastung nach Krieglstein et al. (2023, S. 28) genutzt werden. Die quantitative und qualitative Datenerhebung sollte kombiniert werden, um ein umfassendes Verständnis zum Lernen in simulationsbasierten Umgebungen zu erhalten.

Die Erfahrungen aus den durchgeführten Studien machen deutlich, dass der erfolgreiche Einsatz der VR-Technologie an spezifische Rahmenbedingungen geknüpft ist, die bei der Planung zukünftiger Forschungsvorhaben systematisch berücksichtigt werden sollten. Es sollten Studierende im zweiten und/ oder dritten Studienjahr teilnehmen, da sie bereits über grundlegende polizeifachliche Kenntnisse verfügen. Um eine tiefere und strukturiertere Bearbeitung der Einsatzsimulation zu ermöglichen, sollte Vor- und Nachbereitungsmaterial bereitgestellt werden. Dies kann auf Basis von textbasierten Sachverhalten oder eines Briefings vor Durchlaufen der Einsatzsimulation erfolgen. Da Lernprozesse in spezifischen Kontexten stattfinden (Ertl & Fink, 2025, S. 161), sollte die Einsatzsimulation für das zukünftige Forschungsvorhaben in das Unterrichtsfach Einsatzlehre einbezogen werden. Dort sollten die Studierenden das Thema räuberische Erpressung kurz zuvor behandelt haben. Dadurch kann sichergestellt werden, dass bei

den Studierenden relevantes Vorwissen vorhanden ist und die Einsatzsimulation zur Vertiefung erfolgt bei der neue Informationen mit bestehenden Wissensstrukturen verknüpft werden (Makransky, Terkildsen, & Mayer, 2019, S. 226).

11.1.5 Praktische Implikationen

Beim Einsatz von VR-Einsatzsimulationen ergeben sich praktische Implikationen. Es ist sicherzustellen, dass eine performante technische Infrastruktur gewährleistet ist. Lehrende, welche die VR-Technologie in ihren Lerneinheiten einsetzen wollen, müssen die notwendigen mediendidaktischen und technologischen Kompetenzen mitbringen. Um Herausforderungen bei der Nutzung der Technologie zu verringern, sollten Lehrende im Umgang mit der VR-Technologie geschult werden. Gleichzeitig sollten auch den Lernenden Übungsmöglichkeiten geboten werden (Liu, et al., 2017, S. 126), bspw. in Form einer *Open Simulation,* um eine kognitive Überlastung durch die VR-Technologie zu vermeiden und die Vertrautheit im Umgang mit der Technologie sicherzustellen. Bei innovativen Lerntechnologien ist es stets erforderlich deren Potenziale und Limitationen zu kennen, um sie bestmöglich zu nutzen (Kasneci, et al., 2023). Weitere praktische Implikationen zum Einsatz der VR-Technologie bei der Polizei finden sich in 11.3.
Die Reflexion des Forschungsvorhabens, unter Rückbezug auf das Rahmenmodell, die Betrachtung der Ziele und die daraus abgeleiteten Implikationen zeigen, wie komplex und herausfordernd die Einbeziehung einer innovativen Technologie im Bildungskontext ist. Die gewonnenen Erkenntnisse bilden eine fundierte Grundlage für zukünftige Forschungsvorhaben, die sich mit dem Einsatz der VR-Technologie zur Kompetenzentwicklung in der Polizeiausbildung befassen. Die zentralen Befunde der Studien folgen im nächsten Kapitel.

11.2 Zentrale Befunde der Studien

Die vorliegende Arbeit zielt darauf ab, Erkenntnisse zu generieren, welche Auswirkungen der Einsatz der VR-Technologie als Lernmedium auf Lernprozesse und -ergebnisse (insbesondere auf die Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses von Kern- und Schlüsselkompetenzen) von Studierenden im Rahmen der polizeilichen Ausbildung am Beispiel komplexer Einsatzsituationen hat. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde ein Methodenmix, bestehend aus sechs Instrumenten, nach dem *Design-Based Research*-Ansatz, verteilt über vier Studien, angewandt.
Die Befunde werden unter Einbeziehung der Forschungsfrage sowie der Hypothesen und nach den Oberfragestellungen strukturiert, dargestellt. Sie sind in fünf Abschnitte unterteilt: Allgemeine Erkenntnisse über den Einsatz von VR als Lernmedium (11.2.1),

wahrgenommener Kompetenzzuwachs (11.2.2), Selbsteinschätzung von Kompetenzen (11.2.3), Einfluss von Präsenzerleben und Interaktionsmöglichkeiten (11.2.4) sowie Einfluss individueller Faktoren (11.2.5).

11.2.1 Allgemeine Erkenntnisse über den Einsatz von VR als Lernmedium

Die allgemeinen Erkenntnisse über den Einsatz von VR als Lernmedium gliedern sich in die Bewertung und Nutzungserfahrung der Studierenden, das Ausmaß von deren Perspektivübernahme, deren Präsenz- und Immersionserleben, die Auswirkungen von *Motion Sickness* sowie das Erreichen der Lernziele.

Bewertung und Nutzungserfahrung. Die Studierenden bewerteten in allen Studien den Einsatz der VR-Technologie als Lernmedium weitestgehend positiv. Als wesentliche Vorteile wurden von den Studierenden die in Teilen realitätsnahe Darstellung, die Übernahme von polizeilichen Aufgaben als vollwertige Polizeibedienstete und das Schaffen von *Awareness* für die Einsatzsituation genannt. Die Studierenden waren in der VR-Lernumgebung nicht Rezipienten oder Beobachtende, sondern Beteiligte, die Aktionen eigenständig auslösten. Sie standen im Mittelpunkt des Lernprozesses. Der konstruktivistische Ansatz förderte eine lernendenzentrierte Erfahrung, was eine intensivere Auseinandersetzung mit den Lerninhalten ermöglichte (u. a. Martín-Gutiérrez, et al., 2017, S. 479). Die Lernenden waren unmittelbar in das Einsatzgeschehen involviert und Teil der VR-Lernumgebung. Der Neuheitseffekt der Technologie in der polizeilichen Ausbildung könnte die Studierenden motiviert haben, sich intensiv mit den Lerninhalten zu beschäftigen. Aufgrund der engen Betreuung des *Operators,* in Form einer 1:1-Betreuung, erhielten die Studierenden mehr Aufmerksamkeit als im Kursverbund, bei dem sich Lehrende zeitgleich mehreren Studierenden widmen müssen.

Ausmaß der Perspektivübernahme. Durch die grafische Darstellung und Visualisierung ließen sich Objekte in der Einsatzsituation aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten. So erlangten die Studierenden ein tieferes Verständnis für polizeiliche Abläufe. Insbesondere, dass sie in der Rolle einer/s ausgebildeten Polizeibediensteten agierten (*Embodiment* nach Makransky & Petersen, 2021, S. 950), stärkte die Akzeptanz für die Umgebung und die Bedeutung des Szenarios. Die Einsatzsimulation bot den Studierenden die Möglichkeit, stressfrei über den Sachverhalt und mögliche Handlungsschritte nachzudenken und Zeugenaussagen in ihrem individuellen Tempo zu erfassen. Die reflexive Komponente konnte gefördert werden, indem die Lernenden vom *Operator* Fragen zum Sachverhalt gestellt bekamen. Die Interaktion mit dem *Operator* könnte die soziale Präsenz gefördert haben, was den Wissensaustausch und das

Problemlösen im Lernprozess unterstützte. Der *Operator* ist dafür verantwortlich, die Studierenden während ihres Lernprozesses so zu unterstützen, dass sie das Szenario ohne große Hindernisse bearbeiten und einen Lernerfolg generieren können. Auch wenn im Sinne des *Cognitive Apprenticeship*-Modells (Collins, et al., 1987) der Unterstützungsbedarf stets individuell und situationsbezogen erfolgt, muss sichergestellt werden, dass alle Studierenden die Lernziele erreichen. Es ist möglich, dass die Unterstützungsleistung des *Operators* nicht bei allen Studierenden gleichermaßen stark ausgeprägt war. Selbst bei einer vergleichbar starken Ausprägung, liegt es zudem an den Studierenden, wie sie die Unterstützungsleistung individuell wahrnehmen.

Präsenz und Immersion. Für die Studierenden entstand ein immersives und interaktives Lernerlebnis. Allerdings führt das Präsenzerlebnis und das Eintauchen in die dreidimensionale Welt nicht automatisch zu einem besseren Lernergebnis (Kerres, et al., 2022). Dass VR sich motivationsförderlich auf die Lernenden und ihr Lernverhalten auswirken kann – wie es von diesen selbst benannt wurde – stellten auch Parong & Mayer (2018, S. 794) fest. Dieser Befund deckt sich mit anderen Forschungsergebnissen, die feststellen, dass VR affektives Lernen fördert (u. a. Mulders, et al., 2025, S. 13). Die Beobachtungen bestätigen die Theorie des multimedialen Lernens, die herausstellt, dass eine glaubwürdige Darstellung und Visualisierung sowie eine Unterstützung die Motivation und affektive Faktoren verbessern können (Schrader, Kalyuga, & Plass, 2022, S. 127).

Es ist jedoch zu beachten, dass diese Ergebnisse durch Neuheitseffekte im Zusammenhang mit der VR-Einsatzsimulation beeinflusst worden sein könnten, wie es bereits Jeno, Vandvik, Eliassen, & Grytnes (2018, S. 398) beschrieben haben. Einschränkungen des Präsenzerlebens entstanden durch technische Störungen und eingeschränkte Interaktionsmöglichkeiten. Beides könnte sich auf die Bewertung der VR-Technologie als Lernmedium durch die Studierenden ausgewirkt haben. Auch deren Lernprozess dürfte dadurch beeinflusst worden sein. Das untersuchte VR-Szenario zeigte sich über alle Studien hinweg störanfällig. In vielen Fällen machte ein Systemfehler einen Neustart der Anwendung erforderlich. Der daraus resultierende mangelnde Spielfluss beeinträchtigte das Präsenzerleben und die Interaktionsmöglichkeiten. Dass die technologischen Merkmale Einfluss auf das Präsenzerleben haben, wird im Modell von Makransky & Petersen (2021) beschrieben.

Motion Sickness. Die teilweise unscharfe und verzögerte Darstellung des Bildes führte stellenweise bei den Studierenden zu gesundheitlichen Herausforderungen, wie Schwindelgefühlen und damit *Motion Sickness*. Damit konnten in der vorliegenden Studie die Ergebnisse u. a. von Chang, et al. (2020, S. 1669) und Kourtesis, Linnell, Amir, Argelaguet, & MacPherson (2023, S. 17) bestätigt werden. Hinsichtlich der

Intensität der *Motion Sickness*, hatten die betroffenen Studierenden ausschließlich moderate Symptome. Es gab keine Abbrüche von den Studierenden während der Untersuchung.

Lernziele. Gleichzeitig könnte das VR-Erlebnis für die Lernenden eine ungewohnte Erfahrung gewesen sein, die mit dem Tragen des Headsets und der Navigation der Controller einhergeht und – wie Parong & Mayer (2021, S. 1449) beschreiben – eine Quelle der kognitiven Belastung sein kann. Dies spiegelt sich auch in der Betrachtung der Lernziele wider, die nicht vollumfänglich erreicht wurden (5 von 8). Das neue Lernmedium in der Ausbildung, die Komplexität des Szenarios, bedingt durch die Vielzahl an Informationen sowie die mangelnde Handlungsfreiheit, führten zu einer unvollständigen Zielerreichung. Zudem trug die VR-Lernumgebung nicht zu einem Zugewinn an Handlungskompetenz bei. Die Intention war es Handlungen umzusetzen, um eine problembezogene Situation zu lösen.

Dieser, sowie die nachfolgenden Abschnitte (11.2.2 bis 11.2.5), zeigen, dass es nicht ohne weiteres möglich ist, eine generalisierbare Antwort auf die Frage zu geben, ob die VR-Technologie lernförderlich ist, da dies von mehreren Faktoren beeinflusst wird (Liu, et al., 2017, S. 122). Die Art und Weise wie die VR-Technologie eingesetzt wird, ist dafür maßgeblich, wie sie sich auf die Lernergebnisse auswirkt (Martín-Gutiérrez, et al., 2017, S. 482). Der große Mehrwert der VR-Technologie entsteht weniger dadurch, dass Lernende eine Umgebung betrachten, sondern dadurch, dass sie interaktiv agieren können, indem sie Entscheidungen treffen, ihre Handlungen erleben und den Lernprozess reflektieren. Auch die eingesetzte Hard- und Software sind entscheidende Faktoren, welche die Qualität des Lernens in der VR-Umgebung bestimmen.

11.2.2 Wahrgenommener Kompetenzzuwachs

Studierende, die nach Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation von einem hohen wahrgenommenen Kompetenzzuwachs berichteten, erzielten signifikant bessere Ergebnisse im Wissenstest als Studierende, die von einem niedrig wahrgenommenen Kompetenzzuwachs berichteten (H1). Demnach bestätigt die subjektive Einschätzung der Studierenden das objektiv messbare Ergebnis im Wissenstest. Die Einschätzung des Kompetenzzuwachses kann durch eine Vielzahl an Variablen (Präsenzerleben, Interaktion, Selbstwirksamkeitserwartung, Geschlecht, Studienjahr, Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie) beeinflusst worden sein, die mittels weiterer Hypothesen überprüft wurden. Gemeinsame Grundlage des individuellen Lernprozesses aller Studierenden war das Szenario „Tankstellenüberfall“ sowie die VR-Technologie als Lernmedium, weswegen anzunehmen ist, dass die VR-Technologie positiven Einfluss

auf die Lernergebnisse der Studierenden hat. Da die Stichproben in den Studien über wenig Berührungspunkte mit der VR-Technologie im Allgemeinen und im Speziellen in der polizeilichen Ausbildung verfügten, kann die positive Bewertung der VR-Einsatzsimulation auf den Neuheitseffekt der Technologie zurückzuführen sein. Die Studierenden konnten 3D-Inhalte erleben, was vorher nicht möglich war. Der Lernerfolg und die positive Bewertung könnten bei einem kontinuierlichen Einsatz abnehmen. Ein solches Ergebnis erzielten Merchant, et al. (2014, S. 37) in ihrer Studie, nachdem die Lernenden mehr Zeit in der Umgebung verbracht hatten.

In gleichem Maße wie Studierende, die einen positiven Kompetenzzuwachs wahrnahmen, bessere Ergebnisse im Wissenstest erzielten, schnitten Studierende mit niedrigem wahrgenommenem Kompetenzzuwachs im Wissenstest signifikant schlechter ab. Obwohl alle die gleiche Einsatzsimulation bearbeiteten und damit gleichermaßen die VR-Technologie als Lernmedium nutzten, dürfte es Einflussfaktoren geben, die den Lernprozess negativ beeinflussten. Gründe für schlechtere Lernergebnisse könnten die mangelnde Vertrautheit mit der Hardware, Schwindelgefühle sowie eine erhöhte kognitive Belastung, verursacht durch den störanfälligen Ablauf und die dreidimensionale Darstellung, sein. Die Ergebnisse widersprechen den Befunden von Thomann, Zimmermann, & Deutscher (2024), die in Bezug auf deklaratives Wissen herausgefunden haben, dass beim Einsatz von immersiver VR als Lernmedium die Lernenden zwar einen hohen wahrgenommenen Kompetenzzuwachs, aber keine damit einhergehenden besseren Lernergebnisse erzielten. Vergleichbare Ergebnisse fanden auch Makransky, Terkildsen, & Mayer (2019) sowie Makransky & Lilleholt (2018) heraus.

11.2.3 Selbsteinschätzung von Kompetenzen

Um Erkenntnisse in Bezug auf das Kompetenzprofil dieser Arbeit zu erzielen, wurden die dort genannten sechs Kompetenzen mittels Selbsteinschätzung in einem Prä-Post-Vergleich untersucht. Alle sechs Kompetenzen wurden von den Studierenden nach dem Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation niedriger eingeschätzt als zuvor. Zwei dieser Kompetenzen wurden im Rahmen dieser Arbeit systematisch untersucht. Die technologiebasierte Problemlösekompetenz wurde betrachtet, da sie maßgeblich ist, um ein VR-Szenario zu bearbeiten. Die polizeifachliche, personale, sozial-kommunikative sowie Wahrnehmungs- Reflexionskompetenz werden in der situationsadäquaten Handlungskompetenz sichtbar, weswegen letztere hypothesenbasiert untersucht wurde. Während der Prä-Post-Vergleich bei der technologiebasierten Problemlösekompetenz eine negative, jedoch keine signifikante Veränderung zeigte, deuten die Aussagen der Studierenden in den Interviews darauf hin, dass sie die Bedeutung der

technologiebasierten Problemlösekompetenz nach Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation sahen (H2a). Die Studierenden betonten, wie bereits Schäfer, et al. (2023, S. 13) in ihrem Beitrag festhalten, die Relevanz des Umgangs mit modernen Medien für den Arbeitsalltag und den Ausbildungskontext. Weil von den Studierenden als *Digital Natives* ein souveräner Umgang mit Technologien erwartet wird (Krämer & Goertz, 2017, S. 239), fiel es ihnen leicht, sich auf die für sie weitestgehend unbekannte Technologie einzulassen, zumal diese eine einfache und gute *Usability* bot. Die Selbstverständlichkeit des Fortschritts bei Technologien, die damit einhergehende ständige Veränderung sowie die gute *Usability* im VR-Szenario könnten dazu geführt haben, dass die Studierenden deswegen die Relevanz der technologiebasierten Problemlösekompetenz nach Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation niedriger einschätzten als zuvor.

Entgegen der Erwartung, dass die Relevanz der situationsadäquaten Handlungskompetenz von den Studierenden nach Durchlaufen des VR-Szenarios höher eingeschätzt werden würde als davor, war das Gegenteil der Fall. Die Studierenden schätzten die Relevanz nach dem VR-Szenario signifikant niedriger ein (H2b). Lediglich 13 % der Studierenden schätzten nach Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation die situationsadäquate Handlungskompetenz höher ein. Dieses Ergebnis kann auf eine kritische Selbsteinschätzung hinsichtlich der Kern- und Schlüsselkompetenzen zurückzuführen sein. Dass Kompetenzen nach dem Durchlaufen des VR-Szenarios höher eingeschätzt werden, belegten hingegen Liu und Yeh (2022) sowie Chiang, et al. (2021). Beide Untersuchungen zeigten, dass Teilnehmende die *Problem-Solving Skills* nach dem Durchlaufen des VR-Szenarios höher einschätzten als zuvor. Ferner ergab die Untersuchung von Oh, et al. (2018), dass sich Studien – wie auch diese Arbeit – vermehrt mit der wahrgenommenen als mit der tatsächlichen Handlungsfähigkeit befassten.

11.2.4 Einfluss von Präsenzerleben und Interaktionsmöglichkeiten

Präsenzerleben und Interaktionsmöglichkeiten sind zwei Variablen, die in dieser Arbeit untersucht wurden. Beide werden beeinflusst durch die Umsetzungsbedingungen, die wiederum in Abhängigkeit zum *Cognitive Load* stehen können.

Präsenzerleben. Obwohl einige Studierende ein hohes Präsenzerleben beschrieben, spiegelte sich dies nicht in besseren Wissenstestergebnissen wider (H3a). Dieser Befund stimmt zwar mit den Ergebnissen von Makransky, et al. (2021) überein, verwundert zunächst aber. Das HMD schloss das gesamte Sichtfeld ab und es bestanden nur wenige Ablenkungsmöglichkeiten, weshalb die Studierenden sich voll

und ganz auf die Inhalte konzentrieren konnten. Es ist zu beachten, dass das Erleben von Präsenz von individuellen Faktoren abhängt (Schwind, et al., 2017, S. 1577). Zu einem gegenteiligen Ergebnis als Makransky, et al. (2021) kamen Prystowsky, et al. (1999, S. 171). Sie beschreiben, dass bessere Lernleistungen erreicht werden können, wenn mehrere Sinne während des Trainings angesprochen werden und das Präsenzgefühl durch eine reale und ansprechende Umgebung gesteigert wird. Auch Kerres, et al. (2022, S. 322) zeigten, dass das Präsenzerleben signifikant positiv mit den Wissenstestergebnissen in der VR-basierten Lernumgebung zusammenhängt.

Einfluss der Umsetzungsbedingungen. Wie im CAMIL (Makransky & Petersen, 2021) beschrieben, wirkten sich in den Studien die technologischen Merkmale auf das Präsenzerleben in der VR-Umgebung aus. Die vor allem während der Hauptstudie aufgetretenen technischen Störungen könnten das Präsenzerleben beeinflusst haben. Eine hohe Immersion mit einem HMD erlebten die Studierenden insbesondere bei einem störungsfreien Ablauf. Sie erzielten bessere Ergebnisse im Wissenstest, als Studierende, bei denen technische Störungen auftraten, die das Szenario am Desktop-PC bearbeiteten oder lediglich beobachteten. Auch wenn ein hohes Präsenzerleben der Studierenden, die das Szenario störungsfrei durchliefen, nicht mit signifikant höheren Ergebnissen im Wissenstest einherging, bedeutet es nicht, dass der Einsatz der VR-Technologie keine Wirkung entfaltete. Die aktivere und intensivere Beteiligung der Studierenden zeigt die positiven Aspekte der Technologie beim Lernen auf. Die VR-Technologie kann dazu beitragen, dass die Studierenden persönliche Erfahrungen sammeln und ihre Emotionen und Erinnerungen auf die virtuelle Umgebung übertragen (Lee, et al., 2017, S. 157).

Interaktion. Die Interaktionsmöglichkeiten waren bei den Studierenden mit unterschiedlichen Erwartungen verbunden. Während sich die Interaktionsmöglichkeiten für die einen Studierenden auf das freie Bewegen (im Sinne der 6 DoF) und die frei wählbare Reihenfolge der Zeugen konzentrierte, erwarteten andere Studierende darüber hinaus eine Interaktion mit den Zeugen im Sinne eines Dialogs. Dies wurde auch in der Bewertung der Interaktionsmöglichkeiten deutlich, da letztere Gruppe eine höhere Erwartungshaltung hatte, die die untersuchte VR-Lernumgebung nicht bieten konnte. Lernende, die die Interaktionsmöglichkeiten positiv bewerteten, erzielten bessere Lernergebnisse (H3b). Die positiven Bewertungen stützen sich auf das freie Bewegen, die einfache *Usability* und eine rudimentäre Interaktion mit den Zeugen. Dieses Ergebnis geht einher mit dem Befund von Martín-Gutiérrez, et al. (2017, S. 479) die darlegen, dass ein hoher Lernerfolg erzielt werden kann, wenn die Lernenden in der virtuellen Lernumgebung selbst Entscheidungen treffen können, die auf ihrem eigenen Handeln beruhen. Sofern die Studierenden die Interaktionsmöglichkeiten negativ bewerteten,

empfanden sie ihre Bewegungs- und Entscheidungsfreiheit im Szenario, gemessen an ihrer Erwartungshaltung, als nicht ausreichend. Auch das Fehlen der Manipulation von Objekten wurde negativ wahrgenommen. Teilweise wurde ihre Bewertung zudem durch technische Probleme und die Lenkung des *Operators* in der Lernumgebung beeinflusst. Für die Gestaltung der VR-Lernumgebung des hiesigen Untersuchungsszenarios bedeutet dies, dass Zeugen in Form von NPC mit vorgefertigten Dialogen ausgestattet sein sollten, um eine realitätsnahe Interaktion zu ermöglichen, die der Erwartung der Interaktionsmöglichkeiten der Lernenden gerecht wird und so ein bestmögliches Lernergebnis unterstützt. Dass Lernende besser lernen, wenn sie mit einem NPC interagieren können, der ihnen hilft, die kognitive Verarbeitung zu steuern, zeigten Moreno & Mayer (2007, S. 316). Hierzu kann auch die Möglichkeit der Manipulation von Objekten in der VR-Lernumgebung beitragen. Es ist anzunehmen, dass diese Optimierungen dazu führen, dass mehr Lernende die Interaktionsmöglichkeiten positiv bewerten würden und dies auch zu einer stärkeren Wechselwirkung zwischen Präsenzerleben und Interaktionsmöglichkeiten beitragen würde. Dass der Interaktivitätsgrad die Präsenz und den Flow beeinflussen, zeigten bereits Tcha-Tokey, et al. (2017, S. 33). Sie fanden heraus, dass sich das Interaktivitätsniveau zudem auf das Urteilsvermögen und die Technologieakzeptanz auswirken kann. In dieser Arbeit konnte jedoch keine Wechselwirkung zwischen Präsenzerleben und Interaktionsmöglichkeiten festgestellt werden (H3c).

Cognitive Load. Die kognitive Belastung könnte sich auf den Lernprozess ausgewirkt haben. Sie ist ein „latentes, nicht direkt beobachtbares Konstrukt“ (Krieglstein, et al., 2022, S. 2523). Aufgrund der niedrigen bis mittleren Werte, die für die kognitive Belastung quantitativ erhoben wurden, kann gefolgert werden, dass die Lernumgebung nicht zu einer kognitiven Überlastung geführt hat. Die qualitativen Ergebnisse hingegen zeigen, dass die Studierenden bei der Bearbeitung der Inhalte in der VR-Lernumgebung überfordert waren. Die Gestaltung und die Effekte der VR-Lernumgebung (Objekte, Farben, Details, Hintergrundgeräusche) scheinen teilweise stärkeren Einfluss auf die Studierenden genommen zu haben als die Auseinandersetzung mit den Lerninhalten. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Studierenden erstmalig ein polizeiliches Szenario in einer VR-Lernumgebung bearbeiteten. Auch wenn die Studierenden äußerten, dass sie sich gut in der VR-Lernumgebung konzentrieren konnten und durch keine äußeren Einflussfaktoren abgelenkt wurden, deuten die Ergebnisse zur kognitiven Belastung darauf hin, dass die Studierenden sich mit weitaus mehr als nur den Lerninhalten in der VR-Lernumgebung auseinandersetzen mussten. Dies legt den Rückschluss nahe, dass die VR-Lernumgebung selbst starken Einfluss auf die Studierenden hatte und sie sich unterbewusst verstärkt auf die Navigation und den

Umgang mit der VR-Technologie konzentrierten. Die Befunde bestätigen die Ergebnisse von Schwan & Buder (2002, S. 120), auch wenn nur wenige Studien ECL als zentralen Untersuchungsgegenstand betrachten (Müser, et al., 2023, S. 349). Die Anzahl der zu tätigenden Interaktionen in einer VR-Lernumgebung sollte mit Bedacht gewählt werden. Grundsätzlich fördern Interaktionen den Wissenserwerb. Eine Vielzahl an Handlungen kann jedoch auch mit einer kognitiven Belastung einhergehen, die die Aufnahme und Verarbeitung des Lernstoffs verringert. Zu geringe Interaktionen wiederum können die Konzentration und Aufmerksamkeit senken. Um mögliche Überforderungen zu vermeiden, sind zum einen Gestaltungsempfehlungen für VR-Lernumgebungen zu berücksichtigen (Fink, et al., 2024). Zum anderen sollte ein regelmäßiger Einsatz der VR-Technologie in der Ausbildung gewährleistet werden, damit die Lernenden sich stärker auf die zu erwerbenden Inhalte konzentrieren können und ihre kognitiven Ressourcen weniger zur Verarbeitung der Eindrücke der VR-Lernumgebung, welche die für sie neuartige Technologie bereithält, aufwenden müssen. Kerres, et al. (2022, S. 325) verweisen darauf, dass der Umgang mit der Darstellung und die Eingewöhnung in die VR-Technologie mit einer Belastung des Arbeitsgedächtnisses einhergehen kann. Um einen bestmöglichen Lernprozess mit der VR-Technologie sicherzustellen, sollte bei der technischen Gestaltung der VR-Lernumgebung berücksichtigt werden, dass die Anwendung performant läuft, die Effekte der Lernumgebung nicht gegenüber den Lerninhalten dominieren und die kognitive Belastung, der die Lernenden ausgesetzt sind, nicht die Kapazitäten des kognitiven Arbeitsgedächtnisses übersteigt.

11.2.5 Einfluss individueller Faktoren

Es wurden vier individuelle Faktoren untersucht – Selbstwirksamkeitserwartung, Geschlecht, Vorerfahrung mit der VR-Technologie und Vorwissen – die gemäß der theoretischen Grundlagen dazu geeignet erschienen, den Lernerfolg zu beeinflussen. Ausschließlich hinsichtlich des Vorwissens konnte ein solcher Einfluss nachgewiesen werden.

Selbstwirksamkeitserwartung. Nicht bestätigt werden konnte der Einfluss der Selbstwirksamkeitserwartung auf den Lernerfolg (H4a). Dies steht u. a. den Ergebnissen von Compeau & Higgins (1995, S. 122), Webster & Hackley (1997, S. 1284), Ahmad, et al. (1998, S. 354) sowie Makransky & Petersen (2019) und Makransky & Petersen (2021), entgegen.

Geschlecht. Dass männliche Studierende eine positivere Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie als weibliche Studierende haben, wie es Venkatesh, et al. (2003) beschreiben, konnte nicht bestätigt werden. Gleichwohl zeigen die erhobenen Daten in

die erwartete Richtung. Während 73 % der männlichen Studierenden eine positive Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie angaben, war dies nur bei 59 % der weiblichen Studierenden der Fall. Wegen der geringen Teststärke und Stichprobengröße in dieser Arbeit ist die Wahrscheinlichkeit einen Effekt zu entdecken allerdings gering (H4di).

Auch die Hypothese H4dii, dass männliche Studierende mehr Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie als weibliche Studierende haben, konnte nicht bestätigt werden. Auch wenn nur 6 % der weiblichen Studierenden über Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie verfügten und dem 23 % mit Vorerfahrung auf der Seite der männlichen Studierenden gegenüberstehen, ist dies nicht ausreichend für ein signifikantes Niveau. Dementsprechend zeigt das Ergebnis in die Richtung der Befunde von Yang, et al. (2024) und Maneuvrier (2024), nach denen männliche Studierende mehr Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie als weibliche Studierende hatten.

VR-Vorerfahrung. Anders als die von Makransky & Petersen (2021) gefundenen Ergebnisse hatte die Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie keinen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis im Wissenstest (H4b). Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass die geringe Teilstichprobe der Studierenden mit Vorerfahrung (8 von 47) im Vorfeld der Studie oft nur singuläre Erfahrungen gesammelt hatte. Ihre Aufgabe bestand darin sich in der virtuellen Lernumgebung fortzubewegen und Informationstextboxen aufzurufen. Führungs- und Einsatzmittel kamen nicht zum Einsatz, was einerseits die *Usability* für alle Studierenden simpel gestaltete. Andererseits würden Polizeibedienstete in realistischen Situationen Hilfsmittel, wie einen Schreibblock verwenden, um die Lagefeststellung und Beobachtungen zu dokumentieren und das Gedächtnis damit zu entlasten (u. a. de Jong, 2009, S. 123). Dies scheint darauf hinzudeuten, dass das Vorhandensein von Vorerfahrungen im Umgang mit der VR-Technologie im hier gegenständlichen Szenario keinen nachweisbaren Einfluss auf den Lernerfolg hatte.

Studierende mit Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie hatten keine positivere Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie (63 %) als Studierende ohne Vorerfahrung (69 %) mit der VR-Technologie (H4diii). Dass sich die Vorerfahrung mit der VR-Technologie auf verschiedene Aspekte der Einstellung zum Lernen mit der VR-Technologie positiv auswirken kann, zeigen die Ergebnisse diverser Studien (bspw. Tcha-Tokey, et al., 2017; Pletz & Zinn, 2018). Eine fehlende Vorerfahrung kann wiederum zu einer erhöhten kognitiven Belastung bei den Lernenden führen (Ahn, et al., 2022; Han, et al., 2024; Miguel-Alonso, et al., 2024).

Vorwissen. Die Annahme, dass Studierende mit zunehmendem Studienfortschritt über mehr Vorwissen verfügen und deswegen bei Lernerfolgskontrollen besser abschneiden

als Studierende in jüngeren Studienjahren (so u. a. Mayer & Moreno 2003, S. 44) konnte nur teilweise bestätigt werden (H4c). Von den drei betrachteten Studienjahren erzielten erwartungsgemäß die Studierenden im dritten Studienjahr die höchsten Ergebnisse im Wissenstest, gefolgt von den Studierenden im ersten Studienjahr. Überraschenderweise schnitten die Studierenden des zweiten Studienjahres am schwächsten ab, obwohl sie zum Zeitpunkt der Erhebung im Gegensatz zu den Studierenden des ersten Studienjahres bereits ein polizeiliches Praktikum absolviert hatten, die Studierenden im dritten Studienjahr hatten bereits zwei Praktika absolviert, weswegen sie aufgrund ihrer zunehmenden Laufbahnerfahrung über erforderliches themenspezifisches Vorwissen verfügten. Ausschließlich bei ihnen schien es sich positiv im Ergebnis des Wissenstests ausgewirkt zu haben. Es ist zu vermuten, dass es sich bei den Studierenden des zweiten Studienjahres lediglich um eine lernschwache Studiengruppe handelte und mit einer anderen Teilstichprobe im zweiten Studienjahr die Ergebnisse von Mayer & Moreno (2003), Marougkas, et al. (2023) und Miguel-Alonso, et al. (2024) hätten bestätigt werden können.

Bei den überprüften individuellen Faktoren konnte ausschließlich der Einfluss des Vorwissens auf den Lernerfolg nachgewiesen werden. Andere Faktoren, die vorherige Untersuchungen aufzeigten, ließen sich in dieser Arbeit nicht bestätigen. Die zentralen Befunde der Studien erlauben die Ableitung von Erkenntnissen zum Einsatz der VR-Technologie in der polizeilichen Ausbildung.

11.3 Erkenntnisse zu VR und Polizei

Damit der Einsatz der VR-Technologie zu einer guten Einsatzvorbereitung von Polizeibediensteten beitragen kann, sind die spezifischen Anforderungen der Polizei, als BOS, zu berücksichtigen. Zunächst wird die VR-Technologie als Lernmedium bei der Polizei dargestellt (11.3.1). Es folgt die Einordnung der VR-Technologie als Lernmedium zur Einsatzvorbereitung (11.3.2). Sodann wird die Bedeutung der Realitätsnähe polizeilicher Einsatzsimulationen hervorgehoben (11.3.3). Es folgen didaktische Aspekte zu VR-Einsatzsimulationen (11.3.4) sowie technologische Anforderungen an die VR-Technologie für polizeiliche Szenarien (11.3.5). Abschließend werden Herausforderungen beim Einsatz der VR-Technologie in der Polizei benannt (11.3.6).

11.3.1 VR als Lernmedium bei der Polizei

Die VR-Technologie kann als förderliches Lernmedium in der Polizeiausbildung eingesetzt werden. Sie ermöglicht eine Art und Weise des Lernens und Erlebens, die sich von anderen Lernmedien dadurch unterscheidet, dass die Lernenden besonders

aktiv in den Lernprozess eingebunden sind. Für (angehende) Polizeibedienstete, die einen stark praxisorientierten Beruf ausüben, ist es wichtig, dass auch ihre Ausbildung, insbesondere bei Übungssituationen, anwendungsbezogen gestaltet ist. Die Übernahme unterschiedlicher Perspektiven in VR-Szenarien ermöglicht es den Lernenden Erfahrungswerte zu sammeln und das eigene Wissen zu konstruieren, was durch andere Lernmedien kaum erreicht werden kann (Kleygrewe, Hutter, Koedijk, & Oudejans, 2023a, S. 629). Theoretische Inhalte können mit der VR-Technologie anschaulicher dargestellt werden, die Motivation der Lernenden erhöhen (u. a. Kerres, 2003, S. 31; Freina & Ott, 2015, S. 7; Martín-Gutiérrez, et al., 2017, S. 478; Buchner & Freisleben-Teutscher, 2020, S. 183), den Lernprozess fördern und die Lernergebnisse verbessern (u. a. Merchant, et al., 2014, S. 29; Müser & Fehling, 2021, S. 131). Ein frühzeitiger Einsatz der VR-Technologie in der Polizeiausbildung kann helfen, dass die Lernenden eine Vertrautheit mit dem Lernmedium gewinnen und sich im Studienverlauf verstärkt auf die Lerninhalte konzentrieren können. Die VR-Technologie kann dabei unterstützen bestehende Lernmedien zu ergänzen, ersetzt diese allerdings nicht.

11.3.2 VR zur Einsatzvorbereitung

Die Ausbildung in virtuellen Lernumgebungen hat in den vergangenen Jahren bei der Polizei an Bedeutung gewonnen (Nguyen, et al., 2021, S. 551). VR-Einsatzsimulationen werden in der Polizeiausbildung zunehmend dort als Ersatz für reale Übungen eingesetzt, wo diese zu aufwendig, kostenintensiv oder risikoträchtig sind (Kleygrewe, Hutter, Koedijk, & Oudejans, 2023b, S. 19), da Übungssituationen geschaffen werden können, die der realen Welt nahekommen. Umgebungen und Szenarien können simuliert werden, ohne dass spezielle Ausbildungsorte oder Hilfsmittel benötigt werden. Um bestmöglich für den Polizeialltag im uniformierten Streifendienst vorbereitet zu sein, ist es für Polizeibedienstete essentiell den Umgang mit unbekannten, neuen Situationen außerhalb der polizeilichen Dienststätte mit den sich ändernden Gegebenheiten und allen Einflussfaktoren zu trainieren. Mittels VR können Situationen geschaffen werden, in denen Studierende polizeiliches Handeln trainieren, auch wenn diese in der Praxis nur selten vorkommen. Ziel dabei ist es, auf vorhandenes Wissen zurückzugreifen, neues Wissen zu erlernen und dieses in Situationen anzuwenden. In dem Szenario, das dieser Arbeit zugrunde liegt, konnte eine Einsatzsituation nachgestellt werden, die in der Realität nur mit hohem Aufwand konstruierbar gewesen wäre (u. a. 12 Zeugen, 9 Kraftfahrzeuge und eine Tankstelle). Gleichwohl hat eine Simulation nie zum Ziel die Realität vollständig abzubilden. Sie ist vielmehr auf wesentliche Kernelemente reduziert, um auf das, was vermittelt werden soll, zielgerichtet hinzuwirken.

Bei einer Vielzahl der Einsatzlagen müssen sich Polizeibedienstete Informationen erschließen und die Lage beurteilen. Sie nehmen eine sachverhaltsbezogene, taktische Einordnung vor und leiten polizeiliche Maßnahmen ab. Mithilfe der VR-Technologie lassen sich verschiedene komplexe und lebensgefährliche Einsatzsituationen und Kompetenzen trainieren, bspw. Schusswaffentraining, Übergriffe und Stresssituationen (Kleygrewe, et al., 2023a, S. 628), Deeskalationen (Kleygrewe, Hutter, & Oudejans, 2023, S. 1608; Lavoie, Álvarez, Baker, & Kohl, 2023) Kommunikationstrainings (Murtinger, Uhl, Atzmüller, Regal, & Roither, 2024) und kollaboratives Arbeiten (Bertram, Moskaliuk, & Cress, 2015, S. 284). Auch das Situationsbewusstsein bzw. die *Awareness* kann trainiert werden (Hansen, Holmgren, Gribel, Ingrell, & Palamas, 2025). Zudem ist ein wiederholtes Trainieren von Einsatzsituationen möglich (so auch Eisenlauer, 2020, S. 279; Schäfer, et al., 2023, S. 16). Es besteht die Möglichkeit Handlungsabläufe so lange durchzuspielen, bis die Lernenden sich zutrauen im realen Einsatz auch so zu handeln, wie sie es geübt haben. Unter Umständen kann das Trainieren mit virtuellen Menschen für introvertierte Lernende angenehmer sein, anstatt direkt mit echten Menschen zu interagieren (Layer-Wagner, Kriglstein, Schrank, Frankus, & Häufler, Ko-Kreation, 2023a, S. 117). Im VR-Projekt SHOTPROS wurde ein Modell für den Entscheidungs- und Handlungsprozess in Stress- und Hochrisikosituationen entwickelt. Ziel ist die Einsatzvorbereitung, insbesondere das Trainieren von Entscheidungsfindung und Handeln unter Stress in Hochrisikosituationen (Bartlewski, 2025; Zechner, et al., 2023). Um Polizeibedienstete auf verschiedene Einsatzsituationen vorzubereiten, ist ein kontinuierliches Training für den Erfolg des Einsatzes und die Eigensicherung unerlässlich (Bertram, et al., 2015, S. 284).

11.3.3 Realitätsnähe in VR für polizeiliche Einsatzsimulationen

Um Polizeibedienstete in der Einsatzvorbereitung zu unterstützen, kann eine Vorbereitung mittels VR-Einsatzsimulationen förderlich sein. Die VR-Umgebung sollte eine möglichst realistische Einsatzsituation darstellen, um die Polizeibediensteten auf tatsächliche Einsätze vorzubereiten. Dazu gehört es die VR-Umgebung authentisch darzustellen und polizeispezifische Einsatzmittel (Kommunikationstools Ausrüstungsgegenstände, (Einsatz-)Fahrzeuge,) einzubeziehen, um das Präsenz- und Immersionserleben zu intensivieren. Denn angehenden Polizeibediensteten ist eine realistische Haptik und Visualisierung von Führungs- und Einsatzmitteln wichtig (Murtinger, Uhl, Nguyen, & Regal, 2024). Allerdings findet die VR-Technologie ihre Grenzen bei Handlungen mit Körperkontakt (z. B. Umlegen von Handschellen, Fesselung). Um eine realistische Umgebung zu bieten, sollten äußere Einflüsse wie

Geräusche, Umgebungslärm, Räumlichkeiten und interagierende Personen berücksichtigt werden. VR-Einsatzsimulationen können noch realistischer und stressauslösender gestaltet werden, indem multisensorische Komponenten wie Hitze, Wind, Schmerz oder Geruch einbezogen werden (Zechner, et al., 2023). Die Gestaltung realitätsnaher VR-Einsatzsimulationen erfordert zudem die Berücksichtigung weiterer Faktoren, wie Stress, Zeitdruck und Emotionen (Murtinger, Uhl, Atzmüller, Regal, & Roither, 2024). Die VR-Technologie kann dazu beitragen Bewältigungsstrategien, Situationsbewusstsein, Entscheidungsfindung und kreatives Verhalten zu verbessern (Giessing, 2021, S. 115).

11.3.4 Didaktische Aspekte von VR-Einsatzsimulationen

Die Wirkung von Medien entfaltet ihr Potenzial „erst bei einer angemessenen Gestaltung“ (Kerres, 2003, S. 41). Für die Entwicklung immersiver VR-Lernumgebungen sollten lehr-lernpsychologische Ansätze, Gestaltungsprinzipien sowie Theorien und Modelle wie CAMIL (Makransky & Petersen, 2021), CTML von Richard Mayer (2022), CLT (Sweller, 2010) und *Scaffolding*-Maßnahmen berücksichtigt werden. Bei der Gestaltung der VR-Lernumgebung sollten die Lernziele den spezifischen Anforderungen entsprechen. Viele interaktive Elemente in der VR-Lernumgebung können dafür sorgen, dass die Nutzenden Entscheidungen treffen und darauf basierend Handlungen vornehmen können. So können die Auswirkungen unmittelbar erlebt werden. Direkte Unterstützungsleistungen auf die in der VR-Lernumgebung vorgenommenen Handlungen können den Lernprozess unterstützen. Allerdings beeinflusst die Art des Feedbacks auch das Lernen und wie die Lernenden ihre Lernerfahrung wahrnehmen (Kleygrewe, et al., 2023a, S. 635). Auch beim Debriefing kann beim *After Action Review* aus Erfahrungen gelernt werden, um zukünftiges Handeln zu verbessern (Kleygrewe, et al., 2023a, S. 628). Die visuelle Nachbesprechung der Lerneinheit ermöglicht Rückmeldungen zu Informationen über Gesetze und Vorschriften, die beim Einsatz herkömmlicher Lernmedien nicht so einfach zu überwachen und überprüfen sind (Zechner, et al., 2023).

Um die VR-Technologie als Lernmedium in der Polizeiausbildung einzusetzen, bedarf es einer sorgfältigen didaktischen Planung. Dabei sollte berücksichtigt werden, wie die VR-Technologie im Allgemeinen im Ausbildungsplan und im Speziellen in einzelnen Modulen und Unterrichtskonzepten integriert werden kann. Ebenso ist zu bestimmen, in welcher Phase des Lernprozesses der Einsatz der VR-Technologie den größten Nutzen bietet, um den intendierten Lernerfolg bestmöglich zu unterstützen (Dengel & Mägdefrau, 2020, S. 169).

11.3.5 Technologische Anforderungen an die VR-Technologie

Um die VR-Technologie in der Polizeiausbildung einsetzen zu können, ist eine Vielzahl an Vorschriften zu beachten, um rechtlichen, sicherheitstechnischen und datenschutzrechtlichen Anforderungen zu genügen. Oft werden eingestufte Informationen verarbeitet, die nur von einem autorisierten Personenkreis gesehen werden dürfen. Die spezifischen Anforderungen der Polizei sorgen dafür, dass am Markt verfügbare Softwarelösungen oft nicht den Sicherheitsanforderungen entsprechen, sodass Eigen- und Weiterentwicklungen erforderlich sind.

KI könnte das Immersionserlebnis in VR-Lernumgebungen verstärken. Dies gelingt z. B. durch die Darstellung von NPC, die neben ihrer menschenähnlichen Gestaltung auch eine emotionsbezogene Gestik und Mimik verkörpern sowie auf Eingaben der Nutzenden reagieren (z. B. Fink, Robinson, & Ertl, 2024). Je nach technischer Ausgestaltung können die NPC situative Reaktionen auf das Handeln und die Entscheidungen der VR-Nutzenden zeigen. KI kann zudem eingesetzt werden, um den Lernprozess zu unterstützen, indem das Verhalten der Nutzenden maschinell analysiert wird und auf dieser Grundlage individuelle Rückmeldungen gegeben werden. Unter Einbezug von KI wären Dialoge mit den Zeugen in verschiedenen Komplexitätsstufen denkbar. KI-basierte Lernsysteme können eingesetzt werden, um die Kommunikationsfähigkeit zu trainieren (Ertl & Fink, 2025, S. 156). Darüber hinaus könnten *Large Language Models* auch bei der Entwicklung von Problemlösungskompetenzen unterstützen (Kasneci, et al., 2023). Auch könnten Avatare den Lernenden in immersiven Umgebungen Hinweise geben, sie bei der Navigation unterstützen und so im Sinne des adaptiven *Scaffoldings* den Lernprozess begleiten (Kasneci, et al., 2023). Denkbar wäre auch ein (pädagogischer) *Chatbot*, ein Computerprogramm, das Interaktionen durch Texteingabe ermöglicht und so eine Kommunikationssituation nachstellt (Zhang, Shan, Lee, Che, & Kim, 2023, S. 15224).

Trotz des Potenzials KI- und avatarbasierter Lernsysteme sind deren Grenzen zu berücksichtigen. Die Antworten können halluziniert sein, sodass fehlerhafte Informationen ausgegeben werden. Zudem können die Reaktionen in Einzelfällen anstößig, unangemessen oder verstörend sein (Ertl & Fink, 2025, S. 159).

11.3.6 Herausforderungen beim Einsatz von VR bei der Polizei

Der Einsatz von VR in der polizeilichen Ausbildung bietet zahlreiche Potenziale, geht jedoch auch mit Herausforderungen einher. Je VR-Station unterstützte ein *Operator* die Lernenden bei der Bearbeitung des Szenarios. Diese 1:1-Betreuung führte zu einem hohen personellen und organisatorischen Aufwand, insbesondere wenn mehrere VR-

Stationen simultan betrieben wurden. Um Ablenkungen durch externe Einflüsse zu minimieren, sollten bei paralleler Anwendung die VR-Stationen räumlich voneinander getrennt werden. Ablenkungen aus der realen Welt wirken sich negativ auf Erkennen, Erinnern und die soziale Präsenz aus, wie Oh, Herrera, & Bailenson (2019, S. 365) zeigten. Sofern die VR-Technologie im Kursverbund eingesetzt wird und nur eine Person das Szenario mit einem HMD durchlaufen kann, müssen den anderen Studierenden Aufgaben bereitgestellt werden, damit auch bei ihnen eine inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Lernstoff erfolgen kann. Dies erfordert eine durchdachte Unterrichtsplanung.

Die Implementierung der VR-Technologie als Lernmedium in die Polizeiausbildung erfordert die Berücksichtigung didaktischer, technischer und organisatorischer Aspekte. Der Einsatz der VR-Technologie sollte situationsbezogen erfolgen und davon abhängig gemacht werden, welche Kompetenzen gefördert werden sollen. Um die abgeleiteten Erkenntnisse sowie die zentralen Befunde der Studien einzuordnen und zu reflektieren, erfolgen im nächsten Kapitel die Methodenkritik sowie die Diskussion der Limitationen.

11.4 Methodenkritik und Limitationen

In diesem Kapitel werden der methodische Ansatz sowie dessen Einschränkungen kritisch reflektiert. Sodann werden die Limitationen aufgezeigt und deren Verallgemeinerungsfähigkeit in Bezug auf die gewonnenen Ergebnisse betrachtet.

In den vier Studien dieser Arbeit wurde das gleiche VR-Szenario eingesetzt, das sich, abhängig von der jeweiligen Studie, in einzelnen Funktionalitäten geringfügig unterschied. Die Entscheidung, das gleiche Szenario einzusetzen und dies zugleich stetig fortzuentwickeln, ermöglichte – im Sinne des *Design Based Research*-Ansatzes – ein hohes Maß an experimenteller Standardisierung und Vergleichbarkeit zwischen den Studien und den Studiengruppen. Eine Konfundierung besteht in den abweichenden Untersuchungsdesigns, die in einem iterativen Vorgehen erarbeitet wurden. Dadurch, dass die Studierenden an nur einem Untersuchungstag teilgenommen haben, können keine Angaben zu möglichen langfristigen Wirkungen gemacht werden. Eine Längsschnittstudie, welche den Einsatz der VR-Technologie in der polizeilichen Ausbildung über mehrere Studienjahre hinweg untersucht, könnte kausale Zusammenhänge und Effekte aufzeigen. Während die Stichprobengröße eine hinreichende Dimensionierung in qualitativer Hinsicht aufweist, wiesen die Teilstichproben für den Großteil der quantitativen Analysen Größen < 30 auf. Größere Teilstichproben wären wünschenswert gewesen, um robustere Ergebnisse zu erzielen. Aufgrund der großflächigen technischen Störungen im Rahmen der Hauptstudie konnten

14 Datensätze nicht berücksichtigt werden. Zugleich haben die technischen Störungen unbeabsichtigt zu einer Vergleichsstudie (9.3.3) geführt. Deswegen wurde die Hauptstudie hinsichtlich verschiedener Durchführungsmodalitäten ausgewertet. Zukünftige Studien könnten von vorneherein eine Kontrollgruppe mitberücksichtigen.

Es ist zu hinterfragen, ob die mittels Selbsteinschätzungen erhobenen Daten tatsächlich dasselbe gemessen haben, wie es objektive Tests gekonnt hätten (Hartig & Jude, 2007, S. 25). Selbsteinschätzungen werden häufig als wahrgenommene Kompetenz oder Selbstkompetenz bezeichnet und nicht als Kompetenz (Hartig & Jude, 2007, S. 25). Es ist nicht auszuschließen, dass die Ergebnisse ausschließlich den wahrgenommenen Kompetenzzuwachs mittels des VR-Szenarios untersuchten. Möglicherweise wurden die Ergebnisse auch durch die Fähigkeit der Studierenden beeinflusst, mit der VR-Technologie umzugehen. Zur Erfassung der Motivation der Studierenden ließe sich vor und nach der VR-Einsatzsimulation ein Fragebogen einsetzen, der das Interesse auf einer Likert-Skala erfragt. Für einen Großteil der Studierenden war der Einsatz der VR-Technologie, insbesondere im polizeilichen Ausbildungskontext, neu. Aufgrund des *Novelty Effects* (Zender, et al., 2022, S. 35) können die Einschätzungen der Studierenden zu den Einsatzmöglichkeiten und Grenzen der VR-Technologie von dem abweichen, was Nutzende, die im Umgang mit der Technologie erfahren sind, geäußert hätten. Die Ungewohntheit beim Tragen des HMD und die Bewegung mittels Controller könnten zu einer Belastung geführt haben. Wie Miguel-Alonso, et al. (2024) feststellten, so kann auch in dieser Arbeit die Folge eingetreten sein, dass das Potenzial der VR-Technologie nicht vollständig ausgeschöpft wurde.

Ähnlich wie Han, et al. (2024) berichteten, hat die Unterstützung und Anwesenheit des *Operators* die Erfahrungen der Studierenden geprägt. Zukünftige Studien sollten sich ausschließlich auf die Lernerfahrung in der virtuellen Umgebung konzentrieren und Ablenkungen in der physischen Umgebung, wie bspw. die Unterstützung des *Operators* oder technische Störungen, reduzieren, da diese das VR-Erlebnis beeinflussen können. Eine weitere Verzerrung der Studie könnte sein, dass die Studierenden sich beobachtet fühlten und dementsprechend ihr Verhalten dadurch anpassten (*Hawthorne*-Effekt). Der Effekt könnte dadurch entstanden sein, dass den Studierenden an jeder Station eine Aufsichtsperson zur Verfügung stand und sie durch das HMD nicht die Umgebung sahen.

Für die Befragung der Studierenden wären auch Fragebögen geeignet gewesen. Die Interviews ergaben jedoch Antworten, die mit einem standardisierten Fragebogen nicht erzielbar gewesen wären. Ein Interview ist persönlicher als ein Fragebogen und es verstärkte den Kontakt zu den Teilnehmenden. Im Gegensatz zu Fragebögen wurden mehr interpretative Informationen gewonnen (Mayring, 2022, S. 97). Es ist nicht

auszuschließen, dass die Teilnehmenden trotz der Bemühungen der Autorin die Interviewfragen offen zu gestalten, dem *Social Desirability Bias* (Crowne & Marlowe, 1960) unterlagen, sodass sie die Fragen so beantworteten, wie sie glaubten, dass die Autorin sie hören wollte. Insbesondere bei mündlichen Interviews ist die soziale Erwünschtheit stärker ausgeprägt als bei schriftlichen oder telefonischen Befragungen, da sich die Testpersonen nicht in eine Anonymität flüchten können (Moosbrugger & Brandt, 2020, S. 82). Die Zusicherung der Anonymität kann bei wissenschaftlichen Studien den Effekt der sozialen Erwünschtheit verringern, was im Rahmen dieser Arbeit auch erfolgt sein dürfte.

Zur Erfassung der kognitiven Lernleistung wurde ein Wissenstests durchgeführt. Um einen tatsächlichen Lernzuwachs abbilden zu können, sollte das Vorwissen der Lernenden durch einen Pre-Test ermittelt werden. In einem zweiten Test nach der VR-Einsatzsimulation soll der Wissenszuwachs festgestellt werden. Die Differenz des Post- und Pre-Tests ergibt die kognitive Lernleistung. Bei dem Fragebogen zur kognitiven Belastung handelt es sich um eine subjektive Einschätzung der Lernenden. Zur Messung objektiver Lernleistungen bedarf es einer tiefergehenden statistischen Analyse. Eine weitere Limitation der Ergebnisse ergibt sich im Wissenstest, der u. a. anwendungsorientierte Fragen beinhaltete, die mit grundlegendem polizeilichem Wissen hätten gelöst werden sollen. Die Nachteile bei Freitextfragen liegen in dem hohen zeitlichen Aufwand für die Beantwortung der Fragen sowie in der aufwendigen Auswertung, bei der die Objektivität zu hinterfragen ist (Hartig & Jude, 2007, S. 30). Sie ermöglichen gegenüber anderen Fragetypen eine gezieltere Erfassung des Fachwissens. Obwohl bei der Entwicklung des Wissenstests darauf geachtet wurde, Fragen so zu formulieren, dass sie für die Studierenden aller drei Studienjahre lösbar sind und der Wissenstest vor den Untersuchungstagen internen Validierungstests unterzogen wurde, hatten insbesondere Studierende des zweiten Studienjahres, entgegen der Erwartungen, Schwierigkeiten. Es ist möglich, dass das Vorwissen der Studierenden des zweiten Studienjahres zu gering war. Um den Lernerfolg in VR zu operationalisieren, wurden kognitive Lernziele formuliert. Affektive und psychomotorische Lernziele könnten, in Abhängigkeit des Szenarios und der repräsentierten Inhalte, in weiterführenden Studien berücksichtigt werden (Zender, et al., 2020, S. 47).

Die Zeitbegrenzung beeinflusste die Durchführung der Interviews. Wenige Interviews wurden aufgrund unterschiedlicher Störfaktoren kurzzeitig unterbrochen. In diesen Fällen könnte dies Auswirkungen auf den Gesprächsverlauf gehabt haben. Mit dem Einsatz der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2022, S. 70) können große Datenmengen schrittweise analysiert werden. Allerdings ist es nicht immer möglich

Kategorien strikt zu trennen. Auch kann die Interpretation der einzelnen Aussagen in unterschiedliche Richtungen erfolgen, sodass es im Nachhinein schwierig ist, das Vorgehen zu prüfen.

Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse sind begrenzt auf das VR-Szenario „Tankstellenüberfall“ und gelten für die Stichproben an der HdP. Die Generalisierbarkeit wird durch die Homogenität der Stichproben eingeschränkt, die aus Studierenden des Bachelorstudiengangs Polizeidienst, mit wenig oder keiner Vorerfahrung im Umgang mit der VR-Technologie, bestehen. Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Ausbildung an anderen Landespolizeihochschulen und BOS ist nicht mit Gewissheit möglich. Aufgrund der föderalen Struktur bestehen teilweise Unterschiede zwischen den Polizeiausbildungen der Bundesländer. Die ermittelten Ergebnisse sind aus Sicht der empirischen Sozialforschung als bewusste Auswahl zu kennzeichnen. Verallgemeinerungen außerhalb des Kontextes dieser Arbeit sollten dementsprechend kritisch hinterfragt werden.

11.5 Forschungsdesiderate

Anknüpfend an die zuvor genannten Limitationen dieser Arbeit werden nachfolgend potenzielle Forschungsdesiderate abgeleitet. Künftige Forschungsarbeiten sollten die aufgezeigten Limitationen überwinden, die Wirkung der VR-Technologie auf Lernprozesse und -ergebnisse weitergehend untersuchen sowie den mittel- bis langfristigen Wissenserwerb und -transfer erforschen (Makransky, Terkildsen, & Mayer, 2019, S. 226). Bisherige Studien erfolgten häufig medienvergleichend oder unter Laborbedingungen. Demgegenüber mangelt es an Befunden, die aus lernplanbasierten Anwendungskontexten stammen. Bis dato fehlen zudem Langzeitstudien und groß angelegte Forschungsprojekte (Vasarainen, et al., 2021, S. 20). Längsschnittstudien könnten neue Erkenntnisse generieren. Bislang wurde bei der Auswahl der Stichproben der Forschungsvorhaben nicht darauf geachtet, ob es sich um eine Gruppe von erfahrenen VR-Nutzenden handelt. Oft besteht eine Limitation gegenwärtiger Forschungsvorhaben darin, dass bei den Lernenden der *Novelty Effect* die Ergebnisse beeinflussen kann. Dies kann zu Verzerrungen der Messergebnisse führen, da es möglich ist, dass primär gemessen wird, ob die Lernenden schnell mit der Technologie zurechtkommen. Die bewusste Auswahl von erfahrenen VR-Nutzenden bei zukünftigen Forschungsvorhaben würde eine Verzerrung der Ergebnisse minimieren. Es ist anzunehmen, dass diese sich weniger auf den Umgang mit der VR-Technologie, dafür aber mehr auf die konkrete VR-Simulation einlassen könnten, was auch zu einer anderen Einschätzung der wahrgenommenen Kompetenzen führen dürfte.

Vor dem Hintergrund der technologischen Entwicklungen auf dem Gebiet der immersiven Technologien ist davon auszugehen, dass weitere technologische Anpassungen zu erwarten sind und die Anwendungsbereiche erweitert werden. Es wäre wünschenswert im Rahmen weiterer Forschungsarbeiten die vorhandenen Ergebnisse aufzugreifen und unter neuen Voraussetzungen zu überprüfen. Neben der Berücksichtigung kognitiver Lernziele, sollten auch affektive Lernziele gemessen werden. Es ist zu erwarten, dass die Darstellung der NPC, belegt mit künstlicher Intelligenz, noch immersiver und authentischer wird, u. a. indem diese mit Gestik und Mimik belegt werden. Dank künstlicher Intelligenz dürften NPC verstärkt mit den Nutzenden interagieren können, sodass sie miteinander kommunizieren, Absprachen treffen und darauf basierend gemeinsam Handlungen ausführen können. Dies würde das kollaborative Arbeiten verstärken. Kommunikation ist nicht ausschließlich auf Sprache beschränkt, sondern berücksichtigt auch Körpersprache (Layer-Wagner, Kriglstein, Schrank, Frankus, & Häufler, 2023b, S. 138). Wie Moreno & Mayer (2007, S. 321) bereits anführten, bedarf es weiterer Forschung, die aufzeigt, welche Eigenschaften der Avatare das Lernen verbessern bzw. erschweren. Der Kompetenzerwerb mittels VR-Technologie ist weiterhin ein unzureichend erforschtes Gebiet. Der Fokus zukünftiger Forschung sollte darauf liegen, herauszufinden, wie VR-Lernumgebungen unter Berücksichtigung der Prinzipien immersiver Lernumgebungen gestaltet werden sollten, damit einzelne Kompetenzen gezielt angesprochen und gefördert werden können.

Da der Einsatz der VR-Technologie in der Ausbildung der Polizei als Teil der BOS in der Forschung nach wie vor unterrepräsentiert ist, wären weitere Studien mit dieser Zielgruppe erstrebenswert. Insbesondere die bislang für die Polizei typische Ausbildungsmethode Rollenspiel sollte im Rahmen einer Vergleichsstudie mit einer VR-Einsatzsimulation untersucht werden. VR-Lernumgebungen eignen sich besonders für handlungsbezogene Trainingssituationen und Konstruktionswelten, die auf ein realitätsnahes Handeln ausgerichtet sind (Conrad, et al., 2022, S. 250). Auch wäre es interessant zu messen, wie viel Handlungssicherheit die Studierenden in der VR-Umgebung konkret hinzugewonnen haben. So könnte festgestellt werden, ob die Studierenden in der Lage sind nach Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation eine vergleichbare Einsatzlage mit höherer Handlungssicherheit zu bewältigen als zuvor. Um der Unterrepräsentanz von Frauen in BOS zu begegnen, sollten geschlechterspezifische Unterschiede sowohl beim Kompetenzerwerb im Allgemeinen als auch im Speziellen beim Einsatz der VR-Technologie untersucht werden. Wie bereits Fink, et al. (2024, S. 23) fordern, bietet es sich zudem an, Prüfungen in VR-Umgebungen durchzuführen, da diese aufgrund der Standardisierbarkeit und Objektivität gut geeignet erscheinen. Die wissenschaftliche Begleitung der vermehrt aufkommenden *Learning Analytics*-Systeme,

die Lernprozesse und -ergebnisse individuell auswerten und darauf basierend personalisierte Inhalte bereitstellen, dürfte im Rahmen von zukünftigen Forschungsvorhaben von Interesse sein.

12 Schlussbetrachtung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zu untersuchen, welche Auswirkungen der Einsatz der VR-Technologie als Lernmedium auf Lernprozesse und -ergebnisse (insbesondere auf die Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses von Kern- und Schlüsselkompetenzen) von Studierenden im Rahmen der polizeilichen Ausbildung am Beispiel komplexer Einsatzsituationen hat.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen anhand der empirischen Untersuchung der VR-Einsatzsimulation „Tankstellenüberfall“, dass sich die VR-Technologie als Lernmedium auf Lernprozesse und -ergebnisse auswirken kann. Mit der VR-Technologie wurde ein für die polizeiliche Ausbildung neuartiges Lernmedium getestet, welches von den Studierenden weitestgehend positiv bewertet wurde. Die in Teilen realitätsnahe Darstellung, die Übernahme von polizeilichen Aufgaben als vollwertige Polizeibedienstete und das Schaffen von *Awareness* unterstützten die Studierenden sich aktiv und intensiv mit der Einsatzsituation „Tankstellenüberfall“ auseinanderzusetzen. Die VR-Technologie bietet BOS das Potenzial gezielt Einsatzsituationen zu trainieren, die in der Realität zu gefährlich wären, nur mit hohem Aufwand realisiert werden könnten oder selten in der Praxis vorkommen. Die Nutzung der VR-Technologie kann die bestehende Ausbildung ergänzen und unterstützen, da sie es den Lernenden ermöglicht neue Erfahrungen beim Lernen zu sammeln und unterschiedliche Perspektiven einzunehmen.

Für die Bewältigung von Einsatzsituationen benötigen Polizeibedienstete spezifische Kompetenzen (Mayr, et al., 2015, S. 4; Schlesinger, et al., 2016, S. 66). Die VR-Lernumgebung unterstützte die Studierenden dabei gezielt. Seitens der Studierenden wurden Beurteilungsvermögen, Entscheidungsfähigkeit und Fachkompetenz als einsatzrelevante Kompetenzen genannt, die sie besonders gut stärken konnten. Die Durchführung der Studien hat gezeigt, dass die VR-Technologie großes Potenzial für die polizeiliche Ausbildung bietet, insbesondere in der Schärfung von Wahrnehmung, Reflexion und Problembewusstsein. Studierende, die einen hohen Kompetenzzuwachs wahrnahmen, erzielten bessere Wissenstestergebnisse. Der dabei gemessene, sehr große Effekt unterstreicht die Relevanz der subjektiven Wahrnehmung als motivationalen Einflussfaktor auf den Lernprozess und das -ergebnis. Dementsprechend war es überraschend, dass die situationsadäquate Handlungskompetenz und die

technologiebasierte Problemlösekompetenz nach dem Durchlaufen der VR-Einsatzsimulation niedriger eingeschätzt wurden als vor deren Beginn. Dabei zeigte sich bei der Prä-Post-Einschätzung der situationsadäquaten Handlungskompetenz ein mittelstarker negativer Effekt. Die mittels des Wissenstests gemessene kognitive Leistung zeigt, dass gute Ergebnisse im Wissenstest mit positiv bewerteten Interaktionsmöglichkeiten einhergehen. Der sehr große Effekt zeigt, dass ein interaktiver Lernprozess sich lernförderlich auswirkt. Auch das mit dem Studienfortschritt zunehmende Vorwissen zeigte in zwei von drei betrachteten Fällen, dass ein erhöhtes Vorwissen zu besseren Ergebnissen im Wissenstest führt. Dieser sehr große Effekt trat auf, obwohl die Fragen im Wissenstest sich weitestgehend auf das Szenario und nicht auf allgemeines polizeiliches Wissen bezogen. Neben den aufgetretenen Erkenntnissen wurden auch einige Limitationen deutlich, die den Einsatz der VR-Technologie einschränken können. Es wurden technische, gesundheitliche und kognitive Herausforderungen festgestellt, die sich vermindernd auf die Aufnahme von Informationen und die Entwicklung von Kompetenzen auswirken können. Die Wahrnehmung der VR-Lernumgebung ist stark von der Qualität der technischen Umsetzung, der didaktischen Gestaltung und der Akzeptanz der Lernenden abhängig. Die Ergebnisse dieser Arbeit liefern erste Evidenzen zum Einsatz der VR-Technologie im Rahmen der polizeilichen Ausbildung. Im Allgemeinen ist die VR-Technologie für verschiedene Anwendungsfälle in der polizeilichen Ausbildung geeignet, die es sorgfältig auszuwählen gilt. Ihr Potenzial besteht u. a. darin Einsatzsituationen in ihrer Komplexität zu reduzieren (Fink, et al., 2024, S. 17) und ein immersives Erlebnis für die Lernenden zu schaffen (Kerres, et al., 2021, S. 325).

Der eingesetzte Methodenmix lieferte gewinnbringende Erkenntnisse zur Weiterentwicklung des VR-Szenarios und des Untersuchungsdesigns. Die Kombination qualitativer und quantitativer Erhebungsmethoden trägt zu einem tieferen Verständnis des Lernens in VR-Umgebungen bei. Der Methodenmix machte Übereinstimmungen und Widersprüche zwischen qualitativen und quantitativen Daten sichtbar. Dort, wo konsistente Befunde entdeckt wurden, stärkt dies die Validität der Ergebnisse und trägt zu einem umfassenderen Erkenntnisgewinn bei. Die Erfassung des subjektiv wahrgenommenen Kompetenzzuwachses und der objektiv gemessenen Lernergebnisse ermöglicht eine differenzierte Betrachtung des Lernprozesses.

Die vorliegende Arbeit zeigt auf, wie VR-Lernumgebungen gestaltet sein sollten, um den Kompetenzerwerb nachhaltig zu fördern. Die Ergebnisse belegen, dass die VR-Technologie als Lernmedium dazu beitragen kann Kompetenzen zu stärken. Insgesamt leistet die vorliegende Arbeit einen Beitrag zur Forschung im Bereich der VR-Technologie als Lernmedium und im Speziellen im Bereich der BOS, am Beispiel des

Szenarios „Tankstellenüberfall“ in der Polizeiausbildung. Die Untersuchung hat gezeigt, dass mittels der VR-Technologie eine authentische virtuelle Lernumgebung geschaffen werden kann, die für die polizeiliche Ausbildung dienlich ist. Der Einsatz der VR-Technologie im Rahmen der polizeilichen Ausbildung trägt dazu bei, die Leistungsfähigkeit und Einsatzfähigkeit von BOS zu verbessern. Sie kann den Lernprozess interessant und abwechslungsreich gestalten, wodurch eine hohe Lernbereitschaft erreicht (u. a. Freina & Ott, 2015, S. 7; Martín-Gutiérrez, et al., 2017, S. 479; Buchner & Freisleben-Teutscher, 2020, S. 183; Liu, et al., 2017, S. 122), eine positive Lernatmosphäre geschaffen werden kann und wodurch Lerninhalte nachhaltig in Erinnerung bleiben (Schweiger, et al., 2022, S. 15). Mit zunehmendem technischen Fortschritt ist zu erwarten, dass VR-basierte, immersive Anwendungen sich weiterentwickeln und an Bedeutung im Bildungskontext und der Ausbildung in BOS gewinnen werden.

Literatur- und Quellenverzeichnis

Adam, Y., Petrowsky, H. M., Loschelder, D. D., & Kuhl, P. (2024). Virtuelle Realitäten zur Kompetenzentwicklung und Reflexion in der universitären Lehrkräftebildung am Beispiel von Elterngesprächen. In M. Ahlers, M. Besser, C. Herzog, & P. Kuhl, *Digitales Lehren und Lernen im Fachunterricht. Aktuelle Entwicklungen, Gegenstände und Prozesse* (S. 222-242). Weinheim: Beltz Juventa. doi:10.3262/978-3-7799-7093-4

Ahmad, R., Piccoli, G., & Ives, B. (1998). Effectiveness of virtual learning environments in basic skills business education: a field study in progress. *ICIS 1998 Proceedings*, S. 352-357. Von Association for Information Systems: https://aisel.aisnet.org/icis1998/37 abgerufen

Ahn, S. J., Nowak, K. L., & Bailenson, J. N. (2022). Unintended consequences of spatial presence on learning in virtual reality. *Computers & Education, 186*, 104532. doi:10.1016/j.compedu.2022.104532

Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A., & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open, 8*(1), 100532. doi:10.1016/j.ssaho.2023.100532

Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Research Commentary: Technology-Mediated Learning – A Call for Greater Depth and Breadth of Research. *Information Systems Research, 12*(1), 1-10.

Albus, P., Vogt, T., & Seufert, T. (2021). Signaling in virtual reality influences learning outcome and cognitive load. *Computers & Education, 166*, 104154. doi:10.1016/j.compedu.2021.104154

Allcoat, D., & von Mühlenen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology, 26*, 2140. doi:10.25304/rlt.v26.2140

Altmann, C., & Capeder, A. (2020). Virtual Reality bei der Stadtpolizei Zürich. *format magazine, 10*, 43-49.

Amiel, T., & Reeves, T. C. (2008). Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda. *Journal of Educational Technology & Society, 11*(4), 29-40. Von https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.11.4.29 abgerufen

Andersen, M. S., Klingenberg, S., Petersen, G. B., Creed, P. A., & Makransky, G. (2023). Fostering science interests through head-mounted displays. *Journal of Computer Assisted Learning, 39*, 369-379. doi:10.1111/jcal.12749

Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review, 89*, 369-406. doi:10.1037/0033-295X.89.4.369

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., . . . Wittrock, M. C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives.* New York: Longman Publishing Group.

Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher, 41*(1), 16-25. doi:10.3102/0013189X11428813

Ardito, C., Costabile, M. F., De Marsico, M., Lanzilotti, R., Levialdi, S., Plantamura, P., . . . Rossano, V. T. (2004). Towards Guidelines for Usability of e-Learning Applications. *User-Centered Interaction Paradigms for Universal Access in the Information Society. UI4ALL 2004. Lecture Notes in Computer Science. 3196*, S. 185-202. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-540-30111-0_16

Azevedo, R., & Dever, D. (2022). Metacognition in Multimedia Learning. In R. E. Mayer, & L. Fiorella, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Ausg., S. 132-142). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108894333

Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6*(4), 355-385. doi:10.1162/pres.1997.6.4.355

Baacke, D. (1997). *Medienpädagogik* (Bd. 1). Tübingen: Niemeyer Verlag. doi:10.1515/9783110938043

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review, 84*(2), 191-215. doi:10.1037/0033-295X.84.2.191

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy. The exercise of control.* New York: Freeman.

Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences, 13*(1), 1-14. doi:10.1207/s15327809jls1301_1

Bartlewski, M. (2025). *Virtual-Reality-Projekt Shotpros: LAFP NRW entwickelt die Zukunft des Polizeitrainings mit*. Abgerufen am 30. November 2025 von https://lafp.polizei.nrw/artikel/virtual-reality-projekt-shotpros-lafp-nrw-entwickelt-die-zukunft-des-polizeitrainings-mit

Bartolles, M., & Kamin, A.-M. (2021). *Virtual Reality basierte Digital Reusable Learning Objects in der Pflegeausbildung – Rahmenbedingungen, Anforderungen und Bedarfe aus medienpädagogischer Sicht.* Bielefeld: DiViFaG und ViRDiPA. doi:10.4119/unibi/2950857

Baumert, J., Artelt, C., Klieme, E., & Stanat, P. (2001). PISA – Programme for International Student Assessment. Zielsetzung, theoretische Konzeption und

Entwicklung von Messverfahren. In F. E. Weinert, *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 285-310). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Baumgartner, P., Tarnai, C., Wolf, B., & Ertl, B. (2014). Technologiebasiertes Problemlösen im Kontext der Erwerbstätigkeit. In Statistik Austria, *Schlüsselkompetenzen von Erwachsenen – Vertiefende Analysen der PIAAC-Erhebung 2011-12* (S. 376-394). Wien: Statistik Austria.

Becker, G., & Escher, A. (2013). Feldforschung. In U. Frietsch, & J. Rogge, *Über die Praxis des kulturwissenschaftlichen Arbeitens* (S. 146-150). Bielefeld: transcript Verlag.

Belland, B. R. (2014). Scaffolding: Definition, Current Debates, and Future Directions. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop, *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (4. Ausg., S. 505-518). New York: Springer Verlag. doi:10.1007/978-1-4614-3185-5_39

Bergmann, J. (2013). Zur Analyse der Formen moralischer Kommunikation: Konzepte, Methoden, Daten, Transkriptionssymbole. In J. Bergmann, & T. Luckmann, *Kommunikative Konstruktion von Moral* (Bd. I, S. 39-57). Mannheim: Verlag für Gesprächsforschung.

Bertram, J., Moskaliuk, J., & Cress, U. (2015). Virtual training: Making reality work? *Computers in Human Behavior, 43*, 284-292. doi:10.1016/j.chb.2014.10.032

Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University* (4. Ausg.). Maidenhead: McGraw-Hill Education.

Bley, S., Wiethe-Körprich, M., & Weber, S. (2015). Formen kognitiver Belastung bei der Bewältigung technologiebasierter authentischer Testaufgaben – eine Validierungsstudie zur Abbildung von beruflicher Kompetenz. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 111*(2), 268-294. doi:10.25162/zbw-2015-0017

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals.* Philadelphia: David McKay Company.

Bohnsack, R. (1999). *Rekonstruktive Sozialforschung. Einführung in Methodologie und Praxis qualitativer Forschung* (3. Ausg.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. doi:10.1007/978-3-663-01190-3

Boos, M., & Jonas, K. J. (2002). Virtuelle Seminare: Potenziale und Erfolgsbedingungen. In G. Bente, N. C. Krämer, & A. Petersen, *Virtuelle Realitäten* (Bd. V, S. 133-157). Göttingen: Hogrefe-Verlag.

Bowman, D. A., & McMahan, R. P. (2007). Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough? *Computer, 40*(7), 36-42. doi:10.1109/MC.2007.257

Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach.* New York, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer Verlag. doi:10.1007/978-0-387-09506-6

Brandt, H., & Moosbrugger, H. (2020). Planungsaspekte und Konstruktionsphasen von Tests und Fragebogen. In H. Moosbrugger, & A. Kelava, *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (3. Ausg., S. 39-66). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-662-61532-4

Breidenstein, G., Hirschauer, S., Kalthoff, H., & Nieswand, B. (2020). *Ethnografie. Die Praxis der Feldforschung* (3. Ausg.). München: UVK Verlag. doi:10.36198/9783838552873

Brinkmann, M. (2019). Einleitung. In M. Brinkmann, *Verkörperungen. (Post-)Phänomenologische Untersuchungen zwischen erziehungswissenschaftlicher Theorie und leiblichen Praxen in pädagogischen Feldern* (S. 1-11). Wiesbaden: Springer VS. doi:10.1007/978-3-658-27491-7

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher, 18*(1), 32-42. doi:10.3102/0013189X018001032

Brush, T., & Saye, J. W. (2002). A Summary of Research Exploring Hard and Soft Scaffolding for Teachers and Students Using a Multimedia Supported Learning Environment. *Journal of Interactive Online Learning, 1*(2), 1-12.

Buchner, J., & Aretz, D. (2020). Lernen mit immersiver Virtual Reality: Didaktisches Design und Lessons Learned. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 17*, 195-216. doi:10.21240/mpaed/jb17/2020.05.01.X

Buchner, J., & Freisleben-Teutscher, C. (2020). Die Erweiterung der Realität als Bildungschance: Fallbeispiele für immersives Lernen in Schule und Hochschule. In A. Beinsteiner, L. Blasch, T. Hug, P. Missomelius, & M. Rizzolli, *Augmentierte und virtuelle Wirklichkeiten* (S. 175-188). Innsbruck: Innsbruck University Press. doi:10.25969/mediarep/19926

Buehler, K., & Kohne, A. (2020). Besser Lernen mit VR/ AR Anwendungen. In H. Orsolits, & M. Lackner, *Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion* (S. 75-97). Wiesbaden: Springer Gabler. doi:10.1007/978-3-658-29009-2_5

Bulu, S. T. (2012). Place Presence, Social Presence, Co-Presence, and Satisfaction in virtual worlds. *Computers & Education, 58*(1), 154-161. doi:10.1016/j.compedu.2011.08.024

Buttussi, F., & Chittaro, L. (2018). Effects of Different Types of Virtual Reality Display on Presence and Learning in a Safety Training Scenario. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 24*(2), 1063-1076. doi:10.1109/tvcg.2017.2653117

Castellanos, A., & Pérez, C. (2017). New Challenge in Education: Enchancing Student's Knowledge through Augmented Reality. In J. M. Ariso, *Augmented Reality* (S. 273-293). Berlin, Boston: De Gruyter Verlag. doi:10.1515/9783110497656-015

Chang, E., Kim, H. T., & Yoo, B. (2020). Virtual Reality Sickness: A Review of Causes and Measurements. *International Journal of Human-Computer Interaction, 36*(17), 1658-1682. doi:10.1080/10447318.2020.1778351

Chattha, U. A., Janjua, U. I., Anwar, F., Madni, T. M., Cheema, M. F., & Janjua, S. I. (2020). Motion Sickness in Virtual Reality: An Empirical Evaluation. *IEEE Access, 8*, 130486-130499. doi:10.1109/ACCESS.2020.3007076

Chavez, B., & Bayona, S. (2018). Virtual Reality in the Learning Process. In Á. Rocha, H. Adeli, L. P. Reis, & S. Constanzo, *Trends and Advances in Information Systems and Technologies* (2. Ausg., S. 1345-1356). Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-319-77712-2_129

Chen, J. A., Tutwiler, M. S., Metcalf, S. J., Kamarainen, A., Grotzer, T., & Dede, C. (2016). A multi-user virtual environment to support students' self-efficacy and interest in science. A latent growth model analysis. *Learning and Instruction, 41*, 11-22. doi:10.1016/j.learninstruc.2015.09.007

Chen, X., Chen, Z., Li, Y., He, T., Hou, J., Liu, S., & He, Y. (2019). ImmerTai: Immersive Motion Learning in VR Environments. *Journal of Visual Communication and Image Representation, 58*, 416-427. doi:10.1016/j.jvcir.2018.11.039

Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., & Seidel, T. (2020). Simulation-Based Learning in Higher Education: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research, 90*(4), 499-541. doi:10.3102/0034654320933544

Chiang, C.-H., Huang, C.-M., Sheu, Jiunn-Jye, Liao, J.-Y., Hsu, H.-P., . . . Guo, J.-L. (2021). Examining the Effectiveness of 3D Virtual Reality Training on Problem-solving, Self-efficacy, and Teamwork Among Inexperienced Volunteers Helping With Drug Use Prevention: Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research, 23*(11). doi:10.2196/29862

Chomsky, N. (1965). *Aspects of the Theory of Syntax.* Cambridge, Massachusetts: The M.I.T Press.

Clement, U. (2008). Kompetenz – Erkenntnisinteresse und Perspektive. In U. Clement, & A. Piotrowski, *Kompetenz zwischen Potential und Standard* (S. 11-26). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Ausg.). New York: Routledge. doi:10.4324/9780203771587

Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *Journal of the Learning Sciences, 13*(1), 15-42. doi:10.1207/s15327809jls1301_2

Collins, A., Seely Brown, J., & Newman, S. E. (1987). *Cognitive Apprenticeship: Teaching the Craft of Reading, Writing, and Mathematics.* Urbana-Champaign: University of Illinois.

Collis, B. (1995). Anticipating the impact of multimedia in education: lessons from the literature. *Computers in Adult Education and Training, 2*(2), 136-149.

Compeau, D. R., & Higgins, C. A. (1995). Application of Social Cognitive Theory to Training for Computer Skills. *Information Systems Research, 6*(2), 118-143. doi:10.1287/isre.6.2.118

Conrad, M., Dölker, J., Kablitz, D., & Schumann, S. (2022). VR in der kaufmännischen Berufsbildung: Potenziale – Befunde – Perspektiven. In S. Schumann, S. Seeber, & S. Abele, *Digitale Transformation in der Berufsausbildung. Konzepte, Befunde und Herausforderungen* (S. 231-255). Bielefeld: wbv Publikation. doi:10.3278/9783763971381

Crowne, D. P., & Marlowe, D. (1960). A new scale of social desirability independant of psychopathology. *Journal of Consulting Psychology, 24*(4), 349-354. doi:10.1037/h0047358

da Silva Marinho, A., Terton, U., & Jones, C. M. (2022). Cybersickness and postural stability of first time VR users playing VR videogames. *Applied Ergonomics, 101*, 103698. doi:10.1016/j.apergo.2022.103698

Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology, 41*(1), 10-32. doi:10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x

Davis, F. D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results.* Boston: Massachusetts Institute of Technology.

de Jong, T. (2009). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought. *Instructional Science, 38*(2), 105-134. doi:10.1007/s11251-009-9110-0

de Jong, T., & Ferguson-Hessler, M. G. (1996). Types and qualities of knowledge. *Educational Psychologist, 31*(2), 105-113. doi:10.1207/s15326985ep3102_2

Dede, C. (2009). Immersive Interfaces for Engagement and Learning. *Science, 323*(5910), 66-69. doi: 10.1126/science.1167311

Dede, C. J., Jacobson, J., & Richards, J. (2017). Introduction: Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education. In D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards, *Virtual,*

Augmented, and Mixed Realities in Education. Smart Computing and Intelligence (S. 1-16). Singapur: Springer Verlag. doi:10.1007/978-981-10-5490-7_1

Dengel, A., & Mägdefrau, J. (2020). Immersive Learning Predicted: Presence, Prior Knowledge, and School Performance Influence Learning Outcomes in Immersive Educational Virtual Environments. *6th International Conference of the Immersive Learning Research Network*, (S. 163-170). doi:10.23919/iLRN47897.2020.9155084

Devolder, A., van Braak, J. P., & Tondeur, J. (2012). Supporting self-regulated learning in computer-based learning environments: systematic review of effects of scaffolding in the domain of science education. *Journal of Computer Assisted Learning, 28*(6), 557-573. doi:10.1111/j.1365-2729.2011.00476.x

Dieterich-Schöpff, J. (2008). Kompetenzen ordnen. In U. Clement, & A. Piotrowski, *Kompetenz zwischen Potenzial und Standard* (S. 34-47). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.

Digel, S. (2012). Kooperatives fallbasiertes Lernen. Die Bedeutung von Gruppenprozessen für die Kompetenzentwicklung Lehrender. *REPORT - Zeitschrift für Weiterbildungsforschung, 35*(3), 42-52. doi:10.3278/REP1203W042

Dirin, A., Alamäki, A., & Suomala, J. (2019). Gender Differences in Perceptions of Conventional Video, Virtual Reality and Augmented Reality. *International Journal Of Interactive Mobile Technologies, 13*(6), 93-103. doi:10.3991/ijim.v13i06.10487

Dodgjini, K., Gruner, M., Jakobi, S., & Mayer, T. (2025). Hochschule der Polizei Rheinland-Pfalz. Der Einsatz von Virtual Reality-Einsatzsimulationen im Polizeistudium: Ein Werkstattbericht. In T. Zajontz, K. Riedschy, U. Schmidt, & L. Wagner, *Agieren im Verbund. Erfahrungen und Perspektiven der Hochschulen im Hochschulevaluierungsverbund Südwest* (S. 30-46). Mainz: Zentrum für Qualitätssicherung und -entwicklung.

Dörner, R., Broll, W., Jung, B., Grimm, P., & Göbel, M. (2019). Virtual und Augmented Reality (VR/ AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm, & B. Jung, *Einführung in Virtual und Augmented Reality* (2. Ausg., S. 1-42). Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg. doi:10.1007/978-3-662-58861-1

Dresing, T., & Pehl, T. (2024). *Praxisbuch. Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsystem für qualitativ Forschende* (9. Ausg.). Marburg: Eigenverlag.

Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *The Journal of the Learning Sciences, 11*(1), 105-121. doi:10.1207/S15327809JLS1101_4

Eid, M., Gollwitzer, M., & Schmitt, M. (2017). *Statistik und Forschungsmethoden* (5. Ausg.). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Eisenberg, M. B. (2008). Information Literacy: Skills for the Information Age. *Journal of Library & Infomation Technology, 28*(2), 39-47. doi:10.14429/djlit.28.2.166

Eisenlauer, V. (2020). Digital Literacies in Virtual Reality Learning Contexts. In T. Jung, M. C. tom Dieck, & P. A. Rauschnabel, *Augmented Reality and Virtual Reality. Changing Realities in a Dynamic World* (S. 269-281). Heidelberg: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-030-37869-1_22

Endres, T., Lovell, O., Morkunas, D., Rieß, W., & Renkl, A. (2023). Can prior knowledge increase task complexity? – Cases in which higher prior knowledge leads to higher intrinsic cognitive load. *British Journal of Educational Psychology, 93*(2), 305-317. doi:10.1111/bjep.12563

Erpenbeck, J. (2010). Kompetenzen – eine begriffliche Klärung. In V. Heyse, J. Erpenbeck, & S. Ortmann, *Grundstrukturen menschlicher Kompetenzen.* (S. 13-19). Münster: Waxmann Verlag.

Erpenbeck, J. (2012). Was »sind« Kompetenzen? In W. G. Faix, *Kompetenz. Festschrift Prof. Dr. John Erpenbeck zum 70. Geburtstag* (Bd. IV, S. 1-57). Stuttgart: Steinbeis-Edition.

Erpenbeck, J., Grote, S., & Sauter, W. (2017). Einführung. In J. Erpenbeck, L. von Rosenstiel, S. Grote, & W. Sauter, *Handbuch Kompetenzmessung. Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis* (3. Ausg., S. IX-XXIX). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Ertl, B., & Fink, M. C. (2025). Alter Wein in neuen Schläuchen? KI-basierte Lernsysteme und Lernavatare. In B. Schäffer, & F. R. Lieder, *Maschinen wie wir? Wie Künstliche Intelligenz Bildung, Wirtschaft und Gesellschaft herausfordert* (S. 143-166). Wiesbaden: Springer Gabler. doi:10.1007/978-3-658-48522-1_7

Ertl, B., & Tarnai, C. (2017). Technologiebasierte Problemlösekompetenz im Kontext der PIAAC Studie. Untersuchung der Einflussfaktoren in Österreich. *Zeitschrift für Bildungsforschung, 7*(2), 165-180. doi:10.1007/s35834-017-0186-3

Euler, D., & Hahn, A. (2014). *Wirtschaftsdidaktik* (3. Ausg.). Bern: Haupt Verlag. doi:10.36198/9783838541648

Fast-Berglund, Å., Liang, G., & Li, D. (2018). Testing and validating Extended Reality (xR) technologies in manufacturing. *Procedia Manufacturing, 25*, 31-38. doi:10.1016/j.promfg.2018.06.054

Felnhofer, A., Kothgassner, O. D., Beutl, L., Hlavacs, H., & Kryspin-Exner, I. (2012). Is Virtual Reality made for Men only? Exploring Gender Differences in the Sense of Presence. *Proceedings of the International Society on Presence Research* (S. 103-112). Philadelphia: International Society for Presence Research.

Fink, M. C., Eisenlauer, V., & Ertl, B. (2023a). Projektbasierte Entwicklung digitaler Kompetenzen: Ein Einblick in die Erstellung einer Virtual Reality-Lernumgebung. In S. Kaiser, & B. Ertl, *Digitale Mindsets. Chancen und Herausforderungen für Individuum und Organisationen* (S. 133-153). Wiesbaden: Springer. doi:10.1007/978-3-658-41104-6_8

Fink, M. C., Eisenlauer, V., & Ertl, B. (2023b). What variables are connected with system usability and satisfaction? Results from an educational virtual reality field trip. *Computers & Education: X Reality, 3*(100043). doi:10.1016/j.cexr.2023.100043

Fink, M. C., Eisenlauer, V., Frischbier, D., & Ertl, B. (2024). Zentrale Merkmale immersiver VR-Lernumgebungen: Eine Taxonomie veranschaulicht anhand von drei Beispielen. In B. Zinn, *Virtual Reality, Augmented Reality und Serious Games als Educational Technologies in der beruflichen Bildung* (S. 13-43). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.

Fink, M. C., Robinson, S. A., & Ertl, B. (2024). AI-based avatars are changing the way we learn and teach: benefits and challenges. *Frontiers in Education, 9*. doi:10.3389/feduc.2024.1416307

Fink, M. C., Sosa, D., Eisenlauer, V., & Ertl, B. (2023). Authenticity and interest in virtual reality: Findings from an experiment including educational virtual environments created with 3D modeling and photogrammetry. *Frontiers in Education*(8). doi:10.3389/feduc.2023.969966

Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2022). Principles for Reducing Extraneous Processing in Multimedia Learning. In R. E. Mayer, & L. Fiorella, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Ausg., S. 185-198). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108894333

Fisher, R. A., & Yates, F. (1938). *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research.* London: Oliver & Boyd.

Flick, U., von Kardorff, E., & Steinke, I. (2022). Was ist qualitative Forschung? Einleitung und Überblick. In U. Flick, E. von Kardorff, & I. Steinke, *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (14. Ausg., S. 13-29). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Fraefel, U. (2014). Professionalization of pre-service teachers through university-school partnerships. *WERA Focal Meeting*, (S. 1-14). Edinburgh. doi:10.13140/RG.2.1.1979.5925

Frank, B. (2015). *Presence messen in laborbasierter Forschung mit Mikrowelten.* Wiesbaden: Springer Fachmedien. doi:10.1007/978-3-658-08148-5

Freina, L., & Ott, M. (2015). A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State of The Art and Perspectives. (S. 133-141). Bukarest: National Defence University Publishing House. doi:10.12753/2066-026x-15-020

Frey, A., & Jäger, R. S. (2009). Der entwicklungspädagogische Ansatz in der Lehrerbildung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand 2*(2), 346-360. doi:10.25656/01:15853

Friedrichs, J. (1990 [1973]). *Methoden empirischer Sozialforschung* (14. Ausg.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. doi:10.1007/978-3-531-90173-2

Fürstenau, B. (2019). *Lehr-Lern-Theorien. Behaviorismus, Kognitivismus, Konstruktivismus: Lernen und Expertise verstehen und fördern* (2. Ausg., Bd. VI). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Gegenfurtner, A., Quesada-Pallarès, C., & Knogler, M. (2014). Digital simulation-based training: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology, 45*(6), 1097-1114. doi:10.1111/bjet.12188

Gerjets, P., Scheiter, K., & Catrambone, R. (2004). Designing Instructional Examples to Reduce Intrinsic Cognitive Load: Molar versus Modular Presentation of Solution Procedures. *Instructional Science, 32*, 33-58. doi:10.1023/B:TRUC.0000021809.10236.71

Gerth, S., & Kruse, R. (2020). VR/AR-Technologien im Schulungseinsatz für Industrieanwendungen. In H. Orsolits, & M. Lackner, *Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion* (S. 143-179). Wiesbaden: Springer Gabler. doi:10.1007/978-3-658-29009-2_8

Gessler, M., & Sebe-Opfermann, A. (2022). Das Kompetenzmodell. In M. Müller-Vorbrüggen, & J. Radel, *Handbuch Personalentwicklung* (5. Ausg., S. 193-216). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Giessing, L. (2021). The Potential of Virtual Reality for Police Training Under Stress: A SWOT Analysis. In E. P. Arble, & B. B. Arnetz, *Interventions, Training, and Technologies for Improved Police Well-Being and Performance* (S. 102-124). Hershey: IGI Global Scientific Publishing. doi:10.4018/978-1-7998-6820-0.ch006

Girtler, R. (2001). *Methoden der Feldforschung* (4. Ausg.). Wien, Köln, Weimar: Böhlau Verlag. doi:10.36198/9783838522579

Gnahs, D. (2010). *Kompetenzen – Erwerb, Erfassung, Instrumente* (2. Ausg.). Bielefeld: Bertelsmann Verlag.

Gnahs, D., & Seidel, S. (1999). Die Praxis des selbstgesteuerten Lernens – ein Überblick. In S. Dietrich, & E. Fuchs-Brüninghoff, *Selbstgesteuertes Lernen. Auf dem Weg zu einer neuen Lernkultur* (S. 71-88). Frankfurt am Main: Deutsches Insitut für Erwachsenenbildung.

Goffman, E. (1963). *Behavior in public places. Notes on the Social Organization of Gatherings.* New York: The Free Press.

Graeske, C., & Sjöberg, S. A. (2021). VR-Technology in Teaching: Opportunities and Challenges. *International Education Studies, 14*(8), 76-83. doi:10.5539/ies.v14n8p76

Gräsel, C., & Mandl, H. (1993). Förderung des Erwerbs diagnostischer Strategien in fallbasierten Lernumgebungen. *Unterrichtswissenschaft, 21*(4), 355-369.

Grassini, S., & Laumann, K. (2020). Questionnaire Measures and Physiological Correlates of Presence: A Systematic Review. *Frontiers in Psychology, 11*, 1-21. doi:10.3389/fpsyg.2020.00349

Grotlüschen, A., & Pätzold, H. (2020). *Lerntheorien in der Erwachsenen- und Weiterbildung.* Bielefeld: wbv Publikation. doi:10.36198/9783838556222

Gruber, H. (2008). Lernen und Wissenserwerb. In W. Schneider, & M. Hasselhorn, *Handbuch der Pädagogischen Psychologie* (Bd. 10, S. 95-104). Göttingen: Hogrefe-Verlag.

Gruber, H., & Stamouli, E. (2009). Intelligenz und Vorwissen. In E. Wild, & J. Möller, *Pädagogische Psychologie* (S. 28-47). Heidelberg: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-540-88573-3_2

Gruner, M., & Oppenhäuser, M. (2022). Simulators don't teach. Kollaboratives Lernen an der Hochschule der Polizei Rheinland-Pfalz. In J. Stember, & J. Beck, *Post-Corona-Zeit für die Lehre* (Bd. 8, S. 279-338). Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft. doi:10.5771/9783748930754

Grunert, C. (2012). *Bildung und Kompetenz: Theoretische und empirische Perspektiven auf außerschulische Handlungsfelder.* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. doi:10.1007/978-3-531-19395-3

Hackl, C. (2015). Kompetenzprofil für den exekutiven Polizeidienst in Zivil. In V. Heyse, J. Erpenbeck, & S. Ortmann, *Kompetenz ist viel mehr* (S. 236-254). Münster, New York: Waxmann Verlag.

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative

learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education, 8*(1), 1-32. doi:10.1007/s40692-020-00169-2

Han, E., Strate, I., Nowak, K. L., & Bailenson, J. N. (2024). How Different Training Types and Computer Anxiety Influence Performance and Experiences in Virtual Reality. *Media and Communication, 12*(8730). doi:10.17645/mac.8730

Hansen, H., Holmgren, M., Gribel, C. J., Ingrell, J., & Palamas, G. (2025). Utilizing Virtual Reality to Enhance Situational Awareness in Swedish Police Training. *Design, Learning, and Innovation. 9th EAI International Conference, DLI 2024, Virtual Event, November 7-8, 2024, Proceedings* (S. 33-50). Cham: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-031-85663-1_3

Harackiewicz, J. M., Smith, J. L., & Priniski, S. J. (2016). Interest Matters: The Importance of Promoting Interest in Education. *Policy Insights From the Behavioral and Brain Sciences, 3*(2), 220-227. doi:10.1177/2372732216655542

Hartig, J., & Jude, N. (2007). Empirische Erfassung von Kompetenzen und psychomotorische Kompetenzmodelle. In J. Hartig, & E. Klieme, *Möglichkeiten und Voraussetzungen technologiebasierter Kompetenzdiagnostik* (S. 17-36). Bonn, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Hartig, J., & Klieme, E. (2006). Kompetenz und Kompetenzdiagnostik. In K. Schweizer, *Leistung und Leistungsdiagnostik* (S. 127-143). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. doi:10.1007/3-540-33020-8_9

Hartmann, C., & Bannert, M. (2022). Lernen in virtuellen Räumen. Konzeptuelle Grundlagen und Implikationen für künftige Forschung. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 47*(AR/ VR – Part 1), 373-391. doi:10.21240/mpaed/47/2022.04.18.X

Heil, F. (2007). Der Kompetenzbegriff in der Pädagogik. In W. M. Heffels, D. Streffer, & B. Häusler, *Macht Bildung kompetent?* (S. 43-79). Opladen & Farmington Hills: Barbara Budrich Verlag.

Heilig, M. (1998). Beginnings: Sensorama and the Telesphere Mask. In C. Dodsworth, *Digital Illusion: Entertaining the Future with High Technology* (S. 343-351). New York: ACM Press.

Hejna, U., Hainke, C., Pfeiffer, T., & Seeling, S. (2023). Mehrbenutzer-VR-Anwendungen für ein rollenbasiertes Falltraining. Ein explorativer Einsatz im Kontext der Pflegeausbildung. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 51*(AR/ VR – Part 2), 314-344. doi:10.21240/mpaed/51/2023.01.23.X

Helfferich, C. (2011). *Die Qualität qualitativer Daten. Manual für die Durchführung qualitativer Interviews* (4. Ausg.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. doi:10.21240/mpaed/00/2018.12.11.X

Hellmer, J. (2007). *Schule und Betrieb. Lernen in der Kooperation.* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Hellriegel, J., & Čubela, D. (2018). Das Potenzial von Virtual Reality für den schulischen Unterricht – Eine konstruktivistische Sicht. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 58-80. doi:10.21240/mpaed/00/2018.12.11.X

Heyse, V. (2010). Verfahren zur Kompetenzermittlung und Kompetenzentwicklung. In V. Heyse, J. Erpenbeck, & S. Ortmann, *Grundstrukturen menschlicher Kompetenzen* (S. 55-174). Münster: Waxmann Verlag.

Heyse, V. (2017). KODE® und KODE®X – Kompetenzen erkennen, um Kompetenzen zu entwickeln und zu bestärken. In J. Erpenbeck, L. von Rosenstiel, S. Grote, & W. Sauter, *Handbuch Kompetenzmessung. Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis* (3. Ausg., S. 245-273). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Heyse, V., & Erpenbeck, J. (2009). *Kompetenztraining. Informations- und Trainingsprogramme* (2. Ausg.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist, 41*(2), 111-127. doi:10.1207/s15326985ep4102_4

Hochberg, J., Vogel, C., & Bastiaens, T. (2017). Gestaltung und Erforschung eines Mixed-Reality-Lernsystems. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 28*, 140-146. doi:10.21240/mpaed/28/2017.03.21.X

Hochschule der Polizei Rheinland-Pfalz. (kein Datum). *Hochschule der Polizei Rheinland-Pfalz*. Abgerufen am 30. November 2025 von https://www.polizei.rlp.de/die-polizei/dienststellen/hochschule-der-polizei-rheinland-pfalz/unsere-hochschule

Holzapfel, M. A., Bakenhus, S., Arndt, N., & Brückmann, M. (2023). Einstellungen und Werthaltungen von Sachunterrichtsstudierenden zum Lernen mit Augmented (AR) und Virtual Reality (VR) im Sachunterricht. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 51*(AR/ VR – Part 2), 151-169. doi:10.21240/mpaed/51/2023.01.16.X

Huwendiek, S., De leng, B. A., Zary, N., Fischer, M. R., Ruiz, J. G., & Ellaway, R. (2009). Towards a typology of virtual patients. *Medical Teacher, 31*(8), 743-748. doi:10.1080/01421590903124708

IBM Institute for Business Value. (24. September 2020). *AR and VR in the workplace.* Von IBM: https://www.ibm.com/downloads/cas/4REM48XZ abgerufen

Jeno, L. M., Vandvik, V., Eliassen, S., & Grytnes, J.-A. (2018). Testing the Novelty Effect of an M-Learning Tool on Internalization and Achievement: A Self-Determination Theory Approach. *Computers & Education, 128*, 396-413. doi:10.1016/j.compedu.2018.10.008

Johnson, D. W. (1974). Instructional Goal Structure: Cooperative, Competitive, or Individualistic. *Review of Educational Research, 44*(2), 213-240. doi:10.3102/00346543044002213

Johnston, A. P., Rae, J., Ariotti, N., Bailey, B., Lilja, A., Webb, R., . . . Parton, R. G. (2017). Journey to the centre of the cell: Virtual reality immersion into scienctific data. *Traffic, 19*(2), 105-110. doi:10.1111/tra.12538

Jolie, S., Katzky, U., Bredl, K., Kappe, F., & Krause, D. (2011). Simulationen und simulierte Welten. Lernen in immersiven Welten. In M. Ebner, & S. Schön, *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien* (S. 258-263). Berlin: epubli.

Kang, N., Ding, D., Van Riemsdijk, M. B., Morina, N., Neerincx, M. A., & Brinkman, W.-P. (2020). Self-identification with a Virtual Experience and Its Moderating Effect on Self-efficacy and Presence. *International Journal of Human-Computer Interaction, 37*(2), 181-196. doi:10.1080/10447318.2020.1812909

Kapp, F., Kruse, L., Matthes, N., & Spangenberger, P. (2019). AR – VR – MR? Erfolgsfaktoren für immersive Lernumgebungen am Beispiel einer Lernanwendung für die Windenergiebranche. *Proceedings of DELFI Workshops 2019* (S. 139-152). Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.z. pp. 139. DELFI: Workshop. Berlin. 16.-19. September 2019. doi:10.18420/delfi2019-ws-116

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., . . . Seidel, T. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning And Individual Differences, 103*, 102274. doi:10.1016/j.lindif.2023.102274

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A. W., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science and Technology Education, 10*(2), 85-119.

Keim, S., & Wittmann, P. (2012). Zukunftsfähigkeit durch Kompetenzentwicklung. In W. G. Faix, *Kompetenz. Festschrift Prof. Dr. John Erpenbeck zum 70. Geburtstag* (Bd. IV, S. 425- 455). Stuttgart: Steinbeis-Edition.

Keller, J. M., & Suzuki, K. (2004). Learner motivation and E-learning design: A multinationally validated process. *Journal of Educational Media, 29*(3), 229-239. doi:10.1080/1358165042000283084

Kerres, M. (2003). Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien in der Bildung. In R. Keil-Slawik, & M. Kerres, *Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien in der Bildung* (S. 31-44). Münster: Waxmann.

Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote* (5. Ausg.). Berlin, Boston: De Gruyter. doi:10.1515/9783110456837

Kerres, M., & De Witt, C. (2004). Pragmatismus als theoretische Grundlage für die Konzeption von eLearning. In M. Kerres, & C. De Witt, *Handlungsorientiertes Lernen und eLearning. Grundlagen und Beispiele* (5. Ausg., S. 77-100). Oldenbourg Wissenschaftsverlag eBooks. doi:10.1515/9783486781762.77

Kerres, M., Buchner, J., & Mulders, M. (2021). Immersives Lernen? Didaktisches Design für Augmented/ Virtual Reality und reaktive Objekte/ Umwelten. In K. Wilbers, *Handbuch E-Learning* (S. 1-14). Köln: Wolters Kluwer Verlag.

Kerres, M., Mulders, M., & Buchner, J. (2022). Virtuelle Realität: Immersion als Erlebnisdimension beim Lernen mit visuellen Informationen. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 47*(AR/ VR – Part 1), 312-330. doi:10.21240/mpaed/47/2022.04.15.X

Kilteni, K., Groten, R., & Slater, M. (2012). The Sense of Embodiment in Virtual Reality. *Presence Teleoperators and Virtual Environments, 21*(4), 373-387. doi:10.1162/PRES_a_00124

Klepsch, M., Schmitz, F., & Seufert, T. (2017). Development and Validation of Two Instruments Measuring Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Frontiers in Psychology*(8), 1-18. doi:10.3389/fpsyg.2017.01997

Kleygrewe, L., Hutter, R. I., & Oudejans, R. R. (2023). No pain, no gain? The effects of adding a pain stimulus in virtual training for police officers. *Ergonomics, 66*(10), 1608-1621. doi:10.1080/00140139.2022.2157496

Kleygrewe, L., Hutter, R. I., Koedijk, M., & Oudejans, R. R. (2023a). Changing perspectives: Enhancing learning efficacy with the after-action review in virtual reality training for police. *Ergonomics, 67*(5), 628-637. doi:10.1080/00140139.2023.2236819

Kleygrewe, L., Hutter, R. I., Koedijk, M., & Oudejans, R. R. (2023b). 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. doi:10.1080/15614263.2023.2176307

Kliebisch, U. W., & Meloefski, R. (2011). *LehrerSein* (5. Ausg., Bd. I). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Klieme, E., & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung

eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik, 52*(6), 876-903. doi:10.25656/01:4493

Klieme, E., Maag-Merki, K., & Hartig, J. (2007). Kompetenzbegriff und Bedeutung von Kompetenzen im Bildungswesen. In J. Hartig, & E. Klieme, *Möglichkeiten und Voraussetzungen technologiebasierter Kompetenzdiagnostik* (S. 5-15). Bonn, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Klingauf, A., Funk, J., Lüüs, A., & Schmidt, L. (2019). Wirkung von interaktiven 3D-360°-Lernvideos in der praktischen Ausbildung von Handwerkern. *Die 17. Fachtagung Bildungstechnologien* (S. 145-156). Bonn: Gesellschaft für Informatik. doi:10.18420/delfi2019_298

KMK. (2021). *Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe.* Berlin: Sekretariat der Kultusministerkonferenz.

Kohli, M. (1978). „Offenes“ und „geschlossenes“ Interview: Neue Argumente zu einer alten Kontroverse. *Soziale Welt, 29*(1), 1-25.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development.* Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Köller, O., Baumert, J., & Bos, W. (2001). TIMSS – Third International Mathematics and Science Study: Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. In F. E. Weinert, *Leistungsmessungen in Schulen* (2. Ausg., S. 269-284). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Kolodner, J. L. (1992). An introduction to case-based reasoning. *Artificial Intelligence Review, 6*, 3-43. doi:10.1007/BF00155578

Kolodner, J. L., Hmelo, C. E., & Narayanan, N. H. (2003). Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom: Putting Learning by Design Into Practice. *Journal of the Learning Sciences, 12*(4), 495-547. doi:10.1207/S15327809JLS1204_2

Konrad, K. (2014). *Lernen lernen – allein und mit anderen. Konzepte, Lösungen, Beispiele.* Wiesbaden: Springer VS. doi:10.1007/978-3-658-04986-7

Kourtesis, P., Linnell, J., Amir, R., Argelaguet, F., & MacPherson, S. (2023). Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire (CSQ-VR): A Validation and Comparison against SSQ and VRSQ. *Virtual Worlds*(2), 16-35. doi:10.3390/virtualworlds2010002

Krämer, H., & Goertz, L. (2017). Medienkompetenz als Grundlage. Perspektiven für die betriebliche Ausbildung. In F. Thissen, *Lernen in virtuellen Räumen.*

Perspektiven des mobilen Lernens (S. 239-257). Berlin, Boston: De Gruyter Saur. doi:10.1515/9783110501131-016

Krämer, N. C., & Bente, G. (2002). Virtuelle Helfer: Embodied Conversational Agents in der Mensch-Computer-Interaktion. In B. Gary, N. C. Krämer, & A. Petersen, *Virtuelle Realitäten* (Bd. V, S. 203-225). Göttingen: Hogrefe-Verlag.

Krammer, K. (2014). Fallbasiertes Lernen mit Unterrichtsvideos in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 32*(2), 164-175. doi:10.36950/bzl.32.2.2014.9610

Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction, 12*(4), 383-409. doi:10.1016/ S0959-4752(01)00011-1

Krapp, A., & Ryan, R. M. (2002). Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. Eine kritische Betrachtung der Theorie von Bandura aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft 44*, 54-82.

Krell, C., & Lamnek, S. (2024). *Qualitative Sozialforschung* (7. Ausg.). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Krieglstein, F., Beege, M., Rey, G. D., Ginns, P., Krell, M., & Schneider, S. (2022). A Systematic Meta-analysis of the Reliability and Validity of Subjective Cognitive Load Questionnaires in Experimental Multimedia Learning Research. *Educational Psychology Review, 34*(4), 2485-2541. doi:10.1007/s10648-022-09683-4

Krieglstein, F., Beege, M., Rey, G. D., Sanchez-Stockhammer, C., & Schneider, S. (2023). Development and Validation of a Theory-Based Questionnaire to Measure Different Types of Cognitive Load. *Educational Psychology Review, 35*(9), 1-37. doi:10.1007/s10648-023-09738-0

Küng, R., Staudacher, D., & Panfil, E.-M. (2018). Ein zentrales pädagogisches Modell für die Praxisausbildung: „Cognitive Apprenticeship“. *PADUA, 13*(2), 115-123. doi:10.1024/1861-6186/a000424

Lachlan, K. A., & Krcmar, M. (2011). Experiencing Presence in Video Games: The Role of Presence Tendencies, Game Experience, Gender, and Time Spent in Play. *Communication Research Reports, 28*(1), 27–31. doi:10.1080/08824096.2010.518924

Lavoie, J., Álvarez, N., Baker, V., & Kohl, J. (2023). Training police to de-escalate mental health crisis situations: Comparing virtual reality and live-action scenario-based approaches. *Policing A Journal of Policy and Practice, 17*. doi:10.1093/police/paad069

Layer-Wagner, T., Kriglstein, S., Schrank, B., Frankus, E., & Häufler, I. (2023a). Ko-Kreation. In K. Neundlinger, E. Frankus, I. Häufler, T. Layer-Wagner, S. Kriglstein, & B. Schrank, *»Virtual Skills Lab« – Transdisziplinäres Forschen zur Vermittlung sozialer Kompetenzen im digitalen Wandel* (S. 85-128). Bielefeld: transcript Verlag. doi:10.14361/9783839465646-004

Layer-Wagner, T., Kriglstein, S., Schrank, B., Frankus, E., & Häufler, I. (2023b). Technische Entwicklung. In K. Neundlinger, E. Frankus, I. Häufler, T. Layer-Wagner, S. Kriglstein, & B. Schrank, *»Virtual Skills Lab« – Transdisziplinäres Forschen zur Vermittlung sozialer Kompetenzen im digitalen Wandel* (S. 129-164). Bielefeld: transcript Verlag. doi:10.14361/9783839465646-005

Layer-Wagner, T., Kriglstein, S., Schrank, B., Frankus, E., & Häufler, I. (2023c). Testung und Evaluation des Prototyps. In K. Neundlinger, E. Frankus, I. Häufler, T. Layer-Wagner, S. Kriglstein, & B. Schrank, *»Virtual Skills Lab« – Transdisziplinäres Forschen zur Vermittlung sozialer Kompetenzen im digitalen Wandel* (S. 165-202). Bielefeld: transcript Verlag. doi:10.14361/9783839465646-006

Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research, 86*(3), 681-718. doi:10.3102/0034654315627366

Leder, J., Horlitz, T., Puschmann, P., Wittstock, V., & Schütz, A. (2019). Comparing immersive virtual reality and powerpoint as methods for delivering safety training: impacts on risk perception, learning, and decision making. *Safety Science, 111*, 271–286. doi:10.1016/j.ssci.2018.07.021

Lee, E. A.-L., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers & Education, 55*(4), 1424-1442. doi:10.1016/j.compedu.2010.06.006

Lee, S. A., Lee, M., & Jeong, M. (2021). The role of virtual reality on information sharing and seeking behaviors. *Journal of Hospitality and Tourism Management*(46), 215-223. doi:10.1016/j.jhtm.2020.12.010

Lee, S. H., Sergueeva, K., Catangui, M., & Kandaurova, M. (2017). Assessing Google Cardboard virtual reality as a content delivery system in business classrooms. *Journal of Education For Business, 92*(4), 153-160. doi:10.1080/08832323.2017.1308308

Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods, 45*(4), 1058–1072. doi:10.3758/s13428-013-0334-1

Leutner, D. (2000). Individuelle Unterschiede und Wissenserwerb bei multimedialem Lernen. In C. Harteis, H. Heid, & S. Kraft, *Kompendium Weiterbildung. Aspekte und Perspektiven betrieblicher Personal- und Organisationsentwicklung* (S. 143-153). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. doi:10.1007/978-3-322-97460-0_12

Levene, H. (1960). Robust Tests for Equality of Variances. In I. Olkin, S. G. Ghurye, W. Hoeffding, W. G. Madow, & H. B. Mann, *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling* (S. 278-292). Palo Alto: Stanford University Press.

Liang, H.-N., Lu, F., Shi, Y., Nanjappan, V., & Papangelis, K. (2019). Evaluating the effects of collaboration and competition in navigation tasks and spatial knowledge acquisition within virtual reality environments. *Future Generation Computer Systems, 95*, 855-866. doi:10.1016/j.future.2018.02.029

Liu, D., Bhagat, K. K., Gao, Y., Chang, T.-W., & Huang, R. (2017). The Potentials and Trends of Virtual Reality in Education. In D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards, *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (S. 105-130). Singapur: Spinger Verlag. doi:10.1007/978-981-10-5490-7_7

Liu, F.-J., & Yeh, C.-C. (2022). The Influence of Competency-Based VR Learning Materials on Students' Problem-Solving Behavioral Intentions – Taking Environmental Issues in Junior High Schools as an Example. *Sustainability, 13*(23), 16036. doi:10.3390/su142316036

Lutze, F., Zender, R., & Lucke, U. (2016). HardDrive Exchange – Eine VR-Lernanwendung zur Durchführung von Festplattenwechseln in Speichersystemen. In U. Lucke (Hrsg.), *DeLFI 2016. Die 14. E-Learning Fachtagung Informatik, Lecture Notes in Informatics* (S. 179-190). Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.

MacArthur, C., Grinberg, A., Harley, D., & Hancock, M. (2021). You're Making Me Sick: A Systematic Review of How Virtual Reality Research Considers Gender & Cybersickness. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 1-15). Yokohama: Association for Computing Machinery. doi:10.1145/3411764.3445701

Majchrzak, T. A., Radianti, J., Fromm, J., & Gau, M. (2022). Towards routinely using virtual reality in higher education. *Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences*, 94-103. doi:10.24251/HICSS.2022.011

Makransky, G., & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research & Development, 66*, 1141-1164. doi:10.1007/s11423-018-9581-2

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2019). Investigating the process of learning with desktop virtual reality: A structural equation modelling approach. *Computers & Education, 134*, 15-30. doi:10.1016/j.compedu.2019.02.002

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): a Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educational Psychology Review, 33*(3), 937-958. doi:10.1007/s10648-020-09586-2

Makransky, G., Andreasen, N. K., Baceviciute, S., & Mayer, R. E. (2021). Immersive Virtual Reality Increases Liking but Not Learning With a Science Simulation and Generative Learning Strategies Promote Learning in Immersive Virtual Reality. *Journal of Educational Psychology, 113*(4), 719-735. doi:10.1037/edu0000473

Makransky, G., Borre-Gude, S., & Mayer, R. E. (2019). Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. *Journal of Computer Assisted Learning, 35*(6), 691-707. doi:10.1111/jcal.12375

Makransky, G., Petersen, G. B., & Klingenberg, S. (2020). Can an immersive virtual reality simulation increase students' interest and career aspirations in science? *British Journal of Educational Technology, 51*(6), 2079-2097. doi:10.1111/bjet.12954

Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction, 60*, 225-236. doi:10.1016/j.learninstruc.2017.12.007

Mandl, H., & Kopp, B. (2003). Auf dem Weg zu einer neuen Lehr-Lern-Kultur. In H. Altenberger, P. Schettgen, & M. Scholz, *Innovative Ansätze konstruktiven Lernens* (S. 70-88). Augsburg: ZIEL Verlag.

Mandl, H., Gruber, H., & Renkl, A. (2002). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In L. J. Issing, & P. Klimsa, *Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis* (3. Ausg., S. 138-148). Weinheim: Beltz Verlag.

Maneuvrier, A. (2024). Experimenter bias: exploring the interaction between participant's and investigator's gender/ sex in VR. *Virtual Reality, 28*, 96. doi:10.1007/s10055-024-00993-2

Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics, 18*(1), 50-60. doi:10.1214/aoms/1177730491

Marougkas, A., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2023). Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for the Last Decade. *Electronics, 12*(13), 2832. doi:10.3390/electronics12132832

Martens, M., Antley, A., Freeman, D., Slater, M., Harrison, P. J., & Tunbridge, E. M. (2019). It feels real: physiological responses to a stressful virtual reality environment and its impact on working memory. *Journal of Psychopharmacology, 33*(10), 1264-1273. doi:10.1177/0269881119860156

Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual Technologies Trends in Education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education, 13*(2), 469-486. doi:10.12973/eurasia.2017.00626a

Maurin, H., Sonnenwald, D. H., Cairns, B., Manning, J. E., Freid, E. B., & Fuchs, H. (2006). Exploring Gender Differences in Perceptions of 3D Telepresence Collaboration Technology: An Example from Emergency Medical Care. *Proceedings of the 4th Nordic conference on Human-computer interaction* (S. 381-384). New York: Association for Computing Machinery.

Mayer, H. O., Hertnagel, J., & Weber, H. (2009). *Lernzielüberprüfung im eLearning.* München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag. doi:10.1524/9783486848984

Mayer, R. E. (2008). Applying the Science of Learning: Evidence-Based Principles for the Design of Multimedia Instruction. *American Psychologist, 63*(8), 760-769. doi:10.1037/0003-066X.63.8.760

Mayer, R. E. (2022). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Ausg., S. 57-72). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108894333

Mayer, R. E., & Fiorella, L. (2022a). Introduction to Multimedia Learning. In R. E. Mayer, & L. Fiorella, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Ausg., S. 3-16). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108894333.003

Mayer, R. E., & Fiorella, L. (2022b). Principles for Managing Essential Processing in Multimedia Learning. In R. E. Mayer, & L. Fiorella, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Ausg., S. 243-260). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108894333.025

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist, 38*(1), 43-52. doi:10.1207/S15326985EP3801_6

Mayr, E., Schachner, A., Miko, K., & Stadler-Vida, M. (30. September 2015). *POLIS - Polizei und Öffentlichkeit: Lehre – Intensivierung – Sicherheit.* Abgerufen am 30. November 2025 von http://www.queraum.org.

Mayring, P. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (13. Ausg.). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Mayring, P. (2023). *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken* (7. Ausg.). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education, 70*, 29-40. doi:10.1016/j.compedu.2013.07.033

Meyer, O. A., Omdahl, M. K., & Makransky, G. (2019). Investigating the effect of pre-training when learning through immersive virtual reality and video: A media and methods experiment. *Computers & Education, 140*, 103603. doi:10.1016/j.compedu.2019.103603

Michailidis, L., Balaguer-Ballester, E., & He, X. (2018). Flow and Immersion in Video Games: The Aftermath of a Conceptual Challenge. *Frontiers in Psychology, 9*(1682), 1-8. doi:10.3389/fpsyg.2018.01682

Miguel-Alonso, I., Checa, D., Guillen-Sanz, H., & Bustillo, A. (2024). Evaluation of the novelty effect in immersive Virtual Reality learning experiences. *Virtual Reality, 28*(27). doi:10.1007/s10055-023-00926-5

Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999-2009). *Computers & Education, 56*(3), 769-780. doi:10.1016/j.compedu.2010.10.020

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2020). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (4. Ausg.). Thousand Oaks: Sage Publications.

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *2351*, S. 282-292. Boston: Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers. doi:10.1117/12.197321

Moosbrugger, H., & Brandt, H. (2020). Itemkonstruktion und Antwortverhalten. In H. Moosbrugger, & A. Kelava, *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (3. Ausg., S. 67-89). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-662-61532-4_4

Moosbrugger, H., & Kelava, A. (2020). Qualitätsanforderungen an Tests und Fragebogen („Gütekriterien“). In H. Moosbrugger, & A. Kelava, *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (3. Ausg., S. 13-38). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-662-61532-4_2

Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review, 19*(3), 309-326. doi:10.1007/s10648-007-9047-2

Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002). Learning science in virtual reality multimedia environments: role of methods and media. *Journal of Educational Psychology, 94*(3), 598-610. doi:10.1037/0022-0663.94.3.598

Mousas, C., Anastasiou, D., & Spantidi, O. (2018). The effects of appearance and motion of virtual characters on emotional reactivity. *Computers in Human Behavior, 86*, 99-108. doi:10.1016/j.chb.2018.04.036

Mugo, D. G., Njagi, K., Chemwei, B., & Motanya, J. O. (2017). The Technology Acceptance Model (TAM) and its Application to the Utilization of Mobile Learning Technologies. *British Journal of Mathematics & Computer Science, 20*(4), 1-8. doi:10.9734/BJMCS/2017/29015

Mulders, M., Buchner, J., & Kerres, M. (2020). A Framework for the Use of Immersive Virtual Reality in Learning Environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning, 15*(24), 208-224. doi:10.3991/ijet.v15i24.16615

Mulders, M., Buchner, J., & Kerres, M. (2022). Gestaltungsprinzipien für immersive Lernszenarien mit und über Virtual Reality. In V. Pirker, & K. Pišonić, *Virtuelle Realität und Transzendenz. Theologische und pädagogische Erkundungen* (S. 132-149). Freiburg: Herder.

Mulders, M., Träg, K. H., Kaninski, L., Kirner, L., & Kerres, M. (2025). Virtual reality and affective learning in commemorative history teaching: effects of immersive technology and generative learning activities. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-21. doi:10.1080/15391523.2025.2461524

Müller-Ruckwitt, A. (2008). *„Kompetenz“ – Bildungstheoretische Untersuchungen zu einem aktuellen Begriff.* Würzburg: Ergon Verlag.

Munafo, J., Diedrick, M., & Stoffregen, T. A. (2017). The virtual reality head-mounted display oculus rift induces motion sickness and is sexist in its effects. *Experimental Brain Research, 235*(3), 889-901. doi:10.1007/s00221-016-4846-7

Murtinger, M., Uhl, J. C., Atzmüller, L. M., Regal, G., & Roither, M. (2024). Sound of the Police – Virtual Reality Training for Police Communication for High-Stress Operations. *Multimodal Technologies, 8*(6), 46. doi:10.3390/mti8060046

Murtinger, M., Uhl, J. C., Nguyen, Q., & Regal, G. (2024). Tangible Tactical Belt: Haptic Realism for Virtual Reality Police Training. *IEEE International Conference on Metrology for eXtended Reality, Artificial Intelligence and Neural Engineering (MetroXRAINE)* (S. 599-604). Mailand: Institute of Electrical and Electronics Engineers. doi:10.1109/MetroXRAINE58569.2023.10405814

Müser, S., & Fehling, C. D. (2022). AR/VR.nrw – Augmented und Virtual Reality in der Hochschullehre. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 59*, 122-141. doi:10.1365/s40702-021-00815-y

Müser, S., Maiero, J., Fehling, C. D., Gilbert, D., Eroglu, S., Bachmann, D., . . . Meyer, J. (2023). Konzeption und Evaluation einer virtuellen Lernumgebung für die Hochschullehre. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 51*(AR/ VR – Part 2), 345-372. doi:10.21240/mpaed/51/2023.01.24.X

Nagy, J. T. (2018). Evaluation of Online Video Usage and Learning Satisfaction: An Extension of the Technology Acceptance Model. *International Review of Research in Open and Distributed Learning, 19*(1). doi:10.19173/irrodl.v19i1.2886

Naumann, J., Goldhammer, F., Rölke, H., & Stelter, A. (2014). Erfolgreiches Problemlösen in technologiebasierten Umgebungen: Wechselwirkungen zwischen Interaktionsschritten und Aufgabenanforderungen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 28*(4), 193-203. doi:10.1024/1010-0652/a000134

Nausner, E. (2013). Die quantitative mündliche Befragung. In J. Reitinger, E. Nausner, & A. Weinberger, *Quantitative Forschung im pädagogischen Feld* (S. 189-216). Aachen: Shaker Verlag.

Nguyen, Q., Jaspaert, E., Murtinger, M., Schrom-Feiertag, H., Egger-Lampl, S., & Tscheligi, M. (2021). Stress Out: Translating Real-World Stressors into Audio-Visual Stress Cues in VR for Police Training. *Human-Computer Interaction – INTERACT 2021. 18th IFIP TC 13 International Conference* (S. 551-561). Cham: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-030-85616-8_32

Niedermeier, S., & Müller-Kreiner, C. (2019). *VR/ AR in der Lehre!? Eine Übersichtsstudie zu Zukunftsvisionen des digitalen Lernens aus der Sicht von Studierenden.* Kempten: Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten. doi:10.25656/01:18048

Oh, C. S., Bailenson, J. N., & Welch, G. F. (2018). A Systematic Review of Social Presence: Definition, Antecedents, and Implications. *Frontiers in Robotics and AI, 5*(114). doi:10.3389/frobt.2018.00114

Oh, C., Herrera, F., & Bailenson, J. (2019). The Effects of Immersion and Real-World Distractions on Virtual Social Interactions. *Cyberpsychology, Behavior, And Social Networking, 22*(6), 365-372. doi:10.1089/cyber.2018.0404

Ortmann, S. (2010). Implementierung eines hybriden Systems für Kompetenz- und Performance-Management durch Zusammenführung von KODE®X und die Balanced Scorecard. In V. Heyse, J. Erpenbeck, & S. Ortmann, *Grundstrukturen menschlicher Kompetenzen* (S. 275-317). Münster: Waxmann Verlag.

Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: recent developments. *Educational Psychologist, 38*(1), 1-4. doi:10.1207/S15326985EP3801_1

Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning Science in Immersive Virtual Reality. *Journal of Educational Psychology, 110*(6), 785-797. doi:10.1037/-edu0000241

Parong, J., & Mayer, R. E. (2020). Cognitive and Affective Processes for Learning Science in Immersive Virtual Reality. *Journal of Computer Assisted Learning, 37*(1), 226-241. doi:10.1111/jcal.12482

Parong, J., & Mayer, R. E. (2021). Learning about history in immersive virtual reality: does immersion facilitate learning? *Educational Technology Research and Development, 69*(3), 1433-1451. doi:10.1007/s11423-021-09999-y

Pawlow, I. P. (1927). *Conditioned reflexes: an investigation of the physiological activity of the cerebral cortex.* Oxford: Oxford University Press.

Pedram, S., Ogie, R., Palmisano, S., Farrelly, M., & Perez, P. (2021). Cost-benefit analysis of virtual reality-based training for emergency rescue workers: a socio-technical systems approach. *Virtual Reality, 25*(4), 1071-1086. doi:10.1007/s10055-021-00514-5

Petermann, F., & Petermann, U. (2018). *Lernen* (2. Ausg.). Göttingen: Hogrefe-Verlag.

Petersen, G. B., Klingenberg, S., Mayer, R. E., & Makransky, G. (2020). The virtual field trip: investigating how to optimize immersive virtual learning in climate change education. *British Journal of Educational Training, 51*(6), 2099-2115. doi:10.1111/bjet.12991

Petri, K., Feuerstein, K., Folster, S., Bariszlovich, F., & Witte, K. (2020). Effects of Age, Gender, Familiarity with the Content, and Exposure Time on Cybersickness in Immersive Head-mounted Display Based Virtual Reality. *American Journal of Biomedical Sciences, 12*(2), 107-121. doi:10.5099/aj200200107

PIAAC Expert Group in Problem Solving in Technology-Rich Environments. (2009). *PIAAC Problem Solving in Technology-Rich Environments: A Conceptual Framework (OECD Education Working Paper).* Paris: OECD Publishing. doi:10.1787/220262483674

Piaget, J. (1952). Jean Piaget. In E. G. Boring, H. Werner, H. S. Langfeld, & R. M. Yerkes, *A History of Psychology in Autobiography* (Bd. 4, S. 237-256). Worcester: Clark University Press.

Piccione, J., Collett, J., & De Foe, A. (2019). Virtual skills training: the role of presence and agency. *Heliyon, 5*(11), 1-7. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e02583

Piotrowski, A. (2008). Logik des Lernens. In U. Clement, & A. Piotrowski, *Kompetenz zwischen Potenzial und Standard* (S. 27-30). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.

Pletz, C., & Zinn, B. (2018). Technologieakzeptanz von virtuellen Lern- und Arbeitsumgebungen in technischen Domänen. *Journal of Technical Education, 6*(4), 86-105. doi:10.48513/joted.v6i4.143

Prystowsky, J. B., Regehr, G., Rogers, D. A., Loan, J. P., Hiemenz, L. L., & Smith, K. M. (1999). A Virtual Reality Module for Intravenous Catheter Placement. *The American Journal of Surgery, 177*(2), 171-175. doi:10.1016/s0002-9610(98)00328-6

Przybylka, N. (2022). Wer versetzt wen oder was wohin – und wozu? Eine kritische Auseinandersetzung mit Augmented und Virtual Reality in schulischen Bildungsangeboten. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 18*, 441-467. doi:10.21240/mpaed/jb18/2022.03.06.X.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education, 147*(103778). doi:10.1016/j.compedu.2019.103778

Ramaseri Chandra, A. N., El Jamiy, F., & Reza, H. (2022). A Systematic Survey on Cybersickness in Virtual Environments. *Computers, 11*(4), 1-15. doi:10.3390/computers11040051

Rammstedt, B. (2013). PIAAC 2012: Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick. In B. Rammstedt, *Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich. Ergebnisse von PIAAC 2012* (S. 11–20). Münster: Waxmann Verlag.

Rau, V., & Berkemeier, L. (2019). Ist weniger mehr? – Designprinzipien für Virtual Reality Training aus kognitionspsychologischer Sicht. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 56*(4), 809-822. doi:10.1365/s40702-019-00546-1

Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft, 33*(1), 52-69. doi:10.25656/01:5787

Reinmann, G. (2013). Didaktisches Handeln. Die Beziehung zwischen Lerntheorien und Didaktischem Design. In M. Ebner, & S. Schön, *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien* (2. Ausg., S. 127-138). Berlin: epubli GmbH. doi:10.25656/01:8338

Renkl, A. (2015). Wissenserwerb. In E. Wild, & J. Möller, *Pädagogische Psychologie* (S. 3-26). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-642-41291-2_2

Renkl, A., Mandl, H., & Gruber, H. (1996). Inert knowledge: Analyses and remedies. *Educational Psychologist, 31*(2), 115-121. doi:10.1207/s15326985ep3102_3

Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Burns, B. D. (2001). FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktuller Motivation in Lern- und Leistungssituationen. *Diagnostica, 47*(2), 57-66. doi:10.1026//0012-1924.47.2.57

Riemann, T., Kreß, A., Roth, L., Staiger, B., Metternich, J., & Grell, P. (2020). Virtual Reality in der betrieblichen Bildung. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 115*(10), 673-676. doi:10.1515/zwf-2020-1151006

Rodríguez-Ardura, I., & Meseguer-Artola, A. (2016). E-learning continuance: The impact of interactivity and the mediating role of imagery, presence and flow. *Information & Management, 53*(4), 504-516. doi:10.1016/j.im.2015.11.005

Rosenthal, R., Schäfer, J., Hoffmann, H., Vitz, M., Oertli, D., & Hahnloser, D. (2012). Personality traits and virtual reality performance. *Surgical Endoscopy, 27*(1), 222-230. doi:10.1007/s00464-012-2424-z

Roth, H. (1967). *Pädagogische Anthropologie: Bildsamkeit und Bestimmung* (Bd. I). Hannover: Hermann Schroedel Verlag.

Roth, H. (1971). *Pädagogische Anthropologie: Entwicklung und Erziehung – Grundlagen einer Entwicklungspädagogik* (Bd. II). Hannover: Hermann Schroedel Verlag.

Sagnier, C., Loup-Escande, E., & Valléry, G. (2019). Effects of Gender and Prior Experience in Immersive User Experience with Virtual Reality. In T. Ahram, & C. Falcão, *Advances in Usability and User Experience. AHFE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing* (S. 305-314). Cham: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-030-19135-1_30

Sailer, M. (2016). *Die Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung.* Wiesbaden: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-658-14309-1

Salheiser, A. (2022). Natürliche Daten: Dokumente. In N. Baur, & J. Blasius, *Handbuch Methoden der empririschen Sozialforschung* (3. Ausg., S. 1507-1522). Wiesbaden: Springer VS. doi:10.1007/978-3-658-37985-8_104

Schäfer, C., Rohse, D., Gittinger, M., & Wiesche, D. (2023). Virtual Reality in der Schule. Bedenken und Potenziale aus Sicht der Akteur:innen in interdisziplinären Ratingkonferenzen. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 51*(AR/ VR – Part 2), 1-24. doi:10.21240/mpaed/51/2023.01.10.X.

Schlesinger, T., & Nagl, A. (2015). Kompetenzprofil und Kompetenztraining für den uniformierten Polizeidienst in Österreich. In V. Heyse, J. Erpenbeck, & S. Ortmann, *Kompetenz ist viel mehr* (S. 217-235). Münster, New York: Waxmann Verlag.

Schlesinger, T., Nagl, A., & Kremnitzer, J. (2016). Kompetenzprofil und Kompetenztraining für den Polizeidienst. *SIAK-Journal – Zeitschrift für Polizeiwissenschaft und polizeiliche Praxis*(3), 66-76. doi:10.7396/2016_3_F

Schmeil, A., Eppler, M. J., & de Freitas, S. (2012). A structured approach for designing collaboration experiences for virtual worlds. *Journal of the Association for Information Systems, 13*(10), 836-860. doi:10.17705/1jais.00309

Schmid, B., Sauer, F., & Busch, H.-J. (2022). Präklinische Ersteinschätzung am Einsatzort. *Bundesgesundheitsblatt, 65*, 979-986. doi:10.1007/s00103-022-03582-3

Schneijderberg, C., & Wieczorek, O. (2022). *Qualitative und quantitative Inhaltsanalyse: digital und automatisiert. Eine anwendungsorientierte Einführung mit empirischen Beispielen und Softwareanwendungen.* Weinheim: Beltz Juventa. doi:10.25656/01:29209

Schomaker, J., & Wittmann, B. C. (2021). Effects of active exploration on novelty-related declarative memory enhancement. *Neurobiology of learning and memory, 179*(4), 107403. doi:10.1016/j.nlm.2021.107403

Schrader, C., Kalyuga, S., & Plass, J. L. (2022). Motivation and Affect in Multimedia Learning. In R. E. Mayer, & L. Fiorella, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3. Ausg., S. 121-131). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108894333

Schreier, M. (2002). Realität, Fiktion, Virtualität: Über die Unterscheidung zwischen realen und virtuellen Welten. In G. Bente, N. C. Krämer, & A. Petersen, *Virtuelle Realitäten* (Bd. V, S. 33-56). Göttingen: Hogrefe-Verlag.

Schrems, B. (2022). *Fallarbeit in der Pflege: Grundlagen, Formen und Anwendungsbereiche* (4. Ausg.). Wien: Facultas Verlag.

Schwan, S., & Buder, J. (2002). Lernen und Wissenserwerb in virtuellen Realitäten. In G. Bente, N. C. Krämer, & A. Petersen, *Virtuelle Realitäten* (Bd. V, S. 109-132). Göttingen: Hogrefe-Verlag.

Schwan, S., & Buder, J. (24. März 2006). *Virtuelle Realität und E-Learning*. Abgerufen am 30. November 2025 von e-teaching.org: https://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/vr/vr.pdf

Schwarz, M., & Mauersberger, A. (2023). Verkörperte Bildung durch die virtuelle Realität THE SHAPE OF US. Empirische Befunde, didaktisches Design und bildungstheoretische Schlüsse. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 51*(AR/ VR – Part 2), 430-459. doi:10.21240/mpaed/51/2023.01.27.X

Schweiger, M., Wimmer, J., Chaudhry, M., Alves Siegle, B., & Xie, D. (2022). Lernerfolg in der Schule durch Augmented und Virtual Reality? Eine quantitative Synopse von Wirkungsstudien zum Einsatz virtueller Realitäten in Grund- und weiterführenden Schulen. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 47*(AR/ VR – Part 1), 1-25. doi:10.21240/mpaed/47/2022.04.01.X

Schwind, V., Knierim, P., Tasci, C., Franczak, P., Haas, N., & Henze, N. (2017). "These are not my hands!": Effect of Gender on the Perception of Avatar Hands in Virtual Reality. *CHI '17: Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 1577-1582). New York: Association for Computing Machinery. doi:10.1145/3025453.3025602

Selwyn, N. (2009). The digital native – myth and reality. *Aslib Proceedings: New Information Perspectives, 61*(4), 364-379. doi:10.1108/00012530910973776

Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (complete samples). *Biometrika, 52*(3/4), 591-611. doi:10.2307/2333709

Sharda, R., Romano, N. C., Lucca, J., Weiser, M., Scheets, G., Chung, J.-M., & Sleezer, C. M. (2004). Foundation for the study of computer-supported collaborative learning requiring immersive presence. *Journal of Management Information Systems, 20*(4), 31-63. doi:10.1080/07421222.2004.11045780

Shea, P., & Bidjerano, T. (2010). Learning presence: Towards a theory of self-efficacy, self-regulation, and the development of a communities of inquiry in online and blended learning environments. *Computers & Education, 55*(4), 1721-1731. doi:10.1016/j.compedu.2010.07.017

Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding Virtual Reality: Interface, application, and design* (2. Ausg.). Cambridge: Morgan Kaufmann. doi:10.1016/B978-0-12-800965-9.00001-5

Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1976). *The social psychology of telecommunications.* London: Wiley.

Simons, K. D., & Klein, J. D. (2007). The Impact of Scaffolding and Student Achievement Levels in a Problem-based Learning Environment. *Instructional Science, 35*, 41-72. doi:10.1007/s11251-006-9002-5

Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: an experimental analysis.* Oxford: Appleton-Century.

Skulmowski, A., Nebel, S., Remmele, M., & Rey, G. D. (2021). Is a preference for realism really naive after all? A cognitive model of learning with realistic visualizations. *Educational Psychology Review, 34*, 649-675. doi:10.1007/s10648-021-09638-1

Slater, M. (2003). *A note on presence technology*. Abgerufen am 30. November 2025 von University College London: http://www0.cs.ucl.ac.uk/research/vr/Projects/Presencia/ConsortiumPublications/ucl_cs_papers/presence-terminology.htm

Slater, M. (2017). Implicit Learning Through Embodiment in Immersive Virtual Reality. In D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards, *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (S. 19-33). Singapur: Springer Verlag. doi:10.1007/978-981-10-5490-7_2

Southgate, E., Smith, S. P., Cividino, C., Saxby, S., Kilham, J., Eather, G., . . . Bergin, C. (2019). Embedding immersive virtual reality in classrooms: Ethical, organisational and educational lessons in bridging research and practice. *International Journal of Child-Computer Interaction, 19*, 19-29. doi:10.1016/j.ijcci.2018.10.002

STATISTIK AUSTRIA. (2013). *Schlüsselkompetenzen von Erwachsenen. Erste Ergebnisse der PIAAC-Erhebung 2011/12.* Wien: STATISTIK AUSTRIA.

Straka, G. A., & Macke, G. (2002). *Lern-Lehr-Theoretische Didaktik.* Münster: Waxmann Verlag.

Streffer, D., & Häusler, B. (2007). Handlungskompetenz überprüfen – Widerspruch oder Möglichkeit. In W. M. Heffels, Streffer, Dorothea, & B. Häusler, *Macht Bildung kompetent? Handeln aus Kompetenz – pädagogische Perspektiven* (S. 81-119). Opladen & Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.

Ström, P., Hedman, L., Särnå, L., Kjellin, A., Wredmark, T., & Felländer-Tsai, L. (2006). Early exposure to haptic feedback enhances performance in surgical simulator training: a prospective randomized crossover study in surgical residents. *Surgical Endoscopy, 20*(9), 1383-1388. doi:10.1007/s00464-005-0545-3

Strübing, J. (2024). *Qualitative Sozialforschung* (3 Ausg.). Berlin, Boston: de Gruyter.

Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. *Fall Joint Computer Conference*, 757-764. doi:10.1145/1476589.1476686

Sweller, J. (2010). Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review, 22*(2), 123-138. doi:10.1007/s10648-010-9128-5

Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development, 68*(1), 1-16. doi:10.1007/s11423-019-09701-3

Syring, M., Bohl, T., Kleinknecht, M., Kuntze, S., Rehm, M., & Schneider, J. (2015). Videos oder Texte in der Lehrerbildung? Effekte unterschiedlicher Medien auf die kognitive Belastung und die motivational-emotionalen Prozesse beim Lernen mit

Fällen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 18*, 667-685. doi:10.1007/s11618-015-0631-9

Syring, M., Bohl, T., Kleinknecht, M., Kuntze, S., Rehm, M., & Schneider, J. (2016). Fallarbeit als Angebot – fallbasiertes Lernen als Nutzung. Empirische Ergebnisse zur kognitiven Belastung, Motivation und Emotionen bei der Arbeit mit Unterrichtsfällen. *Zeitschrift für Pädagogik, 62*(1), 86-108. doi:10.25656/01:16707

Tangocci, E., Hartmann, C., & Bannert, M. (2023). Immersives Lernen in der Berufsschule. Fördert VR- und AR-Technologie das Lernen, die intrinsische Motivation und die Technologieakzeptanz von lernbeeinträchtigten Auszubildenden? *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 51*(AR/ VR – Part 2), 268-288. doi:10.21240/mpaed/51/2023.01.21.X

Tcha-Tokey, K., Loup-Escande, E., Christmann, O., & Richir, S. (2017). Effects of Interaction Level, Framerate, Field of View, 3D Content Feedback, Previous Experience on Subjective User eXperience and Objective Usability in Immersive Virtual Environment. *Journal of Virtual Reality, 17*(3), 27-51. doi:10.20870/IJVR.2017.17.3.2898

Thomann, H., Zimmermann, J., & Deutscher, V. (2024). How effective is immersive VR for vocational education? Analyzing knowledge gains and motivational effects. *Computers & Education, 220*, 105127. doi:10.1016/j.compedu.2024.105127

Thomas, O., Metzger, D., Niegemann, H., Welk, M., & Becker, T. (2018). GLASSROOM – Kompetenzaufbau und -entwicklung in virtuellen Lebenswelten. In O. Thomas, D. Metzger, & H. Niegemann, *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung: Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0* (S. 2-19). Berlin, Heidelberg: Springer Gabler Verlag. doi:10.1007/978-3-662-56551-3_1

Tippelt, R., & Gebrande, J. (2017). PIAAC (Programme for the International Assessment of Adult Competencies). In J. Erpenbeck, L. von Rosenstiel, S. Grote, & W. Sauter, *Handbuch Kompetenzmessung. Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis* (3. Ausg., S. 625-643). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag. doi:10.34156/9783791035123-625

Tönnis, M. (2010). *Augmented Reality: Einblicke in die Erweiterte Realität.* Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-642-14179-9

Torkington, J., Smith, S., Rees, B., & Darzi, A. (2001). Skill transfer from virtual reality to a real laparoscopic task. *Surgical Endoscopy, 15*, 1076-1079. doi:10.1007/s004640000233

Trogemann, G. (2002). Augmenting Human Creativity: Virtuelle Realitäten als Design-Aufgabe. In G. Bente, N. C. Krämer, & A. Petersen, *Virtuelle Realitäten* (Bd. V, S. 275-297). Göttingen: Hogrefe-Verlag.

Tümler, J. (2009). *Untersuchungen zu nutzerbezogenen und technischen Aspekten beim Langzeiteinsatz mobiler Augmented Reality Systeme in industriellen Anwendungen.* Magdeburg: Otto-von-Guericke Universität Magdeburg. doi:10.25673/4991

Tussyadiah, I. P., Wang, D., Jung, T. H., & tom Dieck, M. C. (2018). Virtual reality, presence, and attitude change: Empirical evidence from tourism. *Tourism Management, 66*, 140-154. doi:10.1016/j.tourman.2017.12.003

van den Akker, J. (1999). Principles and Methods of Development Research. In J. van den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp, *Design Approaches and Tools in Education and Training* (S. 1-14). Springer Dordrecht. doi:10.1007/978-94-011-4255-7_1

van Ophuysen, S., Bloh, B., & Gehrau, V. (2017). *Die Beobachtung als Methode in der Erziehungswissenschaft.* Konstanz, München: UVK Verlagsgesellschaft. doi:10.36198/9783838548623

Vasarainen, M., Paavola, S., & Vetoshkina, L. (2021). A Systematic Literature Review on Extended Reality: Virtual, Augmented and Mixed Reality in Working Life. *International Journal of Virtual Reality, 21*(2), 1-28. doi:10.20870/IJVR.2021.21.2.4620

Veenman, M. V., Van Hout-Wolters, B. H., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition Learning, 1*(1), 3-14. doi:10.1007/s11409-006-6893-0

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly, 27*(3), 425-478. doi:10.2307/30036540

Vogel, J. J., Vogel, D., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. F. (2006). Computer Gaming and Interactive Simulations for Learning: A Meta-Analysis. *Journal of Educational Computing Research, 34*(3), 229-243. doi:10.2190/FLHV-K4WA-WPVQ-H0YM

Vogt, A., Babel, F., Hock, P., Baumann, M., & Seufert, T. (2021). Prompting in-depth learning in immersive virtual reality: Impact of an elaboration prompt on developing a mental model. *Computers & Education, 171*, 104235. doi:10.1016/j.compedu.2021.104235

Wagner, H., & Schönhagen, P. (2021). *Qualitative Methoden der Kommunikationswissenschaft* (3. Ausg.). Baden-Baden: Nomos Verlag.

Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. *Educational Technology Research and Development, 53*(4), 5-23. doi:10.1007/BF02504682

Wang, Z., Guo, Y., Wang, Y., Tu, Y.-F., & Liu, C. (2021). Technological Solutions for Sustainable Development: Effects of a Visual Prompt Scaffolding-Based Virtual Reality Approach on EFL Learners' Reading Comprehension, Learning Attitude, Motivation, and Anxiety. *Sustainability, 13*(24), 13977. doi:10.3390/su132413977

Watson, J. B. (1913). Psychology as the behaviorist views it. *Psychological Review, 20*(2), 158-177. doi:10.1037/h0074428

Webster, J., & Hackley, P. (1997). Teaching Effectiveness in Technology-Mediated Distance Learning. *The Academy of Management Journal, 40*(6), 1282-1309. doi:10.2307/257034

Webster, R. (2015). Declarative knowledge acquisition in immersive virtual learning environments. *Interactive Learning Environments, 24*(6), 1319-1333. doi:10.1080/ 10494820.2014.994533

Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert, *Leistungsmessung in Schulen* (2. Ausg., S. 16-31). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Weischer, C., & Gehrau, V. (2017). *Die Beobachtung als Methode in der Soziologie.* Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft. doi:10.36198/9783838548661

White, R. W. (1959). Motivation reconsidered. The concept of competence. *Psychological Review, 66*(5), 297-333. doi:10.1037/h0040934

Wiepke, A., Richter, E., Zender, R., & Richter, D. (2019). Einsatz von Virtual Reality zum Aufbau von Klassenmanagement-Kompetenzen im Lehramtsstudium. In N. Pinkwart, & J. Konert (Hrsg.), *Die 17. Fachtagung Bildungstechnologien, Lecture Notes in Informatics* (S. 133-144). Bonn: Gesellschaft für Informatik. doi:10.18420/delfi2019_319

Winn, W., & Jackson, R. (1999). Fourteen Propositions About Educational Uses of Virtual Reality. *Educational Technology, 39*(4), 5-14.

Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence, 7*(3), 225-240. doi:10.1162/105474698565686

Wolfartsberger, J., Riedl, R., Jodlbauer, H., Haslinger, N., Hlibchuk, A., Kirisits, A., & Schuh, S. (2022). Virtual Reality als Trainingsmethode: Eine Laborstudie aus dem Industriebereich. *HMD, 59*, 295-308. doi:10.1365/s40702-021-00819-8

Wölfel, M. (2023). *Immersive Virtuelle Realität. Grundlagen, Technologien, Anwendungen.* Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg. doi:10.1007/978-3-662-66908-2

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *The Journal of Child Psychology & Psychiatry, 17*(2), 89-100. doi:10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x

Wu, B., Yu, X., & Gu, X. (2020). Effectiveness of immersive virtual reality using head-mounted displays on learning performance: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology, 51*(6), 1991-2005. doi:10.1111/bjet.13023

Xie, B., Liu, H., Alghofaili, R., Zhang, Y., Jiang, Y., Destri Lobo, F., . . . Yu, L.-F. (2021). A Review on Virtual Reality Skill Training Applications. *Frontiers in Virtual Reality, 2*, 645153. doi:10.3389/frvir.2021.645153

Yang, Y., Zhang, S., Sun, X., Zhang, X., Sun, X., Jing, Y., & Yang, C. (2024). Exploring sex differences in collaborative virtual environments for participation equality and user experience. *28*(3), 152. doi:10.1007/s10055-024-01022-y

Youngblut, C. (1998). *Educational Uses of Virtual Reality Technology.* Alexandria: Institute for Defense Analyses.

Zabel, C., Telkmann, V., & Heisenberg, G. (2021). *Cross Reality (XR) in Deutschland.* Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.

Zechner, O., Kleygrewe, L., Jaspaert, E., Schrom-Feiertag, H., Hutter, R. I., & Tscheligi, M. (2023). Enhancing Operational Police Training in High Stress Situations with Virtual Reality: Experiences, Tools and Guidelines. *Multimodal Technologies And Interaction, 7*(2), 14. doi:10.3390/mti7020014

Zender, R., Buchner, J., Schäfer, C., Wiesche, D., Kelly, K., & Tüshaus, L. (2022). Virtual Reality für Schüler:innen: Ein «Beipackzettel» für die Durchführung immersiver Lernszenarien im schulischen Kontext. *MedienPädagogik Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 47*(AR/ VR – Part 1), 26-52. doi:10.21240/mpaed/47/2022.04.02.X

Zender, R., Sander, P., Weise, M., Mulders, M., Lucke, U., & Kerres, M. (2020). HandLeVR: Action-Oriented Learning in a VR Painting Simulator. *Emerging Technologies for Education. 4th International Symposium* (S. 46-51). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. doi:10.1007/978-3-030-38778-5_6

Zender, R., Weise, M., von der Heyde, M., & Söbke, H. (2018). Lehren und Lernen mit VR und AR – Was wird erwartet? Was funktioniert? In D. Schiffner (Hrsg.), *Proceedings of DeLFI Workshops 2018 co-located with 16th e-Learning Conference of the German Computer Society* (S. 1-12). Frankfurt: Conference of the German Computer Society.

Zhang, S., Shan, C., Lee, J. S., Che, S., & Kim, J. H. (2023). Effect of chatbot-assisted language learning: A meta-analysis. *Education and Information Technologies, 28*, 15223–15243. doi:10.1007/s10639-023-11805-6

Ziegler, E., Stern, E., & Neubauer, A. (2012). Kompetenzen aus der Perspektive der Kognitionswissenschaften und der Lehr-Lern-Forschung. In M. Paechter, M. Stock, S. Schmölzer-Eibinger, P. Slepcevic-Zach, & W. Weirer, *Handbuch kompetenzorientierter Unterricht* (S. 14-26). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Abkürzungsverzeichnis

ACT ..... Adaptive Control of Thoughts
AR ..... Augmented Reality
AV ..... Augmented Virtuality
BOS ..... Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
CAMIL ..... Cognitive Affective Model of Immersive Learning
CAVE ..... Cave Automatic Virtual Environment
CLT ..... Cognitive Load Theory
CTML ..... Cognitive Theory of Multimedia Learning
DoF ..... Degrees of Freedom
ECL ..... Extraneous Cognitive Load
GCL ..... Germane Cognitive Load
HdP ..... Hochschule der Polizei Rheinland-Pfalz
HMD ..... Head-Mounted Display
ICL ..... Instrinsic Cognitive Load
IKT ..... Informations- und Kommunikationstechnologien
KI ..... Künstliche Intelligenz
KMK ..... Kultusministerkonferenz
KODE ..... Kompetenz-Diagnostik und - Entwicklung
MC ..... Multiple Choice
MR ..... Mixed Reality
MZP ..... Messzeitpunkt
NPC ..... Non-Player-Character
OECD ..... Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
P & P ..... Paper-Pencil
PI ..... Polizeiinspektion
PIAAC ..... Programme for the International Assessment of Adult Competencies
PISA ..... Programme for International Student Assessment
POLIS ..... Polizei und Öffentlichkeit: Lehre – Intensivierung – Sicherheit
SAFER ..... Simulation in der Ausbildung für Einsatzkräfte in Rheinland-Pfalz
TAM ..... Technology Acceptance Model
TIMSS ..... Third International Mathematics and Science Study
VR ..... Virtual Reality
VS-NfD ..... Verschlusssachen - nur für den Dienstgebrauch
XR ..... Extended Reality

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lernzieltaxonomie nach Bloom 9
Abbildung 2: Überblick Wissen, Qualifikation, Kompetenz 23
Abbildung 3: Grundkompetenzen bei KODE 24
Abbildung 4: Kompetenzatlas 26
Abbildung 5: Übersicht XR 46
Abbildung 6: Reality-Virtuality Continuum 47
Abbildung 7: CAMIL 52
Abbildung 8: CTML 55
Abbildung 9: Stationen der VR-Lernumgebung 92
Abbildung 10: Zugrunde liegendes Rahmenmodell 100
Abbildung 11: Ursprüngliche Stationen der Lernumgebung 109
Abbildung 12: *Design-Based Research*-Ansatz dieser Arbeit 111
Abbildung 13: Logik qualitativer Beobachtungsstudien 120
Abbildung 14: Raumskizze und Ansicht Simulationszentrum 123
Abbildung 15: Navigation – Vorstudie 126
Abbildung 16: VR-Übungsszenario Marktplatz 127
Abbildung 17: Selbstwirksamkeitserwartung – Vorstudie 133
Abbildung 18: Selbsteinschätzung – Vorstudie 135
Abbildung 19: Selbsteinschätzung Kompetenzprofil – Vorstudie 136
Abbildung 20: Adressierte Kompetenzen – Vorstudie 140
Abbildung 21: Adressierte Kompetenzen – Zwischenstudie 153
Abbildung 22: Selbstwirksamkeitserwartung – Haupt- und Ergänzungsstudie 164
Abbildung 23: Selbsteinschätzung – Haupt- und Ergänzungsstudie 165
Abbildung 24: Selbsteinschätzung Kompetenzprofil – Haupt- und Ergänzungsstudie 166
Abbildung 25: H1 – Kompetenzzuwachs 188
Abbildung 26: H2a – Wilcoxon-Rangsummen-Test 191
Abbildung 27: H2b – Wilcoxon-Rangsummen-Test 192
Abbildung 28: H3a – Präsenzerleben 194
Abbildung 29: H3b – Interaktionsmöglichkeiten 196
Abbildung 30: H4a – Selbstwirksamkeitserwartung 199
Abbildung 31: H4b – Vorerfahrung mit VR 200
Abbildung 32: H2a – Teststärke 339
Abbildung 33: H3a – Teststärke 339
Abbildung 34: H3c – Teststärke 339
Abbildung 35: H4a – Teststärke 340

Abbildung 36: H4b – Teststärke 340
Abbildung 37: H4ci – Teststärke 340
Abbildung 38: H4di – Teststärke 340

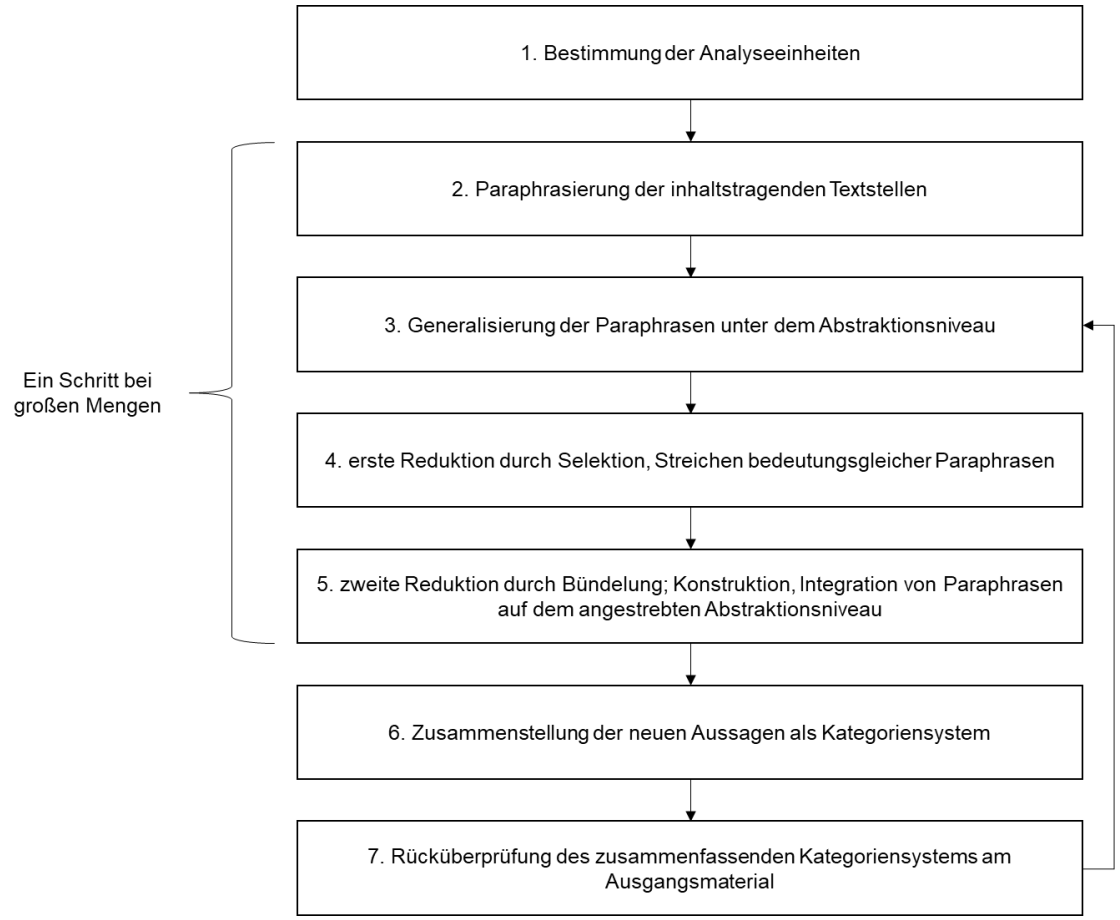
Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kompetenzdefinitionen KMK 31
Tabelle 2: Gegenüberstellung Kompetenzverständnisse 32
Tabelle 3: Kompetenzprofil des Forschungsvorhabens 41
Tabelle 4: Kompetenzprofil VR-Szenario 87
Tabelle 5: Lernziele VR-Szenario 90
Tabelle 6: Technische Daten HMD 96
Tabelle 7: Taxonomie VR-Szenario 99
Tabelle 8: Aufbau des Forschungsvorhabens 112
Tabelle 9: Durchführung der Studien 124
Tabelle 10: Anzahl Studierende und Datenmaterial 130
Tabelle 11: Ergebnisse Wissenstest VR-Nutzung – Vorstudie 137
Tabelle 12: Punkteverteilung Wissenstest – Vorstudie 138
Tabelle 13: Punkteverteilung Wissenstest – Zwischenstudie 151
Tabelle 14: Einschätzung Kompetenzen – Haupt- & Ergänzungsstudie 167
Tabelle 15: Punkteverteilung Wissenstest – Haupt- & Ergänzungsstudie 169
Tabelle 16: Ergebnisse Wissenstest VR-Nutzung – Hauptstudie 170
Tabelle 17: Deskriptive Statistiken Belastungsarten 172
Tabelle 18: Deskriptive Statistiken der Variablen 187
Tabelle 19: H2a – Ergebnisse Shapiro-Wilk-Test 190
Tabelle 20: H2b – Ergebnisse Shapiro-Wilk-Test 192
Tabelle 21: H3c – Kreuztabelle 197
Tabelle 22: H4c – Deskriptive Statistiken Studienjahr 201
Tabelle 23: H4di – Kreuztabelle 203
Tabelle 24: H4dii – Kreuztabelle 204
Tabelle 25: H4diii – Kreuztabelle 205
Tabelle 26: Auswertung P & P-Befragung – Vorstudie 325
Tabelle 27: Auswertung P & P-Befragung – Haupt- & Ergänzungsstudie 326
Tabelle 28: Auswertung P & P-Befragung Erwartung – Haupt- & Ergänzungsstudie 327
Tabelle 29: Auswertung Wissenstest – Vorstudie 329
Tabelle 30: Auswertung Wissenstest – Zwischenstudie 331
Tabelle 31: Auswertung Wissenstest – Haupt- & Ergänzungsstudie 333
Tabelle 32: Auswertung Fragebogen zur kognitiven Belastung – Ergänzungsstudie 334
Tabelle 33: Auswertung Beobachtungen 335
Tabelle 34: Kategoriensystem – Übersicht 341
Tabelle 35: Kategoriensystem – Vorstudie 341

Tabelle 36: Kategoriensystem – Zwischenstudie 341
Tabelle 37: Kategoriensystem – Haupt- & Ergänzungsstudie..... 342

Anhang A – Instrumente und Ablaufpläne

I. Ablaufmodell zusammenfassende Inhaltsanalyse



(Mayring, 2022, S. 69)

II. Paper-Pencil-Befragung

Fragebogen für die Studierenden des Studiengangs Polizeidienst an der HdP

Code: S

Liebe Studierende,
im Rahmen meiner Dissertation untersuche ich die Auswirkungen des Einsatzes der VR-Technologie als Lernmedium auf Lernprozesse und -ergebnisse (insbesondere auf die Wahrnehmung des Kompetenzzuwachses von Kern- und Schlüsselkompetenzen) von Studierenden in der polizeilichen Ausbildung am Beispiel komplexer Einsatzsituationen.
Die Bearbeitungsdauer des Fragebogens beträgt etwa 10 Minuten. Für das Gelingen der Studie ist es wichtig, dass Sie alle Fragen vollständig und wahrheitsgemäß beantworten.
Ihre Antworten werden selbstverständlich anonym und vertraulich behandelt. Sie dienen ausschließlich der späteren wissenschaftlichen Auswertung.
Bitte füllen Sie den kompletten Fragebogen aus. Ihre Meinung ist wichtig!
Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung.
Anna Kruse

Bitte tragen Sie Ihren Code oben rechts ein!

Datum der Befragung			
Studienjahr	1 ☐	2 ☐	3 ☐
Geschlecht	weiblich ☐	männlich ☐	divers ☐

Definition VR-Technologie:
Unter Virtual Reality (VR), auch erweiterte Realität genannt, wird eine vollständig virtuelle, dreidimensionale Umgebung verstanden, in der ausschließlich digitale Objekte existent sind. Typisch für VR-Anwendungen sind Head-Mounted Displays (kurz HMD), umgangssprachlich auch VR-Brillen genannt.

1. Wie ist Ihre momentane Einstellung zu den folgenden Aussagen auf einer Skala von *1 = trifft nicht zu* bis *5 = trifft zu*?

	trifft nicht zu				trifft zu
	1	2	3	4	5
Ich freue mich darauf, ein polizeiliches Szenario mittels VR-Technologie auszuprobieren.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich bin gespannt darauf, wie ich mich im VR-Szenario zurechtfinden werde.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich bin davon überzeugt, dass ich den Sachverhalt in der VR-Lernumgebung gut meistern werde.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich befürchte, dass ich die Anforderungen der VR-Lernumgebung nicht vollumfänglich bewältigen werde.	☐	☐	☐	☐	☐

	trifft nicht zu				trifft zu
	1	2	3	4	5
2. Wie ist Ihre Einstellung zum Lernen mit VR auf einer Skala von 1 = ablehnend, 2 = überwiegend ablehnend, 3 = gleichgültig, 4 = überwiegend offen und neugierig, bis 5 = offen und neugierig?	☐	☐	☐	☐	☐

Begründen Sie kurz Ihre Antwort.

_____

_____

_____

3. Welche Erwartungen haben Sie an ein virtuelles polizeiliches Szenario? (Nennen Sie mindestens **drei** Aspekte.)

_____

_____

_____

_____

4. Welche **drei Kompetenzen** sind Ihrer Meinung nach für Polizeibedienstete besonders wichtig? Begründen Sie kurz warum. Als Orientierungshilfe können Sie die nachstehenden Kompetenzen der Tabelle heranziehen.

Teamfähigkeit	Hilfsbereitschaft	Kommunikationsfähigkeit
Einsatzbereitschaft	Beurteilungsvermögen	Problemlösungsfähigkeit
Belastbarkeit	Konfliktlösungsfähigkeit	Ergebnisorientiertes Handeln
Fachwissen	Fachübergreifende Kenntnisse	Systematisch-methodisches Vorgehen
Eigenverantwortung	Glaubwürdigkeit	Zuverlässigkeit

_____

_____

_____

_____

5. Welche Relevanz haben Ihrer Meinung nach die folgenden Kompetenzen für die Ausübung des Polizeiberufs auf einer Skala von
   1 = sehr schwache Relevanz,
   2 = schwache Relevanz,
   3 = mittlere Relevanz,
   4 = hohe Relevanz, bis
   5 = sehr hohe Relevanz?

	sehr schwache Relevanz → sehr hohe Relevanz				
	1	2	3	4	5
Technologiebasierte Problemlösekompetenz Die Fähigkeit, berufliche Anforderungen im Zusammenhang mit der Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie zu bewältigen. Es geht um das Wahrnehmen und Verstehen eines Problems sowie das Analysieren von Aspekten und Bedingungen der Situation, die das Problem verursachen.	☐	☐	☐	☐	☐
Polizeifachliche Kompetenz Die Fähigkeit sich fachlich-theoretisches, fachlich-methodisches und polizeifachliches Wissen selbstorganisiert anzueignen und umzusetzen.	☐	☐	☐	☐	☐
Personale Kompetenz Personale Kompetenz beschreibt die notwendigen individuellen Werthaltungen sowie Einstellungen in Hinblick auf die Gesellschaft und die eigene Arbeit.	☐	☐	☐	☐	☐
Sozial-kommunikative Kompetenz Die Fähigkeit kommunikativ mit anderen zu agieren, sich wertschätzend und respektvoll mit diesen auseinanderzusetzen.	☐	☐	☐	☐	☐
Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz Die Fähigkeit Situationen (zeit- und ortsgebunden) ganzheitlich wahrzunehmen und angemessen zu reflektieren.	☐	☐	☐	☐	☐
Situationsadäquate Handlungskompetenz Die Fähigkeit basierend auf den Kernkompetenzen, nach umfassendem Verständnis und Reflexion einer Situation unmittelbar eine Handlung umzusetzen.	☐	☐	☐	☐	☐

III. Wissenstest (mit Lösungen) – Vorstudie

Test zur VR-Einsatzsimulation Tankstellenüberfall

Code: S

Bitte tragen Sie Ihren Code oben rechts ein!

Lesen Sie die Fragen jeweils sorgfältig durch und beantworten Sie diese so gut wie möglich, indem Sie die Antworten ergänzen. Bearbeitungszeit: max. 20 Minuten.

1. Wann liegt ein Überfall im taktischen Sinne vor?
Ein Überfall auf eine Tankstelle im taktischen Sinne liegt vor, wenn Täter unter …

_____

_____

_____

_____

Lösung (8 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 2 Punkte)

- Verwirklichung der Tatbestände Raub/ räuberischer Erpressung,
- Leben oder die körperliche Unversehrtheit,
- insbesondere von Bediensteten oder Kunden,
- bedrohen und deren Willens- und Handlungsfähigkeit beeinträchtigen.

2. Welche Ziele verfolgt die Polizei bei Raubüberfällen?

- _____von Überfällen,
- _____der Mitarbeiter und Zeugen,
- _____,
- _____der Geldbestände.

Lösung (4 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Verhindern,
- Schutz,
- Erste Hilfe leisten,
- Sicherung

3. Welche Merkmale charakterisieren einen typischen, welche einen atypischen Überfall? Ergänzen Sie die fehlenden Begriffe.

	Typischer Überfall	**Atypischer Überfall**
Zeitpunkt des Überfalls	_____ der Öffnungszeiten	_____ der Öffnungszeiten
Bedrohte Personen	_____ werden bedroht	_____ werden bedroht
Erwartete Beute	_____	_____
Dauer der Tat	i.d.R. ca._____, in Ausnahmefällen bis zu 5 Minuten	_____

Lösung (8 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

	Typischer Überfall	Atypischer Überfall
Zeitpunkt des Überfalls	Während der Öffnungszeiten	Außerhalb der Öffnungszeiten
Bedrohte Personen	Bedienstete werden bedroht	Personen (Kunden, Passanten, etc.) werden bedroht
Erwartete Beute	Geldherausgabe/ Geldentnahme	Warenentnahme
Dauer der Tat	i.d.R. ca. 3 Minuten, in Ausnahmefällen bis zu 5 Minuten	> 5 Minuten

4. Vervollständigen Sie den jeweiligen Satz:
_____ Alarm und _____ Mitteilung über einen Überfall sind _____ zu nehmen.
Die Empfehlungen des LF 371 VS-NfD „_____“, Nr. 5.3, sind zu beachten.

Lösung (4 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)
Jeder Alarm und jede Mitteilung über einen Überfall sind ernst zu nehmen.
Die Empfehlungen des LF 371 VS-NfD „Eigensicherung“, Nr. 5.3, sind zu beachten.

5. Welche Sofortmaßnahmen bei Einsatzsituationen treffen Sie im Allgemeinen? Vervollständigen Sie die jeweilige Aufzählung.
   - Sofort, unter Zurückstellung anderer/ nicht vordringlicher Aufgaben (_____),
   - mit allen zur Verfügung stehenden Kräften, bei _____ Vorgehensweise,
   - ggf. _____ zur Verfügung stehender Kräfte anderer Dienststellen,
   - mit Priorität der Gefahrenabwehr unter besonderer Beachtung der Eigensicherung (insb. Anlegen der Schutzweste):
     a. Aufklärung,
        i. _____,
        ii. _____,
        iii. _____,
        iv. _____,
        v. _____,
     b. Lageorientiert: _____,
     c. Räumung, Warnung, Umstellung/ Absperrung,
     d. Festnahme,
     e. _____,
     f. _____.
   - Festlegung/ Koordination der Anfahrtswege zum Tatobjekt – _____ – mit Anweisungen zur Besetzung der verdeckt einzunehmenden Positionen

Lösung (10 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)
- Sofort, unter Zurückstellung anderer/ nicht vordringlicher Aufgaben (sofortige Entsendung),
- mit allen zur Verfügung stehenden Kräften, bei ge-/verdeckter Vorgehensweise,
- ggf. weitere Entsendung zur Verfügung stehender Kräfte anderer Dienststellen,
- mit Priorität der Gefahrenabwehr unter besonderer Beachtung der Eigensicherung (insb. Anlegen der Schutzweste):
  g. Aufklärung,

i. in der Dienststelle,
ii. unterwegs,
iii. vor Ort,

h. Lageorientiert: Retten/ Erste Hilfe,
i. Räumung, Warnung, Umstellung/ Absperrung,
j. Festnahme,
k. Fahndung,
l. Beweissicherung.

- Festlegung/ Koordination der Anfahrtswege zum Tatobjekt – sternförmig – mit Anweisungen zur Besetzung der verdeckt einzunehmenden Positionen

6. Listen Sie **vier** erforderliche TAM auf, welche Polizeibeamte zu treffen haben.

_____

_____

_____

_____

Lösung (4 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Aufklärung,
- Beweissicherung,
- Durchsuchung,
- Fahndung,
- Umstellung/ Absperrung,
- Räumung,
- Erste Hilfe leisten,
- Festnahme,
- Warnung,
- Verkehrsmaßnahmen.

7. Nennen Sie jeweils **vier** Sofortmaßnahmen, die
   a. auf der Dienststelle,
   b. auf der Anfahrt,
   c. vor Ort zu erfolgen haben (um die Echtheit des Alarms zweifelsfrei zu erkennen)?

Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe.
Sofortmaßnahmen auf der Dienststelle

_____

_____

_____

_____

Lösung (8 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 2 Punkte)

- Verständigung der örtlich zuständigen Dienststelle,
- Aufklärung durch Heranziehen der A & E-Unterlagen (Rückrufnummer, Lage des Objekts, Personen im Objekt),
- Erfassung weiterer Informationen, wie
  - Anzahl und Schwere der verletzten Personen

    - Angaben zur aktuellen Situation vor Ort, insbesondere zum Verhalten des Täters und der Personen
- Abrufen von weiteren Informationen unter Nutzung der EDV-Systeme und Programme,
- Bei Alarmeingang Koordinieren/ Entsenden (TOM) der verfügbaren Kräfte an den Einsatzort: Idealerweise sternförmig anfahren.

Sofortmaßnahmen auf der Anfahrt

_____

_____

_____

_____

Lösung (8 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 2 Punkte)
Aufklärung auf der Anfahrt:

- hinsichtlich entgegenkommender, verdächtiger Fahrzeuge und Personen,
- verlassener/ weggeworfener Gegenstände,
- Erkennen der Täter auf der Flucht,
- Erkennen möglicher Zeugen in Tatortnähe,
- Fluchtmöglichkeiten, z. B. öffentlicher Personenverkehr,
- Versteckmöglichkeiten,
- Weitere anlassbezogene Auffälligkeiten,
- Potentielle Hinweisgeber,
- Keine Nutzung von Sondersignalen in Hör- und Sichtweite des Einsatzortes.

Sofortmaßnahmen vor Ort

_____

_____

_____

_____

Lösung (8 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 2 Punkte)
Aufklärung vor Ort:

- Erfassen der Situation vor und in der Tankstelle, insbesondere Verhalten der Kunden und Mitarbeiter der Tankstelle (zur Echtheit der Lage, Fortdauer des Überfalls, Fahrzeuge unmittelbar vor der Tankstelle),
- Feststellen des Grads der Verletzung des Opfers, der verletzten Personen,
- Informationen zum Täter (Täteranzahl, -aussehen, -bewaffnung, -verhalten, Fluchtrichtung des Täters, Fluchtmittel des Täters),
- Aushändigen des Fahndungsblattes mit Täterbeschreibung an Opfer,
- Angaben zum Raubgut,
- Sicherung/ Sichtung von Videoaufnahmen/ Überwachungskamera/ Beweismitteln zur späteren Auswertung in Bezug auf Vorbereitungs-, Tat- und Fluchtphase im Rahmen des Sachbeweises,

- Feststellen potenzieller Zeugen in der Nähe des Einsatzortes (Anwesende/ Zeugen im/ am Objekt, Befragen der Kunden, welche möglicherweise die Tankstelle verlassen haben),
- Informationsweitergabe an Dienststelle und Führungszentrale,
- Informationsweitergabe von einsatzbezogenen Informationen an nachgeforderte Kräfte,
- Anfahrtswege und Sicherungszonen.

Wird mitgeteilt oder ist anzunehmen, dass Falschalarm vorliegt, haben die Einsatzkräfte sich selbst zu überzeugen, dass kein Überfall stattgefunden hat.

- Bei Fehlalarm, Feststellen der Ursache für anschließende Dokumentation im polizeilichen Vorgang,
- Besetzungspunkte bleiben besetzt, bis zur Verifizierung des Fehlalarms

8. Welche taktischen Maßnahmen der Beweissicherung im Rahmen des Sicherungsangriffs werden vorgenommen? Vervollständigen Sie die jeweilige Aufzählung.

- Tatort_____
- _____ der Tankstelle
- _____ im Rahmen des ersten Angriffs, hier Sicherungsangriff,
- _____ in Bezug auf die Tatbegehung, wie bspw. daktyloskopische oder _____-Spuren im Rahmen des Personalbeweises
- Feststellen und getrenntes Befragen von _____ zu den Tätern (insbesondere_____ _____)
- Feststellen weiterer Zeugen durch _____ von Anwohnern hinsichtlich Beobachtungen während der Tat- und Fluchtphase, aber auch zeitlich vorgelagert im Rahmen der Vorbereitungsphase im Rahmen des Personalbeweises
- Fertigen von Übersichtsaufnahmen
- in Abhängigkeit der Lageentwicklung weitere Beweissicherung, insbesondere am Auffindeort des _____fahrzeuges, von Tatmitteln, der Beute sowie am Festnahmeort des Täters

Lösung (9 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Tatortsicherung
- Absperrung der Tankstelle
- Beweissicherung im Rahmen des ersten Angriffs, hier Sicherungsangriff
- Suche/ Schutz/ Sicherung von Spuren in Bezug auf die Tatbegehung, wie bspw. daktyloskopische oder DNA-Spuren im Rahmen des Personalbeweises
- Feststellen und getrenntes Befragen von Zeugen/ Opfern zu den Tätern (insbesondere zu Tathergang/ Tatbegehung, Bewaffnung, Täter-Fluchtverhalten, Fluchtrichtung, Fluchtmittel)
- Feststellen weiterer Zeugen durch Befragung/ Vernehmung von Anwohnern hinsichtlich Beobachtungen während der Tat- und Fluchtphase, aber auch zeitlich vorgelagert im Rahmen der Vorbereitungsphase im Rahmen des Personalbeweises
- Fertigen von Übersichtsaufnahmen
- in Abhängigkeit der Lageentwicklung weitere Beweissicherung, insbesondere am Auffindeort des Fluchtfahrzeuges, von Tatmitteln, der Beute sowie am Festnahmeort des Täters

9. Nennen Sie sachverhaltsbezogen **drei** taktische Ziele (TAZ).

_____

_____

_____

_____

Lösung (6 Punkte für drei Aspekte, je korrekter Aspekt 2 Punkte)

- Abwehr von Gefahren für Leben und körperliche Unversehrtheit betroffener Personen, insbesondere Bedienstete, Kunden und unbeteiligter Dritter sowie für Eigentum/ bedeutende Sachwerte,
- Sicherstellung der medizinischen Erstversorgung verletzter Personen,
- Verhinderung einer Geiselnahme, einschließlich im Rahmen einer Fluchtphase,
- Gewinnung weiterer anlassbezogener Erkenntnisse, insbesondere zu den Tätern, Fluchtmitteln, Fluchtrichtung, zur aktuellen Tatbegehung und möglichen Verletzten,
- Verhindern von Anschlussstraftaten, insbesondere durch
    a. Einengen der Bewegungsfreiheit der Täter nach Verlassen des Objektes
    b. und Fluchtraumbegrenzung
- Sicherstellung einer beweiskräftigen Verfolgung anlassbezogener Straftaten, insbesondere
    a. Identifizierung und Ergreifung der Täter
    b. Reduktion anlassbezogener Verkehrsbeeinträchtigungen auf ein Mindestmaß
- Sicherstellung zivilrechtlicher Ansprüche der Geschädigten.

10. Ein Überfall jeglicher Art stellt eine Ausnahmesituation dar. Daher ist den nachfolgenden Komponenten besonders Rechnung zu tragen.
    - _____ Komponente,
    - _____ Komponente und
    - _____komponente

Lösung (3 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Emotionale Komponente,
- Inhaltliche Komponente und
- Verhaltenskomponente

Wie empfanden Sie die Aufgabenschwierigkeit des Tests? Kreuzen Sie die für Sie passende Antwort an.

Schwer ☐	Angemessen ☐	Leicht ☐

Ihr Raum für Anmerkungen/ Kommentare:

_____

_____

IV. Wissenstest (mit Lösungen) – Zwischenstudie

Test zur VR-Einsatzsimulation Tankstellenüberfall

Code: S

Bitte tragen Sie Ihren Code oben rechts ein!
Es besteht keinerlei Verbindung zwischen dem Code und Ihrer Person. Die im Test gemachten Angaben werden in anonymisierter Form dargestellt. Der Test dient ausschließlich **wissenschaftlichen Zwecken**. Ihre persönliche Leistung wird nicht bewertet! Lesen Sie die Fragen jeweils sorgfältig durch und beantworten Sie diese so gut wie möglich, indem Sie die Antworten ergänzen. Bearbeitungszeit: max. 20 Minuten.

1. Welche Ziele verfolgt die Polizei bei Raubüberfällen? (4 Punkte)
   - _____von Überfällen,
   - _____der Mitarbeiter und Zeugen,
   - Retten: _____,
   - _____der Geldbestände.

Lösung (4 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)
- Verhindern/ Aufklärung,
- Schutz/ Befragung,
- Erste Hilfe leisten,
- Sicherung

2. Welche Merkmale charakterisieren einen typischen, welche einen atypischen Überfall? Ergänzen Sie die fehlenden Begriffe. (8 Punkte)

	Typischer Überfall	Atypischer Überfall
Zeitpunkt des Überfalls	_____ der Öffnungszeiten	_____ der Öffnungszeiten
Bedrohte Personen	_____ werden bedroht	_____ werden bedroht
Erwartete Beute	_____	_____
Dauer der Tat	i.d.R. ca._____, in Ausnahmefällen bis zu 5 Minuten	_____

Lösung (8 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

	Typischer Überfall	Atypischer Überfall
Zeitpunkt des Überfalls	Während der Öffnungszeiten	Außerhalb der Öffnungszeiten
Bedrohte Personen	Bedienstete werden bedroht	Personen (Kunden, Passanten, etc.) werden bedroht
Erwartete Beute	Geldherausgabe/ Geldentnahme	Warenentnahme
Dauer der Tat	i.d.R. ca. 3 Minuten, in Ausnahmefällen bis zu 5 Minuten	> 5 Minuten

3. Vervollständigen Sie den jeweiligen Satz. (2 Punkte)
Jeder Alarm und jede Mitteilung über einen Überfall sind _____ zu nehmen.
Die Empfehlungen des LF 371 VS-NfD „_____“, Nr. 5.3, sind zu beachten.

Lösung (2 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)
- ernst
- Eigensicherung

4. Welche Sofortmaßnahmen bei Einsatzsituationen treffen Sie im Allgemeinen (z. B. auf der Dienststelle, im Streifenwagen)? Nennen Sie **zwei** Sofortmaßnahmen. (2 Punkte)

_____

_____

Lösung (2 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)
- Sofort, unter Zurückstellung anderer/ nicht vordringlicher Aufgaben (sofortige Entsendung),
- mit allen zur Verfügung stehenden Kräften, bei ge-/verdeckter/ taktischer Vorgehensweise,
- ggf. weitere Entsendung zur Verfügung stehender Kräfte anderer Dienststellen,
- mit Priorität der Gefahrenabwehr unter besonderer Beachtung der Eigensicherung (insb. Anlegen der Schutzweste):
    a. Aufklärung in der Dienststelle/ Aufklärung unterwegs/ Aufklärung vor Ort,
    b. Lageorientiert: Retten/ Erste Hilfe,
    c. Räumung, Warnung, Umstellung/ Absperrung,
    d. Festnahme,
    e. Fahndung,
    f. Beweissicherung.

5. Vervollständigen Sie die Lücken. (5 Punkte)
Welche Informationen geben Sie an die Leitstelle für die Nachforderung und Information eines Rettungswagens weiter?

- Eine genaue Ortsbeschreibung und die richtigen und sicheren _____ sind für das korrekte Entsenden und die schnelle Rettung entscheidend.
- Für die korrekte Entsendung des richtigen Rettungsmittels sind folgende Informationen über die _____ des Patienten, z. B. _____wichtig.
- Anderer Ausdruck für lageorientiert Retten: _____,
- Festlegung/ Koordination der **Anfahrtswege** zum Tatobjekt – _____ – mit Anweisungen zur Besetzung der verdeckt einzunehmenden Positionen

Lösung (5 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)
- Anfahrtswege
- Verletzungsart/ Schwere der Verletzung
- Ansprechbar/ Bewusstlos/ Blutungen
- Erste Hilfe leisten

- Sternförmig

6. Listen Sie **zwei** erforderliche taktisch administrative Ziele und Maßnahmen (TAM) auf, welche Polizeibedienstete zu treffen haben, z. B. Aufklärung. (2 Punkte)

Lösung (2 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Aufklärung,
- Beweissicherung,
- Durchsuchung,
- Fahndung,
- Umstellung/ Absperrung,
- Räumung,
- Erste Hilfe leisten,
- Festnahme,
- Warnung,
- Verkehrsmaßnahmen.

7.

a. Nennen Sie **zwei** Sofortmaßnahmen, die **auf der Dienststelle** zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4 Punkte)

(Hinweis: Welche Fragen stellen Sie sich bzw. was haben Sie zu tun?)

Lösung (4 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 2 Punkte)

- Verständigung der örtlich zuständigen Dienststelle,
- Aufklärung durch Heranziehen der A & E-Unterlagen (Rückrufnummer, Lage des Objekts, Personen im Objekt),
- Erfassung weiterer Informationen, wie
    - Anzahl und Schwere der verletzten Personen
    - Angaben zur aktuellen Situation vor Ort, insbesondere zum Verhalten des Täters und der Personen
- Abrufen von weiteren Informationen unter Nutzung der EDV-Systeme und Programme,
- Bei Alarmeingang Koordinieren/ Entsenden (TOM) der verfügbaren Kräfte an den Einsatzort: Idealerweise sternförmig anfahren.

b. Nennen Sie **zwei** Sofortmaßnahmen, die **auf der Anfahrt** zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4 Punkte)

(Hinweis: Worauf achten Sie bei der Anfahrt zum Einsatzort?)

Lösung (4 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 2 Punkte)
Aufklärung auf der Anfahrt:

- hinsichtlich entgegenkommender, verdächtiger Fahrzeuge und Personen,
- verlassener/ weggeworfener Gegenstände,
- Erkennen der Täter auf der Flucht,
- Erkennen möglicher Zeugen in Tatortnähe,
- Fluchtmöglichkeiten, z. B. öffentlicher Personenverkehr,
- Versteckmöglichkeiten,
- Weitere anlassbezogene Auffälligkeiten,
- Potentielle Hinweisgeber,
- Keine Nutzung von Sondersignalen in Hör- und Sichtweite des Einsatzortes.

c. Nennen Sie **zwei** Sofortmaßnahmen, die **vor Ort** zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4 Punkte)

(*Hinweis: Worauf achten Sie am Einsatzort?)*

Lösung (4 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 2 Punkte)
Aufklärung vor Ort:

- Erfassen der Situation vor und in der Tankstelle, insbesondere Verhalten der Kunden und Mitarbeiter der Tankstelle (zur Echtheit der Lage, Fortdauer des Überfalls, Fahrzeuge unmittelbar vor der Tankstelle),
- Feststellen des Grads der Verletzung des Opfers, der verletzten Personen,
- Informationen zum Täter (Täteranzahl, -aussehen, -bewaffnung, -verhalten, Fluchtrichtung des Täters, Fluchtmittel des Täters),
- Aushändigen des Fahndungsblattes mit Täterbeschreibung an Opfer → Fahndung,
- Angaben zum Raubgut,
- Sicherung/ Sichtung von Videoaufnahmen/ Überwachungskamera/ Beweismitteln zur späteren Auswertung in Bezug auf Vorbereitungs-, Tat- und Fluchtphase im Rahmen des Sachbeweises,
- Feststellen potenzieller Zeugen in der Nähe des Einsatzortes (Anwesende/ Zeugen im/ am Objekt, Befragen der Kunden, welche möglicherweise die Tankstelle verlassen haben),
- Informationsweitergabe an Dienststelle und Führungszentrale,
- Absperrung des Tatorts.

8. Beurteilen Sie die Positionierung des Streifenwagens und begründen Sie dies. (2 Punkte)



_____

_____

Lösung (2 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Der Streifenwagen ist falsch platziert. Er sollte auf dem Tankstellengelände geparkt werden, um den Fluchtweg zu blockieren. (Der Streifenwagen sollte deutlich zentraler geparkt werden, um den Fluchtweg zu versperren.)
- Zusätzlich sollte beachtet werden, dass der Streifenwagen auch als Deckungsaspekt genutzt werden kann.

9. Welche taktischen Maßnahmen der Beweissicherung im Rahmen des Sicherungsangriffs werden vorgenommen? Vervollständigen Sie die jeweilige Aufzählung. (8 Punkte)
   - Tatort/ Einsatzort _____
   - _____ im Rahmen des ersten Angriffs, hier Sicherungsangriff,
   - _____ in Bezug auf die Tatbegehung, wie bspw. daktyloskopische oder _____-Spuren im Rahmen des Personalbeweises
   - Feststellen und getrenntes Befragen von _____ zu den Tätern (insbesondere zu _____ _____)
   - Feststellen weiterer Zeugen durch _____ von Anwohnern hinsichtlich Beobachtungen während der Tat- und Fluchtphase, aber auch zeitlich vorgelagert im Rahmen der Vorbereitungsphase im Rahmen des Personalbeweises
   - Fertigen von Übersichtsaufnahmen
   - in Abhängigkeit der Lageentwicklung weitere Beweissicherung, insbesondere am Auffindeort des _____fahrzeugs, von Tatmitteln, der Beute sowie am Festnahmeort der Täter

Lösung (8 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Tatort/ Einsatzortsicherung
- Beweissicherung im Rahmen des ersten Angriffs, hier Sicherungsangriff
- Suche/ Schutz/ Sicherung von Spuren in Bezug auf die Tatbegehung, wie bspw. daktyloskopische oder DNA-Spuren im Rahmen des Personalbeweises

- Feststellen und getrenntes Befragen von Zeugen/ Opfern zu den Tätern (insbesondere zu Tathergang/ Tatbegehung, Bewaffnung, Täter-Fluchtverhalten, Fluchtrichtung, Fluchtmittel)
- Feststellen weiterer Zeugen durch Befragung/ Vernehmung von Anwohnern hinsichtlich Beobachtungen während der Tat- und Fluchtphase, aber auch zeitlich vorgelagert im Rahmen der Vorbereitungsphase im Rahmen des Personalbeweises
- Fertigen von Übersichtsaufnahmen
- in Abhängigkeit der Lageentwicklung weitere Beweissicherung, insbesondere am Auffindeort des Tatfahrzeugs/ Fluchtfahrzeuges, von Tatmitteln, der Beute sowie am Festnahmeort der Täter

10. Welche Maßnahmen ergreifen Sie, wenn Sie einer verletzten Person begegnen? (5 Punkte)



Lösung (5 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Person nach dem Verletzungsmuster bewerten,
- Erste Hilfe leisten (Wundversorgung),
- Informationen über verletze Person und Verletzungsart an die Dienststelle/ Führungszentrale/ Leitstelle weiterleiten,
- Anfahrtswege für den Rettungsdienst mitteilen,
- RTW rufen.

11. Welche Maßnahme ergreifen Sie, wenn Sie feststellen, dass Sie die Einsatzlage nicht alleine bewältigen können? (1 Punkt)

Lösung (1 Punkt)

- Weitere Unterstützungskräfte anfordern, z. B. Diensthundeführer

12. Der Täter hat das Bargeld scheinbar auf der Flucht verloren. (2 Punkte)



a. Wie verfahren Sie mit dem aufgefundenen Bargeld? Berücksichtigen Sie auch die Aussage des Tankwarts Jerome Jubloski.

b. Welchen taktischen Wert hat dies für Sie als Polizeibedienstete?

Lösung (2 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

a. Bargeld als Beweismittel sicherstellen (fotografieren, protokollieren)
b. Differenzbetrag ermitteln (3.000 Euro – 1.080 Euro)

13. Der Zeuge, Dieter Schneider, hat den Vorgang mit seinem Handy gefilmt. Welche weiteren Maßnahmen ergreifen Sie? (2 Punkte)



Lösung (2 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Personalien aufnehmen
- Handy sicherstellen/ beschlagnahmen

V. Fragebogen zur kognitiven Belastung

Code: S

Bitte schätzen Sie die folgenden Aussagen zur kognitiven Belastung auf einer Skala, von *1 = trifft überhaupt nicht zu bis 9 = trifft voll zu,* ein.

	Trifft überhaupt nicht zu								trifft voll zu
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Die Lerninhalte waren schwer zu verstehen.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2. Die Erklärungen des Lerninhalts waren schwer nachvollziehbar.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3. Die Lerninhalte waren komplex.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4. Die Lerninhalte enthielten viele komplexe Informationen.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5. Ohne Vorwissen waren die Informationen nicht verständlich.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6. Es war schwierig, einen Überblick über den Aufbau der VR-Einsatzsimulation zu erlangen.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7. Die Gestaltung der VR-Einsatzsimulation machte es schwer, die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Informationen herzustellen.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8. Die VR-Einsatzsimulation war ungünstig gestaltet.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9. Die Gestaltung der VR-Einsatzsimulation machte es schwierig, wichtige Informationen zügig zu finden.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10. Aufgrund der Gestaltung der VR-Einsatzsimulation hatte ich das Gefühl, mich nicht auf die Lerninhalte konzentrieren zu können.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11. Ich habe aktiv über die Lerninhalte nachgedacht.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12. Ich habe mich bemüht, die Lerninhalte zu verstehen.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
13. Ich habe ein umfassendes Verständnis der Lerninhalte erlangt.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
14. Ich konnte mein bestehendes Wissen mit den Lerninhalten erweitern.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15. Das Wissen, das ich durch die VR-Einsatzsimulation erworben habe, kann ich schnell und sicher anwenden.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

VI. Kompetenzeinschätzung nach der VR-Einsatzsimulation

Code: S

Bitte tragen Sie Ihren Code oben rechts ein!

Welche Relevanz hatten Ihrer Meinung nach die folgenden Kompetenzen im Rahmen des VR-Szenarios auf einer Skala von

1 = sehr schwache Relevanz,
2 = schwache Relevanz,
3 = mittlere Relevanz,
4 = hohe Relevanz, bis
5 = sehr hohe Relevanz?

	sehr schwache Relevanz → sehr hohe Relevanz				
	1	2	3	4	5
Technologiebasierte Problemlösekompetenz Die Fähigkeit, berufliche Anforderungen im Zusammenhang mit der Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie zu bewältigen. Es geht um das Wahrnehmen und Verstehen eines Problems sowie das Analysieren von Aspekten und Bedingungen der Situation, die das Problem verursachen.	☐	☐	☐	☐	☐
Polizeifachliche Kompetenz Die Fähigkeit sich fachlich-theoretisches, fachlich-methodisches und polizeifachliches Wissen selbstorganisiert anzueignen und umzusetzen.	☐	☐	☐	☐	☐
Personale Kompetenz Personale Kompetenz beschreibt die notwendigen individuellen Werthaltungen sowie Einstellungen in Hinblick auf die Gesellschaft und die eigene Arbeit.	☐	☐	☐	☐	☐
Sozial-kommunikative Kompetenz Die Fähigkeit kommunikativ mit anderen zu agieren, sich wertschätzend und respektvoll mit diesen auseinanderzusetzen.	☐	☐	☐	☐	☐
Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz Die Fähigkeit Situationen (zeit- und ortsgebunden) ganzheitlich wahrzunehmen und angemessen zu reflektieren.	☐	☐	☐	☐	☐
Situationsadäquate Handlungskompetenz Die Fähigkeit basierend auf den Kernkompetenzen, nach umfassendem Verständnis und Reflexion einer Situation unmittelbar eine Handlung umzusetzen.	☐	☐	☐	☐	☐

VII. Wissenstest (mit Lösungen) – Haupt- und Ergänzungsstudie

Wissenstest zur VR-Einsatzsimulation Tankstellenüberfall

Code: S

Bitte tragen Sie Ihren Code oben rechts ein!
Es besteht keinerlei Verbindung zwischen dem Code und Ihrer Person. Die im Test gemachten Angaben werden in anonymisierter Form dargestellt. Der Test dient ausschließlich zu **wissenschaftlichen Zwecken**. Ihre persönliche Leistung wird nicht bewertet! Lesen Sie die Fragen jeweils sorgfältig durch und beantworten Sie diese so gut wie möglich, indem Sie die Antworten ergänzen. Bearbeitungszeit: max. 20 Minuten.

1.

a. Welche Merkmale charakterisieren einen typischen, welche einen atypischen Überfall? Ergänzen Sie die fehlenden Begriffe. (8 Punkte)

	Typischer Überfall	**Atypischer Überfall**
Zeitpunkt des Überfalls	_____ der Öffnungszeiten	_____ der Öffnungszeiten
Bedrohte Personen	_____ werden bedroht	_____ werden bedroht
Erwartete Beute	_____	_____
Dauer der Tat	i.d.R. ca._____, in Ausnahmefällen bis zu 5 Minuten	_____

Lösung (8 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

	Typischer Überfall	**Atypischer Überfall**
Zeitpunkt des Überfalls	Während der Öffnungszeiten	Außerhalb der Öffnungszeiten
Bedrohte Personen	Bedienstete werden bedroht	Personen (Kunden, Passanten, etc.) werden bedroht
Erwartete Beute	Geldherausgabe/ Geldentnahme	Warenentnahme
Dauer der Tat	i.d.R. ca. 3 Minuten, in Ausnahmefällen bis zu 5 Minuten	> 5 Minuten

b. Handelt es sich in der VR-Einsatzsimulation um einen typischen oder atypischen Überfall? (1 Punkt)

_____

Lösung (1 Punkt)

- Typischer Überfall

2. Listen Sie **zwei** erforderliche taktisch administrative Ziele und Maßnahmen (TAM) auf, welche Polizeibedienstete im vorliegenden Fall zu treffen haben, z. B. Aufklärung. (2 Punkte)

Lösung (2 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Beweissicherung,
- Durchsuchung,
- Fahndung,
- Umstellung/ Absperrung,
- Räumung,
- Erste Hilfe leisten,
- Festnahme,
- Warnung,
- Verkehrsmaßnahmen.

3.

a. Nennen Sie **zwei** Sofortmaßnahmen, die **auf der Dienststelle** zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4 Punkte)

(Hinweis: Welche Fragen stellen Sie sich bzw. was haben Sie zu tun?)

Lösung (4 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 2 Punkte)

- Verständigung der örtlich zuständigen Dienststelle,
- Aufklärung durch Heranziehen der A & E-Unterlagen (Rückrufnummer, Lage des Objekts, Personen im Objekt),
- Erfassung weiterer Informationen, wie
    - Anzahl und Schwere der verletzten Personen
    - Angaben zur aktuellen Situation vor Ort, insbesondere zum Verhalten des Täters und der Personen
- Abrufen von weiteren Informationen unter Nutzung der EDV-Systeme und Programme,
- Bei Alarmeingang Koordinieren/ Entsenden (TOM) der verfügbaren Kräfte an den Einsatzort: Idealerweise sternförmig anfahren.

b. Nennen Sie **zwei** Sofortmaßnahmen, die **auf der Anfahrt** zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4 Punkte)

(Hinweis: Worauf achten Sie bei der Anfahrt zum Einsatzort?)

Lösung (4 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 2 Punkte)

Aufklärung auf der Anfahrt:

- hinsichtlich entgegenkommender, verdächtiger Fahrzeuge und Personen,
- verlassener/ weggeworfener Gegenstände,
- Erkennen der Täter auf der Flucht,
- Erkennen möglicher Zeugen in Tatortnähe,
- Fluchtmöglichkeiten, z. B. öffentlicher Personenverkehr,
- Versteckmöglichkeiten,
- Weitere anlassbezogene Auffälligkeiten,
- Potentielle Hinweisgeber,
- Keine Nutzung von Sondersignalen in Hör- und Sichtweite des Einsatzortes.

c. Nennen Sie **zwei** Sofortmaßnahmen, die **vor Ort** zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4 Punkte)

(*Hinweis: Worauf achten Sie am Einsatzort?)*

Lösung (4 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 2 Punkte)
Aufklärung vor Ort:

- Erfassen der Situation vor und in der Tankstelle, insbesondere Verhalten der Kunden und Mitarbeiter der Tankstelle (zur Echtheit der Lage, Fortdauer des Überfalls, Fahrzeuge unmittelbar vor der Tankstelle),
- Feststellen des Grads der Verletzung des Opfers, der verletzten Personen,
- Informationen zum Täter (Täteranzahl, -aussehen, -bewaffnung, -verhalten, Fluchtrichtung des Täters, Fluchtmittel des Täters),
- Aushändigen des Fahndungsblattes mit Täterbeschreibung an Opfer → Fahndung,
- Angaben zum Raubgut,
- Sicherung/ Sichtung von Videoaufnahmen/ Überwachungskamera/ Beweismitteln zur späteren Auswertung in Bezug auf Vorbereitungs-, Tat- und Fluchtphase im Rahmen des Sachbeweises,
- Feststellen potenzieller Zeugen in der Nähe des Einsatzortes (Anwesende/ Zeugen im/ am Objekt, Befragen der Kunden, welche möglicherweise die Tankstelle verlassen haben),
- Informationsweitergabe an Dienststelle und Führungszentrale,
- Absperrung des Tatorts.

4. Beurteilen Sie die Positionierung des Streifenwagens und begründen Sie dies. (2 Punkte)



_____

_____

Lösung (2 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Der Streifenwagen ist falsch platziert. Er sollte auf dem Tankstellengelände geparkt werden, um den Fluchtweg zu blockieren. (Der Streifenwagen sollte deutlich zentraler geparkt werden, um den Fluchtweg zu versperren.)
- Zusätzlich sollte beachtet werden, dass der Streifenwagen auch als Deckungsaspekt genutzt werden kann.

5. Welche taktischen Maßnahmen der Beweissicherung im Rahmen des Sicherungsangriffs werden vorgenommen? Vervollständigen Sie die jeweilige Aufzählung. (6 Punkte)

- Tatort/ Einsatzortsicherung,
- _____ von Spuren in Bezug auf die Tatbegehung, wie bspw. daktyloskopische oder _____-Spuren im Rahmen des Personalbeweises
- Feststellen und getrenntes Befragen von _____ zu den Tätern (insbesondere zu _____ _____)
- Feststellen weiterer Zeugen durch _____ von Anwohnern hinsichtlich Beobachtungen während der Tat- und Fluchtphase, aber auch zeitlich vorgelagert im Rahmen der Vorbereitungsphase im Rahmen des Personalbeweises
- Fertigen von Übersichtsaufnahmen
- in Abhängigkeit der Lageentwicklung weitere Beweissicherung, insbesondere am Auffindeort des _____fahrzeugs, von Tatmitteln, der Beute sowie am Festnahmeort des Täters

Lösung (6 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Tatort/ Einsatzortsicherung
- Suche/ Schutz/ Sicherung von Spuren in Bezug auf die Tatbegehung, wie bspw. daktyloskopische oder DNA-Spuren im Rahmen des Personalbeweises
- Feststellen und getrenntes Befragen von Zeugen/ Opfern zu den Tätern (insbesondere zu Tathergang/ Tatbegehung, Bewaffnung, Täter-Fluchtverhalten, Fluchtrichtung, Fluchtmittel)

- Feststellen weiterer Zeugen durch Befragung/ Vernehmung von Anwohnern hinsichtlich Beobachtungen während der Tat- und Fluchtphase, aber auch zeitlich vorgelagert im Rahmen der Vorbereitungsphase im Rahmen des Personalbeweises
- Fertigen von Übersichtsaufnahmen
- in Abhängigkeit der Lageentwicklung weitere Beweissicherung, insbesondere am Auffindeort des Tatfahrzeugs/ Fluchtfahrzeuges, von Tatmitteln, der Beute sowie am Festnahmeort des Täters

6. Welche Maßnahmen ergreifen Sie, wenn Sie dieser verletzten Person begegnen? (4 Punkte)



Lösung (4 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Person nach dem Verletzungsmuster bewerten,
- Erste Hilfe leisten (Wundversorgung),
- Informationen über verletze Person und Verletzungsart an die Dienststelle/ Führungszentrale/ Leitstelle weiterleiten,
- RTW rufen.

7. Welche Maßnahme ergreifen Sie, wenn Sie feststellen, dass Sie diese Einsatzlage nicht alleine mit Ihrer/Ihrem Streifenpartner/in bewältigen können? (1 Punkt)

Lösung (1 Punkt)

- Weitere Unterstützungskräfte anfordern, z. B. Diensthundeführer

8. Der Täter hat das Bargeld scheinbar auf der Flucht verloren.



a. Wie verfahren Sie mit dem aufgefundenen Bargeld? Berücksichtigen Sie auch die Aussage des Tankwarts Jerome Jubloski. (1 Punkt)

_____

_____

b. Welchen taktischen Wert hat dies für Sie als Polizeibedienstete? (1 Punkt)

_____

_____

Lösung (2 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

a. Bargeld als Beweismittel sicherstellen (fotografieren, protokollieren)
b. Differenzbetrag ermitteln (3.000 Euro – 1.080 Euro) = 1.920 Euro

9. Der Zeuge, Dieter Schneider, hat den Vorgang mit seinem Handy gefilmt. Welche weiteren Maßnahmen ergreifen Sie? (2 Punkte)



_____

_____

Lösung (2 Punkte, für jeden korrekten Aspekt 1 Punkt)

- Personalien aufnehmen
- Handy sicherstellen/ beschlagnahmen

VIII. Leitfadeninterview – Vorstudie

Einleitung und Einstieg	Dank für die Teilnahmebereitschaft, Erklärung des Vorgehens, Klärung des zeitlichen Rahmens, Zusicherung von Anonymität und Datenschutz, Frage nach Unklarheiten
Code der befragten Person nennen	
Block 1: Vorerfahrungen mit VR	• Welche Erfahrungen haben Sie bereits mit Virtual Reality (VR)/ Einsatzsimulationen gemacht und wie empfanden Sie das jetzige Szenario verglichen mit anderen, die Sie bereits durchlaufen haben?
Block 2: Akzeptanz und Zufriedenheit	• Wie bewerten Sie die gerade durchlaufene VR-Einsatzsimulation und woran machen Sie Ihre Bewertung fest? • Welche drei Vor- und Nachteile können Sie nennen, welche die Durchführung des Einsatzszenarios in VR mit sich bringt? • Wie bewerten Sie die Systembenutzbarkeit (Usability) und die visuelle Ästhetik der Lernumgebung? • Wie ist es Ihnen während der Simulation ergangen? Hatten Sie gesundheitliche oder technische Herausforderungen? Wenn ja, wie haben Sie diese gelöst?
Block 3: Auswirkungen auf den Kompetenzerwerb	• Welche Kompetenzen konnten Sie in der VR-Einsatzsimulation Ihrer Einschätzung nach besonders gut trainieren? Und welche dieser Kompetenzen sind für Polizeibeamte besonders wichtig? (*siehe beigefügte Kompetenzübersicht, der befragten Person aushändigen*) • Inwieweit haben sich Ihre Kenntnisse und Fähigkeiten verbessert? Wie schätzen Sie Ihren Kompetenzzuwachs ein? (*Hilfestellung: Was Sie haben neu gelernt/ verbessert?)*
Block 4: Interaktionen	• Inwiefern war es Ihnen möglich in der VR-Lernumgebung zu agieren/ Handlungen vorzunehmen? (*Hilfestellung: Gegenstände greifen, Türen öffnen*) • Inwieweit haben sich die Interaktionen (*Hilfestellung: das, was Sie in der VR-Lernumgebung getan haben*) in der VR-Lernumgebung auf Ihren Kompetenzerwerb ausgewirkt? • Wie befriedigend empfanden Sie die Interaktionen in der VR-Lernumgebung?
Block 5: Präsenz	• Welchen Einfluss hatte die VR-Lernumgebung auf Ihre Konzentrationsfähigkeit und Ihre Wahrnehmung? *(Hilfestellung: Konnten Sie sich gut konzentrieren? Hat sie etwas besonders abgelenkt?)* • Inwieweit hatten Sie das Gefühl in die Umgebung eingetaucht zu sein (anwesend zu sein und in dieser frei handeln zu können, Gegenstände zu erfassen)? (*Hilfestellung: Das meint, dass Sie vergessen haben, wo Sie sich gerade befinden – im Simulationszentrum.*)
Block 6: Verbesserungsvorschläge	• Was hätte Sie außerdem unterstützt, Ihre Kompetenzen in der VR-Lernumgebung trainieren zu können? • Welche darüber hinausgehenden Verbesserungsvorschläge haben Sie? • Gibt es aus Ihrer Sicht noch Aspekte, die nicht angesprochen wurden, die Sie aber im Hinblick auf das Thema als wichtig ansehen und hinzufügen möchten?
Abschluss	Dank für Auskunfts- und Teilnahmebereitschaft, Fragen, Anregungen, Kritik der/ des Befragten, Information über das weitere Vorgehen

Kompetenz	Erläuterung
Fachkompetenz	Die Fähigkeit basierend auf Fachwissen „Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen“.
Selbstkompetenz	Die Fähigkeit als Individuum „die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in Familie, Beruf und öffentlichem Leben zu klären, zu durchdenken und zu beurteilen, eigene Begabungen zu entfalten sowie Lebenspläne zu fassen und fortzuentwickeln“.
Sozialkompetenz	Die Fähigkeit „soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten“ sowie Spannungen zu erkennen und zu verstehen und sich mit anderen verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen.
Methodenkompetenz	Die Fähigkeit zu zielgerichtetem Vorgehen bei der Aufgaben- und Problembehandlung.
Kommunikative Kompetenz	Die Fähigkeit, in Situationen eigene Absichten und Bedürfnisse zu kommunizieren sowie der Partner zu verstehen.
Lernkompetenz	Das Verständnis für Sachverhalte und Zusammenhänge zu entwickeln, diese auszuwerten und einzuordnen sowie die Fähigkeit Lerntechniken und -strategien zu entwickeln und diese für lebenslanges Lernen zu nutzen.
Technologiebasierte Problemlösekompetenz	Die Fähigkeit, berufliche Anforderungen im Zusammenhang mit der Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie zu bewältigen. Es geht um das Wahrnehmen und Verstehen eines Problems sowie das Analysieren von Aspekten und Bedingungen der Situation, die das Problem verursachen.
Problemlösekompetenz	Die Fähigkeit Problemsituationen zu erkennen, zu verstehen und zu lösen.
Entscheidungsfähigkeit	Die Fähigkeit in Situationen mit mindestens zwei Möglichkeiten mehr oder weniger bewusst und rational Entscheidungen zu treffen.
Reflexives Denken	Die Fähigkeit logisch und rational zu denken sowie das eigene Handeln aktiv, kontinuierlich und sorgfältig abzuwägen/ zu durchdenken.
Ethische Kompetenz	Die Fähigkeit die eigenen moralischen Orientierungen zu reflektieren, formulieren und begründen sowie moralische Probleme zu erkennen und moralisch zu handeln.
Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz	Die Fähigkeit Situationen (zeit- und ortsgebunden) ganzheitlich wahrzunehmen und angemessen zu reflektieren.
Situationsadäquate Handlungskompetenz	Die Fähigkeit basierend auf den Kernkompetenzen, nach umfassendem Verständnis und Reflexion einer Situation unmittelbar eine Handlung umzusetzen.
Kritisches Denken	Die Fähigkeit eigene Entscheidungen, Aussagen und Absichten kritisch zu hinterfragen sowie die Argumentation zu bewerten.
Anpassungsfähigkeit	Die Fähigkeit sich auf neuen Verhältnissen und Anforderungen anzupassen arbeiten.
Teamfähigkeit	Die Fähigkeit sich in eine Gruppe von Personen zu integrieren und mit dieser zusammen zu arbeiten.

IX. Leitfadeninterview – Zwischenstudie

Einleitung und Einstieg	Dank für die Teilnahmebereitschaft, Erklärung des Vorgehens, Klärung des zeitlichen Rahmens, Zusicherung von Anonymität und Datenschutz, Frage nach Unklarheiten
Code der befragten Person nennen	
Block 1: Vorerfahrungen mit VR	• Welche Erfahrungen haben Sie bereits mit Virtual Reality (VR)/ Einsatzsimulationen gemacht?
Block 2: Akzeptanz und Zufriedenheit	• Wie bewerten Sie die gerade durchlaufene VR-Einsatzsimulation und inwieweit wurden Ihre Erwartungen erfüllt? • Welche drei Vor- und Nachteile können Sie zur gerade durchlaufenen VR-Einsatzsimulation nennen? • Wie bewerten Sie die Systembenutzbarkeit (Usability) und die visuelle Ästhetik der Lernumgebung? • Wie ist es Ihnen während der Simulation ergangen? Hatten Sie gesundheitliche oder technische Herausforderungen? Wenn ja, wie haben Sie diese gelöst? • Welche der von Ihnen durchgeführten Handlungen sind Ihnen gut gelungen, welche nicht?
Block 3: Auswirkungen auf den Kompetenzerwerb	• Welche Kompetenzen konnten Sie in der VR-Einsatzsimulation Ihrer Einschätzung nach besonders gut trainieren? Und welche dieser Kompetenzen sind für Polizeibedienstete besonders wichtig? (*siehe beigefügte Kompetenzübersicht, der befragten Person aushändigen*) • Inwieweit haben sich Ihre Kenntnisse und Fähigkeiten verbessert? Wie schätzen Sie Ihren Kompetenzzuwachs ein? (*Hilfestellung: Was haben Sie neu gelernt/ verbessert?)*
Block 4: Interaktionen	• Inwiefern war es Ihnen möglich in der VR-Lernumgebung zu agieren/ Handlungen vorzunehmen? (*Hilfestellung: Gegenstände greifen, freies Bewegen, Entscheiden, wo Sie hingehen möchten*) • Inwieweit haben sich die Interaktionen (*Hilfestellung: das, was Sie in der VR-Lernumgebung getan haben*) in der VR-Lernumgebung auf Ihren Kompetenzerwerb ausgewirkt?
Block 5: Präsenz	• Welchen Einfluss hatte die VR-Lernumgebung auf Ihre Konzentrationsfähigkeit und Ihre Wahrnehmung? • Inwieweit hatten Sie das Gefühl in die Umgebung eingetaucht zu sein (anwesend zu sein und in dieser frei handeln zu können, Gegenstände zu erfassen)? (*Hilfestellung: Das meint, dass Sie vergessen haben, wo Sie sich gerade befinden – im Simulationszentrum.*)
Block 6: Ergänzungen	• Welche Verbesserungsvorschläge haben Sie im Hinblick auf das Szenario und wie in diesem Kompetenzen erworben werden können? • Gibt es aus Ihrer Sicht noch Aspekte, die nicht angesprochen wurden, die Sie aber im Hinblick auf das Thema als wichtig ansehen und hinzufügen möchten?
Abschluss	Dank für Auskunfts- und Teilnahmebereitschaft, Fragen, Anregungen, Kritik der/ des Befragten, Information über das weitere Vorgehen

Kompetenz	Erläuterung
Medien- und technologiebasierte Problemlösekompetenz	Die Fähigkeit, berufliche Anforderungen im Zusammenhang mit der Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie zu bewältigen. Es geht um das Wahrnehmen und Verstehen eines Problems sowie das Analysieren von Aspekten und Bedingungen der Situation, die das Problem verursachen.
Fachwissen	Die Fähigkeit basierend auf Fachwissen „Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen“.
Beurteilungsvermögen	Die Fähigkeit, Sachverhalte basierend auf dem vorhandenen Wissen und den Erfahrungen einschlägig einzuschätzen und zu beurteilen.
Analytische Fähigkeiten	Die Fähigkeit, (komplexe) Probleme in einzelne Komponenten zu zerlegen, diese sowie die Zusammenhänge zu erkennen und zutreffend zu schlussfolgern.
Kommunikationsfähigkeit	Die Fähigkeit, in Situationen eigene Absichten und Bedürfnisse zu kommunizieren sowie der Partner zu verstehen.
Problemlösungsfähigkeit	Die Fähigkeit Problemsituationen zu erkennen, zu verstehen und zu lösen.
Reflexives Denken	Die Fähigkeit logisch und rational zu denken sowie das eigene Handeln aktiv, kontinuierlich und sorgfältig abzuwägen/ zu durchdenken.
Kritisches Denken	Die Fähigkeit eigene Entscheidungen, Aussagen und Absichten kritisch zu hinterfragen sowie die Argumentation zu bewerten.
Entscheidungsfähigkeit	Die Fähigkeit in Situationen mit mindestens zwei Möglichkeiten mehr oder weniger bewusst und rational Entscheidungen zu treffen.

X. Leitfadeninterview – Hauptstudie

Einleitung und Einstieg	Dank für die Teilnahmebereitschaft, Erklärung des Vorgehens, Klärung des zeitlichen Rahmens, Zusicherung von Anonymität und Datenschutz, Frage nach Unklarheiten
Code der befragten Person nennen	
Block 1: Vorerfahrungen mit VR	• Welche Erfahrungen haben Sie bereits mit Virtual Reality (VR)/ Einsatzsimulationen gemacht?
Block 2: Akzeptanz und Zufriedenheit	• Wie bewerten Sie die gerade durchlaufene VR-Einsatzsimulation? • Inwieweit wurden Ihre Erwartungen erfüllt? • Welche drei Vor- und Nachteile können Sie zur gerade durchlaufenen VR-Einsatzsimulation nennen? • Wie bewerten Sie die Systembenutzbarkeit (Usability)? • Wie bewerten Sie die visuelle Ästhetik der Lernumgebung? • Wie ist es Ihnen während der Simulation ergangen? Hatten Sie gesundheitliche oder technische Herausforderungen? Wenn ja, wie haben Sie diese gelöst?
Block 3: Wahrnehmung des Kompetenzzuwachs	• Welche Kompetenzen konnten Sie in der VR-Einsatzsimulation Ihrer Einschätzung nach besonders gut trainieren, welche weniger gut? *(siehe beigefügte Kompetenzübersicht, der befragten Person aushändigen)* • Welche Kompetenzen sind für Polizeibedienstete besonders wichtig? *(siehe beigefügte Kompetenzübersicht, der befragten Person aushändigen)* • Wie schätzen Sie Ihren Kompetenzzuwachs ein? • Was haben Sie neu gelernt/ verbessert?
Block 4: Interaktionen	• Inwiefern war es Ihnen möglich in der VR-Lernumgebung zu agieren? (*Hilfestellung: Gegenstände greifen, freies Bewegen, Entscheiden, wo Sie hingehen möchten*)
Block 5: Präsenz	• Welchen Einfluss hatte die VR-Lernumgebung auf Ihre Konzentrationsfähigkeit und Ihre Wahrnehmung? • Inwieweit hatten Sie das Gefühl in die Umgebung eingetaucht zu sein (anwesend zu sein und in dieser frei handeln zu können, Gegenstände zu erfassen)? (*Hilfestellung: Das meint, dass Sie vergessen haben, wo Sie sich gerade befinden – im Simulationszentrum.*)
Block 6: Ergänzungen	• Wenn Sie morgen einen Tankstellenüberfall hätten, was würden Sie in der VR-Lernumgebung noch benötigen, um sich ideal auf den Einsatz vorzubereiten? • Gibt es aus Ihrer Sicht noch Aspekte, die nicht angesprochen wurden, die Sie aber im Hinblick auf das Thema als wichtig ansehen und hinzufügen möchten?
Abschluss	Dank für Auskunfts- und Teilnahmebereitschaft, Fragen, Anregungen, Kritik der/ des Befragten, Information über das weitere Vorgehen

Kompetenz	Erläuterung
Medien- und technologiebasierte Problemlösekompetenz	Die Fähigkeit, berufliche Anforderungen im Zusammenhang mit der Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie zu bewältigen. Es geht um das Wahrnehmen und Verstehen eines Problems sowie das Analysieren von Aspekten und Bedingungen der Situation, die das Problem verursachen.
Fachkompetenz	Die Fähigkeit basierend auf Fachwissen „Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen“.
Beurteilungsvermögen	Die Fähigkeit, Sachverhalte basierend auf dem vorhandenen Wissen und den Erfahrungen einschlägig einzuschätzen und zu beurteilen.
Analytische Fähigkeiten	Die Fähigkeit, (komplexe) Probleme in einzelne Komponenten zu zerlegen, diese sowie die Zusammenhänge zu erkennen und zutreffend zu schlussfolgern.
Kommunikationsfähigkeit	Die Fähigkeit, in Situationen eigene Absichten und Bedürfnisse zu kommunizieren sowie der Partner zu verstehen.
Problemlösungsfähigkeit	Die Fähigkeit Problemsituationen zu erkennen, zu verstehen und zu lösen.
Reflexives Denken	Die Fähigkeit logisch und rational zu denken sowie das eigene Handeln aktiv, kontinuierlich und sorgfältig abzuwägen/ zu durchdenken.
Kritisches Denken	Die Fähigkeit eigene Entscheidungen, Aussagen und Absichten kritisch zu hinterfragen sowie die Argumentation zu bewerten.
Entscheidungsfähigkeit	Die Fähigkeit in Situationen mit mindestens zwei Möglichkeiten mehr oder weniger bewusst und rational Entscheidungen zu treffen.
Teamfähigkeit	Die Fähigkeit sich in eine Gruppe von Personen zu integrieren und mit dieser zusammen zu arbeiten sowie sich auf andere Personen einzustellen, mit ihnen kollegial Ziele zu definieren und zu erreichen.

XI. Leitfadeninterview – Ergänzungsstudie

Einleitung und Einstieg	Dank für die Teilnahmebereitschaft, Erklärung des Vorgehens, Klärung des zeitlichen Rahmens, Zusicherung von Anonymität und Datenschutz, Frage nach Unklarheiten
	Haben Sie das Szenario mit der VR-Brille bearbeitet? Ja ☐ Nein ☐
	Sind technische Störungen bei der Bearbeitung aufgetreten? Ja ☐ Nein ☐
	Bis zu welcher Stelle sind Sie in der VR-Einsatzsimulation gekommen?
Aufnahme starten – Code der befragten Person nennen	
Block 1: Vorerfahrungen	• Welche Erfahrungen haben Sie bereits mit Virtual Reality (VR) gemacht?
Block 2: Bewertung und Nutzererfahrung	• Wie bewerten Sie die gerade durchlaufene VR-Einsatzsimulation? • Wie haben Sie die einzelnen Zeugen im Hinblick auf ihr Verhalten und ihre Aussagen wahrgenommen? • Welche Situationen haben dazu beigetragen, dass Sie sich in der VR-Einsatzsimulation intensiv mit dem Tankstellenüberfall auseinandersetzen konnten? • Welche technischen oder gesundheitlichen Herausforderungen haben Sie erlebt und wie haben Sie diese gelöst?

Block 3: Wahrnehmung des Kompetenzzuwachs	• Wie schätzen Sie Ihren Kompetenzzuwachs ein?
	• Was haben Sie in der VR-Einsatzsimulation neu gelernt/ verbessert?
	• Welche Situationen in der VR-Einsatzsimulation haben Ihnen geholfen die
	  • Kommunikationsfähigkeit,
	  • Fachkompetenz,
	  • Entscheidungsfähigkeit zu trainieren?

Block 4: Interaktionen	• Wie bewerten Sie die Interaktionsmöglichkeiten in der VR-Einsatzsimulation und woran machen Sie das fest?
Block 5: Präsenzerleben	• Inwieweit hatten Sie das Gefühl in die Umgebung eingetaucht zu sein (anwesend zu sein und in dieser frei handeln zu können, Gegenstände zu erfassen)? (*Hilfestellung: Das meint, dass Sie vergessen haben, wo Sie sich gerade befinden – im Simulationszentrum.*)
Block 6: Erleben des VR-Szenarios	• Was ist Ihnen von den Zeugen noch in Erinnerung geblieben? (äußeres Erscheinungsbild, Verhalten, geteilte Informationen) • Haben Sie den Zeugen wahrgenommen, der ein Foto vom Täter mit seinem Handy gemacht hat? Wie würden Sie in der Realität mit diesem umgehen? • Welche Informationen haben Sie über den Täter erfahren und welche Schritte würden Sie vornehmen um diesen zu finden?
Block 7: Ausmaß Perspektivenübernahme	• Wie gut konnten Sie sich in die Rolle des/ der Polizeibediensteten hineinversetzen? • Welche Emotionen und Eindrücke haben Sie durch das Eintauchen in die virtuelle Umgebung erlebt?
Block 8: Wirksamkeit und Nutzen von VR	• Was haben Sie in der VR-Einsatzsimulation üben können, das wichtig für den Polizeiberuf ist? • Wie haben Sie die VR-Technologie im Vergleich zu anderen Lernmedien (PowerPoint, Übungssituation) erlebt? • Was war an VR besser/ weniger gut?

Block 9: Ergänzungen	• Was brauchen Sie, um mit VR besser lernen zu können? • Gibt es aus Ihrer Sicht noch Aspekte, die nicht angesprochen wurden, die Sie aber im Hinblick auf das Thema als wichtig ansehen und hinzufügen möchten?
Abschluss	Dank für Auskunfts- und Teilnahmebereitschaft, Fragen, Anregungen, Kritik der/ des Befragten, Information über das weitere Vorgehen

XII. Beobachtungsprotokoll – Vorstudie

Allgemeine Angaben	
Ort: Simulationszentrum der HdP	Datum: 23.11.2023 Uhrzeit: 09 bis 16 Uhr
Anzahl der Teilnehmenden	22 Studierende, darunter 11 Studierende im ersten Studienjahr, 10 im zweiten Studienjahr und ein Studierender im dritten Studienjahr
Betreuung der Teilnehmenden erfolgte durch	3 Beschäftige der HdP Autorin
Organisation	Laptops und Aufnahmegeräte standen in ausreichender Anzahl zur Verfügung Kursräume zur parallelen Durchführung der Interviews wurden reserviert. Laufwege vom Simulationszentrum zum Kursraum wurden entsprechend berücksichtigt Eine Warteecke zur Bearbeitung des Wissenstests wurde vor den Kursräumen eingerichtet (Papier-)Codes zur anonymisierten Erhebung von Daten wurden mit Raumnummerierungen zur besseren Orientierung für die Studierenden erstellt und ausgedruckt Es gab keine technischen Probleme mit den Aufnahmegeräten Störfaktoren wurden beseitigt: Fenster wurden geschlossen, keine Ablenkungen durch Handys, Notbeleuchtung wurde ausgeschaltet HMD wurden am Vortag und Durchführungstag getestet Beschäftigte der HdP wurden in das Untersuchungsdesign und die Durchführung der Interviews eingewiesen Vorbesprechung und Nachbesprechung wurden durchgeführt
Methodik der Beobachtung	
Beobachtungsansatz	Nicht-teilnehmende, offene Beobachtung
Umfang	Dokumentation des Verhaltens der Lernenden, ihrer Interaktion mit der VR-Technologie und ihre Reaktionen

Beobachtungssituation	
P & P	Die Studierenden füllten alle die P & P-Befragung motiviert aus. Die Bearbeitungsdauer von 10 Minuten wurde i. d. R. ausgeschöpft. Einige Studierende benötigten etwas mehr Zeit benötigt.
Simulation	Je Durchgang waren zwei Studierende simultan in das Szenario eingebunden. Die anderen Studierenden warteten außerhalb des Simulationszentrums auf die Durchführung. Die technische Einweisung dauerte bei allen Studierenden-Paaren länger als erwartet, da die Studierenden keinerlei Vorerfahrungen mit VR hatten und sie zum ersten Mal damit arbeiteten. Das Thema Tankstellenüberfall war für die Studierenden neu. Sie verfügten über keine vergleichbaren Vorerfahrungen auf die sie ihre Handlungen hätten stützen können. Den gesamten Vormittag über traten beim Abspielen der VR-Simulation großflächige Störungen auf (das System hakte, Informationstextboxen und Wissensfragen konnten nicht geöffnet werden). Die Anwendung musste mehrfach neu gestartet werden. Den gesamten Nachmittag über konnte die VR-Simulation störungsfrei abgespielt werden.

Beobachtungssituation	
Wissenstest	Aufgrund der technischen Störungen konnten nicht alle Studierenden die Simulation wie geplant durchlaufen. Die Studierenden bearbeiteten, wie eingewiesen, den Wissenstest eigenständig vor dem Interview. Die Bearbeitungsdauer von 20 Minuten wurde ausgeschöpft. Viele Studierende benötigten mehr Zeit zur Beantwortung.
Interview	Einige Fragen waren für die Studierenden herausfordernd. Die Hilfestellung war für die meisten Studierenden notwendig, um Antworten auf die Fragen geben zu können. Die Übersicht zu Kompetenzen wurde als Unterstützung von allen Studierenden genutzt. Einige Fragen stellten sich als ungeeignet heraus, da die VR-Lernumgebung das Erfragte nicht abbildete. Die Studierenden waren durchweg bei der Interviewdurchführung motiviert und gaben gerne Auskunft darüber, was für den Polizeiberuf wichtig ist.

XIII. Beobachtungsprotokoll – Zwischenstudie

Allgemeine Angaben	
Ort: Simulationszentrum der HdP	Datum: 08.03.2024 Uhrzeit: 09:00 bis 12:30 Uhr
Anzahl der Teilnehmenden	5 Studierende im zweiten Studienjahr
Betreuung der Teilnehmenden erfolgte durch	3 Beschäftige der HdP Autorin
Organisation	Laptops und Aufnahmegeräte standen in ausreichender Anzahl zur Verfügung Kursräume zur parallelen Durchführung der Interviews wurden reserviert. Laufwege vom Simulationszentrum zum Kursraum wurden entsprechend berücksichtigt Eine Warteecke zur Bearbeitung des Wissenstests wurde vor den Kursräumen eingerichtet Es gab keine technischen Probleme mit den Aufnahmegeräten Störfaktoren wurden beseitigt: Fenster wurden geschlossen, keine Ablenkungen durch Handys, Notbeleuchtung wurde ausgeschaltet HMD wurde vor Untersuchungsbeginn getestet Beschäftigte der HdP wurden in das Untersuchungsdesign und die Durchführung der Interviews eingewiesen Vorbesprechung und Nachbesprechung wurden durchgeführt
Methodik der Beobachtung	
Beobachtungsansatz	Nicht-teilnehmende, offene Beobachtung
Umfang	Dokumentation des Verhaltens der Lernenden, ihrer Interaktion mit der VR-Technologie und ihre Reaktionen

Beobachtungssituation	
Simulation	Je Durchgang war ein Studierender in das Szenario eingebunden. Die anderen Studierenden warteten außerhalb des Simulationszentrums auf die Durchführung. Die technische Einweisung zum Umgang mit dem HMD wurde mit jedem Studierenden einzeln durchgeführt und kurz und knapp gehalten.
	Die einzelne, nicht parallele, Durchführung des Szenarios führte bei den Studierenden zu langen Wartezeiten.
	Das System wurde im Vergleich zur Vorstudie umgestellt. Ein freies Bewegen im Raum war möglich. Die grafische Auflösung war besser als bei der Vorstudie. Die ersten zwei Studierenden haben das Szenario mit der kabellosen Brille durchlaufen. Da bei beiden das System abgestürzt ist, wurde beim dritten (bis fünften) Studierenden auf die kabelgebundene Lösung gewechselt.
	Aufgrund der technischen Störungen konnten nicht alle Studierenden die Simulation wie geplant durchlaufen. Die Bearbeitung wurde unterbrochen und das Szenario nachbesprochen (Wie verfahren Sie mit der Information hinsichtlich der Geldscheine? Was machen Sie taktisch mit dieser Information? Nehmen Sie Daten auf?)
	In dem Szenario wurden die Zeugenaussagen nicht in Form von Audiosequenzen abgespielt, sondern durch den *Operator*/ beigestellten technischen Betreuer mündlich in Echtzeit gesprochen.

Beobachtungssituation	
	Der Schwerpunkt lag auf der Kommunikationsfähigkeit, dem dialogischen Sprechen, weniger auf dem eigenständigen Erkunden der Umgebung und dem Treffen von Entscheidungen.
	Es wurden ausgeprägte Kompetenzen in der Kommunikationsfähigkeit und der Informationserfassung festgestellt sowie bei der Anwendung von Fachbegriffen.
	Im Vergleich zur Vorstudie hatten die Studierenden in der VR-Lernumgebung weniger Handlungsmöglichkeiten.
	Die Handlungskompetenz wurde nur marginal wahrgenommen.
	Die Erreichung der Lernziele 2 und 3 waren wahrzunehmen, Lernziel 4, 5 und 6 nur stellenweise. Das Sicherstellen des Bargeldes in Lernziel 4 war in der VR-Lernumgebung nicht möglich. Die Ermittlung des taktischen Werts in Lernziel 5 fiel den Studierenden schwer, da sie sich die Informationen merken mussten und nicht in Form von Informationstextboxen nachlesen konnten. Je nach gewählter Reihenfolge gelangten nicht alle Studierende eigenständig zur verletzten Person (Lernziel 6).
Wissenstest	Die Bearbeitungsdauer von 20 Minuten wurde ausgeschöpft.
	Die Studierenden konnten im Vergleich zur Vorstudie auf nahezu alle Fragen eine Antwort geben. Insbesondere bei den Fragen mit Visualisierungen wurden von allen Antworten gegeben.
Interview	Fragen, die zwei Aspekte ansprachen, verlangten von den Studierenden viel Aufmerksamkeit und gutes Zuhören, sodass diese zur besseren Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit in zwei separate Fragen aufgeteilt wurden.
	Einige Fragen waren für die Studierenden herausfordernd. Die Hilfestellung war für die meisten Studierenden notwendig, um Antworten auf die Fragen geben zu können. Die Übersicht zu Kompetenzen wurde als Unterstützung von allen Studierenden genutzt.
	Fragen, welche Interaktionen und durchgeführte Handlungen adressiert wurden, konnten von den Studierenden nicht beantwortet werden, da die Studierenden in der VR-Lernumgebung kaum Interagieren und eigenständig Handlungen vornehmen konnten.

Anmerkung: Ergänzende Informationen zur vorherigen Studie sind grau gekennzeichnet.

XIV. Beobachtungsprotokoll – Hauptstudie

Allgemeine Angaben	
Ort: Simulationszentrum der HdP	Datum: 25.04.2024 Uhrzeit: 07:45 bis 18:00 Uhr
Anzahl der Teilnehmenden	25 Studierende im ersten Studienjahr, 23 Studierende im zweiten Studienjahr
Betreuung der Teilnehmenden	Die Betreuung der Studierenden während der Untersuchung erfolgte durch acht Beschäftige der HdP und die Autorin.
	Die Station P & P und Wissenstest wurde von einer Person betreut. Je VR-Station stand ein *Operator* zur Verfügung, der die Studierenden individuell betreute.
	Die Interviewdurchführung erfolgte parallel in drei verschiedenen Räumen.
Organisation	Laptops und Aufnahmegeräte standen in ausreichender Anzahl zur Verfügung
	Kursräume zur parallelen Durchführung der Interviews wurden reserviert. Laufwege vom Simulationszentrum zum Kursraum wurden entsprechend berücksichtigt
	Eine Warteecke zur Bearbeitung der P & P-Befragung sowie des Wissenstests wurde vor dem Simulationszentrum eingerichtet
	Einzelne Stationen wurden entsprechend ausgeschildert
	Je Station wurden 20 Minuten eingeplant Insgesamt gab es vier Stationen: P & P, VR-Szenario, Wissenstest, Interview
	Die Studierenden bekamen ihren Code aufgeklebt.
	Die Bearbeitung des Szenarios erfolgte parallel an drei VR-Stationen.
	Um mögliche Beeinträchtigungen zu vermeiden, wurde das Licht im Simulationszentrum während der Bearbeitung des Szenarios ausgeschaltet.
	Die HMD wurden vor Untersuchungsbeginn getestet. Technische Störungen konnten schnell behoben werden.
	Klärung letzter Fragen hinsichtlich der Untersuchungsdurchführung wurden vorgenommen
	Handsprechfunkgeräte wurden zur Verfügung gestellt
	Die Studierenden wurden darauf hingewiesen ihre Schutzweste mitzubringen.
	Reservezeiten wurden aufgrund von technischen Störungen und zeitlichen Verzögerungen ausgeschöpft.
	Jeder *Operator* bekam ein Skript (mit dem Lagebild des Szenarios und den Triggerpunkten) zur Verfügung gestellt.
Methodik der Beobachtung	
Beobachtungsansatz	Nicht-teilnehmende, offene Beobachtung
Umfang	Dokumentation des Verhaltens der Lernenden, ihrer Interaktion mit der VR-Technologie und ihre Reaktionen

Beobachtungssituation	
P & P	Die Studierenden waren pünktlich zur vereinbarten Uhrzeit anwesend.
	Bei der P & P-Befragung gab es von den Studierenden kaum Rückfragen.
Simulation	Am Vormittag traten viele technische Störungen auf, sodass eine parallele Durchführung an drei Stationen nicht möglich war.
	Beim ersten Durchgang erforderten die technischen Störungen einen wiederholten Neustart der Anwendung. Die Durchgänge zwei und drei waren von Systemabstürzen geprägt.
	Aufgrund von massiven technischen Störungen wurde am Vormittag versucht auf das kabelgebundene HMD zu wechseln, was allerdings nicht vorgenommen wurde, da die Einrichtung zu zeitintensiv gewesen wäre.
	Sofern technische Störungen während der Bearbeitung des VR-Szenarios auftraten, wurde das HMD abgenommen und das Szenario weiter mündlich besprochen.
	Die technische Einweisung zum Umgang mit dem HMD wurde mit jedem Studierenden einzeln durchgeführt und kurz gehalten.
	Aufgrund der technischen Störungen konnten am Vormittag nicht alle Studierenden die Simulation mit dem HMD wie geplant durchlaufen. Die Bearbeitung wurde unterbrochen und das Szenario am Computer nachbesprochen (Wie verhalten Sie sich in der Lage? Welche Informationen geben Sie weiter?)
	Um den Zeitplan einzuhalten wurde bei technischen Störungen die Bearbeitung so gelöst, dass ein Lernender das VR-Szenario unter dem HMD bearbeitete und die anderen beiden Lernenden zuschauten.
	Im VR-Szenario wurden die Zeugenaussagen in Form von Audiosequenzen und Informationstextboxen dargestellt.
	Das Handsprechfunkgerät wurde den Studierenden an ihre Schutzweste angeheftet. Das Handsprechfunkgerät war allerdings ausgeschaltet. Aufgrund der räumlichen Nähe zum *Operator* wurde auf eine Kommunikation per Funk verzichtet.
	Die Studierenden wurden eng betreut und abhängig vom *Operator* unterschiedlich stark durch die VR-Lernumgebung geführt.
	Die Durchführung am Nachmittag war weniger störanfällig als am Vormittag.
	Trotz Skript und ausgedrucktem Sachverhalt war bei der Durchführung des Szenarios keine vollständige Standardisierung gegeben. Ein *Operator* las den Sachverhalt wortgetreu vor, während ein anderer den Sachverhalt frei schilderte.
	Eine Fortbewegung der Studierenden war in der virtuellen Lernumgebung möglich. Die Studierenden mussten darauf achten, dass sie ihren Bewegungsradius nicht überschreiten.
Wissenstest	Von den 20 Minuten wurden 17 Minuten zur Bearbeitungsdauer des Wissenstests genutzt, die weiteren drei Minuten als Wegezeiten um den Raum zur Interviewdurchführung aufzusuchen.
	Den Studierenden im ersten Studienjahr fiel es schwer die Fragen zu beantworten.
	Die Studierenden des ersten und zweiten Studienjahres hatten das Thema Raub noch nicht im Studium behandelt. Sie hatten damit kein Vorwissen oder vergleichbare Vorerfahrungen auf die sie ihre Antworten hätten stützen können.

Beobachtungssituation	
Interview	Die Studierenden des ersten Studienjahres hatten noch kein Praktikum absolviert.
	Für Studierende des ersten Studienjahres war das Thema Kompetenzen von Polizeibediensteten schwer zu greifen und einzuschätzen, da sie über geringe polizeiliche Erfahrungen und nur über theoretisches Wissen zum Polizeiberuf verfügten.
	Für Studierende des ersten Studienjahres beinhaltete das VR-Szenario zu viele Informationen.
	Einige Fragen waren für die Studierenden herausfordernd. Die Hilfestellung war für die meisten Studierenden notwendig, um Antworten auf die Fragen geben zu können.
	Die Übersicht zu Kompetenzen wurde als Unterstützung von allen Studierenden genutzt.
	Es wurden Interviews mit allen Studierenden geführt, auch jene, welche das Szenario nicht mit einem HMD bearbeiteten.

Anmerkung: Ergänzende Informationen zur vorherigen Studie sind grau gekennzeichnet.

XV. Beobachtungsprotokoll – Ergänzungsstudie

Allgemeine Angaben	
Ort: Simulationszentrum der HdP	Datum: 10.12.2024 Uhrzeit: 07:45 bis 14:00 Uhr
Anzahl der Teilnehmenden	13 Studierende im dritten Studienjahr
Betreuung der Teilnehmenden	Die Betreuung der Teilnehmenden während der Untersuchung erfolgte durch drei Beschäftige der HdP und die Autorin. Die Station P & P und Wissenstest wurde von einer Person betreut. An der VR-Station stand ein *Operator* zur Verfügung, der die Studierenden individuell betreute.
Organisation	Zur Sicherheit wurden zwei VR-Stationen und drei Desktop-PC-Arbeitsplätze für die Untersuchung vorbereitet.
	Die Interviewdurchführung erfolgt durch die Autorin.
	Eine Warteecke zur Bearbeitung der P & P-Befragung sowie des Wissenstests wurde vor dem Simulationszentrum eingerichtet. Einzelne Stationen wurden entsprechend ausgeschildert. Insgesamt gab es vier Stationen: P & P-Befragung, VR-Szenario, Wissenstest, Interview. Für jede Station wurden 20 Minuten eingeplant. Um einen reibungslosen zeitlichen Ablauf zu gewährleisten wurde an den Stationen von den Beschäftigten der HdP ein Timer auf 17 Minuten gestellt. Die verbleibenden drei Minuten wurden nach dem VR-Szenario als Nachbesprechung genutzt.
	Der Fragebogen zur kognitiven Belastung wurde erstmalig in der Ergänzungsstudie eingesetzt. Dieser wurde nach der Bearbeitung des VR-Szenarios, unmittelbar vor dem Wissenstest, von den Studierenden beantwortet.
	Zur besseren Strukturierung und Anonymität erhielten die Studierenden einen Code. Die HMD wurden vor Untersuchungsbeginn getestet. Technische Störungen konnten schnell behoben werden.
	Die Studierenden wurden darauf hingewiesen ihre Schutzweste und ihr *In-Ear-Headset* mitzubringen.
	Reservezeiten wurden aufgrund von technischen Störungen und zeitlichen Verzögerungen ausgeschöpft.
	Am Vortag wurden die Studierenden in das Untersuchungsdesign eingewiesen und hatten die Möglichkeit ein Übungsszenario in VR zu testen und sich damit vertraut zu machen.
	Die Studierenden bereiteten sich außerhalb des Simulationszentrums vor, indem sie ihre Schutzweste anzogen und das Handsprechfunkgerät befestigten.
Technische Anpassungen	In dem VR-Szenario wurden technische Anpassungen vorgenommen. An der PI erhielten die Lernenden zusätzlich zum Sachverhalt eine visuelle Anleitung zur Bedienung der Controller.
	Die farbliche Gestaltung der Informationstextboxen wurde zur besseren Lesbarkeit überarbeitet. Die Informationen wurden in schwarzer Schrift vor einem weißen Hintergrund dargestellt.
	Es war den Studierenden möglich die Ausweisdokumente zu greifen.
	Die zweite Polizistin agierte nach Anweisung des Lernenden in der virtuellen Umgebung, wobei der *Operator* die entsprechenden Handlungen umsetzte. Ihre Handlungen waren beschränkt. Sie konnte jedoch die Versorgung der verletzten Person oder die

Allgemeine Angaben	
	Zeugenbefragung simulieren, ohne diese Aufgaben tatsächlich auszuführen.
Methodik der Beobachtung	
Beobachtungsansatz	Nicht-teilnehmende, offene Beobachtung
Umfang	Dokumentation des Verhaltens der Lernenden, ihrer Interaktion mit der VR-Technologie und ihrer Reaktionen

Allgemeine Eindrücke	
Allgemeine Beobachtungen	Alle Studierenden durchliefen das Szenario in VR.
	Die Studierenden wirkten neugierig und zugleich angespannt, weil sie nicht wussten, welches Szenario sie erwarten wird.
	Es fiel auf, dass die Studierenden mit den NPC viel interagiert haben.
	Die Reaktionen reichten von „das sieht aus wie in echt“ bis hin zu „da wird einem schwindelig“.
	Die Studierenden kommentierten „das ist aber lange her, dass wir räuberische Erpressung im Unterricht besprochen haben“.
	Die Studierenden hatten zwei Controller in der Hand. Um zu Funken war ein Umgreifen erforderlich.
	Die Informationen der Zeugen wurden nicht wie in der Hauptstudie durch Informationstextboxen dargestellt, sondern durch den *Operator* in Echtzeit gesprochen. Sofern die Informationstextboxen eingebettet waren, konnten die Studierenden diese nicht abrufen.
Technische Probleme	Bei zwei Durchgängen traten technische Schwierigkeiten auf, sodass auf das zweite HMD (Backupsystem) gewechselt wurde. Nach einem Systemneustart des ersten HMD erfolgte ein Rückwechsel.
	Die Informationstextboxen wurden verzögert oder nicht angezeigt. In den meisten Fällen widmeten sich die Studierenden der nächsten Zeugenbefragung.
	In unmittelbarer Nähe der Tankstelle ertönte ein Alarm, den die Studierenden trotz richtiger Handhabung nicht eigenständig ausschalten konnten.

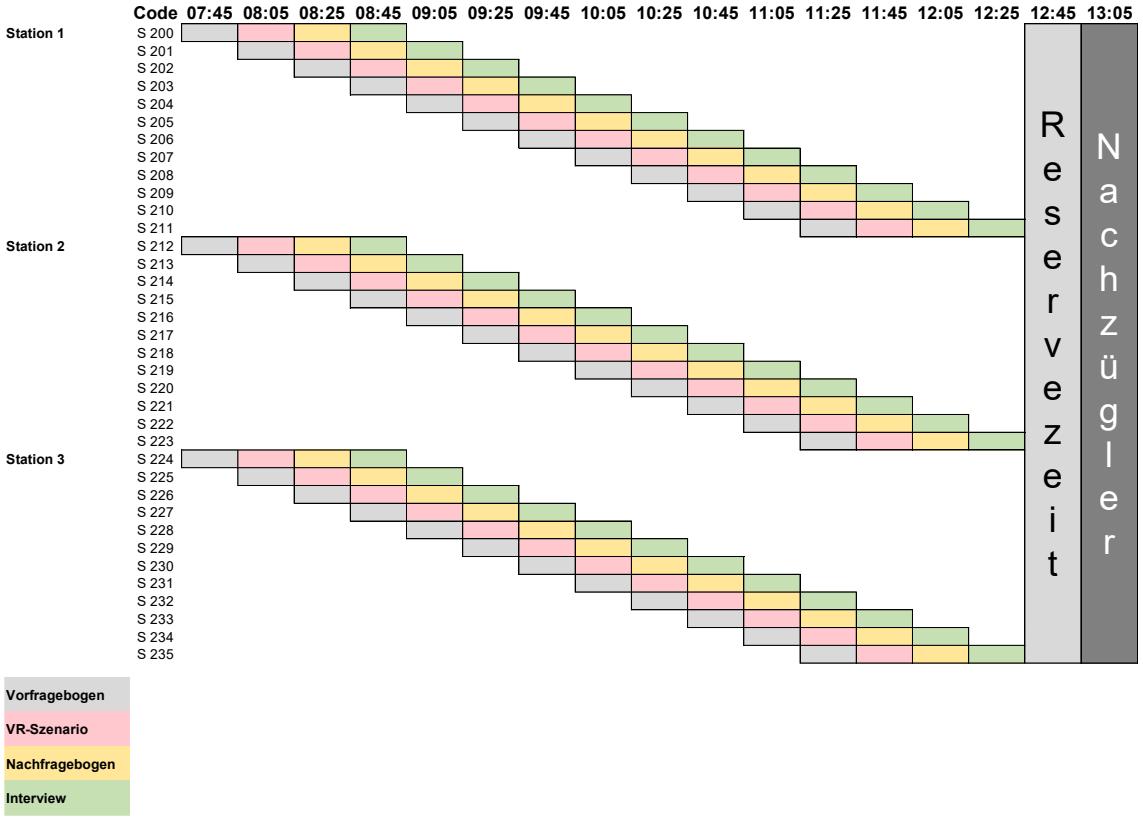
Beobachtungssituation	
P & P	Die Studierenden waren pünktlich zur vereinbarten Uhrzeit anwesend.
	Zur P & P-Befragung gab es von den Studierenden keine Rückfragen.
	Viele Studierende waren nach ca. 10 Minuten mit der Beantwortung fertig.
Simulation	In dem VR-Szenario wurden technische Anpassungen vorgenommen. Der Sachverhalt wurde nicht mehr mündlich vom Operator vorgelesen, sondern als Audiosequenz abgebildet.
	Obwohl der Sachverhalt als Audiosequenz und Informationstextbox integriert wurde, war eine Standardisierung nur bedingt gegeben, da der *Operator* mit den Lernenden situationsbezogen kommunizierte.
	Im VR-Szenario wurden die Zeugenaussagen in Form von Audiosequenzen und Informationstextboxen dargestellt.
	Bei der Fortbewegung in der virtuellen Lernumgebung mussten die Studierenden darauf achten, dass sie ihren Bewegungsradius (gekennzeichnet durch einen roten Kreis) nicht überschritten.

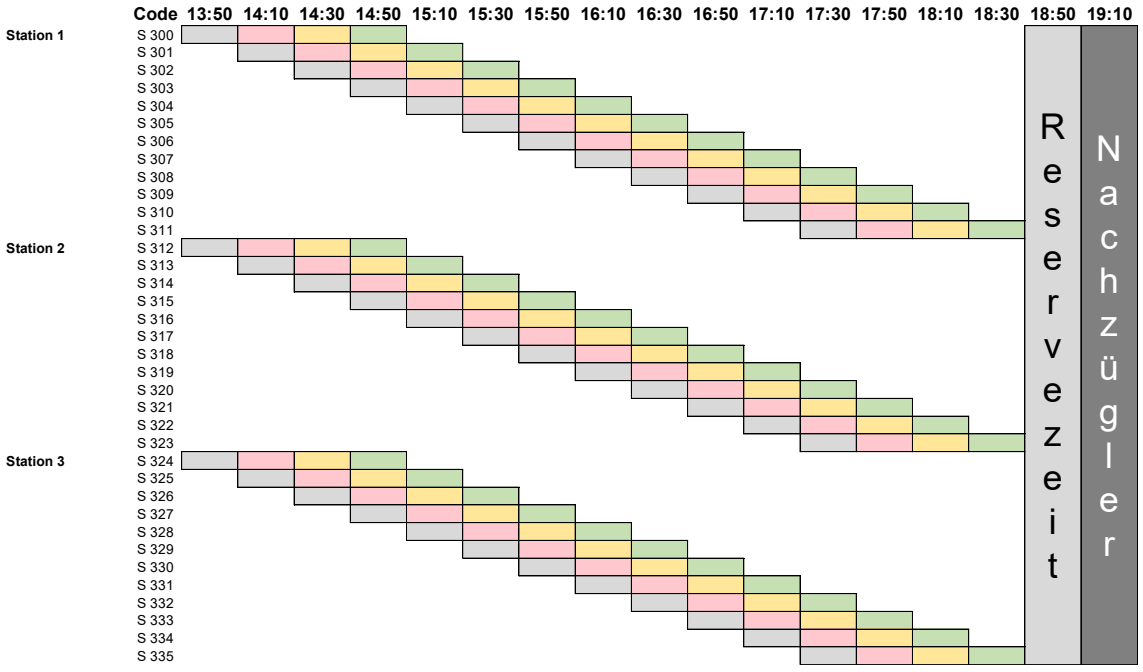
Beobachtungssituation	
	Die Studierenden des dritten Studienjahres hatten das Thema Raub bereits im Studium behandelt. Sie verfügten damit über mehr Vorwissen oder vergleichbare Vorerfahrungen auf die sie ihre Antworten stützen konnten.
Interview	Für einige Studierende war es herausfordernd auf die Frage zu antworten, welche Situationen dazu beigetragen haben, dass Sie sich in der VR-Einsatzsimulation intensiv mit dem Tankstellenüberfall auseinandersetzen konnten. Die Studierenden äußerten Situationen aus ihrem Studium. Für einige Studierende war es schwierig die Frage nach dem Kompetenzzuwachs zu beantworten, da sie nur ein VR-Szenario bearbeiteten.

Reflexion und Interpretation	
Erste Schlussfolgerungen	Die *Open Simulation* am Vortag ermöglichte es den Studierenden sich auf die am Folgetag geplante Untersuchung einzustellen. Die räumlichen und organisatorischen Gegebenheiten schafften ein vertrautes Gefühl.
	Eine technisch einwandfreie Bearbeitung und die Vertrautheit im Umgang mit der Technologie helfen die Nutzererfahrung zu verbessern.

Anmerkung: Ergänzende Informationen zur vorherigen Studie sind grau gekennzeichnet.

XVI. Zeitplanung der Hauptstudie





XVII. Ablaufplan der Hauptstudie

Dienstag, 23.04.2024	
Uhrzeit	Aufgaben
15 - 21 Uhr	Klärung offener Fragen
	Ausgestaltung des Zeitplans für den Untersuchungstag
	Festlegung der Nummerierungen/ Codes
	Raum und Technik vorbereiten
	Erstellung Anschreiben für die Studiengruppen zur Vorstellung des Untersuchungsdesigns
	Besprechung von Anpassungen im VR-Szenario
Mittwoch, 24.04.2024	
08 - 09 Uhr	Einrichtung und Aufbau von VR-Station 3
09 - 10 Uhr	Testen und Kennenlernen des Übungsszenarios
ganztägig	Einweisung der Beschäftigten der HdP in das Untersuchungsdesign
	Vorstellung der VR-Szenarien für die Beschäftigten der HdP
	Durchführung der Simulation durch die Beschäftigten der HdP
	Testdurchlauf Setting des VR-Szenarios
12 - 15 Uhr	*Open Simulation* für die Studiengruppen, Kennenlernen der VR-Technologie anhand des Übungsszenarios
	Vorstellung des Untersuchungsvorhabens und der Stationen Koordinierung der Studierenden für den Untersuchungstag
15 - 17 Uhr	Aufbauarbeiten der einzelnen Stationen (P & P, Wissenstest, Szenario, Interview)
17 - 18 Uhr	Systemupdates (Audacity, XVR) und letzte Anpassungen am VR-Szenario
Donnerstag, 25.04.2024	
06 - 07 Uhr	Interne Besprechung
07 - 07:45 Uhr	Testdurchlauf Setting des VR-Szenarios
07:45 - 12 Uhr	Erhebung mit Studierenden aus dem ersten Studienjahr
13 - 13:30 Uhr	Testdurchlauf Setting des VR-Szenarios
13:50 - 18 Uhr	Erhebung mit Studierenden aus dem zweiten Studienjahr
ab 18 Uhr	Nachbesprechung, Reflexion des Untersuchungstages

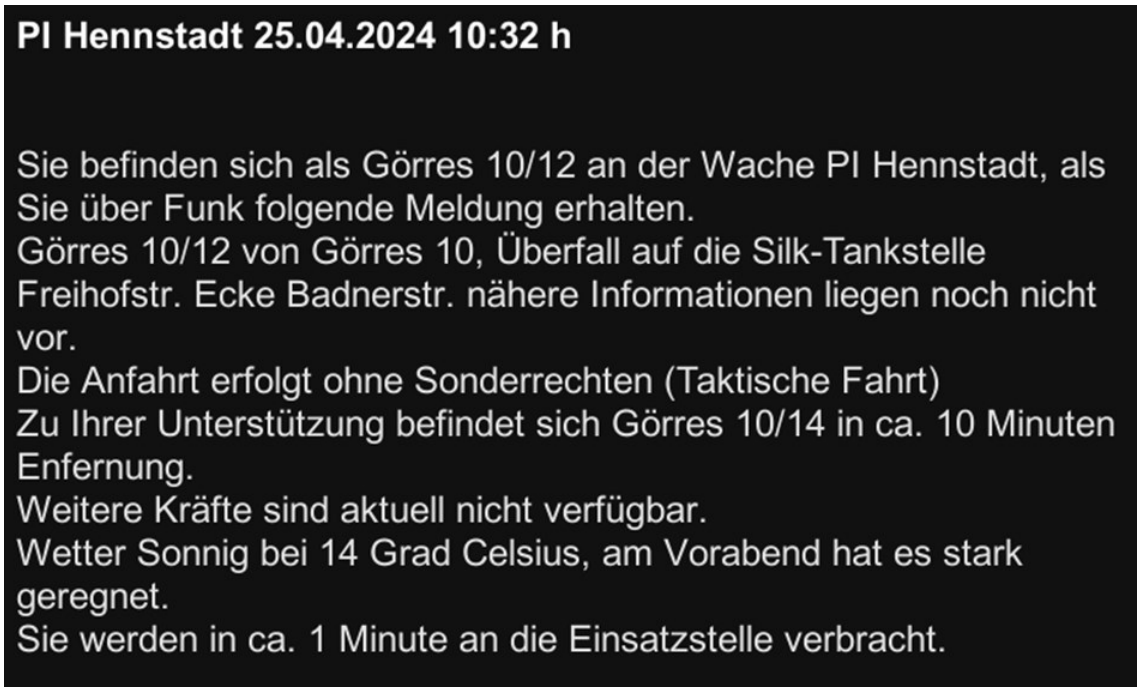
XVIII. Übersicht Studierende VR-Nutzung – Hauptstudie

	1. Studienjahr		
Durchgang	**Interview 1 (Autorin)**	**Interview 2 (Beschäftigter I)**	**Interview 3 (Beschäftigte II)**
1	200 VR	212 VR	224 VR
2	201 VR mit Störung	213 Beobachtend	225 VR mit Störung
3	202 Beobachtend	214 Beobachtend	226 Desktop-PC
4	203 Beobachtend	215 Beobachtend	227 VR
5	204 Beobachtend	216 Beobachtend	228 VR
6	205 VR mit Störung	217 Beobachtend	229 VR
7	206 Beobachtend	218 Beobachtend	230 VR
8	207 VR	219 Desktop-PC	231 Desktop-PC
9	208 VR		
	∑ **9**, darunter 5 mit VR, reibungsloser Ablauf bei 3 Studierenden **n = 25 Studierende**	∑ **8**, darunter 1 mit VR, ein reibungsloser Ablauf	∑ **8**, darunter 6 mit VR, reibungsloser Ablauf bei 5 Studierenden

	2. Studienjahr		
Durchgang	**Interview 1 (Autorin)**	**Interview 2 (Beschäftigter I)**	**Interview 3 (Beschäftigte II)**
1	300 VR	312 VR	324 VR
2	301 VR mit Störung	313 VR	325 VR
3	302 VR mit Störung	314 VR	326 VR
4	303 VR mit Störung	315 VR	327 VR
5	304 VR mit Störung	316 VR	328 Beobachtend
6	305 VR mit Störung	317 VR	329 VR
7	306 VR	318 VR	330 VR
8	307 VR mit Störung		331 VR
	∑ **8**, darunter reibungsloser Ablauf bei 2 Studierenden **n = 23 Studierende**	∑ **7**, alle mit VR	∑ **8**, darunter 7 mit VR

XIX. Skript VR-Szenario Tankstellenüberfall





(generierte Screenshots der HdP)

Die Studierenden haben auf dem Außengelände der PI Hennstadt 60 Sekunden Zeit, sich mit der Steuerung vertraut zu machen. Danach erfolgt die automatische Teleportation zur Einsatzstelle.



(generierter Screenshot der HdP)

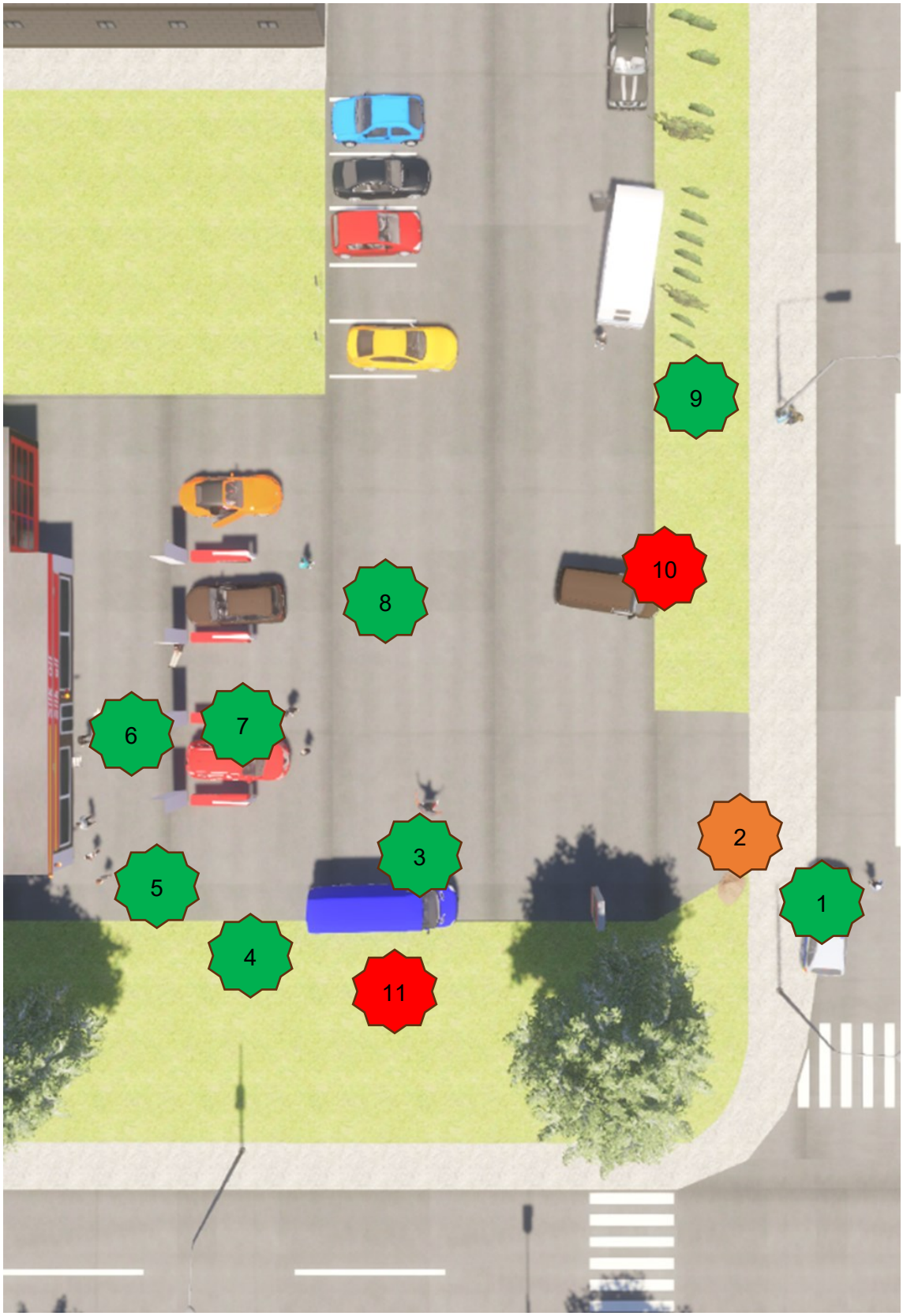
Beim Eintreffen an der Einsatzstelle sehen die Studierenden folgendes Lagebild:

- Mehrere Personen befinden sich auf dem Gelände der Tankstelle,
- Mehrere PKW stehen an bzw. bei der Tankstelle.

Nach ersten Befragungen schildern alle Zeugen, dass der Täter flüchtig ist. Der Täter sei zu Fuß über den Parkplatz davongelaufen.

An der Einsatzstelle gibt es keine unmittelbaren Gefahren.

Lagebild

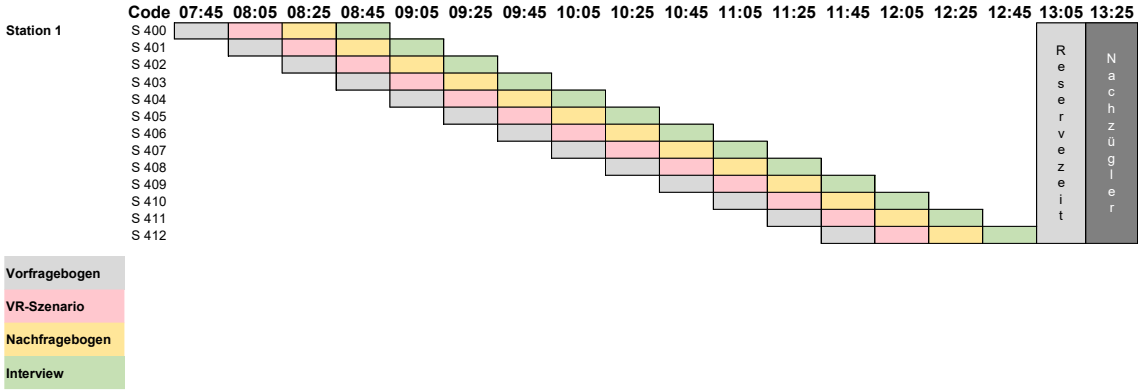


(generierter Screenshot der HdP)

Lfd. Nr.	Triggerpunkt	Erwartete Handlung
1	Eintreffen an der Einsatzstelle	Erste Lagemeldung abgeben
2	Lageerkundung	Informationen erfassen, weitere Lagemeldung abgeben
3	Zeugenbefragung (Tankwart)	Information zum gestohlenen Bargeld (3.000 Euro)
4	Zeugenbefragung	Einsatzrelevante Informationen erfragen
5	Zeugenbefragung (erste Täterbeschreibung, Täter zu Fuß flüchtig)	Weitere Lagemeldung abgeben
6	Zeugenbefragung (Handyfoto)	Handyfoto sicherstellen
7	Zeugenbefragung (verletzte Person)	Verletzte Person versorgen, Rückmeldung und Anforderung RTW
8	Zeugenbefragung	Einsatzrelevante Informationen erfragen
9	Zeugenbefragung (Handyvideo)	Handyvideo sicherstellen und Übermittlung an die Dienststelle
10	Kennzeichen Transporter	Halterabfrage durchführen, ggf. Fluchtfahrzeug
11	Kennzeichen Transporter	Halterabfrage durchführen, ggf. Fluchtfahrzeug

Für die Studierenden endet das Szenario nach dem Triggerpunkt 11.

XX. Zeitplanung der Ergänzungsstudie



XXI. Auswertung der Instrumente

		(n = 15)		
Skala	**Item**	***M***	***SD***	**Spannweite**
Selbstwirksamkeit	Ich freue mich darauf, ein polizeiliches Szenario mittels VR-Technologie auszuprobieren.	4.07	0.704	2 (3-5)
	Ich bin gespannt darauf, wie ich mich im VR-Szenario zurechtfinden werde.	4.33	0.488	1 (4-5)
	Ich bin davon überzeugt, dass ich den Sachverhalt in der VR-Lernumgebung gut meistern werde.	3.27	0.799	2 (2-4)
	Ich befürchte, dass ich die Anforderungen der VR-Lernumgebung nicht vollumfänglich bewältigen werde.	2.53	0.834	3 (1-4)
Einstellung zum Lernen mit VR	Wie ist Ihre Einstellung zum Lernen mit VR?	4.07	0.799	3 (2-5)
Einschätzung Kompetenzprofil Prä	Technologiebasierte Problemlösekompetenz	3.67	0.900	3 (2-5)
	Polizeifachliche Kompetenz	4.33	0.488	1 (4-5)
	Personale Kompetenz	4.43	0.514	1 (4-5)
	Sozial-kommunikative Kompetenz	4.67	0.617	1 (4-5)
	Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz	4.33	0.617	2 (3-5)
	Situationsadäquate Handlungskompetenz	4.40	0.632	2 (3-5)

Tabelle 26: Auswertung P & P-Befragung – Vorstudie

		(n = 47)		
Skala	**Item**	***M***	***SD***	**Spannweite**
Selbstwirksamkeit	Ich freue mich darauf, ein polizeiliches Szenario mittels VR-Technologie auszuprobieren.	3.81	1.056	4 (1-5)
	Ich bin gespannt darauf, wie ich mich im VR-Szenario zurechtfinden werde.	3.98	0.989	4 (1-5)
	Ich bin davon überzeugt, dass ich den Sachverhalt in der VR-Lernumgebung gut meistern werde.	3.38	0.677	3 (2-5)
	Ich befürchte, dass ich die Anforderungen der VR-Lernumgebung nicht vollumfänglich bewältigen werde.	2.70	1.061	4 (1-5)
Einstellung zum Lernen mit VR	Wie ist Ihre Einstellung zum Lernen mit VR?	3.87	1.076	4 (1-5)
Einschätzung Kompetenzprofil Prä	Technologiebasierte Problemlösekompetenz	3.70	0.883	3 (2-5)
	Polizeifachliche Kompetenz	4.40	0.742	3 (2-5)
	Personale Kompetenz	4.34	0.668	2 (3-5)
	Sozial-kommunikative Kompetenz	4.64	0.529	2 (3-5)
	Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz	4.34	0.731	2 (3-5)
	Situationsadäquate Handlungskompetenz	4.45	0.544	2 (3-5)
Einschätzung Kompetenzprofil Post	Technologiebasierte Problemlösekompetenz	3.55	1.059	4 (1-5)
	Polizeifachliche Kompetenz	3.98	0.967	4 (1-5)
	Personale Kompetenz	3.51	1.177	4 (1-5)
	Sozial-kommunikative Kompetenz	3.60	1.409	4 (1-5)
	Wahrnehmungs- und Reflexionskompetenz	4.28	0.852	3 (2-5)
	Situationsadäquate Handlungskompetenz	4.09	0.803	3 (2-5)

Tabelle 27: Auswertung P & P-Befragung – Haupt- & Ergänzungsstudie

1. Reduktion	2. Reduktion
Realitätsnah (35)	Gestaltung der Umgebung (72)
Komplexität (12)	
Wissenszuwachs (10)	
Immersion (5)	
Individualisierbarkeit (3)	
Kein Zeitdruck (2)	
Kommunikationsfähigkeit (1)	
Stress (2)	
Vielfältig (2)	
Störungsfrei (auch gute Grafik) (14)	Technische Anforderungen (25)
Usability (11)	
Freude (11)	Individuelle Ebene (30)
Erfahrungswerte sammeln (6)	
Sicherheit (5)	
Individuelle Ebene (2)	
Reflexion (3)	
Nachvollziehbarkeit (1)	
Sensibilisierung (1)	
Vorwissen (1)	

Tabelle 28: Auswertung P & P-Befragung Erwartung – Haupt- & Ergänzungsstudie

					(n = 15)			
Nr.	**Fragen (max. Punkte)**	**Fragetyp**	***M***	***SD***	**Spannweite**	***P***	***V***	***rit.***
1.	Wann liegt ein Überfall im taktischen Sinne vor? (8)	FT	3.8	1.699	6.0 (0.0-6.0)	.48	.05	.26
2.	Welche Ziele verfolgt die Polizei bei Raubüberfällen? (2)	SV	1.5	0.906	3.0 (0.0-3.0)	.38	.05	.45
3.	Welche Merkmale charakterisieren einen typischen, welche einen atypischen Überfall? (8)	SV	6.1	1.552	5.0 (3.0-8.0)	.77	.04	.13
4.	Vervollständigen Sie den jeweiligen Satz: (4)	SV	1.6	1.242	4.0 (0.0-4.0)	.40	.10	-.13
5.	Welche Sofortmaßnahmen bei Einsatzsituationen treffen Sie im Allgemeinen? (10)	SV	2.1	1.039	4.0 (1.0-5.0)	.21	.01	.29
6.	Listen Sie vier erforderliche TAM auf, welche Polizeibeamte zu treffen haben. (4)	FT	1.7	1.447	4.0 (0.0-4.0)	.42	.13	.65
7.a.	Nennen Sie jeweils vier Sofortmaßnahmen, die auf der Dienststelle. (8)	FT	4.2	2.210	7.0 (0.0-7.0)	.53	.08	.70
7.b.	Nennen Sie jeweils vier Sofortmaßnahmen, auf der Anfahrt zu erfolgen haben. (8)	FT	2.3	1.792	5.0 (0.0-5.0)	.28	.05	.74
7.c.	Nennen Sie jeweils vier Sofortmaßnahmen, vor Ort zu erfolgen haben. (8)	FT	4.7	2.610	8.0 (0.0-8.0)	.58	.11	.84
8.	Welche taktischen Maßnahmen der Beweissicherung im Rahmen des Sicherungsangriffs werden vorgenommen? (9)	SV	5.0	2.092	7.5 (0.0-7.5)	.55	.05	.24
9.	Nennen Sie sachverhaltsbezogen drei taktische Ziele (TAZ). (6)	AO	2.1	1.922	6.0 (0.0-6.0)	.36	.10	.57

					(n = 15)			
Nr.	**Fragen (max. Punkte)**	**Fragetyp**	***M***	***SD***	**Spannweite**	***P***	***V***	***rit.***
10.	Ein Überfall jeglicher Art stellt eine Ausnahmesituation dar. Daher ist den nachfolgenden Komponenten besonders Rechnung zu tragen. (3)	SV	0.6	1.116	3.0 (0.0-3.0)	.19	.14	.31

Anmerkungen: FT = Freitextfragen; SV = Fragen zur Satzvervollständigung; AO = Anwendungsorientierte Fragen; P = Item-Schwierigkeit; V = standardisierte Item-Varianz; rit. = Item-Trennschärfe

Tabelle 29: Auswertung Wissenstest – Vorstudie

					(n = 5)			
Nr.	**Fragen (max. Punkte)**	**Fragetyp**	***M***	***SD***	**Spannweite**	***P***	***V***	***rit.***
1.	Welche Ziele verfolgt die Polizei bei Raubüberfällen? (4)	SV	2.0	0.707	2.0 (1.0-3.0)	.50	.03	.74
2.	Welche Merkmale charakterisieren einen typischen, welche einen atypischen Überfall? (8)	SV	4.9	0.652	1.5 (4.5-6.0)	.61	.01	.11
3.	Vervollständigen Sie den jeweiligen Satz. (2)	SV	1.2	0.447	1.0 (1.0-2.0)	.60	.05	.37
4.	Welche Sofortmaßnahmen bei Einsatzsituationen treffen Sie im Allgemeinen? (2)	FT	1.0	0.935	2.0 (0.0-2.0)	.50	.22	.91
5.	Welche Informationen geben Sie an die Leitstelle für die Nachforderung und Information eines Rettungswagens weiter? (5)	SV	1.3	0.447	1.0 (1.0-2.0)	.26	.01	.66
6.	Listen Sie zwei erforderliche taktisch administrative Ziele und Maßnahmen (TAM) auf, welche Polizeibedienstete zu treffen haben, z. B. Aufklärung. (2)	FT	1.0	1.000	2.0 (0.0-2.0)	.50	.25	.50

					(n = 5)			
Nr.	**Fragen (max. Punkte)**	**Fragetyp**	***M***	***SD***	**Spannweite**	***P***	***V***	***rit.***
7.a.	Nennen Sie zwei Sofortmaßnahmen, die auf der Dienststelle zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4)	FT	2.2	1.304	3.0 (1.0-4.0)	.55	.11	.60
7.b.	Nennen Sie zwei Sofortmaßnahmen, die auf der Anfahrt zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4)	FT	1.0	1.000	2.0 (0.0-2.0)	.25	.06	.93
7.c.	Nennen Sie zwei Sofortmaßnahmen, die vor Ort zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4)	FT	3.8	0.447	1.0 (3.0-4.0)	.95	.01	-.05
8.	Beurteilen Sie die Positionierung des Streifenwagens und begründen Sie dies. (2)	FT	1.0	0.707	2.0 (0.0-2.0)	.50	.13	.57
9.	Welche taktischen Maßnahmen der Beweissicherung im Rahmen des Sicherungsangriffs werden vorgenommen? (8)	SV	5.8	1.095	3.0 (4.0-7.0)	.73	.02	.80
10.	Welche Maßnahmen ergreifen Sie, wenn Sie einer verletzten Person begegnen? (5)	AO	2.6	0.548	1.0 (2.0-3.0)	.52	.01	.35
11.	Welche Maßnahme ergreifen Sie, wenn Sie feststellen, dass Sie die Einsatzlage nicht alleine bewältigen können? (1)	AO	0.9	0.224	0.5 (0.5-1.0)	.90	.05	-.64

					(n = 5)			
Nr.	**Fragen (max. Punkte)**	**Fragetyp**	***M***	***SD***	**Spannweite**	***P***	***V***	***rit.***
12.a.	Der Täter hat das Bargeld scheinbar auf der Flucht verloren. Wie verfahren Sie mit dem aufgefundenen Bargeld? Berücksichtigen Sie auch die Aussage des Tankwarts Jerome Jubloski. (1)	AO	1.0	0.000	/	.00	.00	/
12.b.	Welchen taktischen Wert hat dies für Sie als Polizeibedienstete? (1)	AO	0.3	0.447	1.0 (0.0-1.0)	.30	.20	-.34
13.	Der Zeuge, Dieter Schneider, hat den Vorgang mit seinem Handy gefilmt. Welche weiteren Maßnahmen ergreifen Sie? (2)	AO	1.0	0.000	/	.50	.00	/

Anmerkungen: FT = Freitextfragen; SV = Fragen zur Satzvervollständigung; AO = Anwendungsorientierte Fragen; P = Item-Schwierigkeit; V = standardisierte Item-Varianz; rit. = Item-Trennschärfe

Tabelle 30: Auswertung Wissenstest – Zwischenstudie

					(n = 47)			
Nr.	**Fragen (max. Punkte)**	**Fragetyp**	***M***	***SD***	**Spannweite**	***P***	***V***	***rit.***
1.a.	Welche Merkmale charakterisieren einen typischen, welche einen atypischen Überfall? (8)	SV	4.4	2.211	8.0 (0.0-8.0)	.54	.08	.72
1.b.	Handelt es sich in der VR-Einsatzsimulation um einen typischen oder atypischen Überfall? (1)	AW	0.7	0.471	1.0 (0.0-1.0)	.68	.22	.58
2.	Listen Sie zwei erforderliche taktisch administrative Ziele und Maßnahmen (TAM) auf, welche Polizeibedienstete zu treffen haben, z. B. Aufklärung. (2)	FT	1.3	0.656	2.0 (0.0-2.0)	.65	.11	.31
3.a.	Nennen Sie zwei Sofortmaßnahmen, die auf der Dienststelle zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4)	FT	1.7	1.009	4.0 (0.0-4.0)	.43	.06	.29
3.b.	Nennen Sie zwei Sofortmaßnahmen, die auf der Anfahrt zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4)	FT	1.4	0.862	4.0 (0.0-4.0)	.35	.05	.54
3.c.	Nennen Sie zwei Sofortmaßnahmen, die vor Ort zu erfolgen haben. Verwenden Sie taktische Begriffe und technisch-/ organisatorische Begriffe. (4)	FT	2.4	1.034	3.5 (0.5-4.0)	.60	.07	.43
4.	Beurteilen Sie die Positionierung des Streifenwagens und begründen Sie dies. (2)	FT	0.6	0.561	2.0 (0.0-2.0)	.30	.08	-.07
5.	Welche taktischen Maßnahmen der Beweissicherung im Rahmen des Sicherungsangriffs werden vorgenommen? (6)	SV	5.3	0.743	3.0 (3.0-6.0)	.88	.02	.15

					(n = 47)			
Nr.	**Fragen (max. Punkte)**	**Fragetyp**	***M***	***SD***	**Spannweite**	***P***	***V***	***rit.***
6.	Welche Maßnahmen ergreifen Sie, wenn Sie dieser verletzten Person begegnen? (4)	AO	2.5	0.699	3.0 (1.0-4.0)	.62	.03	.41
7.	Welche Maßnahme ergreifen Sie, wenn Sie feststellen, dass Sie die Einsatzlage nicht alleine bewältigen können? (1)	AO	1.0	0.146	1.0 (0.0-1.0)	.98	.02	.22
8.a.	Der Täter hat das Bargeld scheinbar auf der Flucht verloren. Wie verfahren Sie mit dem aufgefundenen Bargeld? Berücksichtigen Sie auch die Aussage des Tankwarts Jerome Jubloski. (1)	AO	0.9	0.288	1.0 (0.0-1.0)	.90	.08	.07
8.b.	Welchen taktischen Wert hat dies für Sie als Polizeibedienstete? (1)	AO	0.3	0.415	1.0 (0.0-1.0)	.27	.17	.28
9.	Der Zeuge, Dieter Schneider, hat den Vorgang mit seinem Handy gefilmt. Welche weiteren Maßnahmen ergreifen Sie? (2)	AO	1.2	0.414	1.0 (1.0-2.0)	.61	.04	.18

Anmerkungen: FT = Freitextfragen; SV = Fragen zur Satzvervollständigung;
AO = Anwendungsorientierte Fragen; AW = Frage mit Auswahlmöglichkeiten;
P = Item-Schwierigkeit; V = standardisierte Item-Varianz; rit. = Item-Trennschärfe

Tabelle 31: Auswertung Wissenstest – Haupt- & Ergänzungsstudie

Skala	Item	(n = 13)		
		M	*SD*	*Spannweite*
ICL	1. Die Lerninhalte waren schwer zu verstehen.	2.69	1.888	6 (1-7)
	2. Die Erklärungen des Lerninhalts waren schwer nachvollziehbar.	2.38	1.325	4 (1-5)
	3. Die Lerninhalte waren komplex.	4.00	2.041	6 (1-7)
	4. Die Lerninhalte enthielten viele komplexe Informationen.	4.38	1.557	5 (2-7)
	5. Ohne Vorwissen waren die Informationen nicht verständlich.	3.31	2.175	8 (1-9)
ECL	6. Es war schwierig, einen Überblick über den Aufbau der VR-Einsatzsimulation zu erlangen.	3.92	2.431	7 (1-8)
	7. Die Gestaltung der VR-Einsatzsimulation machte es schwer, die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Informationen herzustellen.	4.31	2.463	7 (1-8)
	8. Die VR-Einsatzsimulation war ungünstig gestaltet.	2.54	1.713	5 (1-6)
	9. Die Gestaltung der VR-Einsatzsimulation machte es schwierig, wichtige Informationen zügig zu finden.	5.00	2.483	7 (1-8)
	10. Aufgrund der Gestaltung der VR-Einsatzsimulation hatte ich das Gefühl, mich nicht auf die Lerninhalte konzentrieren zu können.	4.23	1.833	6 (1-7)
GCL	11. Ich habe aktiv über die Lerninhalte nachgedacht.	5.69	2.810	8 (1-9)
	12. Ich habe mich bemüht, die Lerninhalte zu verstehen.	7.69	1.601	4 (5-9)
	13. Ich habe ein umfassendes Verständnis der Lerninhalte erlangt.	6.15	1.951	7 (1-8)
	14. Ich konnte mein bestehendes Wissen mit den Lerninhalten erweitern.	5.42	2.466	8 (1-9)
	15. Das Wissen, das ich durch die VR-Einsatzsimulation erworben habe, kann ich schnell und sicher anwenden.	5.54	2.402	8 (1-9)

Tabelle 32: Auswertung Fragebogen zur kognitiven Belastung – Ergänzungsstudie

Codes – Beobachtungen

Kategorie	Vorstudie	Zwischenstudie	Hauptstudie	Ergänzungs-studie
Vorbereitung und Organisation				
Technische Ausstattung	Laptops und Aufnahmegeräte ausreichend vorhanden	Laptops und Aufnahmegeräte ausreichend vorhanden	Laptops und Aufnahmegeräte ausreichend vorhanden	Laptops und Aufnahmegeräte ausreichend vorhanden
	Kabel-gebundenes HMD	Kabel-gebundenes und kabelloses HMD	Kabelloses HMD	Kabelloses HMD
Ausrüstung	/	/	Schutzweste	Schutzweste
	/	/	HRT	HRT
Betreuungs-personal	3 Beschäftigte Autorin	3 Beschäftigte Autorin	8 Beschäftigte Autorin	3 Beschäftigte Autorin
Begleitmaterial für *Operator*	/	/	Skript	/
Teilnahmeverhalten der Studierenden				
Verhalten der Studierenden	Hohe Motivation und Bereitschaft	Hohe Motivation	Geringe Motivation	Geringe Motivation, die Studierenden kommunizierten viel mit den NPC
Interaktion der Studierenden in der VR-Lernumgebung				
Szenario	Textboxen	In Echtzeit durch den *Operator* gesprochen	Textboxen, Audiosequenzen	Textboxen, Audiosequenzen
DoF	3	6	6	6
Navigation	Sprungmarken	Freies Bewegen	Freies Bewegen	Freies Bewegen
Methodische Erkenntnisse				
Beobachtungs-ansatz	Nicht-teilnehmende Beobachtung	Nicht-teilnehmende Beobachtung	Nicht-teilnehmende Beobachtung	Nicht-teilnehmende Beobachtung
Wissenstest	Kein Vorwissen zu räuberischer Erpressung	Vorwissen zu räuberischer Erpressung	Kein Vorwissen zu räuberischer Erpressung	Vorwissen zu räuberischer Erpressung
Interview	Einige Fragen waren herausfordernd, andere ungeeignet, da die VR-Lernumgebung das Erfragte nicht abbildete	Einige Fragen waren herausfordernd, Hilfestellung war erforderlich	Einige Fragen waren herausfordernd, Hilfestellung war erforderlich	Vereinzelte Fragen waren herausfordernd, insb. zum Kompetenz-zuwachs
Simulation				
Technische Einweisung	Dauerte länger als erwartet	Dauerte länger als erwartet	Einweisung am Vortag	Einweisung am Vortag
Technische Heraus-forderungen	Technische Störungen am Vormittag	Technische Störungen	Technische Störungen am Vormittag	Geringfügige technische Störungen

Tabelle 33: Auswertung Beobachtungen

Anhang B – Statistische Verfahren und Teststärken

I. Tests für unabhängige Stichproben

Es wurden mehrere t-Tests für unabhängige Stichproben berechnet. Für das Vorgehen gelten folgende Voraussetzungen nach Eid, et al. (2017, S. 335):

- Die Messwerte müssen innerhalb der Teilstichproben voneinander unabhängig sein.
- Die Messwerte müssen zwischen den Teilstichproben voneinander unabhängig sein.
- Es sollte eine Normalverteilung vorliegen.
- Es sollten gleiche Varianzen vorliegen, sodass die Homoskedastizität gegeben ist.

Die ersten beiden Voraussetzungen wurden bei der Gestaltung des Untersuchungsdesigns berücksichtigt und wurden erfüllt.

Um die Normalverteilung zu überprüfen, wurden – sofern die Teilstichproben $n < 30$ waren – Shapiro-Wilk-Tests in SPSS (Version 29.02) durchgeführt (Shapiro & Wilk, 1965), um zu überprüfen, ob die Verteilung der Stichprobenmittelwerte sich nicht unabhängig von der Verteilung der Population der Normalverteilung annähert. Sofern die Normalverteilung verletzt wurde, wurde der Mann-Whitney-U-Test (Mann & Whitney, 1947) herangezogen.

Für das Vorgehen gelten folgende Voraussetzungen nach Eid, et al. (2017, S. 346):

- Das Merkmal X ist in der Population stetig.
- Die Verteilungsform muss in beiden Teilpopulationen gleich sein.
- Es sollten gleiche Varianzen vorliegen, sodass die Homoskedastizität gegeben ist.

Die ersten beiden Voraussetzungen wurden vor Durchführung des Mann-Whitney-U-Tests überprüft, die dritte Voraussetzung wurde anhand des Levene-Tests verifiziert.

Zur Überprüfung des Vorliegens gleicher oder ungleicher Varianzen wurde jeweils der Levene-Test (Levene, 1960) in SPSS (Version 29.02) durchgeführt, um die Art des t-Tests zu bestimmen (Eid, et al., 2017, S. 352) bzw. die Anwendbarkeit des Mann-Whitney-U-Tests sicherzustellen.

II. Tests für abhängige Stichproben

Der Regelfall, t-Test für abhängige Stichproben, umfasst die folgenden Voraussetzungen nach Eid, et al. (2017, S. 371):

- Die Messwerte müssen innerhalb der Stichproben voneinander unabhängig sein.
- Es sollte eine symmetrische Verteilung vorliegen.

Die erste Voraussetzung wurde bei der Gestaltung des Untersuchungsdesigns berücksichtigt und damit erfüllt.

Um die Normalverteilung zu überprüfen, wurden – sofern die Teilstichproben $n < 30$ waren – Shapiro-Wilk-Tests in SPSS (Version 29.02) durchgeführt (Shapiro & Wilk, 1965), um zu überprüfen, ob die Verteilung der Stichprobenmittelwerte sich nicht unabhängig von der Verteilung der Population der Normalverteilung annähert. Sofern die Normalverteilung verletzt wurde, wurde auf einen Wilcoxon-Rangsummen-Test ausgewichen.

Für das Vorgehen bei dem Wilcoxon-Rangsummen-Test gelten folgende Voraussetzungen (Eid, et al., 2017, S. 380):

- Die Differenzvariable ist in der Population stetig und symmetrisch verteilt.
- Die Messwerte müssen innerhalb der Stichproben voneinander unabhängig sein.

Die erste Voraussetzung wurde vor Durchführung des Wilcoxon-Rangsummen-Tests überprüft, die zweite Voraussetzung bei der Gestaltung des Untersuchungsdesigns berücksichtigt und damit erfüllt.

III. Chi-Quadrat-Test

Es wurden Chi-Quadrat-Tests durchgeführt. Für das Vorgehen gelten folgende Voraussetzungen nach Eid, et al. (2017, S. 319):

- Jedes Untersuchungsobjekt (d. h. jede Person) muss eindeutig einer Kategorie des Merkmals *X* zugeordnet werden.
- Die erwartete Häufigkeit muss in jeder Zelle mindestens 1 und in mindestens 80 % der Zellen mindestens 5 sein.

Die erste Voraussetzung wurde bei der Gestaltung des Untersuchungsdesigns berücksichtigt und damit erfüllt. Zur Überprüfung der zweiten Voraussetzung wurde die erwartete Häufigkeit berechnet. Sofern die zweite Voraussetzung verletzt wurde, wurde auf den Fisher-Yates-Test (Fisher & Yates, 1938) ausgewichen, da die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Hypothesen ausschließlich Vierfeldertafeln zur Überprüfung umfassen. Für das Vorgehen beim Fisher-Yates-Test gelten folgende Voraussetzungen (Eid, et al., 2017, S. 359):

- Es wird eine Vierfeldertafel zur Überprüfung der Hypothese genutzt.
- Die Variablen müssen ordinal oder nominal verteilt sein.

Beide Voraussetzungen wurden bei der Gestaltung des Untersuchungsdesigns berücksichtigt.

IV. Teststärken

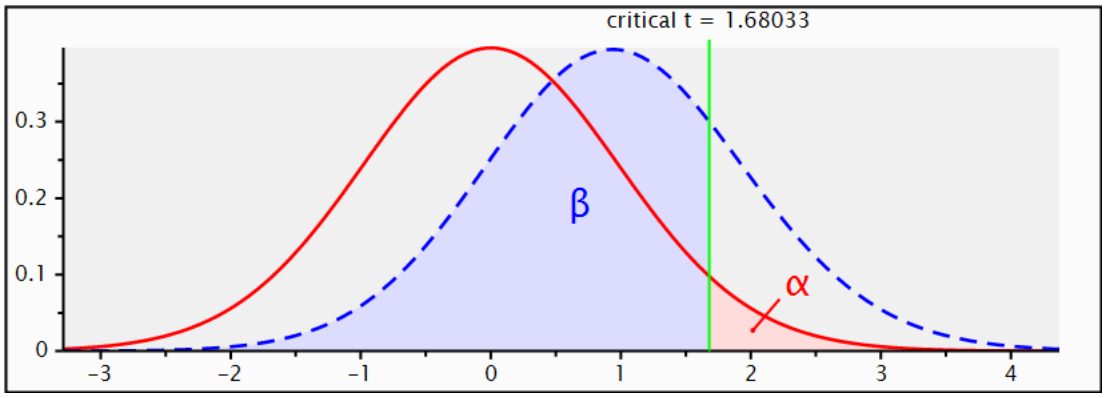


Abbildung 32: H2a – Teststärke

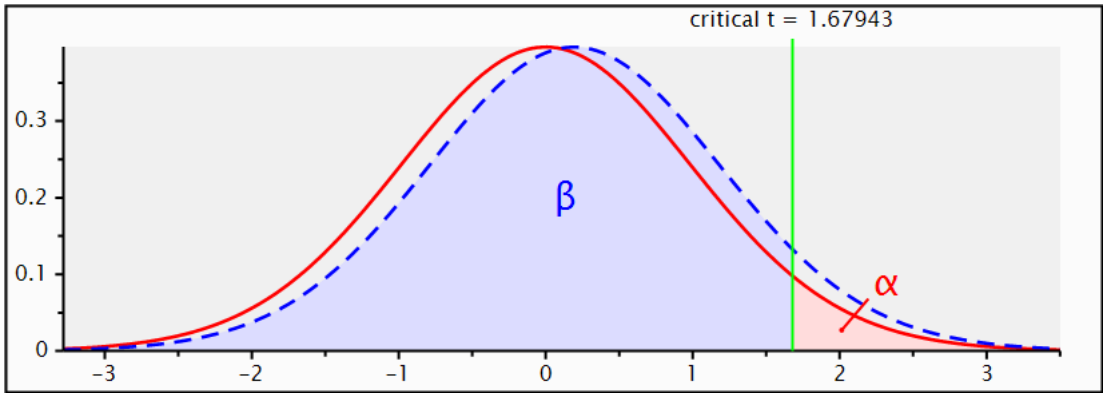


Abbildung 33: H3a – Teststärke

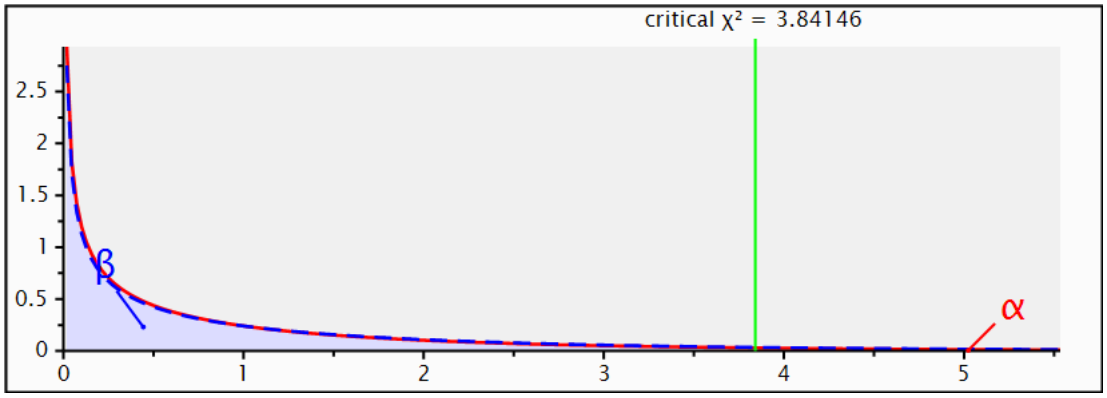


Abbildung 34: H3c – Teststärke

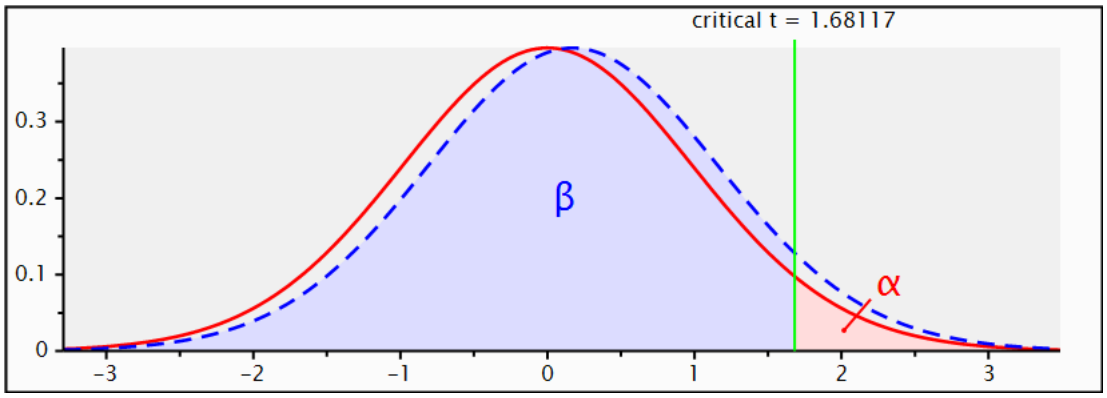


Abbildung 35: H4a – Teststärke

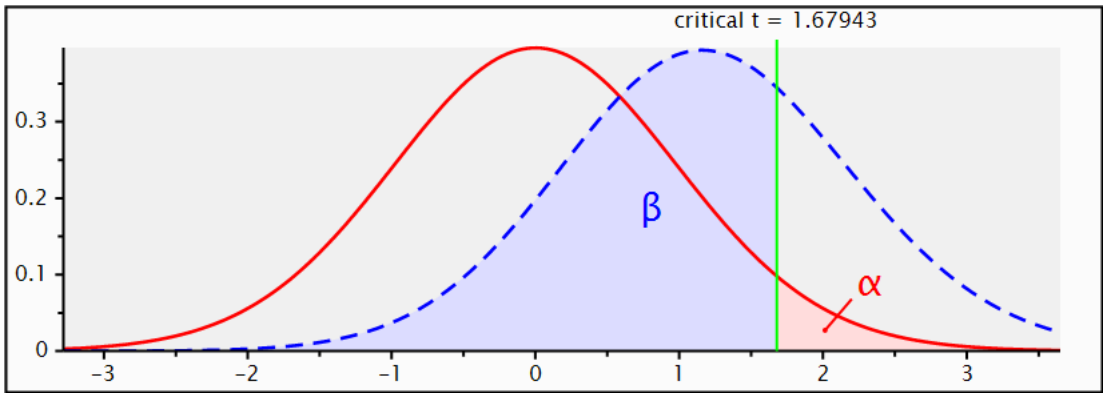


Abbildung 36: H4b – Teststärke

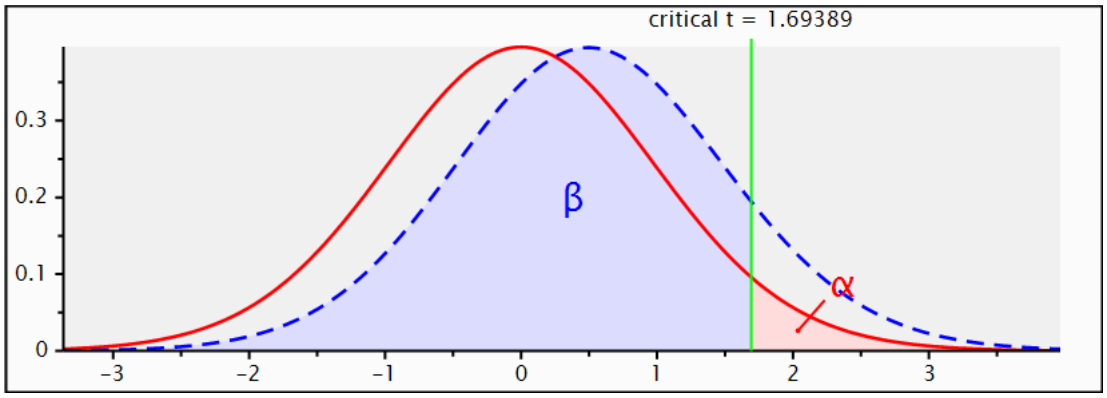


Abbildung 37: H4ci – Teststärke

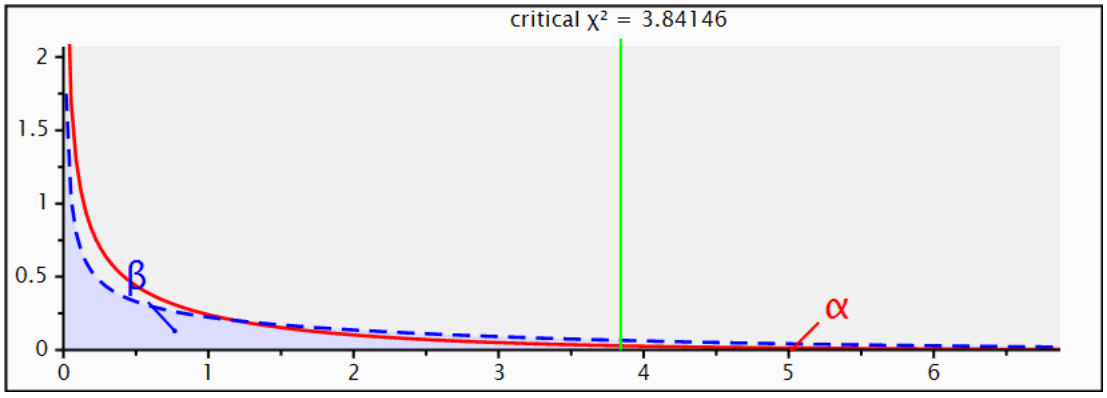


Abbildung 38: H4di – Teststärke

Anhang C – Kategorienbildung

	Studienjahre	Codes	Anzahl Kategorien MAXQDA
Vorstudie	1. Studienjahr 2. Studienjahr 3. Studienjahr	S 1 bis S 11 S 21 bis S 30 S 31	395
Zwischenstudie	2. Studienjahr	S 01 bis S 05	143
Hauptstudie	1. Studienjahr 2. Studienjahr	S 200 bis S 231 S 300 bis S 331	876
Ergänzungsstudie	3. Studienjahr	S 400 bis S 412	320
∑			1.734

Tabelle 34: Kategoriensystem – Übersicht

Kategorien	1. Stdj.	2. Stdj.	3. Stdj.	∑
	n = 4	n = 10	n = 1	15
Vorerfahrungen mit VR	4	10	1	15
Zufriedenheit mit & Bewertung der VR-Einsatzsimulation	13	35	2	50
Fehlertoleranz	1	5	2	8
Auswirkungen auf den Kompetenzerwerb	34	65	7	106
Interaktionsmöglichkeiten	20	21	4	45
Systembenutzbarkeit (Usability)	10	42	2	54
Präsenz & Immersion	11	26	4	41
Herausforderungen der VR-Lernumgebung	5	14	0	19
Verbesserungsvorschläge	17	39	1	57
∑	115	257	23	**395**

Tabelle 35: Kategoriensystem – Vorstudie

Kategorien	2. Studienjahr
	n = 5
Vorerfahrungen mit VR	5
Zufriedenheit mit & Bewertung der VR-Einsatzsimulation	31
Auswirkungen auf den Kompetenzerwerb	35
Kompetenzzuwachs	3
Interaktionsmöglichkeiten	14
Systembenutzbarkeit (Usability)	16
Präsenz & Immersion	8
Herausforderungen der VR-Lernumgebung	17
Verbesserungsvorschläge	14
∑	**143**

Tabelle 36: Kategoriensystem – Zwischenstudie

Kategorien	**1. Stdj.**	**2. Stdj.**	**3. Stdj.**	∑
	n = 12	n = 22	n = 13	
Vorerfahrungen mit VR	12	22	13	47
Erwartungen	10	21	/	31
Zufriedenheit mit und Bewertung der VR-Einsatzsimulation	16	27	19	62
Vorteile der durchlaufenen VR-Einsatzsimulation	15	44	0	59
Nachteile der durchlaufenen VR-Einsatzsimulation	20	38	4	62
Systembenutzbarkeit (Usability)	12	18	7	37
Visuelle Ästhetik der VR-Lernumgebung	13	17	26	56
Herausforderungen der VR-Lernumgebung	15	25	17	57
Gut trainierbare Kompetenzen	55	93	32	180
Weniger gut trainierbare Kompetenzen	24	47	/	71
Kompetenzen für den Polizeiberuf	37	74	/	111
Kompetenzzuwachs	23	44	30	97
Interaktionsmöglichkeiten	18	28	16	62
Präsenz & Immersion	14	28	13	55
Erleben des VR-Szenarios	/	/	40	40
Ausmaß Perspektivübername	/	/	29	29
Polizeilich Relevantes aus VR	/	/	12	12
VR vs. andere Lernmedien	/	/	44	44
Verbesserungsvorschläge	17	49	18	84
∑	301	575	320	**1.196**

Tabelle 37: Kategoriensystem – Haupt- & Ergänzungsstudie