

# Institutionelle Rahmenbedingungen für den Einsatz von Virtual Reality als Lerntechnologie

## Systematisierung von Einflussfaktoren auf die Implementierung von VR

Andrea Schmitz<sup>1</sup> und Miriam Mulders<sup>2</sup>

**Abstract:** Virtuelle Realität in der beruflichen Aus- und Weiterbildung wird zunehmend häufiger und in vielfältigen Szenarien eingesetzt. Daher stellt sich die Frage nach den personellen, organisatorischen und infrastrukturellen Anforderungen für den Einsatz dieser Technologie in den verschiedenen Bildungsinstitutionen. Diese Fragestellung wird im interdisziplinären Forschungsprojekt *HandLeVR* adressiert und untersucht. In diesem Paper wird das Vorgehen im Projekt beschrieben und erste Resultate hinsichtlich institutioneller Rahmenbedingungen werden vorgestellt und diskutiert. Die Ergebnisse zeigen positive Tendenzen bezüglich der Technologieakzeptanz, jedoch sind insbesondere die Hardware- und Software-Ausstattung der Institutionen sowie die Vorerfahrungen innerhalb der Zielgruppen heterogen. Die überbetriebliche Lehrlingsunterweisung erweist sich als geeignetes Szenario für den Einsatz von VR in der beruflichen Aus- und Weiterbildung.

**Keywords:** Virtual Reality, virtuelle Lernanwendungen, Institutionen der beruflichen Aus- und Weiterbildung, Rahmenbedingungen, Gelingenbedingungen.

## 1 Einleitung

Virtual Reality (VR) als Bildungstechnologie bietet vielfältige Potenziale zur Optimierung des praxis- und arbeitsplatznahen Lernens in der beruflichen Aus- und Weiterbildung [TMN18]. Als kosten- und ressourcenschonende Ergänzung zum bestehenden Bildungsalltag wird diese Technologie immer öfter in unterschiedlichen Anwendungskontexten erprobt und untersucht. Auch das HPI<sup>3</sup> schreibt in seinem Technologiemonitoring der Verwendung von VR eine wachsende Bedeutung für die handwerkliche Aus- und Weiterbildung zu. Trotz der vielseitigen und gewerkeunabhängigen Einsatzmöglichkeiten befindet sich das Handwerk noch in einer Sensibilisierungsphase, sodass die Potenziale von VR-Technologien noch nicht vollständig ausgeschöpft werden [MPS18], [HP20].

---

<sup>1</sup> Zentralstelle für die Weiterbildung im Handwerk e. V., Lehrgangsentwicklung und Neue Medien, Sternwartstraße 27–29, 40223 Düsseldorf, [aschmitz@zwh.de](mailto:aschmitz@zwh.de).

<sup>2</sup> Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement, Universitätsstraße 2, 45141 Essen, [miriam.mulders@uni-due.de](mailto:miriam.mulders@uni-due.de).

<sup>3</sup> Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover.

Vor diesem Hintergrund wird im Forschungsprojekt *HandLeVR*<sup>4</sup> untersucht, welche Rahmenbedingungen innerhalb der handwerklichen Bildungsinstitutionen für den Einsatz von VR vorliegen und welche Faktoren eine erfolgreiche Implementierung und Nutzung dieser Technologie in der beruflichen Aus- und Weiterbildung begünstigen.

Als Untersuchungsgegenstand dient eine VR-Lernanwendung, die handlungsorientiertes Lernen in der Berufsausbildung im Bereich des Fahrzeuglackierens unterstützt. Die im Projekt entstehende Lernanwendung beinhaltet authentische Aufgaben in Form eines Kundenauftrags, die nach dem empirisch validierten 4C/ID-Modell [MK18] aufbereitet werden. Zusätzlich zur VR-Lernanwendung bietet das dreiteilige Lernszenario noch ein Autorenwerkzeug für Lehrende zur Vorbereitung eigener Lernszenarien sowie eine Reflexionsanwendung für Lehrende und Lernende zum Nachbesprechen der Lernleistung.

Um einen nachhaltigen Transfer der Projektergebnisse zu begünstigen, wird eine niederschwellige, hersteller- bzw. betriebsunabhängige sowie flexible Nutzung des Lernsystems angestrebt. Die Projektergebnisse werden als frei zugängliche Bildungsressource veröffentlicht. Die Prototypen werden durch den betrieblichen Anwendungspartner (Mercedes-Benz Ludwigsfelde GmbH) sowie durch Bildungszentren nationaler Handwerkskammern validiert. Die technischen Anforderungen (bestehend aus einem handelsüblichen VR-System, Gaming-PC sowie einer einfach nachgebauten Lackierpistole)<sup>5</sup> sind gering. Besonders seitens des Partners der ZWH e. V. wurden im Projektverlauf fortlaufend institutionelle Rahmenbedingungen untersucht, um den Einsatz von VR in der beruflichen Aus- und Weiterbildung auch über das Projektende hinaus zu ermöglichen. Das Paper präsentiert erste Ergebnisse zu den vorliegenden institutionellen Rahmenbedingungen und bietet Empfehlungen für den erfolgreichen Einsatz von VR in der beruflichen Aus- und Weiterbildung.

## 2 Grundlage und Methoden der Untersuchung

Der Untersuchung der Anforderungen zum Einsatz von VR-Lerntechnologie liegt die Prämisse zugrunde, dass VR als Lernmedium zwar spezielle und neue Anwendungsszenarien eröffnet [SB02], allerdings bei der Implementierung nicht anders zu behandeln ist als andere digitale Lernmedien. Entsprechend kann hier ein Vorgehensmodell aus der gestaltungsorientierten Mediendidaktik verwendet werden, das die Konzeption und Entwicklung von mediengestützten Lernangeboten und -lösungen im Kontext der konkreten Anwendungssituation und der bestimmten Lerninhalte und -ziele, Zielgruppen und Rahmenbedingungen betrachtet [Ke18].

---

<sup>4</sup> Handlungsorientiertes Lernen in der VR-Lackierwerkstatt; <https://handlevr.de>.

<sup>5</sup> Weitere Details zu den technischen Anforderungen können der Projekthomepage entnommen werden: <https://handlevr.de/projekt/vrlackierwerkstatt/>.

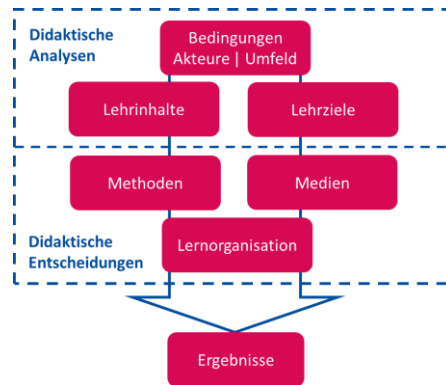


Abbildung 1: didaktische Analysen und Entscheidungen in der Mediendidaktik (entnommen aus Kerres, 2018, S. 229)

Wie in der Abbildung 1 dargestellt, werden grundlegende didaktische Entscheidungen und Analysen vorgenommen, die einerseits Bedingungsfaktoren wie vorgegebene und nicht gestaltbare institutionelle Voraussetzungen erfassen und andererseits Hilfestellungen für die Auswahl der Lehrinhalte, -methoden und -medien geben [Ke18].

Die Entscheidungsfaktoren beziehen sich auf die Auswahl des Lehrinhalts, der Lehrmethode sowie der Medien, die im Rahmen der didaktischen Konzeption und der technischen Umsetzung der VR-Lackierwerkstatt miteingeflossen sind und die Ausgangsbasis für die Analyse der Rahmenbedingungen bilden. Dabei werden didaktische Aspekte hinsichtlich der Lerninhalte und der Erreichung der Lehr- und Lernziele aus dem Blickwinkel der Mediendidaktik gesondert untersucht. Im Rahmen des vorliegenden Papers werden sowohl (*strukturelle*) *Bedingungen, Erfahrungen und Einstellungen der Zielgruppen* (Lehrende und Lernende) sowie die *Lernorganisation* als auch die *technische Ausstattung* erfasst und analysiert.

Zur Erhebung der oben beschriebenen Rahmenbedingungen wurden verschiedene Maßnahmen durchgeführt: Im ersten Projektjahr wurden intensive Recherchen zu den institutionellen Strukturen und Grundlagen der beruflichen Aus- und Weiterbildung betrieben, wie z. B. zu beteiligten Bildungsstätten und ihrer Organisationsstruktur sowie zu den Grundlagen der inhaltlichen Unterrichtsgestaltung (Rahmenlehrpläne etc.). Zur Ermittlung der technischen Ausstattung in den Bildungszentren flossen die Ergebnisse aus dem Projekt *ARSUL*<sup>6</sup> im Bereich Sanitär-Heizung-Klima ein [AR19]. Ausgehend von dem in *ARSUL* genutzten Fragebogen zur technischen Ausstattung wurden die technischen Rahmenbedingungen mit Vertreterinnen und Vertretern im Maler- und Lackiererhandwerk erneut erhoben. Der Fragebogen wurde über das Lernmanagementsystem (LMS) der ZWH e. V. an die Bildungszentren von sieben Handwerkskammern aus Mittel-, Nord- und Ostdeutschland distribuiert. Die dabei

<sup>6</sup> <http://projekt-arsul.de/>

gewonnenen quantitativen Daten wurden mit Excel statistisch ausgewertet. Darüber hinaus wurden im Sommer 2020 fünf Leitfadeninterviews mit Lehrkräften der beteiligten Bildungszentren sowie des Praxispartners durchgeführt. Die Interviews wurden (teil-) transkribiert und durch eine qualitative Inhaltsanalyse [Ku18] ausgewertet. Mithilfe der Interviews konnten Daten über das aktuelle Lernszenario inklusive der Nutzung von digitalen Medien im Unterricht erhoben werden. Die Ergebnisse der Interviews flossen in eine Analyse der Zielgruppe Auszubildende ein. Ferner wurden weitere Daten zur Zielgruppenanalyse durch einen Fragebogen im Rahmen der ersten formativen Evaluierung der VR-Lackierwerkstatt erhoben. Dabei lag der Fokus auf der Ermittlung der Vorerfahrung mit und Akzeptanz von VR-Lernanwendungen. Der dabei verwendete Fragebogen basiert auf Vorarbeiten des Forschungsprojekts *ARSUL* sowie einer Studie von Manis und Choi [MC18]. Abgefragt wurden Erfahrungen mit virtuellen Welten sowie mit Computern bzw. Handyspielen im privaten und beruflichen Umfeld. Zusätzlich wurde die Nutzungsintensität (z. B. regelmäßig) und die Art der VR-Anwendung (z. B. Abenteuerspiele) abgefragt. Zur Ermittlung der Technologieakzeptanz wurde ein weit verbreitetes Instrument (TAM, siehe Abschnitt 3.2) genutzt. Die dazugehörige Erhebung wurde mit weiteren Bildungsverantwortlichen der Handwerkskammern sowie den Auszubildenden des Praxispartners durchgeführt.

<b>Untersuchte Dimension</b>	<b>Erhebungsquelle</b>
<b>(Strukturelle) Bedingungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sichtung der gesetzlichen Grundlage</li> <li>– Strukturen und Institutionen der handwerklichen Ausbildung</li> </ul>
<b>Erfahrungen und Einstellungen der Zielgruppen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Befragung der Dozierenden und Auszubildenden zur Vorerfahrung, Technologieakzeptanz</li> <li>– Leitfadeninterviews</li> </ul>
<b>Lernorganisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sichtung Rahmenlehrpläne und Unterweisungspläne aus dem Bereich Fahrzeuglackierung</li> <li>– Leitfadeninterviews</li> </ul>

Tab. 1: Übersicht Datenquellen der untersuchten Dimensionen

Die folgenden Ausführungen beschreiben die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsgegenstände aus den Recherchen, Interviews und Befragungen. Bei den vorgestellten Resultaten handelt es sich um ein Zwischenergebnis (Dezember 2020). Im Projektverlauf sind weitere Datenerhebungen geplant.

### **3 Rahmenbedingungen für den Einsatz der VR-Lernszenarien im Bildungskontext**

#### **3.1 (Strukturelle) Bedingungen**

Die Ausgangsbasis der Untersuchung ist eine Analyse der Bedingungen, in denen eine Lernlösung implementiert wird. Neben den beteiligten Personen und den verfügbaren Ressourcen sind im institutionellen Kontext strukturelle Begebenheiten relevant [SE03]. Die dreijährige Ausbildung zum/zur Fahrzeuglackierer/in wird im dualen System realisiert und findet hauptsächlich im Betrieb und in der Berufsschule statt. Ein weiterer Bestandteil der dualen Ausbildung im Handwerk ist die überbetriebliche Lehrlingsunterweisung (ÜLU) als Teil der betrieblichen Ausbildung [AW17]. Sie findet an überbetrieblichen Ausbildungsstätten (ÜBS) statt. Getragen werden die ÜBS u. a. von Kammern und Innungen. Auf Basis von flexiblen und gestaltungsoffenen Unterweisungsplänen<sup>7</sup> werden die Lehrgänge von den Lehrkräften vor Ort ausgestaltet. Dadurch können regionale und betriebliche Besonderheiten berücksichtigt werden, um ein einheitliches Niveau sicherzustellen und neue technologische und wirtschaftliche Entwicklungen in der Ausbildung zu berücksichtigen [Fr19]. Die Gestaltungsoffenheit der ÜLU dient als erster Ansatzpunkt für die Erprobung von VR in der beruflichen Aus- und Weiterbildung und kann perspektivisch auf andere Lernorte ausgeweitet werden. Die beschriebene Verteilung der Lernorte ist typisch und lässt sich auf weitere Ausbildungsberufe übertragen.

#### **3.2 Erfahrungen und Einstellungen innerhalb der Zielgruppen (Lehrende und Lernende)**

Eine Zielgruppenanalyse beschreibt demografische Daten, Vorwissen und Motivation sowie Einstellungen und Erfahrungen der beteiligten Personen in Bezug auf die verwendete Lerntechnologie [Ke18]. Zentral ist dabei die Akzeptanz von Lerntechnologien, da sie im Kontext von Industrie 4.0 als kritische Größe zählt [PZ18]. Studien belegen, dass die Nutzung einer Technologie nicht automatisch mit deren Verfügbarkeit einhergeht und somit eine Analyse von hemmenden und fördernden Faktoren zur Akzeptanz und Nutzung dieser Technologie notwendig ist, damit deren Potenziale ausgeschöpft werden können [VM03], [DGW89].

Das prominenteste Modell zur Technologieakzeptanz (TAM) stammt von Davis. In seinen Arbeiten identifiziert er zwei Hauptindikatoren der Akzeptanz: zum einen die wahrgenommene Nützlichkeit des Systems zur Verbesserung der eigenen Arbeitsleistung, zum anderen die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit in Bezug auf die leichte Bedienbarkeit des neuen Systems [Da89]. Das TAM liefert die Basis für Untersuchungen in unterschiedlichen Kontexten, wobei Einflussfaktoren erweitert und angepasst werden

---

<sup>7</sup> Diese entstehen in Zusammenarbeit zwischen den Fachverbänden des Handwerks und dem Heinz-Piast-Institut (HPI).

[KH06], [LKL03]. So wurden auch bei diesem Forschungsvorhaben unterschiedliche Einflusskriterien für die Technologieakzeptanz bei den Bildungsverantwortlichen und Dozierenden der Handwerkskammern ( $N = 11$ ) sowie bei den Auszubildenden des Praxisbetriebs ( $N = 14$ ) erhoben und zwischen den Zielgruppen verglichen. Die Fragebogenitems wurden dabei mithilfe einer fünfstufigen Likert-Skala von „*Stimme überhaupt nicht zu*“ bis „*Stimme voll zu*“ bewertet. Untersucht wurden die Faktoren wahrgenommene Nützlichkeit ( $M = 3.28$ ,  $SD = .65$ ), wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit ( $M = 3.82$ ,  $SD = .59$ ), Verwendungsabsicht ( $M = 3.79$ ,  $SD = .62$ ) sowie wahrgenommener Genuss ( $M = 4.18$ ,  $SD = .59$ ). Die Ergebnisse zeigen insgesamt eine positive Bewertung der Technologie, wobei der Faktor Genuss die höchsten Werte erhielt. Auch in anderen Studien gilt Genuss als wichtiger Faktor [AW16]. Er beschreibt, inwieweit die Nutzung der Technologie als angenehm bzw. unterhaltsam empfunden wird – unabhängig von dem Nutzen bzw. der Leistung [MC19]. Ein Vergleich zwischen Auszubildenden und Bildungsverantwortlichen der Handwerkskammern zeigt keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Akzeptanz. Lediglich die Benutzerfreundlichkeit wird von den Auszubildenden höher eingestuft, jedoch immer noch knapp im nicht signifikanten Bereich.

Die Untersuchung der Vorerfahrung der Beteiligten weist darauf hin, dass bislang wenige Kontaktpunkte mit VR-Technologien vorhanden sind, was einen möglichen Schulungsbedarf innerhalb der Zielgruppen aufzeigt. Des Weiteren begünstigt die Vorerfahrung die positive Wahrnehmung der Technologie sowie deren tatsächlichen Einsatz, wie es im Forschungsprojekt VASE<sup>8</sup> aufgezeigt wurde [PZ18].

Zuletzt sind unterstützende Bedingungen zentrale Erfolgskriterien für die Implementierung von VR-Lerntechnologien. Sie werden im Rahmen der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) als Grad der Wahrnehmung einer organisatorischen und technischen Infrastruktur zur Unterstützung beschrieben [VM03]. Dazu zählen im Kontext der institutionellen Bildung neben Ressourcen, Zeit und technischer Ausstattung auch der Aufbau von Medienkompetenzen bei den Lehrkräften und die Verfügbarkeit von technischen Supportstrukturen [Ba16], [Kr11], die im Rahmen der Bereitstellung der Projektergebnisse, in Form von Schulungskonzepten und Leitfäden für die Nutzung und Wartung des Lernsystems, mitaufgebaut werden müssen.

Das Konzept zur Befähigung von Lehrenden baut auf dem Europäischen Rahmen für die digitale Kompetenz Lehrender (DigCompEdu) auf [RP17]. Neben Materialien für die Nutzung der VR-Lackierwerkstatt wird ebenfalls ein Schulungskonzept zur allgemeinen Nutzung von VR-Lernszenarien erarbeitet. Die Konkretisierung der Materialien ist für das letzte Transferjahr geplant.

---

<sup>8</sup> Virtual and Analytics Service im Maschinen- und Anlagenbau.

### 3.3 Lernorganisation

Die Lernorganisation beschreibt die Organisation und Durchführung des Lernangebots sowie das Arrangement der Lernelemente. Analysiert werden die zeitlichen, räumlichen und sozialen Komponenten [Ke18].

<b>Zeitliche Organisation</b>	<b>Räumliche Organisation</b>	<b>Soziale Organisation</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitraum der Nutzung</li> <li>• Gesamte Lernzeit des Angebotes</li> <li>• Startpunkte (u. a. feste Termine, flexibler Einstieg)</li> <li>• Geplante Anzahl der Durchgänge</li> <li>• Taktung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsenz- und Onlinephasen</li> <li>• Lernorte und technische Ausstattung</li> <li>• Durchführung von rechtssicheren Prüfungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuelles Lernen, mit anderen lernen, in einer Gruppe oder Gemeinschaft lernen</li> <li>• Betreuung der Teilnehmenden</li> </ul>

Tabelle 1: Übersicht Lernorganisation in der Mediendidaktik nach Kerres [Ke18]

Im Anwendungsfall der VR-Lackierwerkstatt wird mit der Analyse der Lernorganisation in den Bildungszentren ein Abgleich zwischen aktuellem Lernszenario und geplanten VR-Szenarios vorgenommen.

Die ÜLU wird im Rahmen von Lehrgängen mit bis zu zwölf Teilnehmenden durchgeführt, wobei Planung und Taktung der Lehrgänge den Bildungszentren obliegen und durchaus unterschiedlich gestaltet sind. Sie dauern in der Regel ein bis zwei Arbeitswochen. Zeitpunkte der Lehrgänge werden bedarfsgerecht für die Lehrjahre definiert. Während die zeitliche Organisation variiert, ist die Unterrichtsgestaltung im Sinne der sozialen Organisation eher homogen. Zur Förderung der beruflichen Handlungskompetenz gemäß den Rahmenlehrplänen steht die Bearbeitung von Kundenaufträgen im Zentrum der ÜLU. Dies ermöglicht, dass *„Handlungen (...) von den Lernenden möglichst selbstständig geplant, durchgeführt, überprüft, ggf. korrigiert und schließlich bewertet werden“* [KMK03]. Dabei findet die Ausführung nicht in Gruppen statt, sondern wird einzeln bearbeitet. Die Rolle der Dozierenden ist begleitend. Digitale Medien werden zur Unterstützung als Informationsquelle oder zur Dokumentation eingesetzt. Die Gestaltung und Bereitstellung digitaler Medien ist durchaus heterogen.



Abbildung 2: Darstellung des aktuellen Lernszenarios in der ÜLU

In der räumlichen Aufteilung sind die Bildungszentren meist ähnlich aufgebaut: Neben Schulungsräumen stehen Werkstätten und Lackierkabinen zur Verfügung. Zusätzlich gibt es vereinzelt PC-Räume.

Im Rahmen der Workshops und Interviews mit den Dozierenden wurden erste Lernszenarien erarbeitet, in denen VR implementiert wird. Unter anderem bietet sich der Einsatz während Wartezeiten an, die bedingt durch begrenzte räumliche Kapazitäten (z. B. in der Lackierkabine) und individuelles Arbeitstempo zustande kommen. Während der Wartezeit können die Auszubildenden entweder allein oder in Kleingruppen Aufgaben in der VR-Lackierwerkstatt bearbeiten. Ein weiteres Einsatzszenario ist die Bearbeitung zu zweit, in dem eine Person die VR-Anwendung nutzt und die zweite beobachtet. Die Dozierenden betonten, dass die VR-Lackierwerkstatt kein Ersatz für die bestehende Ausbildungsumsetzung darstellt, sondern als Ergänzung eingesetzt werden soll.

### 3.4 Technische Ausstattung

Neben mangelnder Medienkompetenz der Lehrkräfte zählen IT-Ausstattung und technischer Support zu den wesentlichen hemmenden Faktoren für den Einsatz von digitalen Bildungsformaten [Ba16], [TMN18]. Dementsprechend wurden im Projekt Daten über den aktuellen Stand der technischen Ausstattung erhoben. Wie auch im Projekt *ARSUL* zeigt sich, dass die technische Ausstattung in den verschiedenen Bildungszentren heterogen ist [AR19]. Letzteres resultiert aus dezentralen Trägerschaften. Dabei werden die Kosten zur Unterhaltung und Nutzung der ÜBS sowohl durch die Beiträge der Betriebe als auch durch öffentliche finanzielle Förderung getragen. Bildungseinrichtungen können die Beschaffung von technischer Ausstattung entweder über Eigenmittel oder Förderprogramme finanzieren<sup>9</sup> [Wi20]. Unterschiede bezüglich der technischen Ausstattung zeigen sich insbesondere bei der Nutzung und Bereitstellung von digitalen Materialien für die Lehrgänge – angefangen bei der Nutzung eigener Endgeräte bis hin

<sup>9</sup> Hier sind in den letzten Jahren insbesondere für den Aufbau und die Modernisierung der ÜBS verschiedene Programme ins Leben gerufen worden.



zur Bereitstellung von Rechnerpools. Auch die Distribution der Materialien erfolgt über verschiedene Kanäle: Apps, Cloud-Dienste oder lokale Server. Die klassischen Lernmanagementsysteme sind zwar größtenteils vorhanden, finden aber speziell im Bereich Fahrzeuglackierung selten Anwendung.

#### 4 Zusammenfassung

Das Paper beschreibt die Untersuchung der institutionellen Rahmenbedingungen für das Projekt *HandLeVR* und präsentiert erste Resultate. Hierfür wurden verschiedene Faktoren aus dem mediendidaktischen Vorgehensmodell [Ke18] analysiert:

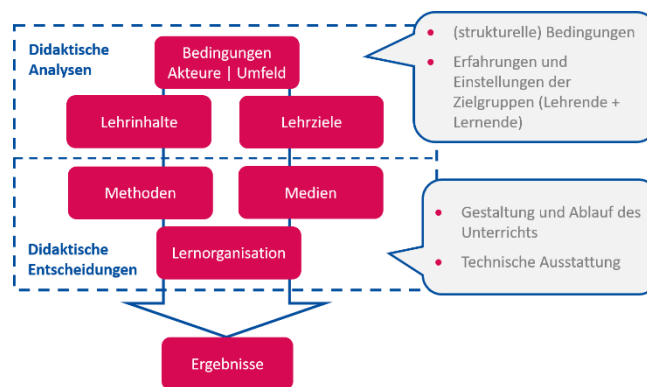


Abbildung 3: untersuchte Faktoren der institutionellen Rahmenbedingungen in Anlehnung an Kerres' mediendidaktische Analysen [Ke18]

Die erhobenen Erkenntnisse hinsichtlich der strukturellen Bedingungen, der Zielgruppe, der Unterrichtsgestaltung und der technischen Ausstattung der ÜLUs indizieren, dass die derzeitigen infrastrukturellen Rahmenbedingungen in deutschen Bildungsinstitutionen der beruflichen Aus- und Weiterbildung einen Einsatz von VR-Lernszenarien ermöglichen, zumindest im Bereich des Fahrzeuglackierens. Die Gestaltungsoffenheit der ÜLUs bietet einen Ansatzpunkt, um die VR-Lackierwerkstatt nach Projektende im Berufsalltag ergänzend einzusetzen und langfristig zu erproben. Seitens der Lehrkräfte besteht Akzeptanz und Bereitschaft, das Medium zu integrieren. Limitiert werden die Ergebnisse durch eine kleine Stichprobe und die Erhebung in der Entwicklungsphase.

Offen bleibt die Frage, wie VR in die Infrastruktur der Bildungsstätten einzubetten ist. Es ist zu klären, wie Nutzungsdaten und -ergebnisse gespeichert und welche Schnittstellen zu vorhandenen Systemen (z. B. LMS) aufgebaut werden. Die Verknüpfung mit einem Verwaltungssystem zur Synchronisation von Nutzungsdaten sowie eine zentrale Speicherung von Lerndaten wäre wünschenswert. Die Verwendung von standardisierten Schnittstellen (z. B. LTI) sollte geprüft werden. Weitere Faktoren wie Datenschutz oder

Hygienestandards spielen eine Rolle. Ebenso sollen neben dem Schulungskonzept handlungsweisende Materialien zum adäquaten Umgang mit und in VR erstellt werden.

Die vorliegende Untersuchung bezieht sich auf den Bereich Fahrzeuglackierung. Das duale Ausbildungssystem ist in Deutschland verbreitet und für einen Großteil der Ausbildungsberufe gültig [MAB20]. Bildungszentren sind oft multifunktional mit mehreren Gewerken in einem Haus ausgerichtet und obliegen derselben Infrastruktur. Somit sind die gewonnenen Erkenntnisse auf andere handwerkliche Berufe und Institutionen übertragbar.

Insgesamt skizzieren die bisherigen Ergebnisse ein optimistisches Bild für den Einsatz von VR in der beruflichen Aus- und Weiterbildung. Es bedarf jedoch weiterer Forschung und vor allem Erprobung im Berufsalltag, um infrastrukturelle Schwierigkeiten bei der Implementierung von VR-Lernszenarien zu identifizieren. Auch die Ergebnisse dieser Untersuchung sind ein Zwischenstand, der im Entwicklungsprozess eines VR-Lernszenarios entstanden ist. Innerhalb der Projektlaufzeit kann lediglich das System entwickelt und ansatzweise etabliert werden. Infrastrukturelle Schwierigkeiten werden erst im laufenden Ausbildungsbetrieb ersichtlich, was nicht mehr in der Projektlaufzeit umsetzbar ist. An dieser Stelle wird die Problematik von zeitlich gebundenen Forschungsprojekten, die einen langfristigen Transfer von funktionierenden Lernanwendungen im Bildungsalltag anstreben, deutlich.

## Literaturverzeichnis

- [AR19] ARSUL: Bericht über organisatorische Rahmenbedingungen des Lernens und Lehrens, Düsseldorf, 2018.
- [AW16] Abdullah, F.; Ward, R.: Developing a General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Computers in Human Behavior*, 56, S. 238–256, 2016.
- [AW17] Asmuth, S.; Werner, U.: Duale Berufsausbildung sichtbar gemacht. 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn, 2017.
- [Ba16] Bach, A.: Nutzung von digitalen Medien an berufsbildenden Schulen – Notwendigkeit, Rahmenbedingungen, Akzeptanz und Wirkungen. In Seifried, J.; Seeber, S. et al. (Hrsg.): *Jahrbuch der Berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung*, S. 107–123, 2016.
- [Da89] Davis, F.: Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13, S. 319–339, 1989.
- [DGW89] Davis, F.; Bagozzi, R. et al.: User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), S. 982–1003, 1989.

- [Fr19] Franke, D.: Überbetriebliche Unterweisung im Handwerk. Zahlen und Analysen zur Inanspruchnahme im Jahr 2018. Verein zur Förderung des Heinz-Piest-Instituts für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover e. V., Hannover, 2019.
- [HP20] HPI Technologiemonitoring: Steckbrief AR/VR, [https://hpi-hannover.de/veroeffentlichungen/Steckbriefe/HPI-Technologie-Steckbrief\\_ARVR.pdf](https://hpi-hannover.de/veroeffentlichungen/Steckbriefe/HPI-Technologie-Steckbrief_ARVR.pdf), (16.02.2021).
- [Ke18] Kerres, M.: Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote. 5. Auflage, De Gruyter, Berlin, 2018.
- [KH06] King, W.; He, J.: A meta-analysis of the Technology Acceptance Model. *Information & Management*, 43, S. 740–755, 2006.
- [KMK03] Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Fahrzeuglackierer/Fahrzeuglackiererin, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.05.2003, 2003.
- [Kr11] Kreidl, C.: Akzeptanz und Nutzung von E-Learning-Elementen an Hochschulen. Gründe für die Einführung und Kriterien der Anwendung von E-Learning. Medien in der Wissenschaft, Waxmann Verlag GmbH, Münster, 2011.
- [Ku18] Kuckartz, U.: Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. 4. Auflage. Beltz Juventa, Weinheim, 2018.
- [LKL03] Lee, Y.; Kozar, K. et al: The Technology Acceptance Model: Past, Present, and Future. *Technology*, 12, 2003.
- [MAB20] Maaz, K.; Artelt, C.; Brugger, P.; Buchholz, S.; Kuehne, S.; Leerhoff, H.; Rauschenbach, T.; Rockmann, U.; Roßbach, H.-G.; Schrader, J.; Seeber, S.: Bildung in Deutschland 2020. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung in einer digitalisierten Welt, 2020.
- [MC19] Manis, K.; Choi, D.: The virtual reality hardware acceptance model (VR-HAM): Extending and individuating the technology acceptance model (TAM) for virtual reality hardware. *Journal of Business Research*, 100, S. 503–513, 2019.
- [MK18] Van Merriënboer, J. J. G.; Kirschner, P. A.: 4C/ID in the Context of Instructional Design and the Learning Sciences. *International Handbook of the Learning Sciences*, S. 169–179, 2018.
- [MPS18] Mahrin, B.; Pfetsch, J.; Stoll, C.: Mobiles Lernen im Handwerk. *Handbuch Mobile Learning*. Springer VS, Wiesbaden, S. 943–970, 2018.
- [PZ18] Pletz, C.; Zinn, B.: Technologieakzeptanz von virtuellen Lern- und Arbeitsumgebungen in technischen Domänen. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(4), S. 86–105, 2018.
- [RP17] Redecker, C.; Punie, Y. (2017): European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu; deutsche Übersetzung durch das Goethe-Institut 2019.
- [SE03] Seufert, S.; Euler, D: Nachhaltigkeit von eLearning-Innovationen. SCIL, 2003.
- [SB02] Schwan, S.; Buder, J.: Lernen und Wissenserwerb in virtuellen Realitäten. In Bente, G.; Krämer, N. C.; Petersen A. (Hrsg.): *Virtuelle Realitäten*, S. 109–129, Hogrefe Verlag für Psychologie, Göttingen, 2002.

- [TMN18] Thomas, O.; Metzger, D.; Niegemann, H.: Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung: Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0. Springer-Verlag, 2018.
- [VM03] Venkatesh, V.; Morris, M. et al: User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27, S. 425–478, 2003.
- [Wi20] Wittig, W.: Evaluation der Förderung überbetrieblicher Berufsbildungsstätten und ihrer Weiterentwicklung zu Kompetenzzentren, Bundesinstitut für Berufsbildung, Bonn, 2020.