
Lernerfolgsrelevante Gestaltungsmerkmale einer virtuellen 360°-Lernumgebung

Ein Fallbeispiel aus der Logistikbranche

Christine Siemer¹ 

¹ Universität Bremen

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird an einem Fallbeispiel aus der Logistikbranche der Frage nachgegangen, welche Gestaltungsmerkmale einer virtuellen 360°-Lernumgebung, verstanden als Bildungsangebot, den Lernerfolg von Teilnehmenden positiv beeinflussen. Die Gestaltungs- und Entwicklungsarbeit der Lernumgebung, die Erprobung des Lernsettings und die Erfassung des Lernerfolgs erfolgte im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts «Mensch und Logistik in der Digitalisierung» (MeLoDi) und basiert auf elf Gestaltungsmerkmalen (z. B. Praxisnähe). In einem ersten Schritt wird die Korrelation zwischen den elf Gestaltungsmerkmalen und dem «subjektiven Lernerfolg» als Kriterium analysiert. Um Aussagen über den «subjektiven Lernerfolg» der Stichprobe (N=86) treffen zu können, wird mittels einer multiplen linearen Regressionsanalyse in einem zweiten Schritt untersucht, bei welchen im Modell aufgenommenen Gestaltungsmerkmalen ein signifikant positiver Zusammenhang zum «subjektiven Lernerfolg» nachweisbar ist. Die Ergebnisse zeigen, dass die Gestaltungsmerkmale «Praxisnähe, nützliche Hilfeanzeigen, die selbstständige Auswahl der Lerninhalte und Videos zum besseren Verständnis» signifikante Prädiktoren sind, während für andere Gestaltungsmerkmale (z. B. Lernpausen) kein Effekt auf den «subjektiven Lernerfolg» nachweisbar ist. Auch wenn nicht alle elf Gestaltungsmerkmale einen positiven Effekt aufzeigen, deuten die Ergebnisse darauf hin, dass der didaktische Mehrwert der virtuellen 360°-Lernumgebung im Bereich der Selbststeuerung und des arbeitsplatzbezogenen Lernens liegt. Zudem gibt es Anhaltspunkte, dass sich eine Unterstützung im Lernprozess beim Einsatz virtueller 360°-Lernumgebungen als relevant erweist und digitalgestützte, lernbegleitende Massnahmen (z. B. Erklärvideos) auch beim selbstgesteuerten Lernen berücksichtigt werden sollten.

Learning Success-Relevant Design Features of a Virtual 360° Learning Environment. A Case Example from the Logistics Sector

Abstract

This paper uses a case from the logistics industry to investigate which design features of a virtual 360° learning environment, understood as an educational offering, positively influence the learning success of participants. The design and development work of the learning environment, the testing of the learning setting and the recording of the learning success took place within the framework of the project «Humans and Logistics in Digitalisation» (MeLoDi) funded by the Federal Ministry of Education and Research and is based on eleven design features (e.g. practical relevance). In a first step, the correlation between the eleven design features and «subjective learning success» is analysed as a criterion. In order to be able to make statements about the «subjective learning success» of the sample (N=86), a multiple linear regression analysis is used in a second step to investigate, for which design features included in the model a significant positive correlation with the «subjective learning success» can be demonstrated. The results show that the design features «practical relevance, useful help information, independent selection of learning content and videos for better understanding» are significant predictors, while for other design features (e.g. learning breaks) no effect on subjective learning success can be demonstrated. Even though not all eleven design features show a positive effect, the results indicate that the didactic added value of the 360° virtual learning environment lies in the area of self-direction and workplace-based learning. In addition, there are indications that support in the learning process proves to be relevant when using virtual 360° learning environments and that digitally supported, learning-accompanying measures (e.g. explanatory videos) should also be taken into account in self-directed learning.

1. Kontext

Innerhalb des Logistiksektors gilt der Einsatz digitaler Technologien als zentraler Treiber für Innovationen. Zugleich löste der verstärkte Einsatz digitaler Technologien in der Branche eine zunehmende Automatisierung und Substituierung von Tätigkeiten aus (Roth et al. 2015). Die zunehmende Automatisierung von Arbeitsprozessen geht auf der Beschäftigtenebene mit veränderten Kompetenzanforderungen einher (Arnold et al. 2016; Kock und Schad-Dankwart 2019; Umbach et al. 2020; Siemer 2021). In ihrer Funktion als Arbeitsinstrument werden digitale Technologien selbst für die Beschäftigten zum Lerngegenstand (Euler und Wilbers 2020) und Studien zeigen auf, dass z. B. IT-Verständnis, Prozesswissen, Problemlösefähigkeit, aber auch Kommunikationsfähigkeit durch den Einsatz digitaler Technologien zukünftig

im Logistiksektor an Relevanz gewinnen (Heistermann, ten Hompel, und Mallée 2017; Köhne-Finster et al. 2020; Siemer 2021). Allerdings haben kleine und mittlere Logistikbetriebe im Vergleich zu Grossunternehmen häufig weniger Ressourcen zur Verfügung, um Beschäftigten die Teilnahme an Weiterbildungsmaßnahmen zu ermöglichen (Vogl 2020). Hinzu kommt die Tatsache des hohen Fachkräftemangels innerhalb der Logistikbranche (Straub et al. 2017; Hempfing und Schwemmer 2019). So verfügen im Transportbereich Berufskraftfahrer:innen meist über keine duale Berufsausbildung, sondern erwerben lediglich in einem beschleunigten Verfahren die Grundqualifikation. Es kommt daher neben dem quantitativen Fachkräftemangel auch zu einem Bedarf an qualitativ ausgebildeten Beschäftigten im Transportbereich (Weinowski und Sander 2021). Um letzterem entgegenzuwirken, werden digital gestützte Weiterbildungsmöglichkeiten am Arbeitsplatz für die Logistikbranche als prospektiver Weg beschrieben, die Weiterbildungsbedarfe von Beschäftigten zu decken (Vogl 2020). Diese Perspektive wird durch die Ergebnisse der Trendstudie Learning Delphi (mmb 2022) gestützt. Aus der Studie geht hervor, dass informelles und selbstgesteuertes Lernen an Relevanz gewinnen und in diesem Zusammenhang die Lernform *Microlearning* bedeutsamer wird. Unter *Microlearnings* werden im Folgenden in sich abgeschlossene mediengestützte kurze digitale Lerneinheiten und Informationssequenzen verstanden (z. B. kurze Videos, Grafiken, interaktive Elemente und Lernspiele), die orts- und zeitflexibel abrufbar sind (Schall 2020).

Infolgedessen wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts «Mensch und Logistik in der Digitalisierung» (Akronym: MeLoDi)¹ eine auf die Logistikbranche zugeschnittene und mit *Microlearnings* angereicherte virtuelle 360°-Lernumgebung entwickelt. Die virtuelle 360°-Lernumgebung dient dem Zweck, mittels *Microlearnings* fachbezogenes Wissen (z. B. Gesamtsystem digitaler Fahrtenschreiber) im Arbeitsprozess bereitzustellen, um sowohl dem Bedarf an prägnanten, kurzen und in sich geschlossenen Lerneinheiten zu begegnen als auch das selbstgesteuerte Lernen zeitunabhängig zu forcieren (Burchert et al. 2021).

360°-Medien werden oft vereinfacht als *Virtual Reality* bezeichnet. Allerdings handelt es sich hierbei nicht um computergenerierte Welten, sondern um Bild- oder Video-Aufnahmen authentischer Orte, in denen die Lernenden im Raum navigieren können (Ketzer-Nöltge und Wolbergs 2021). 360°-Medien bieten die Möglichkeit, Handlungssituationen authentisch, flächendeckend und digital abzubilden, indem die Kamera die Umgebung von einem festen Standpunkt aus festhält (Hebbel-Seeger 2018).

1 Förderlaufzeit 2018 bis 2022: Teil der Förderrichtlinie «Transfernetzwerke Digitales Lernen in der Beruflichen Bildung» (DigiNet).

In der beruflichen Weiterbildung zeigt sich – beschleunigt durch die COVID-19 Pandemie – ein erheblicher «Digitalisierungsschub» (Meier und Seufert 2022; vgl. auch Kirchherr et al. 2020; Denninger und Käßplinger 2021). So zeigen z. B. die Ergebnisse der vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. und der McKinsey & Company durchgeführten Onlinebefragung von rund 550 Unternehmen – unter Berücksichtigung der COVID-19 Pandemie – dass der Anteil der angebotenen digitalen Qualifizierungsmassnahmen von 35 Prozent (vor der Pandemie) auf 54 Prozent gestiegen ist (Kirchherr et al. 2020). Denninger und Käßplinger (2021) untersuchten qualitative und quantitative Studien zu den Auswirkungen der COVID-19-Lage auf die Erwachsenen- und Weiterbildung. Die Befunde zeigen neben Finanzierungsproblemen und organisationalen Veränderungen, dass aktuell Desiderate hinsichtlich der Wirksamkeit digitaler Lehr-/Lernräume bestehen.

«Es fällt auf, dass keine Studien gefunden werden konnten, in welchen evaluiert oder analysiert wurde, ob die neuen digitalen Lehr-/Lernräume qualitativ erfolgreich waren. Sind die Lernenden und Stakeholder subjektiv mit den digitalen Lehr-/Lernräumen zufrieden und wie stellen sich Lernerfolge dar? Hier kann eine erhebliche Notwendigkeit erkannt werden, den «Digital Boom» mit Evaluations- und Wirkungsstudien zu begleiten und Beiträge zur Weiterentwicklung zu leisten.» (Denninger und Käßplinger 2021, 171f.)

Vor dem skizzierten Hintergrund liegt das Ziel des vorliegenden Beitrags darin, in einem ersten Schritt die Beziehungen zwischen der Qualität der virtuellen 360°-Lernumgebung und dem subjektiven Lernerfolg zu quantifizieren, um Aussagen über die Zufriedenheit seitens der Lernenden treffen zu können. In Anlehnung an die DIN EN ISO 9000 bezeichnet Qualität hierbei, inwiefern die realisierten Gestaltungsmerkmale einer 360°-Lernumgebung die an sie gestellten Anforderungen der Lernenden erfüllt (Brüggemann und Bremer 2020). In einem zweiten Schritt sollen Vorhersagen darüber getroffen werden, welche elf Gestaltungsmerkmale² der virtuellen 360°-Lernumgebung einen positiven Effekt³ auf den subjektiven Lernerfolg der Lernenden haben.

Die Fragestellungen der Untersuchung lauten wie folgt:

1. Bestehen Zusammenhänge zwischen den Gestaltungsmerkmalen einer virtuellen 360°-Lernumgebung und dem subjektiven Lernerfolg von Teilnehmenden aus der Logistikbranche?
2. Welche Gestaltungsmerkmale einer virtuellen 360°-Lernumgebung wirken sich positiv auf den subjektiven Lernerfolg aus?

2 Eine ausführliche Beschreibung der Gestaltungsmerkmale erfolgt in Kapitel 2.

3 «Positiv» wird nachfolgend definiert als positiver linearer Zusammenhang der Variablen (vgl. Kapitel 4).

Im vorliegenden Beitrag wird davon ausgegangen, dass die Qualität virtueller 360°-Lernumgebungen, wie sie über elf Gestaltungsmerkmale operationalisiert wird, einen Einfluss auf den subjektiven Lernerfolg hat. Die zugrundeliegende Annahme lautet folglich: Alle elf Gestaltungsmerkmale der virtuellen 360°-Lernumgebung haben einen positiven Effekt auf den subjektiven Lernerfolg der Stichprobe.

2. Entscheidungskriterien und Gestaltungsmerkmale der virtuellen 360°-Lernumgebung

Im Folgenden Kapitel erfolgt eine auf die systemische Ebene ausgerichtete Einordnung von Lernumgebungen im Bildungsbereich. Hieran anknüpfend werden Entscheidungskriterien zur Gestaltung digitaler Lernangebote und die Gestaltungsmerkmale der virtuellen 360°-Lernumgebung dargestellt.

In Anlehnung an Seufert und Euler (2005) lassen sich Lernumgebungen auf der Meso-Ebene wie folgt differenzieren:

1. In der *konventionellen Lernumgebung* finden Lehren und Lernen in der realen Welt statt (ebd.).
2. In *virtuellen Lernumgebungen* erfolgen Lehren und Lernen rein digital (ebd.). Virtuelle Lernumgebungen bedienen sich des Spektrums des E-Learnings, um sowohl organisatorische als auch didaktische Funktionalitäten bereitzustellen (Euler und Wilbers 2020). Dabei sollten virtuelle Lernumgebungen möglichst audiovisuelle Medien enthalten, die Informationen und realitätsnahe authentische Problemstellungen abbilden und eine Interaktion mit der Lernumgebung ermöglichen (Niegemann et al. 2008; vgl. auch Zinn, Guo, und Sari 2016).
3. Eine *Hybride Lernumgebung* verbindet Formen des E-Learnings und das Lernen in Präsenz (Blended-Learning) (Seufert und Euler 2005).

Aus berufs- und medienpädagogischer Perspektive steht mit Blick auf den Lernerfolg neben der Frage nach den technologischen Komponenten und Möglichkeiten des digitalen Lerninstruments auch diejenige nach der Qualität im Vordergrund. Die erlebte Qualität des Lernangebots sowie die emotionale Reaktion und die Lernmotivation sind laut Kerres (2018) zudem Kriterien, die sich auf den *subjektiven Lernerfolg* der Lernenden auswirken und den Lerneffekt beeinflussen können. Die erlebte Qualität eines Lernangebots umfasst inhaltliche, formale, ästhetische sowie didaktische Aspekte der Aufbereitung von Informationen sowie Kommunikations- und Betreuungsmöglichkeiten. Die emotionale Reaktion und Lernmotivation umfasst das Interesse am und die Aufmerksamkeit gegenüber dem Lernangebot. Unterschieden werden kann hierbei einerseits zwischen intrinsischer Motivation, die z. B. durch multimediale Lerninhalte sowie durch das explorative Lernen in einer Lernumgebung geweckt werden kann. Andererseits können extrinsische Motive – wie ein auf

die individuellen Ziele des Subjekts ausgerichtetes Lernangebot (z. B. zur Erreichung eines Berufsschulabschlusses) – dazu zum Lernen bewegen (Kerres 2018).⁴ Wie diese Aspekte in der Gestaltung digitaler Lernangebote gezielt aufgegriffen werden können, formuliert Niegemann (2020) in seinem Modell zum Decision Oriented Instructional Design (DO ID), indem er zehn lernpsychologisch-didaktische Entscheidungsfelder zur Gestaltung medialer Lerneinheiten zugrunde legt, die nachstehend in ihrer Aufzählung nicht linear oder in Abhängigkeit zueinander zu verstehen sind:

(1) Die *Formatentscheidung* klärt die Informationsdarbietung des Lernstoffs und der Informationspräsentation, z. B. Mini-Lectures, Serious Games, aber auch Microlearnings. (2) Bei der *Inhaltsstrukturierung* geht es um Strukturierung, Abstraktionsniveau, Informationsdichte sowie didaktisch sinnvoll angelegte Reihenfolgen und die Adaptivität des Lernstoffs. (3) Im Entscheidungsfeld *Lernaufgaben und Narration* werden Lern- und Übungsaufgaben unter Berücksichtigung der Qualität, Quantität und Fachlichkeit entwickelt, die zur Kompetenzentwicklung der Lernenden beitragen sollen. (4) *Technische Bedingungen und Entwicklungen* beinhalten die Wahl der Hard- und Software sowie weitere Entscheidungen bzgl. Multimedia und Interaktivität. (5) Das *Multimediasdesign* bezieht sich auf die Auswahl der unterschiedlichen Medienformen, z. B. Texte, Bilder, Schrifttypen und/oder Layout. (6) Im *Motivationsdesign* geht es um die Motivierung gegenüber der multimedialen Lernumgebung hinsichtlich der Aufmerksamkeit, Relevanz, Erfolgsaussichten und der Zufriedenheit. (7) Das *Interaktionsdesign* berücksichtigt Entscheidungen zur Interaktion zwischen den Lernenden und dem Lernsystem sowie der Adaptivität, z. B. Feedbackformen, Selbstständige Auswahl der Lerninhalte und/oder interaktive Hilfen. (8) Mit der *Zeitstrukturierung* werden Entscheidungen zu Lernpausen und Dauer der zu bearbeitenden Zeit der Lerneinheit festgelegt. (9) *Grafikdesign/Layout* berücksichtigt die Gestaltung des Lernstoffs hinsichtlich Ästhetik und Funktionalität, z. B. Schrift, Illustration oder Bewegtbilder. (10) Die *Implementation* betrifft die Einbettungsstrategie unter Berücksichtigung der Einstellungen seitens der Lehrenden und Lernenden gegenüber (neuen) digitalen Bildungsangeboten (Niegemann und Niegemann 2018; Niegemann 2020).

Niegemann und Niegemann (2018) sprechen die Empfehlung aus, diese Entscheidungsfelder ebenfalls für die Bewertung des multimedialen Lernangebots zu berücksichtigen und die Erfassung des Lernerfolgs mit einzubeziehen. Diese zehn Entscheidungsfelder von Niegemann (2020) bildeten die Grundlage für die Gestaltung der virtuellen 360°-Lernumgebung (verstanden als entwickeltes Produkt im Rahmen des MeLoDi Projekts).

4 Kerres (2018) greift bei intrinsischer und extrinsischer Motivation auf ein psychologisches Begriffsverständnis nach Heckhausen und Heckhausen (2010) zurück.

Unter Einbezug der Forschungsfragen werden nachfolgend sechs der zehn Entscheidungsfelder nach Niegemann (2020) für den vorliegenden Beitrag näher betrachtet, welche sich sowohl auf die Qualität der virtuellen 360°-Lernumgebung, wie sie über elf Gestaltungsmerkmale operationalisiert wurde, als auch auf den *subjektiven Lernerfolg* beziehen (Tabelle 1).

Gestaltungsmerkmale		Subjektiver Lernerfolg	
Entscheidungsfeld	Operationalisierung	Entscheidungsfeld	Operationalisierung
Interaktionsdesign	1. Praxisnähe 2. Unterstützende Videos 3. Nützliche Hilfanzeigen 4. Selbstständige Auswahl 5. Klare Formulierungen	Lernaufgaben und Narration	Fachwissen
			Verständnis
Zeitstrukturierung	6. Individuelle Lernpause 7. Angemessene Länge	Motivationsdesign	Motivation
			Relevanz
Multimediasdesign	8. Text-Bild-Integration		
Grafikdesign/Layout	9. Lesbarkeit 10. Ansprechende Grafiken 11. Übersichtlichkeit		

Tab. 1: Entscheidungsfelder und Gestaltungsmerkmale der virtuellen 360°-Lernumgebung (in Anlehnung an Niegemann und Niegemann 2018; Niegemann 2020).

Das entscheidungsorientierte Vorgehen führt folglich zu Merkmalen, die das Bildungsangebot – in diesem Fall die virtuelle 360°-Lernumgebung – nach der Fertigstellung aufweist und die am Ende über dessen Qualität in Relation zum *subjektiven Lernerfolg* entscheiden.

3. Forschungsdesign

In diesem Kapitel erfolgt zunächst die Erläuterung des Untersuchungsgegenstandes. Danach werden das methodische Vorgehen und die Stichprobe der vorliegenden Untersuchung beschrieben.

3.1 Untersuchungsgegenstand

Der Untersuchungsgegenstand im vorliegenden Fallbeispiel ist die im Rahmen des MeLoDi-Projekts entwickelte, mit Microlearnings angereicherte virtuelle 360°-Lernumgebung (siehe Abb. 1). Mittels Microlearning können direkte Hilfestellungen geboten werden, die den Lernenden den Zugriff auf Informationsmaterial on demand zur Verfügung stellt (Reiners 2013) und häufig asynchrone Lernformen stützen (Hug 2018).

Durch die in der virtuellen 360°-Lernumgebung integrierten Microlearnings können die Lernenden den Zeitpunkt, die Lerninhalte sowie die Abfolge und Dauer der Lernaktivität mit der Lernumgebung selbst festlegen. Über die Nutzung eines mobilen Endgeräts können die Lernenden aus der Logistikbranche orts- und zeitflexibel auf die Lernumgebung zugreifen, wodurch das selbstgesteuerte Lernen forciert wird (Burchert et al. 2021) und individuelle Lerntempi berücksichtigt werden können (Gloerfeld, Kuszpa, und de Witt 2015).

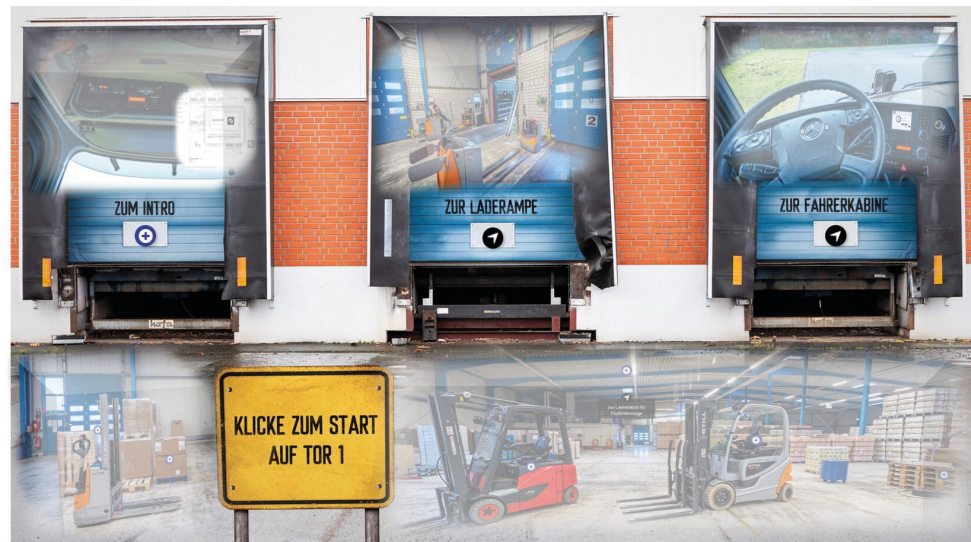


Abb. 1: Virtuelle 360°-Lernumgebung (eigene Darstellung)⁵.

⁵ Hinweis zum Copyright der virtuellen 360°-Lernumgebung unter CC BY-SA 4.0.

Selbstgesteuertes Lernen entsteht nach Dehnbostel dann, «wenn der Lernende wesentliche Entscheidungen über Planung, Inhalte, Durchführung und Bewertung des Lernens beeinflussen oder weitgehend selbst treffen kann» (2015, 49). Das Potenzial von Microlearning ergibt sich aus medienpädagogischer Perspektive in dem Moment, wo der Lerngegenstand und die Lernenden zeitgleich adressiert werden (de Witt 2013). Weiterhin zeigt sich die Tendenz, dass bei der Wissensvermittlung mittels Microlearning die Bedarfe von Lernenden in beruflichen Zusammenhängen adressiert und informelle Lernprozesse angesteuert werden können (Schall 2020).

Die virtuelle 360°-Lernumgebung richtet sich an Beschäftigte in operativen Tätigkeitsfeldern – Berufskraftfahrer:innen, Fachkräfte für Lagerlogistik, Fachlagerist:innen, Lagerhelfer:innen, Auszubildende, Quereinsteiger:innen – sowie An- und Ungelernte, aber auch an dispositiven Tätigkeiten, z. B. Kaufleute für Spedition und Logistikdienstleistungen (Schall und Siemer 2022). Die Gestaltungs- und Entwicklungsarbeit sowohl der Lernumgebung als auch der integrierten Microlearnings erfolgte im Rahmen des MeLoDi-Projekts durch die enge Zusammenarbeit der Projektpartner (wissenschaftliche Begleitung, Bildungsanbieter, IT-Firma). Die Panoramen und integrierten Bildaufnahmen (jpg 13.000 px im Original) der 360°-Lernumgebung wurden vor Ort bei einem mittelständischen Logistikunternehmen durch eine Agentur produziert, die sich auf 360°-Fotografien und virtuelle Rundgänge spezialisiert hat.

Die Technische Umsetzung der virtuellen 360°-Lernumgebung erfolgte mit dem Autorentool H5P⁶ und der Applikation Virtual Tour (360). Technologisch betrachtet handelt es sich bei der virtuellen 360°-Lernumgebung um Panoramen authentischer Arbeitsbereiche, um die räumliche Situation einzufangen und abzubilden (Ketzer-Nöltge und Wolbergs 2021; Hebbel-Seeger 2018). Die im Untersuchungsgegenstand vorhandenen Szenarien beziehen sich auf authentische Arbeitsbereiche der Transport und Lagerlogistik (siehe Abb. 2). Dies ermöglicht, den «virtuellen» Lerngegenstand und die Lernenden zeitgleich zu adressieren (vgl. de Witt 2013).

6 Zur Vertiefung aller Content Typs siehe <https://h5p.org>.

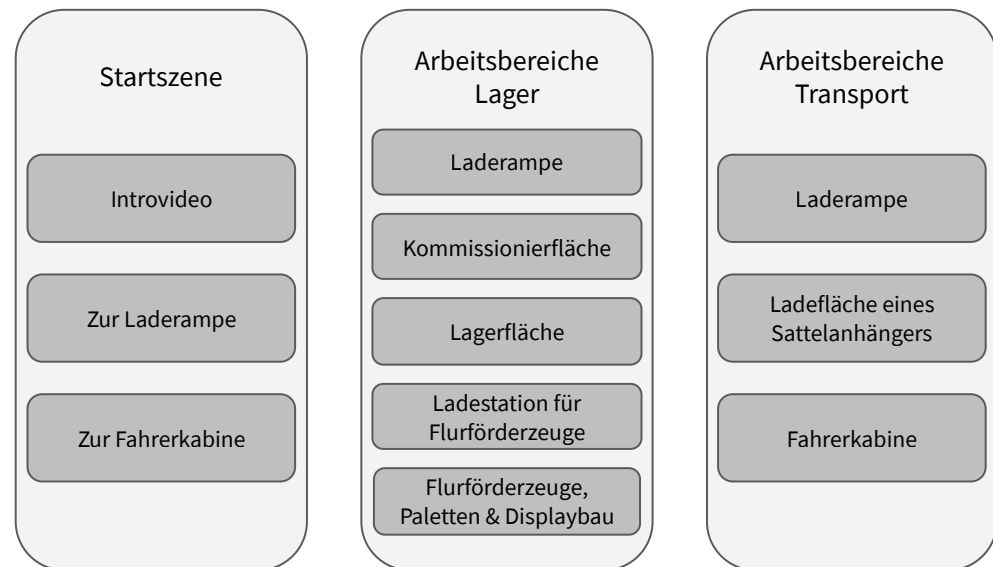


Abb. 2: Szenarien der virtuellen 360°-Lernumgebung (eigene Darstellung).

Elemente wie Hotspots, Erklärvideos, Mouseover-Funktionen, Hilfsfunktionen (z. B. Lageplan) und Feedbacks gewährleisten Orientierung und Interaktion mit der Lernumgebung. Mithilfe der Hotspots (blauer Button) gelangen die Nutzer:innen zu den integrierten Microlearnings. Über die Navigationspfeile (schwarzer Button) navigieren sich die Lernenden durch die verschiedenen Szenen und Arbeitsbereiche (Abb. 1).

Die Microlearnings unterscheiden sich in ihrer Multimedialität und Gestaltung und variieren in ihrer Beschaffenheit von reinen Informationssequenzen (z. B. Microlearningeinheit: Bedienelemente des Fahrtenschreibers), bis hin zu interaktiven Lerninhalten (z. B. Microlearningeinheit: Fahrtenschreiberkarte).

3.2 Methodisches Vorgehen

Das methodische Vorgehen des vorliegenden Beitrags ist quantitativ konzipiert. Auf Grundlage der Entscheidungsfelder nach Niegemann (2020) und in Anlehnung an Niegemann und Niegemann (2018) und die daraus abgeleiteten Gestaltungsmerkmale (Kapitel 2) wurde ein standardisierter Fragebogen entwickelt. Demnach stützt sich die Auswahl der elf Gestaltungsmerkmale (s. Tabelle 1) auf lernpsychologisch-didaktische Entscheidungsfelder zur Gestaltung medialer Lerneinheiten. Dieser Rahmen ermöglicht, die Entscheidungen, die bei der Konzeption multimedialer Lernangebote zu treffen sind, am Fallbeispiel einer virtuellen 360°-Lernumgebung zu analysieren. Ein solches Vorgehen trägt dazu bei, berufsgruppenübergreifende lernerfolgsrelevante Gestaltungsmerkmale erkennbar zu machen, die zu einem

höheren *subjektiven Lernerfolg* seitens der Lernenden beitragen und zukünftig sowohl für die Entwicklung als auch für die Auswahl virtueller 360°-Lernumgebungen Orientierung bieten.

Die Datenerhebung erfolgte im Zeitraum von Dezember 2021 bis Februar 2022 an zwei Berufsschulen, einem Weiterbildungszentrum und einer Bildungsakademie. Die Erprobung der virtuellen 360°-Lernumgebung hatte einen zeitlichen Umfang von ca. einer Stunde. Die Teilnehmenden erprobten die Lernumgebung in erster Linie über Laptops und PCs. Das Lernsetting wurde durch die wissenschaftliche Begleitung oder einen Praxispartner (Bildungsanbieter) des MeLoDi-Projekts begleitet.

Das Ziel der Datenauswertung ist zum einen eine dichte Beschreibung der Ergebnisse. Zum anderen zielt die Auswertung darauf, die Beziehung zwischen der wahrgenommenen Qualität der virtuellen 360°-Lernumgebung anhand der elf Gestaltungsmerkmale auf der einen Seite, dem *subjektiven Lernerfolg* auf der anderen Seite zu prüfen. Die Qualität-Skala umfasst elf Items, welche die Prädiktoren bilden, die Lernerfolg-Skala besteht aus vier Items und bildet die zentrale abhängige Variable der vorliegenden Untersuchung zur Klärung des *subjektiven Lernerfolgs* der Lernenden (Tabelle 1). Die Skalierung der Items ist an die Likert-Skalierung angelehnt und ist vierstufig von (4) «Stimme zu» bis (1) «Stimme nicht zu» (Döring und Bortz 2016). Tabelle 2 sind die im Fragebogen verwendeten Items zu entnehmen.

Qualitätsskala	
Operationalisierung	Item
1. Praxisnähe	Die Lerninhalte sind nah an meinen Arbeitsaufgaben.
2. Unterstützende Videos	Die verwendeten Videos haben mir geholfen, die Inhalte zu verstehen.
3. Nützliche Hilfsanzeigen	Die Hilfsanzeigen (z. B. Infobutton, Lageplan) sind nützlich.
4. Selbstständige Auswahl	Mit der selbstständigen Auswahl der Lerninhalte bin ich gut zu recht gekommen.
5. Klare Formulierungen	Die Aufgabentexte waren klar formuliert.
6. Individuelle Lernpause	Die virtuelle Lernumgebung ermöglicht es mir, ausreichend Pausen zu machen.
7. Angemessene Länge	Die Länge der Lerninhalte war für mich genau richtig.
8. Text-Bild-Integration	Die Verknüpfung von Bild und Textelementen (z. B. Hotspots) haben mir geholfen, die Lerninhalte zu verstehen.
9. Lesbarkeit	Die verwendeten Schriften waren für mich gut lesbar.
10. Ansprechende Grafiken	Die verwendeten Grafiken waren ansprechend.
11. Übersichtlichkeit	Die einzelnen Lerneinheiten sind übersichtlich angeordnet.

Lernerfolgsskala	
Operationalisierung	Item
Fachwissen	Durch die Lerninhalte habe ich an Fachwissen dazu gewonnen.
Verständnis	Durch die digitalen Lerneinheiten fiel es mir leichter die Inhalte zu verstehen, im Vergleich zu analogen Lerneinheiten.
Motivation	Ich hatte Lust, mit der virtuellen Lernumgebung zu lernen.
Relevanz	Die Wichtigkeit der Lerninhalte für meinen Beruf war mir bewusst.

Tab. 2: Items der Qualitäts- und Lernerfolgsskala (Itemformulierung in Anlehnung an Niegemann und Niegemann 2018; Niegemann 2020).

Eine Überprüfung der internen Konsistenz der Qualität-Skala und der Lernerfolg-Skala zeigt, dass die Skalen zur Messung der *Qualität* ($\alpha = .84$) und des *Lernerfolgs* ($\alpha = .80$) – unter Berücksichtigung der Anzahl der Items – gute Reliabilitäten aufweisen. Die Trennschärfen der Items dieser Skalen liegen über .30 und sind mit $r_{it} > .38$ und $< .64$ auf der Qualitäts-Skala und $r_{it} > .56$ und $.65$ auf der Lernerfolg-Skala im akzeptablen bis guten Bereich.

Mit einer multiplen linearen Regressionsanalyse nach der Methode «Einschluss» wird die Frage untersucht, welche Gestaltungsmerkmale der virtuellen 360°-Lernumgebung sich positiv auf den *subjektiven Lernerfolg* auswirken. Demnach wurden alle unabhängigen Variablen der Qualität-Skala simultan in die Gleichung der Regression aufgenommen (Raithel 2008). Vor der Datenauswertung wurden die Skalenwerte mittels Kolmogorov-Smirnov Test auf Normalverteilung geprüft. Wegen einer Verletzung der Normalverteilungsannahmen (alle $ps < .001$) wurde bei den bivariaten Korrelationsanalysen das nichtparametrische Verfahren von Spearman angewendet. Als Voraussetzung der multiplen linearen Regressionsanalyse wurde Homoskedastizität (Varianzgleichheit) der Residuen mittels visueller Prüfung festgestellt (Field 2009). Die Datenanalyse erfolgte mit der Statistiksoftware SPSS Version 26.

3.3 Stichprobe

Die Stichprobe umfasst 86 Personen aus verschiedenen Tätigkeitsfeldern der Transport- und Lagerlogistik. Die soziodemografischen Angaben zur Stichprobe können Tabelle 3 entnommen werden.

Variablen	n	%
<i>Altersgruppe</i>		
< 20	21	24,4
21 bis 30	48	55,8
31 bis 40	11	12,8
> 41	6	7,0
<i>Berufserfahrung in Jahren inkl. Ausbildung</i>		
0 bis 2	40	46,5
3 bis 5	26	30,2
6 bis 15	15	17,4
> 15	5	5,8
<i>Berufsstatus</i>		
In Ausbildung Transport	5	5,81
In Ausbildung Lager	1	1,16
In Ausbildung kaufmännischer Beruf	3	3,49
In Ausbildung ohne Berufsangabe	4	4,65
Berufskraftfahrer:in	8	9,30
Fachlagerist:in	8	9,30
Fachkraft für Lagerlogistik	9	10,47
Speditionskauffrau; Speditionskaufmann	9	10,47
Kaufmann/frau für Spedition und Logistikdienstleistungen	8	9,30
Sonstige mit Bezug zur Logistik (z. B. Disponent, Logistiker)	6	6,98
Quereinstieg aus anderen Berufen	13	15,12
Ohne Berufsausbildung	5	5,81
Keine Angabe	5	5,81
Schulabschluss Abitur	2	2,33

Tab. 3: Beschreibung der Stichprobe (N=86).

Der Variable *Berufsstatus* ist zu entnehmen, dass die Mehrheit mit 56% der befragten Personen eine Berufsausbildung im Bereich der Logistik nachweisen kann. Rund 55% der Stichprobe waren zum Zeitpunkt der Erhebung im Alter zwischen 21 und 30 Jahren.

4. Ergebnisse

Dieses Kapitel umfasst die Darstellung der quantitativen Ergebnisse. Zu prüfen ist im Folgenden zunächst – mit Blick auf die Forschungsfragen –, ob ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen den elf Gestaltungsmerkmalen und dem *subjektiven Lernerfolg* der Lernenden besteht. Um unter Berücksichtigung des zugrundeliegenden Qualitätsverständnisses einen Gesamteindruck zu erhalten, inwieweit die virtuelle 360°-Lernumgebung die elf Gestaltungsmerkmale erfüllt, wurden in einem ersten Schritt sowohl deskriptive Kennwerte zu den einzelnen Items der unabhängigen Variable *Qualität* ermittelt als auch die Skalenmittelwerte für die abhängige Variable *subjektiver Lernerfolg* berechnet (Tabelle 4).

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Std.-Abweichung
Praxisnähe	1,00	4,00	2,99	,901
Individuelle Lernpausen	1,00	4,00	3,41	,692
Angemessene Länge	1,00	4,00	3,43	,695
Klare Formulierungen	2,00	4,00	3,47	,731
Bild-Text-Integration	1,00	4,00	3,56	,711
Lesbarkeit	1,00	4,00	3,68	,595
Ansprechende Grafiken	1,00	4,00	3,58	,677
Unterstützende Videos	1,00	4,00	3,44	,713
Nützliche Hilfeanzeigen	1,00	4,00	3,47	,663
Übersichtlichkeit	1,00	4,00	3,59	,679
Selbstständig	1,00	4,00	3,53	,663
Verständnis	2,00	4,00	3,28	,697
Fachwissen	2,00	4,00	3,27	,710
Motivation	1,00	4,00	3,39	,763
Relevanz	1,00	4,00	3,24	,781
Qualität-Skala*	2,00	4,00	3,47	,434
Lernerfolg-Skala*	1,50	4,00	3,28	,584
*Skalenmittelwert.				

Tab. 4: Mittelwerte und Standardabweichungen als Kennwerte zur Beschreibung der Items und der Skalenmittelwerte der Variablen *Qualität* und dem subjektiven *Lernerfolg* (N = 86).

Tabelle 4 ist zu entnehmen, dass die virtuelle 360°-Lernumgebung insgesamt von den Lernenden positiv bewertet wurde. Die ermittelten Kennwerte zeigen auf, dass diese Lernumgebung die untersuchten elf Gestaltungsmerkmale auf den ersten Blick weitestgehend erfüllt. Aussagen über den Zusammenhang zum *subjektiven Lernerfolg* können an dieser Stelle noch nicht getroffen werden.

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage, inwieweit ein Zusammenhang zwischen den Gestaltungsmerkmalen der *virtuellen 360°-Lernumgebung* und dem *subjektiven Lernerfolg von Teilnehmenden aus der Logistikbranche* besteht, werden daher in einem ersten Schritt aufgrund der Verletzung der Normalverteilungsannahme (alle $ps < .001$) die Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman der Skalenmittelwerte der Qualität-Skala und der Lernerfolg-Skala berechnet.

Das Ergebnis der bivariaten Zusammenhangsanalyse zeigt, dass ein starker signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der *Qualität* als Prädiktor und dem *subjektivem Lernerfolg* als Kriterium ($rs = .731, p < .001$) besteht. Dies lässt jedoch noch keine Aussagen darüber zu, welche der einzelnen elf Gestaltungsmerkmale von besonderer Bedeutung für den *subjektiven Lernerfolg* sind.

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage konzentriert sich daher der nachfolgende Schritt darauf zu ermitteln, welche der elf Gestaltungsmerkmale der virtuellen 360°-Lernumgebung positiven Einfluss auf den *subjektiven Lernerfolg* aufweisen. Um Vorhersagen über den *subjektiven Lernerfolg* im Zusammenhang zu den elf Gestaltungsmerkmalen treffen zu können, wurde in einem weiteren Schritt eine multiple lineare Regressionsanalyse mit den verschiedenen elf Gestaltungsmerkmalen (repräsentiert durch jeweils ein Item der Qualitätsskala) als Prädiktoren und mit dem Skalenmittelwert der Lernerfolg-Skala als Kriterium durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, dass das ermittelte Regressionsmodell mit $F(11,74) = 15,538$ und $p < .001$ signifikant ist (Tabelle 5). Die Anpassungsgüte des Modells ist mit einem adjustierten R^2 von .653 gut, d. h. rund 65% der Varianz im *subjektiven Lernerfolg* können mittels der elf berücksichtigten Gestaltungsmerkmale erklärt werden. Das Ergebnis des Durbin-Watson-Tests für die Regressionsanalyse weist nicht auf Autokorrelation hin ($d = 2,388$), die Koeffizienten des Varianzinflationsfaktors (*VIF*) liegen zwischen 1,372 und 2,761 und damit im akzeptablen Bereich. Folglich ist nicht von einer Verzerrung des Standardfehlers und/oder Multikollinearität auszugehen und die Voraussetzungen für eine Interpretation der regressionsanalytischen Ergebnisse sind erfüllt.

Tabelle 5 sind die Ergebnisse der ermittelten Regressionskoeffizienten der elf Gestaltungsmerkmale der virtuellen 360°-Lernumgebung zu entnehmen.

Gestaltungsmerkmale	B	Std.-Fehler	β	t	p
(Konstante)	,134	,143		,935	,353
Praxisnähe	,228	,051	,351*	4,491	<,001
Unterstützende Videos	,175	,071	,214*	2,464	,016
Nützliche Hilfeanzeigen	,165	,082	,187*	2,017	,047
Selbstständige Auswahl	,339	,083	,384*	4,076	<,001
Klare Formulierungen	,014	,071	,018	,198	,843
Individuelle Lernpausen	-,060	,063	-,072	-,957	,342
Angemessene Länge	,060	,073	,071	,818	,416
Text-Bild-Integration	,010	,069	,012	,147	,884
Lesbarkeit	-,041	,083	-,041	-,489	,626
Ansprechende Grafiken	,012	,072	,014	,162	,872
Übersichtlichkeit	,071	,091	,083	,783	,436
*Signifikant auf dem Niveau 0.01.					

Tab. 5: Regressionskoeffizienten zur Vorhersage des subjektiven Lernerfolgs mit der virtuellen 360°-Lernumgebung.

Die Ergebnisse aus Tabelle 5 zeigen, dass vier der elf im Modell aufgenommenen Gestaltungsmerkmale signifikante Prädiktoren zur Vorhersage des *subjektiven Lernerfolgs* sind. Folglich kann festhalten werden, dass die vier Prädiktoren (1) die *Praxisnähe* ($\beta = .351$; $p < .001$), (2) *Videos zum besseren Verständnis der Inhalte* ($\beta = .214$; $p < .016$) und (3) *nützliche Hilfeanzeigen* ($\beta = .187$; $p < .047$) sowie die Möglichkeit zur (4) *selbstständigen Auswahl der Lerninhalte* ($\beta = .384$; $p < .001$) positiven Einfluss auf den *subjektiven Lernerfolg* der untersuchten Stichprobe nehmen. Das bedeutet, dass bei einer höheren Zustimmung zu diesen vier Gestaltungsmerkmalen innerhalb der untersuchten Stichprobe von einem höheren *subjektiven Lernerfolg* auszugehen ist. Ein signifikanter Prädiktor für den *subjektiven Lernerfolg* ist z. B. die *Praxisnähe*. Das bedeutet, dass wenn die *Praxisnähe* auf der Zustimmungsskala um eine Einheit steigt, davon auszugehen ist, dass der *subjektive Lernerfolg* um den Wert des Regressionskoeffizienten um $B = .228$ steigt.

Die Analyse zeigt des Weiteren, dass *klare Formulierungen*, *individuelle Lernpausen*, *angemessene Länge*, *Text-Bild-Integration*, *Lesbarkeit*, *ansprechende Grafiken* sowie die *Übersichtlichkeit*, nicht signifikant sind und somit keinen Einfluss auf den *subjektiven Lernerfolg* haben.

Als zentrale Ergebnisse kann für die vorliegende Untersuchung unter Einbezug der ersten Forschungsfrage festgehalten werden, dass ein signifikanter starker Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen *Qualität* auf die virtuelle 360°-Lernumgebung seitens der Lernenden und dem *subjektiven Lernerfolg* gegeben ist. Im Hinblick auf die zweite Forschungsfrage, *welche Gestaltungsmerkmale einer*

virtuellen 360°-Lernumgebung sich positiv auf den subjektiven Lernerfolg auswirken, konnten die vier Gestaltungsmerkmale Praxisnähe, Videos zum besseren Verständnis der Inhalte, nützliche Hilfeanzeigen und die selbstständige Auswahl der Lerninhalte für den vorliegenden Untersuchungsgegenstand identifiziert werden.

5. Diskussion

Im Rahmen des vorliegenden Beitrags konnten durch eine empirische Überprüfung Aussagen über den *subjektiven Lernerfolg* von Lernenden aus verschiedenen Tätigkeitsfeldern der Logistikbranche anhand von elf Gestaltungsmerkmalen einer mit Microlearnings angereicherten virtuellen 360°-Lernumgebung getroffen werden.

Es ist festzuhalten, dass die Kennwerte, gemessen an der Gesamtbewertung, zur Einschätzung des Untersuchungsgegenstandes (Tabelle 1) darauf hinweisen, dass sich das Lernen mit der virtuellen 360°-Lernumgebung für Beschäftigte sowohl in operativen als auch in dispositiven Tätigkeitsfeldern der Logistikbranche als geeignet erweist. Dieses Ergebnis weist auf ein gewisses Mass an Zufriedenheit seitens der Befragten hin, weshalb u. a. davon ausgegangen werden kann, dass die virtuelle 360°-Lernumgebung nach formalen, ästhetischen sowie inhaltlichen Aspekten, wie auch bei Kerres (2018) und Niegemann (2020) beschrieben, ansprechend ist.

Mit Blick auf die erste Forschungsfrage, *ob ein Zusammenhang zwischen der Qualität der virtuellen 360°-Lernumgebung und dem subjektiven Lernerfolg der Lernenden besteht*, konnte weiterhin ein starker signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Qualität und dem *subjektiven Lernerfolg* der Stichprobe identifiziert werden. Die korrelativen Ergebnisse lassen jedoch keine Aussagen zu Kausalzusammenhängen zwischen den untersuchten Variablen zu. Aussagen zu einer Ursache-Wirkungs-Kette zwischen den Variablen können daher nicht getroffen werden.

Mit Blick auf die zweite Forschungsfrage, *welche Gestaltungsmerkmale der virtuellen 360°-Lernumgebung sich positiv auf den subjektiven Lernerfolg auswirken*, kann unter Einbezug der regressionsanalytischen Ergebnisse festgehalten werden, dass die vier Gestaltungsmerkmale *Praxisnähe, Videos zum besseren Verständnis der Inhalte, nützliche Hilfeanzeigen* und die *selbstständige Auswahl der Lerninhalte* positiven Einfluss auf den *subjektiven Lernerfolg* der Stichprobe haben. Diese Erkenntnis sollte zum einen bei der Entwicklung und Gestaltung zukünftiger virtueller 360°-Lernumgebungen in ähnlichem Kontext berücksichtigt werden. Zum anderen ist es für Berufsschulen, Unternehmen, Weiterbildungszentren oder Bildungsakademien empfehlenswert, die vier signifikanten Gestaltungsmerkmale bei der Auswahl virtueller 360°-Lernumgebungen zu berücksichtigen.

Ebenfalls lässt sich für die Praxis der beruflichen Aus- und Weiterbildung der Logistik die Vermutung aufstellen, dass die untersuchte Stichprobe die selbstständige Auswahl der Lerninhalte und das selbstgesteuerte Lernen positiv auffasst (siehe

Burchert et al. 2021; mmb 2022). Die aus dem Untersuchungskontext hervorgehende Relevanz des selbstgesteuerten Lernens mit praxisnahen Microlearnings sowie die Gestaltung einer lernförderlichen virtuellen 360°-Lernumgebung erfahren somit weitere empirische Evidenz durch die Befunde der regressionsanalytisch gewonnenen Ergebnisse (Kapitel 4).

Zudem lassen die Ergebnisse vermuten, dass eine zunehmende Individualisierung von Lernprozessen im Bereich der beruflichen Weiterbildung der Logistikbranche zu erwarten ist. Für die berufliche Aus- und Weiterbildung kann des Weiteren festgehalten werden, dass der didaktische Mehrwert der virtuellen 360°-Lernumgebung im Bereich der Selbststeuerung und des arbeitsplatzbezogenen Lernens liegt. Auf Grundlage der regressionsanalytischen Befunde kann daher die weiterführende Vermutung aufgestellt werden, dass eine an der Praxis ausgerichtete virtuelle 360°-Lernumgebung, die das selbstgesteuerte Lernen forciert, zu einem höheren *subjektiven Lernerfolg* führt.

Der empirisch belegte *subjektiv wahrgenommene Lernerfolg* durch die *unterstützenden Videos* verweist darauf, dass diese zu einem besseren Verständnis der Lerninhalte führen, wie ebenfalls die *integrierten Hilfeanzeigen* in der virtuellen 360°-Lernumgebung. Dieses Ergebnis führt zu der Annahme, dass eine *Unterstützung im Lernprozess* auch bei digitalen Weiterbildungsangeboten zukünftig von Bedeutung ist. Daher lassen die Ergebnisse dieses Beitrags die Formulierung folgender Annahme zu:

Die Integration digitalgestützter, lernbegleitender Massnahmen in eine virtuelle 360°-Lernumgebung führt zu einem höheren *subjektiven Lernerfolg* der Lernenden.

Zugleich wird für die berufliche Aus- und Weiterbildung die Frage aufgeworfen, wie und in welcher Form digitale Lernbegleitungen zukünftig bei der Gestaltung digitaler Lernangebote gezielt aufgegriffen werden können und welche weiteren digitalen Lernbegleitungsformate zukünftig einen positiven Effekt auf den *subjektiven Lernerfolg* nehmen können.

Unter Berücksichtigung der vier identifizierten lernerfolgsrelevanten Gestaltungsmerkmale und in deren Verbindung mit dem Interaktionsdesign nach Niegemann (2020) (Tabelle 1), zeigt sich, dass in erster Linie die Interaktion mit der virtuellen 360°-Lernumgebung als wesentlicher Entscheidungsfaktor für den *subjektiven Lernerfolg* der untersuchten Stichprobe hervorgeht.

Die virtuelle 360°-Lernumgebung wurde primär zur Förderung des informellen, selbstgesteuerten Lernens entwickelt, wo das Erlangen z. B. eines Zertifikats nicht vorgesehen ist. In diesem Zusammenhang verweist das identifizierte lernerfolgsrelevante Gestaltungsmerkmal der *Praxisnähe* darauf, dass das Lernen mit der virtuellen 360°-Lernumgebung eher auf intrinsische Motive seitens der Lernenden zurückzuführen ist.

Die untersuchte Stichprobe ($N=86$) weist aufgrund der verschiedenen Tätigkeitsfelder der Logistik, des Alters und der Berufserfahrungen ein gewisses Mass an Heterogenität auf. Es kann daher zunächst davon ausgegangen werden, dass die vorliegenden Ergebnisse aufgrund der zur Stichprobe gehörenden Logistikbetriebe betriebsübergreifend für den Logistiksektor gelten. Es kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass sich die vorgestellten – deskriptiven wie auch korrelations- und regressionsanalytischen – Ergebnisse von der untersuchten Stichprobe auf die Grundgesamtheit verallgemeinern lassen. Um verallgemeinerbare Aussagen zu treffen, müsste in einem nächsten Schritt das hier angewandte methodische Vorgehen anhand einer Zufallsstichprobe erneut durchgeführt werden.

Kritisch zu hinterfragen bleiben die Gestaltungsparameter (z. B. Lernpausen, Lesbarkeit), die nicht signifikant sind und somit kein Effekt auf den *subjektiven Lernerfolg* nachgewiesen werden konnte (Tabelle 5). Offen bleibt an dieser Stelle, ob z. B. die Gestaltungsmerkmale *Lesbarkeit* oder *Text-Bild-Integration* signifikant gewesen wären, wenn die Lernumgebung verschiedene sprachliche Zugänge berücksichtigt hätte.

Des Weiteren sind zu berücksichtigende Einschränkungen der vorliegenden Untersuchung, dass die Einschätzungen der Lernenden auf deren *subjektivem* Empfinden beruhen und der *Lernerfolg* kein objektives Mass darstellt. Unklar ist demnach, inwieweit die Lernenden ihren eigenen Lernerfolg zutreffend eingeschätzt haben. Beim Erhebungsinstrument (Kapitel 3.2) handelt es sich nicht um ein validiertes Messinstrument. Folglich sind Schwächen hinsichtlich der psychometrischen Messqualität in Betracht zu ziehen. Kritisch ist – insbesondere mit Blick auf die durchgeführte Regressionsanalyse – die Tatsache, dass die Qualität-Skala die verschiedenen elf Gestaltungsmerkmale jeweils mit einer Ein-Item Subskala erfasst. Zugleich besteht die Lernerfolg-Skala aus lediglich vier Items.

Zusammenfassend ist dennoch festzuhalten, dass anhand der vorliegenden empirischen Befunde nachgewiesen werden konnte, dass sich das aufgestellte Regressionsmodell als Abbild der Realität eignet. Die vorliegenden quantitativen Ergebnisse tragen dazu bei, wie das von Denninger und Käßlinger (2021) festgestellte Forschungsdesiderat zur Wirksamkeit digitaler Lehr/-Lernräume, ein Stück weit zu schliessen, indem vier berufsübergreifende lernerfolgsrelevante Gestaltungsmerkmale einer virtuellen 360°-Lernumgebung dargelegt werden konnten.

6. Ausblick

Anknüpfend an die vorliegende Untersuchung kann ein Vergleich zwischen den Altersgruppen und Berufserfahrungen der Stichprobe beantwortet werden. Demnach könnten in einem nächsten Schritt die kategorialen Variablen dahingehend analysierend untersucht werden, inwieweit sich Unterschiede zwischen den Altersgruppen und/oder Berufserfahrungen im Zusammenhang mit dem *subjektiven Lernerfolg* der Stichprobe ergeben. Ein solches Vorgehen würde einerseits ermöglichen, aufzuzeigen, bei welchen Altersgruppen rückschliessend an den Gestaltungsmerkmalen ein höherer *subjektiver Lernerfolg* zu erwarten ist. Andererseits könnten die regressionsanalytisch gewonnenen Ergebnisse zur Berufserfahrung Auskunft darüber geben, inwieweit Erfahrungswissen für den Logistiksektor von Bedeutung ist, um z. B. Automatisierungsprozesse richtig einordnen und die Inhalte der Microlearnings besser verknüpfen zu können. Folgende Forschungsfrage könnte hier leitend sein: *Inwieweit ergeben sich Unterschiede sowohl zwischen den Altersgruppen als auch den Berufserfahrungen im Zusammenhang mit dem subjektiven Lernerfolg der Lernenden?*

In einem nächsten Schritt wäre – unter Berücksichtigung der zu erwartenden veränderten Kompetenzerfordernisse in der Logistikbranche – aus berufs- und medienpädagogischer Perspektive interessant, die Auswirkung der virtuellen 360°-Lernumgebung mit Blick auf die Kompetenzentwicklung der Beschäftigten in operativen und dispositiven Tätigkeitsfeldern näher zu analysieren. Angelegt als Längsschnittstudie könnte quantifiziert werden, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem *subjektiven Lernerfolg* und dem *antizipierten Lerntransfer* der Beschäftigten gegeben ist. Ein aus wissenschaftlicher Perspektive interessantes Vorgehen wäre hierbei, die virtuelle 360°-Lernumgebung in Logistikbetrieben, bei Bildungsanbietern oder in Berufsschulen zu implementieren. Unter Berücksichtigung einer Kontrollgruppe könnten dann Effektivität und Gelingensbedingungen der virtuellen 360°-Lernumgebung näher untersucht werden. Angelegt in einem Mixed-Methods-Design könnten weiterhin Daten zur Erfassung des *objektiven Lernerfolgs* z. B. durch teilnehmende Beobachtung erhoben werden. In einer solchen Untersuchung könnten die beruflichen Handlungssituationen der Beschäftigten in operativen und dispositiven Tätigkeitsfeldern der Logistikbranche dahingehend analysiert werden, *inwieweit die Lernenden kompetent und sicher im Arbeitsprozess agieren*. Ein solches methodisches Vorgehen würde ermöglichen, Veränderungsverhalten zu identifizieren, das sich langfristig positiv auf die Geschäftsprozesse und folglich auf den Unternehmenserfolg auswirkt. Eine Vergleichsstudie würde auf Basis der Daten sowohl des *objektiven Lernerfolgs* als auch des *subjektiven Lernerfolgs* dazu beitragen, belastbare Daten über die Lernerfolgsaussichten der virtuellen 360°-Lernumgebung zu erhalten. Das methodische Vorgehen der vorliegenden Untersuchung könnte hierfür durch die Erweiterung um qualitative Methoden Aufschluss darüber geben, inwieweit sich z. B. die Gestaltungsmerkmale *Text-Bild-Integration* oder *Lesbarkeit*

modellieren müssten, um möglicherweise einen positiven Effekt auf den *subjektiven Lernerfolg* zu erwarten. Hierzu wäre eine erneute regressionsanalytische Überprüfung nach der Modellierung empfehlenswert. Aufgrund der genannten Einschränkung hinsichtlich der Anzahl der Items der Qualität-Skala und der Lernerfolg-Skala ist – aufbauend auf die vorliegende quantitative Untersuchung – weiterhin empfehlenswert, die vier identifizierten lernerfolgsrelevanten Gestaltungsmerkmale aufzugreifen und auf weitere, wenn möglich umfassendere Skalen zurückzugreifen, um validere Aussagen hinsichtlich der Qualität sowie des *subjektiven Lernerfolgs* treffen zu können. Aufgrund der identifizierten Zusammenhänge (Kapitel 4) ist anknüpfend an die vorliegende Untersuchung zudem interessant, Wirkungsketten zwischen den identifizierten Gestaltungsmerkmalen der virtuellen 360°-Lernumgebung und der Variable Lernerfolg, beispielsweise pfadanalytisch, zu modellieren.

Insgesamt ist festzuhalten, dass sich Zusammenhangsanalysen auf Basis einer möglichst heterogenen und berufsgruppenübergreifenden Stichprobe als hilfreich erweisen, um Aussagen betriebsübergreifend für einen gesamten Sektor treffen zu können. Insbesondere für kleine und mittlere Logistikbetriebe scheinen virtuelle 360°-Lernumgebungen ein geeignetes digitales Weiterbildungsangebot darzustellen, um arbeitsplatznahe und selbstgesteuerte Weiterbildungsmaßnahmen zu forcieren.

Abschliessend soll die Relevanz weiterer Analysen digitaler Lernangebote und ihrer Wirkung sowohl auf den *subjektiven*, als auch auf den *objektiven Lernerfolg* der Lernenden für die Berufsbildungsforschung betont werden, um dem aktuellen Bedarf an qualitativen und quantitativen Studien zu begegnen.

Literatur

- Arnold, Daniel, Melanie Arntz, Terry Gregory, Susanne Steffes, und Ulrich Zierahn. 2016. Herausforderungen der Digitalisierung für die Zukunft der Arbeitswelt. *Zeitschrift für Europäische Wirtschaftsforschung* 8. <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/policybrief/pb08-16.pdf>.
- Brüggemann, Holger, und Peik Bremer. 2020. *Grundlagen Qualitätsmanagement: Von den Werkzeugen über Methoden zum TQM*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-28780-1>.
- Burchert, Joanna, Jan Naumann, Nils Petermann, Melanie Schall, Christine Siemer, und Nils Weinowski. 2021. «Selbstgesteuertes Lernen in Transport und Logistik: Gestaltung didaktischer Umsetzungskonzepte auf Basis von angebots- und nachfrageorientierten Strategien». In *Digitalisierung in der Logistikbranche. Impulse für die Aus- und Weiterbildung*, herausgegeben von Joanna Burchert, Michael Sander und Nils Weinowski, 151–68. wbv Media. <https://doi.org/10.3278/6004729w>.

- de Witt, Claudia. 2013. «Vom E-Learning zum Mobile Learning – wie Smartphones und Tablet PCs Lernen und Arbeit verbinden». In *Mobile Learning: Potenziale, Einsatzszenarien und Perspektiven des Lernens mit mobilen Endgeräten*, herausgegeben von Claudia de Witt und Almut Sieber, 13–26. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19484-4_2.
- Dehnbostel, Peter. 2015. *Betriebliche Bildungsarbeit: Kompetenzbasierte Aus- und Weiterbildung im Betrieb. Studentexte Basiscurriculum Berufs- und Wirtschaftspädagogik*. 2. Auflage. Band 9. Hohengehren: Schneider.
- Denninger, Anika, und Bernd Käpplinger. 2021. «COVID-19 und Weiterbildung – Überblick zu Forschungsbefunden und Desideraten». *Zeitschrift für Weiterbildungsforschung ZfW* 44: 161–76. <https://doi.org/10.1007/s40955-021-00190-7>.
- Döring, Nicola, und Jürgen Bortz. 2016. *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial und Humanwissenschaften*. 5. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Euler, Dieter, und Karl Wilbers. 2020. «Berufsbildung in digitalen Lernumgebungen». In *Handbuch Berufsbildung*, herausgegeben von Rolf Arnold, Antonius Lipsmeier, Matthias Rohs, 427–38. 3. Auflage. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-19312-6>.
- Field, Andy. 2009. *Discovering Statistics using SPSS*. 3rd edition. London: SAGE.
- Gloerfeld, Christina, Maciej Kuszpa, und Claudia de Witt. 2015. «Mobile Learning – von den Erwartungen in 2005 zur Realität in 2015: Eine vergleichende Untersuchung zu Mobile Learning in Unternehmen». <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:708-30461>.
- Hebbel-Seeger, Andreas. 2018. «360°-Video in Trainings- und Lernprozessen». In *Hochschule der Zukunft: Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen*, herausgegeben von Ullrich Dittler, und Christian Kreidl, 265–90. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-20403-7_16.
- Heckhausen, Jutta, und Heinz Heckhausen. 2010. *Motivation und Handeln*. 4. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Heistermann, Frauke, Michael ten Hompel, und Torsten Mallée. 2017. «Digitalisierung in der Logistik. Antworten und Fragen aus der Unternehmenspraxis». Positionspapier. <https://www.bvl.de/positionspapier-digitalisierung>.
- Hempfung, Alexander, und Martin Schwemmer. 2019. *Fachkräftemangel in der Logistik. Vermessung, Struktur und Handlungsfelder*, herausgegeben von Alexander Pflaum, und Roland Fischer. White Paper. Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS. <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/e1bdd0a0-b905-4d77-9d6c-0c852adcbf6d/content>.
- Hug, Theo. 2018. «Mikrolernen und mobiles Lernen». In *Handbuch Mobile Learning*, herausgegeben von Claudia de Witt, und Christina Gloerfeld, 321–40. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19123-8_17.

- Kerres, Michael. 2018. *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. 5. Auflage. Berlin/Boston: de Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110456837>.
- Ketzer-Nöltge, Almut, und Julia Wolbergs. 2021. «Nicht weg und nicht da – Eine Studie zum Einsatz von 360°-Video-Streaming in der Hochschullehre». In *Forschungsimpulse für hybrides Lehren und Lernen an Hochschulen*, herausgegeben von Miriam Barnat, Elke Bosse und Birgit Szczyrba, 33–48. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:832-cos4-9465>.
- Kirchherr, Julian, Julia Klier, Volker Meyer-Guckel, und Mathias Winde. 2020. «Die Zukunft der Qualifizierung in Unternehmen nach Corona. Vom Krisenmodus zum Aufbau relevanter Future Skills». *Future Skills Diskussionspapier 5*. Stifterverband. <https://www.stifterverband.org/medien/die-zukunft-der-qualifizierung-in-unternehmen-nach-corona>.
- Kock, Anke, und Inga Schad-Dankwart. 2019. *Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf «Fachkraft für Lagerlogistik» im Screening*. Bonn. <https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/9981>.
- Köhne-Finster, Sabine, Ingrid Leppelmeier, Robert Helmrich, Dennis Deden, Alena Geduldig, Betül Güntürk-Kuhl, Phillipp Martin, Caroline Neuber-Pohl, Manuel Schandock, Rebecca S. Schreiber, und Michael Tiemann. 2020. *Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen. Säule 3: Monitoring- und Projektionssystem zu Qualifizierungsnotwendigkeiten für die Berufsbildung 4.0*. Bonn. <https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/16688>.
- Meier, Christoph, und Sabine Seufert. 2022. «Online, hybrid oder Blended Learning? Trends in der Weiterbildung nach der Corona-Pandemie». In *Abbrüche, Abschlüsse, Aufbrüche*, herausgegeben von Deutsches Institut für Erwachsenenbildung (DIE) *weiter bilden* 29 (2): 26–29. <https://doi.org/10.3278/WBDIE2202W>.
- mmb – Trendmonitor. 2022. *Weiterbildung und Digitales Lernen heute und in drei Jahren Viel Rückenwind für «EduTuber»: Ergebnisse der 16. Trendstudie «mmb Learning Delphi»*. mmb-Trendmonitor 2021/2022. mmb Institut. https://www.mmb-institut.de/wp-content/uploads/mmb-Trendmonitor_2021-2022.pdf.
- Niegemann, Hellmut M. 2020. «Instructional Design». In *Handbuch Bildungstechnologie. Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen*, herausgegeben von Helmut M. Niegemann, und Armin Weinberger, 95–151. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54368-9>.
- Niegemann, Helmut M., Steffi Domagk, Silvia Hessel, Alexandra Hein, Matthias Hupfer, und Annett Zobel. 2008. *Kompendium multimediales Lernen*. Berlin-Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-37226-4>.
- Niegemann, Hellmut M., und Lisa Niegemann. 2018. «IzELA: Ein Instructional Design basiertes Evaluationstool für Lern-Apps». In *Digitalisierung und Bildung*, herausgegeben von Silke Ladel, Julia Knopf, und Armin Weinberger, 159–175. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-18333-2>.

- Raithel, Jürgen. 2008. *Quantitative Forschung. Ein Praxiskurs*. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer VS.
- Reiners, Onno. 2013. «Mobile Learning – Lernlösungen für iPhone & Co». In *Mobile Learning: Potenziale, Einsatzszenarien und Perspektiven des Lernens mit mobilen Endgeräten*, herausgegeben von Claudia de Witt, und A. Sieber, 263–276. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19484-4>.
- Roth, Ines, Claus Zanker, Simone Martinetz, und Kathrin Schnalzer. 2015. *Digitalisierung bei Logistik, Handel und Finanzdienstleistungen. Technologische Trends und ihre Auswirkungen auf Arbeit und Qualifizierung*, herausgegeben von ver.di Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft. Göppingen: Klip GmbH. https://innovation-gute-arbeit.verdi.de/++file++56cb1e79890e9b06ac000a73/download/ProMit-Studie_Digitalisierung_Web_2015.pdf.
- Schall, Melanie. 2020. «Entstehung und Verwendung von Micolearning im Kontext des beruflichen Lernens: Ein Literatur-Review». *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik* 116 (2): 214–49. <https://doi.org/10.25162/zbw-2020-0010>.
- Schall, Melanie, und Christine Siemer. 2022. «Microlearning: Ansätze des Arbeitsbezogenen Lernens für Logistikberufe». In *Bildung und Beruf*. dbb.
- Seufert, Sabine, und Dieter Euler. 2005. Learning Design: Gestaltung eLearning-gestützter Lernumgebungen in Hochschulen und Unternehmen. SCIL-Arbeitsbericht 5.
- Siemer, Christine. 2021. «Zukünftige Kompetenzanforderungen und Weiterbildungsbedarfe in der Transport- und Lagerlogistik: eine branchenspezifische und berufsgruppenvergleichende Analyse». In *Digitalisierung in der Logistikbranche. Impulse für die Aus- und Weiterbildung*, herausgegeben von Joanna Burchert, Michael Sander, und Nils Weinowski, 107–28. wbv Media. <https://doi.org/10.3278/6004729w>.
- Straub, Nadine, Sandra Kaczmarek, Tobias Hegmanns, und Stephanie Niehues. 2017. *Logistik 4.0 – Logistikprozesse im Wandel. Technologischer Wandel in Logistiksystemen und deren Einfluss auf die Arbeitswelt in der operativen Logistik*. TU Dortmund. <https://www.abeko.lfo.tu-dortmund.de/projektergebnisse.html>.
- Umbach, Susanne, Erik Habertzeth, Hanna Böving, und Elise Glass. 2020. *Kompetenzverschiebungen im Digitalisierungsprozess. Veränderungen für Arbeit und Weiterbildung aus Sicht der Beschäftigten*. Bielefeld: wbv Publikation. <https://doi.org/10.3278/6004593w>.
- Vogl, Hubert. 2020. «Digitale Transformation LDL 2019. Fremdgesteuerter Aktionismus oder strategieorientierte Reifegradentwicklung?». *IUBH Discussion Papers-Transport & Logistik* 2. IUBH Hochschule, Erfurt. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/215765/1/1694333221.pdf>.

Weinowski, Nils, und Michael Sander. 2021. «Sektoranalyse Strassengüterverkehr: die Funktion von Berufskraftfahrer:innen im deutschen Wirtschaftssystem und Einflüsse auf ihr Berufsbild». In *Digitalisierung in der Logistikbranche. Impulse für die Aus- und Weiterbildung*, herausgegeben von Joanna Burchert, Michael Sander, und Nils Weinowski, 19–42. wbv Media. <https://doi.org/10.3278/6004729w>.

Zinn, Bernd, Qi Guo, und Duygu Sari. 2016. «Entwicklung und Evaluation der virtuellen Lern- und Arbeitsumgebung VILA». *Journal of Technical Education* 4 (1): 89–115. <https://doi.org/10.48513/joted.v4i1.71>.

Danksagung

Dieser Beitrag basiert auf dem Verbundprojekt «Mensch und Logistik in der Digitalisierung (Akronym: MeLoDi)» [Förderkennzeichen 01PA17007B]. Das Projekt wurde im Rahmen der Förderrichtlinie «Transfernetzwerke Digitales Lernen in der Beruflichen Bildung» (DigiNet) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Zudem möchte ich meinem Kollegen Dr. Thomas Lehmann für seine fachliche Unterstützung danken.