

Bernd Zinn (Universität Stuttgart)

Qi Guo (Universität Stuttgart)

Duygu Sari (Universität Stuttgart)

**Entwicklung und Evaluation der virtuellen Lern- und
Arbeitsumgebung VILA**

Herausgeber

Bernd Zinn

Ralf Tenberg

Daniel Pittich

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

Bernd Zinn, Qi Guo & Duygu Sari (Universität Stuttgart)

Entwicklung und Evaluation der virtuellen Lern- und Arbeitsumgebung VILA

Zusammenfassung

Im Beitrag wird von der theoriegestützten Entwicklung und Evaluation der virtuellen Lern- und Arbeitsumgebung VILA berichtet. VILA wurde für die berufliche Aus- und Weiterbildung von Fachkräften im industriellen Dienstleistungsbereich entwickelt. Die Ergebnisse der mit (angehenden) Servicetechnikern in gewerblich-technischen Domänen (n = 62) und Berufs- und Technikpädagogen (n = 72) durchgeführte Evaluation lassen darauf schließen, dass die virtuelle Lern- und Arbeitsumgebung VILA mit ihren technologischen und funktionalen Optionen sowie ihrem methodisch-didaktischen Konzept zentrale Anforderungen an ein situiertes und flexibles Lernen erfüllt und von den Befragten im Hinblick auf Usability, räumliche Präsenz und Flow-Erleben positiv wahrgenommen wird. In einem Strukturmodell zeigt sich, dass vor allem die wahrgenommene räumliche Präsenz das Flow-Erleben im virtuellen Setting determiniert.

Schlüsselwörter: Virtuelles Lernen, Usability, räumliche Präsenz, Flow-Erleben, Evaluation

Development and evaluation of the virtual learning and working environment VILA

Abstract

This paper discusses the theory-based development and evaluation of the virtual learning and working environment VILA. VILA was developed for the vocational training and the continuing education of professionals in the field of industrial services. The results of the evaluation with (prospective) service technicians in the commercial and technical fields (n = 62) as well as students in vocational and technical education (n = 72) indicate that the virtual learning and working environment VILA with its technological and functional options as well as its methodical and didactic concept makes the central requirements for the situational and flexible learning possible, and it is positively perceived by the participants regarding usability, spatial presence and flow experience. In a structural model, it is shown, that the perceived spatial presence mainly determines the flow experience in the virtual setting.

Keywords: virtual learning, usability, spatial presence, flow experience, evaluation

1 Ausgangssituation

Mit der zunehmenden ökonomischen Bedeutung des industriellen Dienstleistungssektors, den Effekten des demografischen Wandels, der voranschreitenden Globalisierung der Dienstleistungsangebote und der zunehmenden Dynamisierung der technologischen Entwicklungen stehen Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau vor zentralen Herausforderungen in der Personalgewinnung und -entwicklung (vgl. z. B. Zinn et al. 2016). Die Unternehmen müssen neben der Absicherung des steigenden Bedarfs an Servicetechnikern und deren unternehmensspezifischer Weiterqualifizierung kontinuierlich die meist dezentral organisierten Servicetechniker unter Berücksichtigung zeitnaher und flexibler sowie ökonomischer Randbedingungen bedarfsgerecht aus- und weiterbilden. Im beruflichen und hochschulischen Sektor kommen in der Aus- und Weiterbildung seit Langem schon computer- und onlinebasierte Lernanwendungen zum Einsatz (vgl. z. B. Bremer et al. 2010; Howe 2013). So werden in Unternehmen beispielsweise Schulungen in Grundlagenkenntnissen zu bestimmten Themenbereichen mittels eLearning-Anwendungen durchgeführt, soziale Plattformen zum Austausch der Mitarbeiter eingerichtet oder mobile Endgeräte sowie deren Möglichkeiten des multimedialen Datenaustausches zur Assistenz im Schadensfall komplexer technischer Anlagen von Servicetechnikern im Back-Office-Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus genutzt (Zinn et al. 2015). Simulationsumgebungen, in denen komplexe Maschinen in Echtzeit verändert und aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden können, werden schon heute, sowohl in der betrieblichen Praxis als auch im Hochschulbereich, genutzt. In den Natur- und Ingenieurwissenschaften dienen beispielsweise virtuelle Umgebungen und Remote-Labore dem zeit- und ortsunabhängigen Experimentieren und fördern somit die Verknüpfung von prozeduralen und deklarativen Wissensinhalten (vgl. Jara, Candelas & Torros 2008; May et al. 2013; Terkowsky et al. 2013, May et al. 2016). Im Kontext dieser skizzierten Ausgangssituation wurde am Institut für Erziehungswissenschaft der Universität Stuttgart im Projekt EPO-KAD (Erschließung des Potenzials älterer Mitarbeiter durch lebensphasenorientiertes Kompetenzmanagement und Arbeitsprozessgestaltung in industriellen Dienstleistungsprozessen) ein technikdidaktisches Lern- und Transferkonzept für (angehende) Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau (ServiceLernLab) entwickelt und erprobt. Zentrale Elemente des ServiceLernLab sind zwei Schulungseinheiten zur Förderung von Kompetenzen im technischen Anforderungsbereich (Zinn et al. 2015) und zur Entwicklung von sozialen Kompetenzen, speziell zur Perspektivenübernahme (Güzel et al. 2016). Das ServiceLernLab greift auf verschiedene lerntheoretische und methodische Ansatzpunkte zurück (u. a. situiertes Lernen, videofallbasiertes Lernen), geht von kognitivistischen und konstruktivistischen Grundannahmen des Lernens aus (vgl. z. B. Gruber, Mandl & Renkl 1999), beinhaltet variable Sozialformen und umfasst insgesamt sechs Präsenzmodule (Module 1-6)¹ sowie ein virtuelles Schulungsmodul

¹ Im Einzelnen umfasst das ServiceLernLab folgende Module: (1.) Realmodell, (2.) Simulation, (3.) Fachwissen, (4.) Fachliche Fähigkeiten, (5.) Expertenmodul, (6.) Soziale Kompetenz und (7.) Virtuelles Lernen. Für eine ausführliche Beschreibung des ServiceLernLabs, der Umsetzung der Präsenzmodule mit angehenden Servicetechnikern des Maschinen- und Anlagenbaus und die erzielten Effekte auf die Entwicklung der Fachkompetenz (Fachwissen und Fehlerdiagnosekompetenz) und Sozialkompetenz (Perspektivenübernahme) wird auf Zinn et al. (2015) und Güzel et al. (2016) verwiesen.

(Modul 7). Der vorliegende Beitrag thematisiert die Begründung eines grundlegenden Erklärungs- und Beschreibungswissens zur Nutzung des virtuellen Lern- und Arbeitsraums VILA (Modul 7) aus der Perspektive von Lehrenden und Lernenden. Hierzu werden im zweiten Abschnitt der theoretische Hintergrund und Forschungsstand zu virtuellen Lern- und Arbeitsumgebungen dargestellt und die zentralen Lernansatzpunkte der virtuellen Umgebung beschrieben. Nachdem im dritten Abschnitt das Untersuchungsdesign erläutert worden ist, werden im vierten Abschnitt sodann die zentralen Ergebnisse der Studie vorgestellt. Im fünften Abschnitt erfolgt abschließend eine Zusammenfassung.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Virtuelle Lern- und Arbeitsumgebung

Der durch den direkten und sinnlichen Umgang mit materiellen Gegenständen und realen Personen geprägte traditionelle Produktions- und Arbeitsalltag verändert sich immer mehr in Richtung virtuelle Mixed-Reality-Umgebungen (MR). Virtuelle Maschinen, Werkzeuge und Werkstoffe sowie Avatare bestimmen zunehmend berufliche Arbeitsumgebungen (vgl. z. B. Müller 2005). Das Lernen und Arbeiten mit digitalen Medien weist grundlegende Vorteile auf, die letztlich die Bedeutung der modernen Informations- und Kommunikationstechnologie in der Gesellschaft widerspiegeln. Der am häufigsten genannte Vorteil des Lernens und Arbeitens mit digitalen Medien ist die räumliche und zeitliche Autonomie, mit der auf Inhalte und Dienste zugegriffen werden kann. Nutzer können zu jeder Zeit zu Kommunikations- und Kollaborationszwecken miteinander in Verbindung treten, ob nun synchron oder asynchron. Weitere in der Diskussion zu virtuellen Lern- und Arbeitsumgebungen unterstellte allgemeine Vorteile ließen sich aufzählen (vgl. z. B. Kerres 2003; Weisbecker, Ilg & Kempf 2013). Augmented Reality (AR) und Augmented Virtuality (AV) sind spezifische Ausprägungen der Mixed-Reality-Umgebung (siehe Abbildung 1). Zwischen den beiden Extremen „nur Realität“ und „nur Virtualität“ gibt es auf einem „Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum“ (RV) stufenlos Zwischenstadien. Jedem Umgebungsfall sind auf dem Kontinuum ein gewisser Grad an Realität und ein gewisser Grad an Virtualität zuzuschreiben. Als gemischte Realität (Mixed Reality) wird alles bezeichnet, was sich im Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum zwischen den beiden Endpunkten der Skala Realität und Virtualität befindet (vgl. Milgram et al. 1995, S. 282).

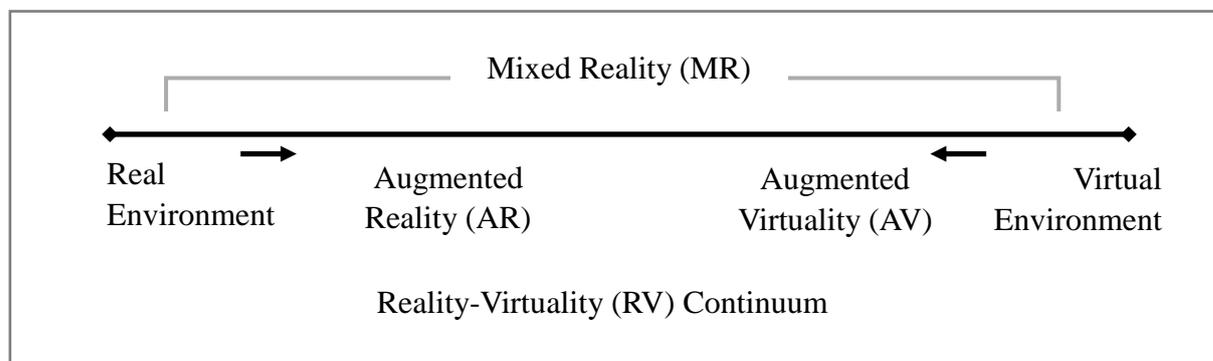


Abbildung 1: Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum (Milgram & Colquhoun 1999)

In Mixed-Reality-Umgebungen sind verschiedene Codierungen von Informationen möglich, z. B. in Form von Texten, Fotos, Filmen, Grafiken oder Datenbanken (vgl. Kerres 2012, S. 134). Lernen in einem MR-System bietet die Möglichkeit, unter schwierigen oder gefährlichen Arbeits- oder Ausbildungsbedingungen zu trainieren, um Risiken für Gesundheit und Sicherheit auszuschließen (vgl. z. B. Blümel, Jenewein & Schenk 2010), und fördert das kollaborative sowie das räumlich und zeitlich flexible Lernen. Ein Beispiel für eine Mixed-Reality-Umgebung in der beruflichen und akademischen Bildung ist die virtuelle Lernumgebung MiRTLE (engl.: Mixed Reality Teaching and Learning Environment) der Universität Essex. Die sich in der virtuellen Lernumgebung MiRTLE befindenden Studierenden sind dabei in der Lage, sich als Avatar mit anderen Studierenden jederzeit zu treffen und kollaborativ zu lernen (Callaghan et al. 2010, S. 271; Gardner & O'Driscoll 2011). Ein weiteres webbasiertes kollaboratives Lernsystem stellt MARVEL (Virtual Laboratory in Mechatronics: Access to Remote and Virtual e-Learning) dar, das für das Lernen und Lehren in der Berufsausbildung in Mechatronik entwickelt wurde. Das System ermöglicht u. a. den Besuch von physikalischen Workshops und die Nutzung von Laboreinrichtungen und unterstützt die Kombination von realen und virtuellen Simulationen (Müller & Ferreira 2003, S. 66; Müller 2005). Zusammenfassend liegen sowohl in der allgemeinen Bildung als auch der beruflichen und hochschulischen Bildung mittlerweile zahlreiche virtuelle E-Learning-Szenarien vor. Im Unterhaltungsbereich stehen Virtual-Reality (VR)-Brillen und -Plattformen für eine physisch reale Fortbewegung kurz vor der Markteinführung (vgl. z. B. Reisdorf 2014). Die Bandbreite der virtuellen Lern- und Arbeitsumgebungen umfasst sowohl komplexe Makrosysteme, wie z. B. ökonomische, ökologische, soziale und technisch-naturwissenschaftliche Systeme, als auch einfachere Systeme zu Mikro-Prozessen, wie z. B. die Steuerung eines Maschinenelements oder der Geometrie eines solchen (vgl. z. B. Lin et al. 2013; Bosch et al. 2015; Höntzsch et al. 2013; Deng, Xue & Zhou 2009; Tolio et al. 2013; Kaufmann et al. 2000; Hoffmann et al. 2014a; Hoffmann et al. 2014b).

2.2 Forschungsstand

Der Forschungsstand zu den Effekten des E-Learnings ist uneinheitlich. So belegt ein Überblicksartikel zum Einsatz von E-Learning im Hochschulbereich (Paulus & Strittmatter 2002) für den größten Teil der durchgeführten Studien keine nachweisbaren Vorteile des E-Learnings gegenüber traditionellen Formen. Andere Übersichten zeigen zwar ein im Hinblick auf die Effektivität von E-Learning positiveres, jedoch auch nicht einheitliches Bild (Knapp 2012). Studienübergreifend kann festgehalten werden, dass die räumliche Präsenz, das Flow-Erleben, die soziale Präsenz und die Authentizität wichtige Einflussfaktoren auf das situative Interesse von Lernenden sind, die nicht nur im Zusammenhang mit einem traditionellen Lernsetting stehen (Schraw, Brüning & Svoboda 1995; Schraw, Flowerday & Lehman 2001), sondern auch im Kontext des Lernens mit einer multimedialen E-Learning-Umgebung von zentraler Bedeutung sind (Sun & Rueda 2012).

Phänomenologisch bezeichnet der Begriff „räumliche Präsenz“ die Anwesenheit und Gegenwart in einem räumlichen Arrangement. Sie fokussiert, inwiefern man sich in der virtuellen Welt präsenter fühlt als am eigenen physischen Standort und wie das Selbst in die virtuelle Welt eintauchen kann (Steuer 1992; Draper et al. 1999; Slater 2003; Heeter 1992). Das heißt, es geht darum, inwiefern Nutzer von Virtual-Reality-Anwendungen in das mediale Angebot vollkommen „eintauchen“. Im Extremfall reagieren Rezipienten auf das Medienangebot so, als ob das (virtuell) Wahrgenommene ganz real wäre, obwohl es „real“ gar nicht existiert. In der Präsenz-Forschung wurde im Projekt „Presence: Measurement, Effects, Conditions (MEC)“ ein Zwei-Ebenen-Modell der räumlichen Präsenz entwickelt, das den Entstehungsprozess der räumlichen Präsenz erklären soll. Demnach ist der erste Schritt in dem Zwei-Ebenen-Modell der Bau eines mentalen Modells der räumlichen Information, gefolgt vom zweiten Schritt der Formation räumlicher Präsenz, die das Erleben des primären egozentrischen Bezugssystems und das Wahrnehmen der eigenen Lage und der möglichen Bewegungen in der Umgebung mit einbezieht (Wirth et al. 2007; Vorderer et al. 2004). In einigen Studien zum Präsenzerleben wird statt „presence“ der Begriff „spatial presence“ verwendet (vgl. z. B. Schubert 2003; Vorderer et al. 2004; Sacau et al. 2008; Weibel & Wissmath 2011), wobei hier *expressis verbis* auf den räumlichen Aspekt Bezug genommen wird, der mit dem Präsenzerleben einhergeht. Das räumliche Präsenzerleben bezieht sich dabei darauf, dass sich Personen in der mediatisierten Welt präsent fühlen und nicht an den jeweiligen physischen Rezeptionsorten wie z. B. dem Arbeitsplatz am Schreibtisch (Wirth & Hofer 2008). Nach Wirth und Hofer ist „spatial presence“ die Grundbedingung für andere Varianten der Präsenz, wie das soziale Präsenzerleben (ebd.), wobei das soziale Präsenzerleben („social presence“) das Gefühl des Zusammenseins und des kommunikativen Austauschs mit anderen (visuell repräsentierten) Personen bzw. Avataren umfasst. Wenn räumliche und soziale Präsenz zusammenfallen, wird von Kopräsenz („co-presence“) gesprochen (ebd.). Soziale Elemente, wie z. B. die Reaktionen anderer Akteure auf den Nutzer selbst, verstärken jene Eindrücke, die dem Nutzer seine Anwesenheit im virtuellen Raum bewusst machen (vgl. Ijsselsetijn & Riva 2003).

Das Flow-Erleben wird als ein optimaler mentaler Zustand der intrinsischen Motivation, inklusive der absoluten Immersion bei einer ansprechenden Tätigkeit, und des Verlusts des Selbstgefühls beschrieben, bei dem andere temporäre Bedürfnisse völlig ignoriert werden (Csikszentmihalyi 1997, S. 29)². Die Bedeutung des Flow-Erlebens wird von Sherry (2004) sowie Voiskounsky et al. (2004) auch für die Computerspiele hervorgehoben; beide Autoren weisen darauf hin, dass das Flow-Erleben eine zentrale Ursache für die wahrgenommene Annehmlichkeit und Anziehungskraft der Computerspiele sei (Sherry 2004; Voiskounsky et al. 2004; Schuster et al. 2014; Schuster 2015). Weibel und Wissmath (2011) gehen in ihren Studien davon aus, dass die Präsenz als das Gefühl, in der virtuellen Umgebung zu sein, definiert werden kann, während das Flow-Erleben das Gefühl beschreibt, in die Spielhandlung in der virtuellen Umgebung involviert zu werden. Schuster et al. (2014) zeigen, dass ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen dem räumlichen Präsenzerleben und dem

² Zur Erfassung des Konstrukts siehe beispielsweise Rheinberg (2000, S. 153) oder Rheinberg, Vollmeyer & Engeser (2003).

Flow-Erleben besteht. Die Studien von Weibel und Wissmath (2011) belegen eine signifikante Korrelationen zwischen dem Flow-Erleben und der Motivation sowie zwischen dem Flow-Erleben und dem räumlichen Präsenzerleben. Eine Kohortenstudie mit Studierenden zeigt ebenfalls bedeutsame Zusammenhänge zwischen Motivation und Flow-Erleben (Engeser et al. 2005). Zudem wurde in mehreren Studien bestätigt, dass eine allgemein positive Technologiebewertung (z. B. was die Computernutzung betrifft) mit einer positiv beurteilten Usability einhergeht und eine schlechte Usability das Flow-Erleben verringert (vgl. Pilke, 2004; Kiili, 2005; Chen, 1999). Studienergebnisse zu den Zusammenhängen zwischen Flow-Erleben und der räumlichen Präsenz zeigen, dass das Flow-Erleben und die räumliche Präsenz positiv korrelieren (Fontaine 2002; Weibel et al. 2008; Schuster et al. 2014). Die Studien von Weibel und Wissmath (2011) über Computerspiele belegen auch, dass das Flow-Erleben und die Präsenz von der Motivation und vom Immersionsverhalten der Benutzer abhängt und sich beide positiv auf die Leistung und das Vergnügen auswirken.

Nach Dede (2009) belegen Studien, dass die Immersion das situierte Lernen und den Wissenstransfer unterstützen kann. Immersion beschreibt dabei den Eindruck, dass sich die Wahrnehmung der eigenen Person in der realen Welt vermindert und die Identifikation mit einer Person in der virtuellen Welt vergrößert. Bartle (2004) differenziert vier unterschiedliche Intensitätsstufen der Immersion: „player“, „avatar“, „character“ und „persona“³. Die Immersion, d. h. das Eintauchen in eine Umgebung bezieht sich auf einen subjektiven Eindruck der realistischen Erfahrungen, der willentlichen Aussetzung, des kognitiven Involvements und der räumlichen Präsenz. Die Ergebnisse der Studie von Lee et al. (2010, S. 1431) über eine Desktop-VR-basierten Lernumgebung belegen einen Einfluss der VR-Funktionen, Benutzerfreundlichkeit, Präsenz, Motivation, Reflexivität und Immersion auf die Lernergebnisse. Ein Vergleichsexperiment von Schuster (2015), welches das Lernen in einem „immersiven virtuellen Theatre“ mit einem Head-Mounted-Display (HMD) betrachtet, kommt im Vergleich zu einer virtuellen Desktop-Benutzerschnittstelle hingegen nicht zu besseren Lernergebnissen (Schuster 2015; Schuster et al. 2014).

Studien mit virtuellen MR-Systemen belegen des Weiteren, dass die Realisierung der Mensch-Objekt-Interaktion von Bedeutung für den Lerntransfer ist. So verdeutlichen die Ergebnisse einer Kohortenstudie mit Studierenden, dass durch eine Mensch-Objekt-Interaktion der anschließende Transfer der Lerninhalte in die Praxis besser gelingen kann und das Lerninteresse ausgeprägter zu sein scheint (vgl. z. B. Cavazza, Charles & Mead 2002, S. 17). Studien zur Personalentwicklung in der Industrie, zum Emotionstraining beim Militär und zur Ausbildung zur medizinischen Versorgung ergaben zudem, dass Elemente von Gamification und Serious Games unterstützend dabei wirken können, virtuelle Lern- und

³ Bartle (2004) differenziert im Kontext der Computerspiele die folgenden Stufen der Immersion: (1.) Stufe „player“: Der Spieler ist hier ein Mittel zur Beeinflussung der Spielwelt, (2.) Stufe „avatar“: Der Avatar ist ein Repräsentant des Spielers in der Spielwelt, und die Spieler sprechen über die Spielfigur in der dritten Person, (3.) Stufe „character“: Der Computerspieler identifiziert sich mit der Spielfigur, und die Spieler sprechen über die Spielfigur in der ersten Person, (4.) Stufe „persona“: Die Spielfigur ist Teil der Identität des Computerspielers geworden, der die Figur nicht mehr in einer virtuellen Welt spielt, sondern selbst Teil der virtuellen Welt geworden ist.

Arbeitsumgebungen attraktiver zu gestalten und die intrinsische Motivation der Benutzer zu fördern (Callaghan et al. 2010; Deterding et al. 2011a; Deterding et al. 2011b; McGonigal 2011; Virvou et al. 2005, S. 60; Sailer, Hense, Mandl & Klevers 2013).

Nach Münzer (2012, S. 507) können authentische und dynamische Animationen in der virtuellen Umgebung die räumliche Erfassung erleichtern und eine geringer Fähigkeit zur räumlichen Wahrnehmung kompensieren. Lerninhalte sollten in dekorative Illustrationen eingebunden sein, so dass diese einen positiven motivierenden Effekt auf den Wissenstransfer haben können und das situationale Interesse stimulieren, wobei sie aber auch nicht vom Thema ablenken sollten (Magner et al. 2014, S. 141). Das sogenannte „moderne Interessenkonstrukt“ verbindet dispositionale Merkmale (individuelles Interesse) eines Individuums (z. B. Berufs- und Studieninteresse) mit den interesseauslösenden Konditionen der Lernumgebung bzw. des Lerngegenstandes (situationelles Interesse) und den aktuell psychischen Zuständen während einer interesseorientierten Handlung (vgl. z. B. Krapp 1992). Das heißt, der in einer konkreten (virtuellen) Situation aktuell erlebte Zustand des interesseorientierten Engagements mit einem Gegenstand (z. B. virtuelles Lern- und Arbeitsszenario) äußert sich in spezifischen Auseinandersetzungen mit dem Gegenstand des Interesses. Somit sind sowohl individuelle als auch situationspezifische Bedingungen in der Regel als auslösende Faktoren bei einer Person-Gegenstand-Auseinandersetzung beteiligt (ebd.).

Was die situationellen Anreizbedingungen anbelangt, sollte beachtet werden, dass in einer virtuellen Umgebung irrelevante grafische Darstellungen vor dem Hintergrund der Möglichkeit einer Reizüberflutung des Lernenden zu vermeiden sind (Lindsay 2009). Ein von Duchastel (1980, S. 283) durchgeführtes Experiment ergab, dass sich Lernende mehr auf Lernmaterialien und Lernerinnerungen konzentrieren, wenn irrelevante Aspekte der Thematik (z. B. störende Geräusche im Arbeitsraum) entfallen.

Nach vorliegenden Studienbefunden zur Usability, User Diversity und Technikakzeptanz ist die Rezeption neuer pädagogischer Lehr-Lern-Arrangements⁴, in welchen einerseits auf eine häufig ungenügende Adaptivität der Systeme an die heterogenen Bedürfnisse und Fähigkeiten der Nutzergruppe verwiesen wird (vgl. z. B. Ziefle 2010; Arning & Ziefle 2007a; Arning & Ziefle 2007b) und andererseits der Bedarf gesehen wird, bei der Gestaltung entsprechender Umgebungen die vorhandenen Kompetenzen, die motivationalen Orientierungen, aber auch die Passung der Systeme mit den spezifischen Arbeitsumgebungen der Schulungsteilnehmer zu berücksichtigen (vgl. z. B. Brauner & Ziefle 2015; Philipsen et al. 2014). Folgt man diesen Befunden, so ist eine ergonomische, kognitive und kommunikative Usability in Verbindung mit motivationalen Eigenschaften der Nutzung wesentlicher Erfolgsfaktoren dafür verantwortlich, dass moderne (virtuelle) Lehr- und Lernumgebungen akzeptiert und genutzt werden (Ziefle 2002; Ziefle & Bay 2006; Ziefle & Jakobs 2010).

⁴ Die Rezeption neuer pädagogischer Handlungsprogramme hängt zudem vom bestehenden Problemdruck bei den Rezipienten, der Erfolgswahrscheinlichkeit der alternativen Programme, deren Praktikabilität im eigenen Handlungsfeld, Aufwands-Ertrags-Kalkülen, den eventuell neu aufzubauenden Kompetenzen, zu erwartenden Belastungen, verfügbaren Unterstützungsmaßnahmen und von mit allen anderen Momenten assoziierten motivationalen Orientierungen ab (Nickolaus & Gräsel 2006).

Zusammenfassend lassen sich die Ergebnisse des Forschungsstands zur Medien-, Usability- und Lehr-Lern-Forschung darauf verdichten, dass weniger das gewählte Medium als vielmehr seine didaktisch-methodische Aufbereitung (Jahnke 2016), seine Usability, das räumliche Präsenzerleben, das Flow-Erleben und die kontextuelle und situationsbezogene Einbindung effektrelevant sind (vgl. z.B. Hinkofer & Mandl 2003; Rey 2009). Um den spezifischen Anforderungen an einen virtuellen Lern- und Arbeitsraum im servicetechnischen Bereich erfolgreich erfüllen zu können, erscheint eine systematische Analyse der Lern- und Arbeitsumgebung bezüglich Usability, räumliches Präsenzerleben und Flow-Erleben unter Kontrolle der Motivation, des Interesses (z. B. Fachinteresse) und allgemeiner Lernermerkmale (z. B. Alter, Technikakzeptanz) bedeutsam.

2.3 Beschreibung der virtuellen Lern- und Arbeitsumgebung VILA

Bei der in der vorliegenden Studie getesteten Umgebung handelt es sich technologisch gesehen um eine virtuelle 3D-Lern- und Arbeitswelt⁵, die sowohl asynchrone Selbstlern- als auch synchrone Teamlernanwendungen mit und ohne tutorielle bzw. Expertenunterstützung und Kollaboration in verteilten virtuellen Teams unterstützt. Räumlich zählen zu der virtuellen Lern- und Arbeitsumgebung ein Foyer, ein größeres Auditorium und drei Arbeitsräume für Gruppenarbeiten. Die Umgebung ermöglicht ein orts- und zeitunabhängiges Lernen und Arbeiten und beinhaltet verschiedene Schnittstellen zur (Lern-)Medienintegration (u. a. Videovignetten, Präsentationen). Zur Navigation in der virtuellen Umgebung stehen den Probanden während der Erprobungszeit ein frei wählbarer Avatar, ein Headset und die Tastatur zur Verfügung.

Geht man von den Annahmen des Konzepts des Situiereten Lernens (vgl. z. B. Schliemann 1998) und dem damit implizierten konstruktivistischen Grundverständnis aus, so erscheint der Wissenserwerb grundsätzlich an den Kontext und die Situation des Erwerbs gebunden. Demgegenüber zeigen Anderson et al. (2000), dass es sich bewährt habe, wenn einer kognitivistisch orientierter Instruktionsphase, die Phase der Anwendung folgt. Dies habe sich in zahlreichen empirischen Studien bewährt (ebd.). In Übereinstimmung mit dem Forschungsstand zur Wirksamkeit didaktischer Konzepte (vgl. z. B. Gruber, Mandl & Renkl 1999) beinhaltet die Lern- und Arbeitsumgebung daher eine Kombination aus kognitiven Zugängen (u. a. Instruktionsphasen des Dozenten) und konstruktivistischen (u. a. Gruppenarbeiten, Rollenspiele) lerntheoretischen Ansätzen.

Der inhaltliche Fokus lag exemplarisch auf der Kompetenzfacette der Perspektivenübernahme, die insbesondere für den Tätigkeitsbereich der Servicetechniker bedeutungsvoll scheint (vgl. z. B. Zinn et al. 2015; Güzel et al. 2016). Charakteristisch für das methodisch-didaktische Konzept ist zudem das Lernen mit (authentischen) Fällen anhand von in die Umgebung implementierten Videovignetten. Die Videovignetten⁶ gründen auf realen Dilemmata-Situationen eines Servicetechnikers, die auf der Basis der Aufgaben- und Tätigkeitsfeldanalysen

⁵ Die technische virtuelle 3D-Umgebung wurde von TriCAT aus Ulm (Online: <https://www.tricat.net>) entwickelt.

⁶ Die Videovignetten wurden im Rahmen einer Befragung von erfahrenen Servicetechnikern und Leitern von Serviceabteilungen im Maschinen- und Anlagenbau (n = 15) validiert (Zinn et al. 2015; Güzel et al. 2016).

und der sich hieraus ergebenden Anforderungssituationen, in denen sich Servicetechniker im Spannungsfeld der Fremd- und Eigenansprüche verhalten müssen, innerhalb (realer) situations- und kontexttypischer Bedingungen nachgestellt und videographiert wurden (ebd.). Das videofallbasierte Lernen hat sich in mehreren Studien zu Präsenzveranstaltungen in der Weiterbildung als vorteilhaft erwiesen (vgl. z. B. Digel 2010; Goeze et al. 2010; Goeze, Hetfleisch & Schrader 2013). Zentrale Vorteile werden u. a. in der hohen Authentizität, der Möglichkeit, einzelne Sequenzen zu wiederholen, der Selektion bestimmter Sequenzen und der standardisierten Wiederholbarkeit der gesamten Situation gesehen. Es wird davon ausgegangen, dass die Einbindung von (authentischen) Fällen der als relevant erachteten wahrgenommenen Authentizität und dem situierten Lernen förderlich ist.

Die getestete virtuelle Lern- und Arbeitsumgebung VILA umfasst zwei Plenumsräume und drei Arbeitsräume für Kleingruppen. Es bestehen Möglichkeiten zur individuellen Gestaltung des Lehr-Lern-Arrangements. Unter anderem umfassen die Plenumsräume jeweils zwei bis drei nebeneinanderliegende Media-Walls und eine interaktive browser- und streaming-gestützte Media-Wall. In jedem Arbeitsraum können Inhalte wie Bilder, Präsentationen und Videos wiedergegeben werden. Während der Schulung können von allen Teilnehmern die Medienformate individuell genutzt werden. In der Abbildung 2 ist exemplarisch der Plenumsraum mit zwei Media-Walls (Videovignette und Präsentation) dargestellt.



Abbildung 2: Darstellung des Plenumsraums mit drei Avataren (Dozentin und zwei Schulungsteilnehmer)

3 Untersuchungsdesign

3.1 Fragestellung

Das zentrale Forschungsanliegen der Evaluationsstudie besteht darin, im Bezugsfeld einer Evaluation ein systematisches Beschreibungs- und Erklärungswissen zur entwickelten virtuellen Lern- und Arbeitswelt VILA zu generieren. Auf der Basis des skizzierten

Forschungsstands interessieren in der Studie im Einzelnen (1.) die Usability, (2.) das räumliche Präsenzerleben und (3.) das Flow-Erleben von VILA. Weiterhin soll analysiert werden, mit welchen zentralen Variablen das geäußerte Flow-Erleben zum Lernen mit VILA erklärt werden kann. Neben den drei vorgenannten Variablen wurden als Kontrollvariablen das domänenspezifische Interesse (z. B. Fachinteresse), die Motivation sowie verschiedene Persönlichkeitsmerkmale wie Computer- und Internetnutzung, Alter und Geschlecht erhoben.

3.2 Ablauf der virtuellen Schulung

Alle Teilnehmer der Schulung (13 Gruppen à 5-9 Personen) sitzen an einem PC, sind räumlich getrennt und können sich bei Eintritt in die virtuelle Umgebung einen Avatar auswählen, dessen Aussehen (Kleidung, Haarfarbe u. a.) sie selbst gestalten. Danach gibt der Schulungsleiter den Teilnehmern eine rund fünfminütige Einführung in den Aufbau und die Nutzung der virtuellen Umgebung, die u. a. die Fortbewegung und Navigation des Avatars, einen Rundgang durch die in der Umgebung zur Verfügung stehenden virtuellen Lernräume (s. o.) und Erklärungen zu zentralen Features der Schulung (z. B. Chatfunktion, Regulierung der Lautstärke und des Mikrofons, Benutzeroberfläche) beinhaltet. Anschließend beginnt die Schulungsmaßnahme mit einer Präsentation zur theoretischen Einführung in die Thematik Perspektivenübernahme⁷. Die Teilnehmer erhalten einen kurzen thematischen Input zur Begriffsbeschreibung und den verschiedenen Stufen der Perspektivenübernahme. Während der Schulungsleiter präsentiert, sitzen oder stehen die Beteiligten in der Gestalt ihres Avatars im Auditorium. Nach dieser theoretischen instruktionsorientierten Phase beginnt die praktische Schulungsphase anhand videofallbasierten Lernens. Der Einstieg erfolgt durch eine auf der virtuellen Leinwand gezeigten Videovignette mit einer Dilemma-Fallsituation eines Servicetechnikers. Dem schließt sich eine an einem schriftlichen Arbeitsauftrag orientierte arbeitsgleiche Kleingruppenarbeit (3 à 3 Personen) zur Fallsituation an. So wie in der Realität arbeiten die Teilnehmer ebenfalls in abgetrennten (virtuellen) Arbeitsräumen, in denen die Interaktion räumlich begrenzt und nur in der Kleingruppe möglich ist. Nach der Gruppenarbeitsphase präsentieren die einzelnen Gruppen ihre Ergebnisse im Plenum, und es erfolgt eine abschließende thematische Zusammenfassung durch den Schulungsleiter. Damit die Schulungsteilnehmer die Möglichkeiten der virtuellen Umgebung besser kennenlernen und bewerten können, wird ihnen im letzten Teil der virtuellen Sitzung eine Pause angeboten, in der sie sich ein paar Minuten frei in der virtuellen Welt fortbewegen können, um explizit Features, wie z. B. die Veränderung der Mimik und Gestik des eigenen Avatars oder schnelles Laufen ausprobieren zu können. Im direkten Anschluss an die Schulung werden die Teilnehmer befragt.

⁷ Der Lerninhalt „Perspektivenübernahme“ wurde für die Evaluation exemplarisch gewählt. Die Perspektivenübernahme stellt eine zentrale Kompetenzfacette der Sozialkompetenz dar (Mischo 2004) und erweist sich als bedeutsam für die Tätigkeit von Servicemitarbeitern im industriellen Dienstleistungsbereich des Maschinen- und Anlagenbaus (Zinn et al. 2015; Zinn et al. 2016).

3.3 Methodisches Vorgehen

Um eine integrative, zielgruppenorientierte Bewertung der Lehr- und Lernperspektive vornehmen zu können, erschien es für die Evaluation sinnvoll, sowohl Berufs- und Technikpädagogen (Perspektive der Lehrexperthen) als auch Fachkräfte in gewerblich-technischen Domänen (Perspektive der Lernenden) zu befragen. Das methodische Vorgehen umfasst daher eine quantitative Befragung mittels Paper-Pencil Tests von Berufs- und Technikpädagogen (Kohorte 1) und (angehenden) Servicetechnikern (Kohorte 2) sowie eine qualitative Interviewbefragung von Berufs- und Technikpädagogen (Kohorte 3).

Stichprobenbeschreibung

Von den befragten Berufs- und Technikpädagogen ($n = 72$) sind 26.4 % männlich und 73,6 % weiblich. Im Schnitt ist die Kohorte 1 fast 24 Jahre alt ($M = 23.72$; $SD = 3.2$), wobei eine deutliche Varianz in der Altersspanne von 19 bis 36 Jahren vorliegt. Von den Befragten haben 43.1 % eine abgeschlossene Berufsausbildung bzw. einen Studienabschluss. Die Verteilung bei den (angehenden) Servicetechnikern ($n = 62$; Mechatroniker und Elektroniker für Automatisierungstechnik) sieht wie folgt aus: 88.7 % sind männlich und 11.3 % sind weiblich. Das Durchschnittsalter der Kohorte 2 liegt bei knapp 20 Jahren ($M = 19.74$; $SD = 4.2$), wobei sich auch hier eine breite Varianz (16 bis 46 Jahre) feststellen lässt. Die Kohorte 3 setzt sich aus einer freiwilligen Teilmenge der Kohorte 1 zusammen.

Instrumente

Bei der quantitativen Datenerhebung kamen ausschließlich schriftliche Verfahren zum Einsatz, wobei, soweit möglich, auf validierte und forschungsökonomisch bewährte Instrumente zurückgegriffen wurde. Erhoben wurde die *Usability* des virtuellen Lern- und Arbeitsraumes mit einer Adaption der Usability-Fragebögen Isonorm 9241/10 (Europäisches Komitee für Normung 1995) und Isometrics (Gediga et al. 1999) mit sechs Subskalen und jeweils fünf Items auf einer sechsstufigen Skala (von „trifft nicht zu“ bis „trifft zu“). Das Instrument umfasst die Skalen Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Individualisierbarkeit und Lernförderlichkeit. In der Tabelle 1 sind die inneren Reliabilitäten der Skalen differenziert für beide Stichproben dargestellt:

<i>Usability</i>	Itemanzahl	Kohorte 1 Cronbachs α	Kohorte 2 Cronbachs α
Aufgabenangemessenheit	5	.797	.770
Selbstbeschreibungsfähigkeit	5	.800	.762
Steuerbarkeit	5	.784	.827
Erwartungskonformität	5	.742	.849
Individualisierbarkeit	5	.901	.806
Lernförderlichkeit	5	.785	.697

Tabelle 1: Kennwerte der Skala Usability⁸

Zur Messung des *Räumlichen Präsenzerlebens* dient das MEC-SPQ (MEC Spatial Presence Questionnaire)-Instrumentarium (Vorderer et al. 2004; Wirth et al. 2008), das im Rahmen eines internationalen Projektes (Project Presence: Measurement, Effects, Conditions - MEC) entwickelt und validiert wurde. Das Instrument umfasst acht Dimensionen auf einer fünfstufigen Ratingskala (von 1, „trifft nicht zu“, bis 5, „trifft zu“; je niedriger die Werte, desto niedriger ist die Ausprägung der betreffenden Dimension). Zu den Dimensionen gehören im Einzelnen: Bereichsspezifisches Interesse, räumliches Situationsmodell, Involvement, Aufmerksamkeitsallokation, bildliches Vorstellungsvermögen, Handlungsmöglichkeiten, Selbstlokalisierung und willentliche Aussetzung der Ungläubigkeit. Die Kennwerte dieser Skala sind Tabelle 2 zu entnehmen.

<i>Räumliches Präsenzerleben</i>	Itemanzahl	Kohorte 1 Cronbachs α	Kohorte 2 Cronbachs α
Bereichsspezifisches Interesse	8	.888	.879
Räumliches Situationsmodell	8	.873	.836
Involvement	8	.824	.865
Aufmerksamkeitsallokation	8	.942	.921
Bildliches Vorstellungsvermögen	8	.835	.875
Handlungsmöglichkeiten	8	.850	.887
Selbstlokalisierung	8	.924	.939
Willentliche Aussetzung der Ungläubigkeit	7	.712	.433

Tabelle 2: Kennwerte der Skala „Räumliches Präsenzerleben“⁹

Das *Flow-Erleben* wurde mit einer Adaption der Flow-Kurzskala (FKS) von Rheinberg et al. (2003) und mit zwei Subskalen erfasst (siehe Tabelle 3).

⁸ Die Cronbachs-Alpha-Werte für die Skala „Usability“ der Gesamtstichprobe (n = 134) sehen wie folgt aus: Aufgabenangemessenheit ($\alpha = .783$), Selbstbeschreibungsfähigkeit ($\alpha = .781$), Steuerbarkeit ($\alpha = .824$), Erwartungskonformität ($\alpha = .825$), Individualisierbarkeit ($\alpha = .866$) und Lernförderlichkeit ($\alpha = .747$).

⁹ Die Cronbachs-Alpha-Werte für die Skala „Räumliches Präsenzerleben“ der Gesamtstichprobe (n = 134) sehen wie folgt aus: Bereichsspezifisches Interesse ($\alpha = .883$), Räumliches Situationsmodell ($\alpha = .858$), Involvement ($\alpha = .845$), Aufmerksamkeitsallokation ($\alpha = .939$), Bildliches Vorstellungsvermögen ($\alpha = .854$), Handlungsmöglichkeiten ($\alpha = .868$), Selbstlokalisierung ($\alpha = .938$) und Willentliche Aussetzung der Ungläubigkeit ($\alpha = .632$).

<i>Flow-Erleben</i>	Itemanzahl	Kohorte 1 Cronbachs α	Kohorte 2 Cronbachs α
Glatter automatisierter Verlauf	6	.834	.828
Absorbiertheit	4	.702	.688

Tabelle 3: Kennwerte der Skala „Flow-Erleben“¹⁰

Das Berufs- bzw. Studieninteresse wurde mit dem FSI von Krapp et al. (1993) mit drei Dimensionen erhoben (siehe Tabelle 4).

<i>Berufs- bzw. Studieninteresse</i>	Itemanzahl	Kohorte 1 Cronbachs α	Kohorte 2 Cronbachs α
Intrinsischer Charakter	4	.588	.472
Gefühlsbezogene Valenz	7	.752	.631
Wertbezogene Valenz	7	.828	.576

Tabelle 4: Kennwerte der Skala „Berufs- und Studieninteresse“¹¹

Die *Motivation* der Probanden wurde mit dem von Prenzel et al. (1996) adaptierten Instrument erfasst, das auf einer sechsstufigen Ratingskala (von „nie“ bis „sehr häufig“) die wahrgenommene Überforderung, das wahrgenommene Kompetenzerleben, die Relevanzzuschreibung, die intrinsische Motivation und die identifizierte Motivation misst. Zusätzlich wurden neben *soziodemografischen Daten* der Probanden auch verschiedene Aspekte der Teilnehmer zur *Computer- und Internetnutzung* mit dem Inventar zur Computerbildung (INCOBI-R; Richter et al. 2010) erhoben.

4 Ergebnisse

4.1 Allgemeines

Computer- und Internetnutzung

Alle Probanden nutzen den Computer sowohl privat als auch beruflich im Zusammenhang mit ihrer Ausbildung. Von den Berufs- und Technikpädagogen geben 97 % an, dass sie einen eigenen Computer besitzen und im Schnitt 23 h pro Woche am Computer (M = 23.37; SD = 17.69) verbringen. Die Lernenden aus der gewerblich-technischen Domäne verbringen rund 13 Stunden pro Woche am Computer (M = 13.20; SD = 22.05), und 95.2 % besitzen einen

¹⁰ Die Cronbachs-Alpha-Werte der Dimension „Flow-Erleben“ sehen für die Gesamtstichprobe (n = 134) wie folgt aus: Glatter automatisierter Verlauf ($\alpha = .832$) und Absorbiertheit ($\alpha = .711$).

¹¹ Für die gemeinsame Betrachtung des Berufs- und Studieninteresses ergeben sich folgende Werte: intrinsischer Charakter ($\alpha = .496$), gefühlsbezogene Valenz ($\alpha = .696$) und wertbezogene Valenz ($\alpha = .743$).

Computer zu Hause. Abbildung 3 zeigt, welche Computeranwendungen am häufigsten in Gebrauch sind.

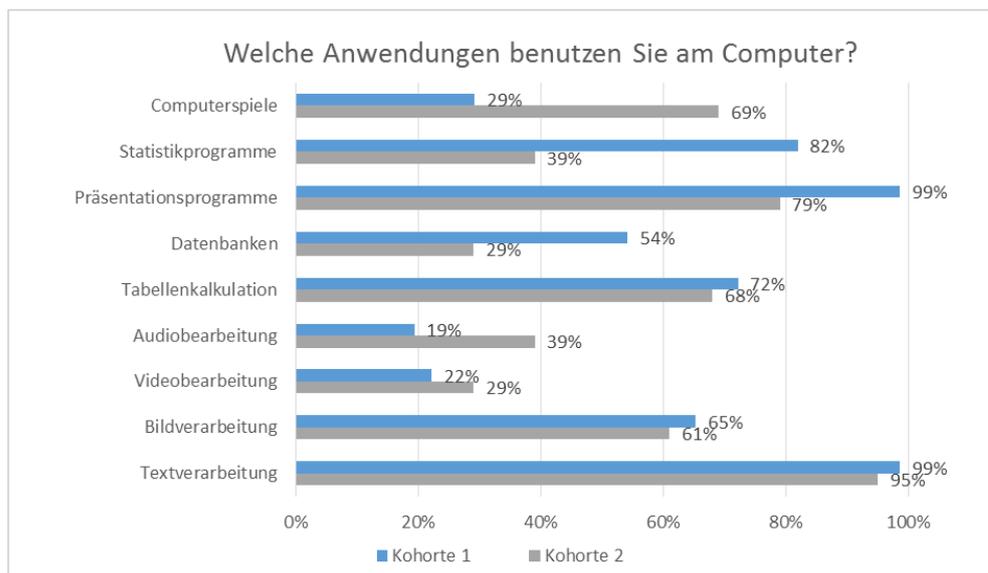


Abbildung 3: Häufigkeitsdiagramm zur Computernutzung

Die Berufs- und Technikpädagogen (Kohorte 1) geben zusätzlich an, durchschnittlich 17 Stunden pro Woche im Internet zu verbringen. Bei den Auszubildenden (Kohorte 2) liegt der wöchentliche Wert bei rund 20 Stunden. In Abbildung 4 wird ersichtlich, für welche Zwecke das World Wide Web am häufigsten genutzt wird.

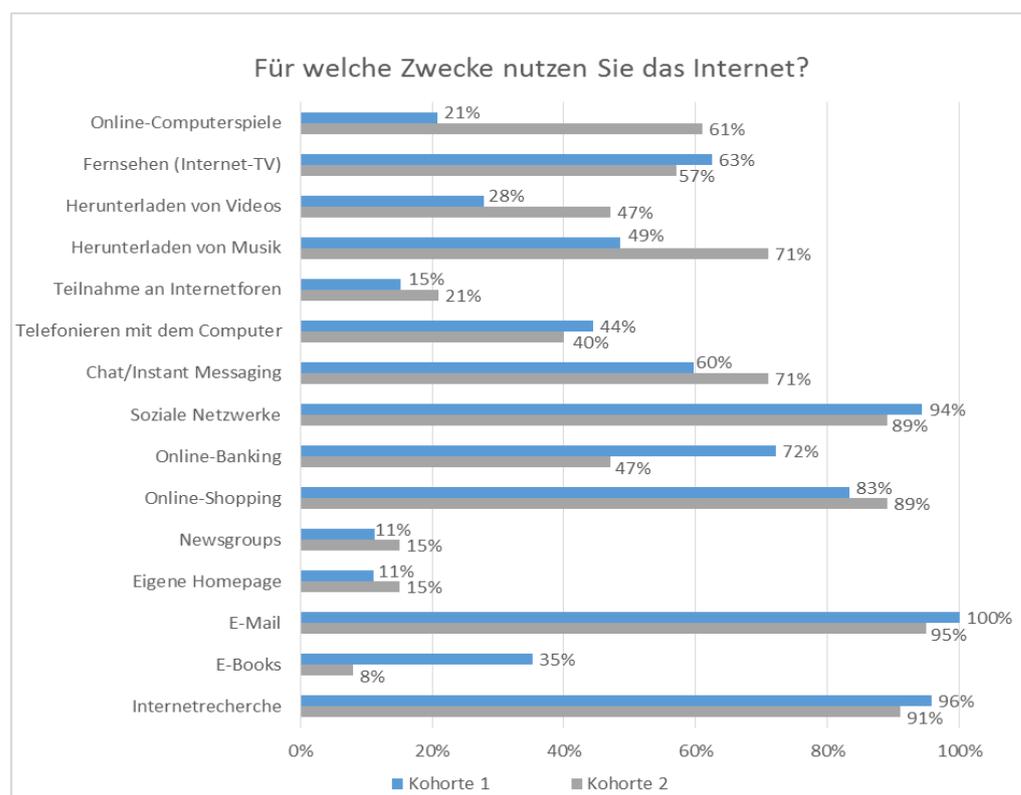


Abbildung 4: Häufigkeitsdiagramm zur Internetnutzung

Fachspezifisches Interesse und Motivation

Die in Tabelle 5 dargestellten Mittelwerte zum geäußerten Interesse am Studium bzw. zum Beruf sind sowohl bei den Berufs- und Technikpädagogen als auch bei den Auszubildenden stark ausgeprägt. Die Motivationsausprägungen sind bei der Kohorte 1 höher als bei der Kohorte 2.

Merkmal	Kohorte 1			Kohorte 2		
	n	M	SD	n	M	SD
<i>Fachspezifisches Interesse</i> (von 1 = gering bis 4 = hoch)	72	2.82	0.52	62	2.76	0.43
<i>Motivation</i> (von 1 = gering bis 6 = hoch)	72	4.68	0.67	62	3.96	0.85

Tabelle 5: Ausprägungen von Interesse und Motivation

4.2 Usability

Die Mittelwerte zur Usability in den sechs Dimensionen liegen alle, zum Teil sehr deutlich, über den Skalenmittelwerten von 3.5. Die einzelnen Kennwerte sind der nachstehenden Tabelle 6 zu entnehmen.

<i>Usability</i>	Kohorte 1			Kohorte 2		
	n	M	SD	n	M	SD
Aufgabenangemessenheit	72	4.81	0.93	62	4.42	0.92
Selbstbeschreibungsfähigkeit	71	4.43	0.99	62	4.15	0.91
Steuerbarkeit	70	4.61	1.03	62	4.05	1.03
Erwartungskonformität	71	4.96	0.91	62	4.24	1.07
Individualisierbarkeit	66	4.36	1.26	61	3.94	1.01
Lernförderlichkeit	72	4.82	1.03	62	4.69	0.93

Tabelle 6: Mittelwerte der Dimension „Usability“ (Die Skalen reichen von 1 = „trifft nicht zu“ bis 6 = „trifft zu“. Je höher der Wert, desto stärker die Ausprägung).

Insgesamt ist festzustellen, dass die erhobene Usability durchgehend hohe Mittelwerte aufweist, d. h. die Probanden sind der Auffassung, dass der Nutzen der virtuellen Lernumgebung hoch ist (Skala „Usability“ im Durchschnitt über alle Skalen: Kohorte 1: M = 4.67; SD = 1.03; Kohorte 2: M = 4.25; SD = 0.98).

4.3 Räumliches Präsenzerleben

Die Mittelwerte der einzelnen Dimensionen des räumlichen Präsenzerlebens liegen alle über dem Skalenmittelwert. Das 1) bereichsspezifische Interesse, das 2) räumliche-Situationen-Modell, 3) die Aufmerksamkeit, 4) das Bildliche Vorstellungsvermögen, 5) die Handlungsmöglichkeiten, 6) die willentliche Aussetzung der Ungläubigkeit, 7) das Involvement und 8) die Selbstlokalisierung weisen einen hohen Ausprägungsgrad auf, d. h. die Teilnehmenden konnten sich gut in die virtuelle Lernumgebung hineinversetzen (siehe Tabelle 7).

<i>Räumliches Präsenzerleben</i>	Kohorte 1			Kohorte 2		
	n	M	SD	n	M	SD
Bereichsspezifisches Interesse	72	2.98	0.78	62	2.81	0.80
Räumliches Situationsmodell	72	4.24	0.70	62	4.30	0.57
Aufmerksamkeit	72	3.94	0.86	62	3.29	0.94
Bildliches Vorstellungsvermögen	72	3.78	0.66	62	3.97	0.65

Handlungsmöglichkeiten	72	3.83	0.73	62	3.68	0.78
Willentliche Aussetzung der Ungläubigkeit	72	3.18	0.76	62	2.94	0.56
Involvement	72	3.37	0.70	62	3.19	0.78
Selbstlokalisierung	72	4.07	0.81	62	3.50	0.98

Tabelle 7: Mittelwerte des räumlichen Präsenzerlebens (Die Skalen wurden mit einer fünfstufigen Likert-Skala von 1 = „trifft nicht zu“ bis 5 = „trifft zu“ berechnet; je höher die Werte, desto stärker die Ausprägung)

4.4 Flow-Erleben

Das Flow-Erleben wird ebenfalls - sowohl von den Berufs- und Technikpädagogen als auch von den Auszubildenden - als hoch eingeschätzt (siehe Tabelle 8). Während sich der Mittelwert bei der Dimension „glatter automatisierter Verlauf“ nicht bedeutsam zwischen Kohorte 1 und Kohorte 2 unterscheidet, besteht in der Dimension „Absorbiertheit“ eine signifikante Differenz zugunsten der Berufs- und Technikpädagogen ($t(132) = 2.949, p \leq .05$).

<i>Flow-Erleben</i>	Kohorte 1			Kohorte 2		
	n	M	SD	n	M	SD
Glatter automatisierter Verlauf	72	5.11	1.07	62	4.85	1.13
Absorbiertheit	72	5.18	1.04	62	4.63	1.12

Tabelle 8: Mittelwerte des Flow-Erlebens (Likert-Skala von 1 = „trifft nicht zu“ bis 7 = „trifft zu“)

4.5 Qualitative Befragung

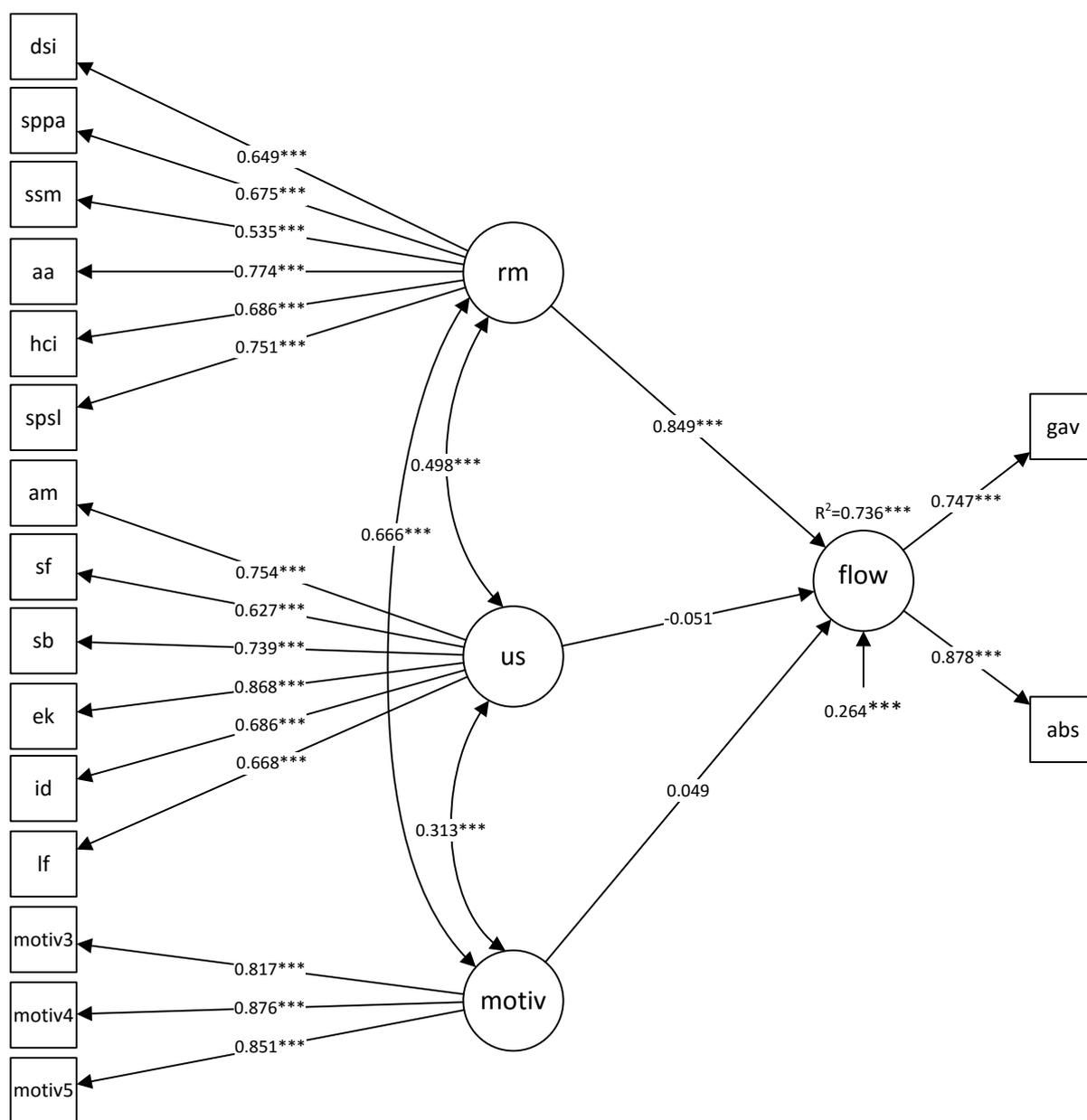
Zusätzlich zur quantitativen Studie wurden Leitfadeninterviews mit Berufs- und Technikpädagogen geführt. Diese wurden u. a. zu den Besonderheiten (fördernde und hemmende Elemente) des Treatments und dessen Umsetzung befragt. In der Interviewstudie wurden $n = 66$ Probanden (weiblich = 52; männlich = 12; o.A. = 2) befragt. Als einer positiven Einschätzung zentral förderlich erweisen sich demnach die motivierenden und realitätsnahen Aspekte der virtuellen Schulung. Insbesondere die Option, einen eigenen Avatar auszuwählen, und die Einbindung der authentischen Fallsituationen (Videovignetten aus dem servicetechnischen Bereich) werden von den Befragten positiv bewertet. Die Probanden geben an, dass die leichte Bedienung und die gute Visualisierung dazu beigetragen haben, dass man die Lerninhalte gut versteht. Des Weiteren schätzen sie, dass die interaktive Gestaltung und die „realen“ Menschen hinter den Avataren zum einen das

Gemeinschaftsgefühl und zum anderen die soziale Eingebundenheit fördern, was sich wiederum positiv auf das Interesse auswirkt. Als hemmender Faktor wurde die kurze Einweisungszeit in die Bedienung von VILA angemerkt. Insbesondere was die Navigation der Avatare betrifft, wurde von einigen eine ausführlichere Einweisung gewünscht. Die Ergebnisse der qualitativen Befragung, von der hier nur ausschnittsweise berichtet werden kann, wurden in der Entwicklungsphase zur Optimierung von VILA prozessbegleitend genutzt.

4.6 Strukturmodell zum Flow-Erleben

Um die Zusammenhänge zwischen dem räumlichen Präsenzerleben (rm), der Usability (us), der Motivation (motiv) und dem Flow-Erleben (flow) zu analysieren, wurde ein Strukturmodell auf der Basis des in Abschnitt 2 berichteten Forschungsstands geschätzt (siehe Abbildung 5).

Die Fitstatistiken des Modells ($n = 133$, $\chi^2 = 224.722$, $df = 113$, $P(\chi^2) = 0.000$, $CFI = 0.946$, $RMSEA (90\%) = 0.000$, $WRMR = 0.875$) zeigen eine gute Passung mit den erhobenen Daten. Bei Einbezug des Flow-Erlebens (flow) mit den Subdimensionen glatter, automatisierter Verlauf (gav) und Absorbiertheit (abs) auf die Usability (us), das räumliche Präsenzerleben (rm) und die Motivation (motiv) ergibt sich, in dem in Abbildung 5 dargestellten Modell, eine Varianzaufklärung für die Gesamtstichprobe von 73.6 % ($R^2 = 0.736$).



***: signifikant auf dem 0.001-Niveau

Abbildung 5: Strukturmodell des Flow-Erlebens

Erwartungsgemäß sind deutliche Zusammenhänge zwischen dem Flow-Erleben und dem räumlichen Präsenzerleben festzustellen. Das Modell in Abbildung 5 belegt, dass das räumliche Präsenzerleben einen großen standardisierten direkten Effekt auf das Flow-Erleben ($\beta = .849$) hat. Die Usability ($\beta = -.051$) und die Motivation ($\beta = .049$) nehmen keinen signifikanten Einfluss auf das Flow-Erleben¹². Es bestehen signifikante Zusammenhänge

¹² Das erhobene fachspezifische Interesse zeigte sich in der Auswertung als nicht erklärungsrelevant und wurde daher nicht in das Strukturmodell (Abbildung 5) aufgenommen.

zwischen Usability und Motivation ($r = .313$), Usability und räumlichem Präsenzerleben ($r = .498$) sowie zwischen räumlichem Präsenzerleben und Motivation ($r = .666$).

5 Zusammenfassung

Übergeordnetes Ziel war die theoriegestützte Entwicklung und Erprobung einer virtuellen Lern- und Arbeitsumgebung für Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau einschließlich der Generierung eines spezifischen Erklärungs- und Beschreibungswissens zu VILA. In diesem Rahmen wurde VILA bei angehenden Servicetechnikern (Lernende) und Berufs- und Technikpädagogen (Lehrende) im Hinblick auf wahrgenommene Usability, räumliches Präsenzerleben und Flow-Erleben untersucht. Die deskriptiven Kennwerte zur Usability, räumlichem Präsenzerleben und Flow-Erleben liegen alle oberhalb der Skalenmittelwerte und deuten insgesamt auf eine tendenziell positive Bewertung der virtuellen Lern- und Arbeitsumgebung hin. Sowohl aus der Perspektive der Auszubildenden als angehende Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau als auch aus der Perspektive von Berufs- und Technikpädagogen wird VILA durchweg positiv bewertet.

Das generierte Strukturmodell belegt, dass die Varianz des Flow-Erlebens maßgeblich durch das wahrgenommene räumliche Präsenzerleben mit einem standardisierten Regressionskoeffizienten ($\beta = 0.849$) erklärt werden kann. Usability und Motivation haben in dem Modell keinen signifikanten Einfluss auf das Flow-Erleben. Die Zusammenhänge zwischen dem räumlichen Präsenzerleben und der Usability sind erwartungskonform positiv. Das Strukturmodell besitzt einen akzeptablen Modell-Fit, die Varianzaufklärung des Flow-Erlebens beträgt für die Gesamtstichprobe $R^2 = 0.736$ ($n = 134$). Das Modell lässt sich gut anhand der vorliegenden empirischen Befunde, die im zweiten Abschnitt zu den Zusammenhängen zwischen räumlichem Präsenzerleben und Flow-Erleben dargestellt wurden, erklären. Die eigenen Ergebnisse erweitern die empirische Befundlage dahingehend, dass ein spezifisches Beschreibungs- und Erklärungswissen zum Flow-Erleben bei Auszubildenden sowie Berufs- und Technikpädagogen im Zusammenhang mit der Nutzung der spezifischen virtuellen Lern- und Arbeitsumgebung VILA im Kontext der beruflichen Bildung vorliegt.

Die Ergebnisse der Interviewstudie, von der hier nur ausschnittsweise berichtet werden konnte, belegen aber auch, dass neben der Technologie vor allem die didaktisch-methodische Aufbereitung der Lerninhalte der Umgebung und deren kontextuelle und situationsbezogene Einbindung in die virtuelle Lern- und Arbeitsumgebung effektrelevant werden. Auch wenn virtuelle Lern- und Arbeitsumgebungen grundsätzlich innovativ erscheinen, so bleibt die Entscheidung des sinnvollen Einbezugs entsprechender Umgebungen eine didaktisch-methodische zu begründende Entscheidung, die von mehreren Aspekten im Bezugsfeld des Unterrichts bedingt wird.

Im Ausblick auf eine weitergehende Erforschung im Bezugsfeld wäre es interessant, die virtuelle Lern- und Arbeitsumgebung im Rahmen einer Interventionsstudie mit erfahrenen Servicetechnikern im Maschinen- und Anlagebau daraufhin zu testen, inwiefern sie motivationale und kognitive Aspekte fördert und ob sie sich auch im Kontext eines kollaborativen Lernens bewährt. Zudem wäre vor dem Hintergrund der Ausführungen in

Abschnitt 2.2 zum Präsenzerleben eine spezifische Betrachtung der räumlichen und sozialen Präsenz in virtuellen Lern- und Arbeitsumgebungen von Interesse. Die deskriptiven Ergebnisse zur Computer- und Internetnutzung der Probanden belegen eine am Alter orientierte erwartungsgemäße Verwendung der Technologien. Neben einem arbeitsplatzzentrierten Einsatz eröffnen virtuelle Lern- und Arbeitsumgebungen grundlegend neue, ortsunabhängige und zeitlich flexible Möglichkeiten für den intensivierten Austausch und das kollaborative Lernen sowie die Zusammenarbeit aller Akteure im Servicebereich des Maschinen- und Anlagenbaus (z. B. Servicetechniker im Außen- und Innendienst, Entwicklungsabteilungen, Aus- und Fortbildungseinheiten). Interessant wäre, in diesem im Kontext auch eine ökonomische Bewertung der virtuellen Schulung im Vergleich zu einer Präsenzsulung vorzunehmen. In einer technologischen Weiterentwicklungsperspektive wäre zudem denkbar, stärker neue Interaktionsformen mittels natürlicher Benutzerschnittstellen für Visualisierung, Interaktion und Fortbewegung durch direkte Steuerung in VILA einzubinden, um möglicherweise eine authentischere Lernerfahrung und den Wissenstransfer des Gelernten auf spätere Anwendungssituationen zu erleichtern. Ein potenzieller Vorteil der Einbindung natürlicher Benutzerschnittstellen wird darin gesehen, dass der Lernprozess ganzheitlich verläuft: Motorische Bewegungsmuster werden in den Lernprozess integriert, das Lernen wird durch deklarative und prozedurale Gedächtnisprozeduren unterstützt. Wie bereits eingangs dargestellt, kann das Potenzial für eine domänen- und institutionsübergreifende Nutzung derartiger Systeme für den Servicebereich im Maschinen- und Anlagenbau als erheblich eingeschätzt werden. Die Anreicherung bestehender Dienstleistungsangebote um Elemente virtueller Lern- und Arbeitsumgebungen hat das Potenzial, (neue) räumlich und zeitlich flexible Dienstleistungen bereitzustellen, um letzten Endes auch die Serviceleistung und die Wertschöpfung von Unternehmen erhöhen zu können. Mögliche Einsatzoptionen von virtuellen Lern- und Arbeitsumgebungen wie VILA im industriellen Dienstleistungsbereich wären - aufbauend auf einer unternehmensspezifischen Adaption - beispielsweise der Ausbau flexibler virtueller Schulungen der Servicemitarbeiter, eine effektivere Unterstützung von Kunden bei der Fehlerbehebung und Wartungsarbeiten oder der Einsatz innerhalb eines Customer Self-Service.

6 Literatur

Anderson, J.R., Greeno, J.G., Reder, L.M. & Simon, H.A. (2000): Perspectives on learning, thinking and activity. *Educational Researcher*, 29(4), 11-13.

Arning, K. & Ziefle, M. (2007a). How important is computer expertise as a moderating variable for the performance loss of older adults using technical devices? In: Toomingas, A., Lantz, A. & Berns, T. (Hrsg.): *Work With Computing Systems - WWCS May 21-24, 2007*. Stockholm, Sweden.

Arning, K. & Ziefle, M. (2007b). Barriers of information access in small screen device applications: The relevance of user characteristics for a transgenerational design. In: Stephanidis, C. & Pieper, M. (Hrsg.): *Universal access in ambient intelligence environments*.

- 9th ERCIM Workshop on User Interfaces for All. Königswinter, Germany, September 2006. Revised papers. Berlin: Springer, 117-136.
- Bartle, A. R. (2004). *Designing Virtual Worlds*. Boston, Indianapolis, u.a.: New Riders.
- Blümel, E., Jenewein, K. & Schenk, M. (2010). Virtuelle Realitäten Als Lernräume. *Lernen & Lehren*, 25(97), 6-12.
- Bosch, J., Ridao, P., Ribas, D. & Gracias, N. (2015). Creating 360° underwater virtual tours using an omnidirectional camera integrated in an AUV. In *Oceans'15 MTS/IEEE Genova*. Genova, Italy: IEEE.
- Brauner, P. & Ziefle, M. (2015). Human Factors in Production Systems. In: Brecher, C. (Hrsg.): *Advances in Production Technology. Lecture Notes in Production Engineering* (187-199). Heidelberg: Springer.
- Bremer, C., Göcks, M., Rühl, P. & Stratmann, J. (Hrsg.) (2010). *Landesinitiativen für E-Learning an deutschen Hochschulen*. Münster: Waxmann Verlag.
- Callaghan, V., Shen, L., Gardner, M., Shen, R. & Wang, M. (2010). A mixed reality approach to hybrid learning in mixed culture environments. In: Wang, F. L., Fong, J. & Kwan, R. (Hrsg.): *Handbook of research on hybrid learning models. Advanced tools, technologies, and applications* (260-283). Hershey, PA: IGI Global,
- Cavazza, M. O., Charles, F. & Mead, S. J. (2002). Character-based interactive storytelling. *IEEE Intelligent systems*, 17(4), 17-24.
- Chen, H., Wigand, R. T., & Nilan, M. S. (1999). Optimal experience of web activities. *Computers in human behavior*, 15(5), 585-608.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*. New York: Basic Books.
- Digel, S. (2010). Interaktionsprozesse beim fallbasierten Lernen - Eine Betrachtung sozialer, struktureller und kognitiver Dimensionen von Fallarbeit in Gruppen. In: Schrader, J., Hohmann, R. & Hartz, S. (Hrsg.): *Mediengestützte Fallarbeit – Konzepte, Erfahrungen und Befunde zur Kompetenzentwicklung von Erwachsenenbildnern* (263-284). Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
- Deng, C., Xue, L. & Zhou, Z. (2009). Integration of Web 2.0, Panorama Virtual Reality and Geological Information System. In: Sohn, S. (Hrsg.): *Fourth International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology* (1625-1628). Los Alamitos, California: IEEE.
- Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L. E. & Dixon, D. (2011a). Gamification: toward a definition. In: *CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings*. Vancouver, British Columbia: ACM, 12-15.

- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K. & Dixon, D. (2011b). Gamification: using game-design elements in non-gaming contexts. In: CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings (2425-2428). Vancouver, British Columbia: ACM.
- Draper, J. V., Kaber D. B. & Usher, J. M. (1999). Speculations on the value of telepresence. *CyberPsychology & Behavior*, 2(4), 349-362.
- Duchastel, P. C. (1980). Research on illustrations in text: Issues and perspectives. *ECTJ*, 28(4), 283-287.
- Engeser, S., Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Bischoff, J. (2005). Motivation, Flow-Erleben und Lernleistung in universitären Lernsettings 1 Dieser Beitrag wurde unter der geschäftsführenden Herausgeberschaft von Joachim C. Brunstein akzeptiert. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19(3), 159-172.
- Europäisches Komitee für Normung (1995). EN ISO 9241-10. Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Teil 10: Grundsätze der Dialoggestaltung.
- Fontaine, G. (2002). Presence in "Teleland". In: Rudestam, K. E. & Schoenholtz-Read, J. (Hrsg.): *Handbook of online learning: Innovations in higher education and corporate training* (21-52). Thousand Oaks: Sage.
- Gardner, M. & O'Driscoll, L. (2011). MiRTLE (Mixed-Reality Teaching and Learning Environment): from prototype to production and implementation. In: *EC-TEL 2011 Workshop: Learning activities across physical and virtual spaces*, 25-29.
- Gediga, G., Hamborg, K. & Düntsch, I. (1999). The IsoMetrics usability inventory: An operationalization of ISO 9241-10 supporting summative and formative evaluation of software systems. *Behaviour & Information Technology*, 18(3), 151-164.
- Goeze, A., Schrader, J., Hartz, S., Zottmann, J. & Fischer, F. (2010). Case-Based Learning with Digital Videos: Does it promote the Professional Development of Teachers and Trainers in Adult Education? In: Egetenmeyer, R. & Nuissl, E. (Hrsg.): *Teachers and Trainers in Adult Education and Lifelong Learning. European and Asian Perspectives* (187–198). Bielefeld.
- Goeze, A., Hetfleisch, P. & Schrader, J. (2013). Wirkungen des Lernens mit Videofällen bei Lehrkräften: Welche Rolle spielen instruktionale Unterstützung, Personen - und Prozessmerkmale? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 16 (1), 79–113.
- Gruber, H., Mandl, H. & Renkl, A. (1999). Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? München: Universität, Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik.
- Güzel, E., Nickolaus, R., Zinn, B., Würmlin, J. & Sari, D. (2016). Soziale Kompetenzen von angehenden Servicetechnikern – Relevanz, Förderung und Ausprägungen (in Vorbereitung).
- Heeter, C. (1992). Being there: The subjective experience of presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(2), 262-271.

- Hinkofer, L. & H. Mandl (2003). Implementation von E-Learning in einem Pharmaunternehmen. München: Ludwig-Maximilians- Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Hoffmann, M., Schuster, K., Schilberg, D. & Jeschke, S. (2014a). Next-Generation Teaching and Learning using the Virtual Theatre. In: Gregory, S., Jerry, P. & Jones, N. T. (Hrsg.): At the Edge of the Rift, Inter-Disciplinary Press, 2014.
- Hoffmann, M., Schuster, K., Schilberg, D. & Jeschke, S. (2014b). Bridging the Gap between Students and Laboratory Experiments. In: Shumaker, R. & Lackey, S. (Hrsg.): Virtual, Augmented and Mixed Reality. Applications of Virtual and Augmented Reality (39-50). Cham, Switzerland: Springer.
- Howe, F. (2013). Potenziale digitaler Medien für das Lernen und Lehren in der gewerblich-technischen Berufsausbildung. In: Schwenger, U., Geffert, R., Vollmer, T., Hartmann, M. & Neustock U. (Hrsg.): bwp@Spezial 6 - Hochschultage Berufliche Bildung 2013, Fachtagung 08, 1-15. Online: http://www.bwpat.de/ht2013/ft08/howe_ft08-ht2013.pdf.
- Höntzsch, S., Katzky, U., Bredl, K., Kappe, F., & Krause, D. (2013). Simulationen und simulierte Welten - Lernen in immersiven Lernumgebungen. In: Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien (257-264). Berlin: epubli GmbH.
- Ijsselsteijn, W. & Riva, G. (2003). Being There: The experience of presence in mediated environments. In: Riva, G., Davide, F.; Ijsselsteijn, W. (Hrsg.): Being There: Concepts, effects and measurements. Amsterdam, Niederlande, 3 - 16.
- Jahnke, I. (2016). Digital Didactical Designs - Teaching and Learning in CrossActionSpaces. New York/London: Routledge, Taylor & Francis.
- Jara, C.A., Candelas, F.A. & Torros, F. (2008). Virtual and Remote Laboratory for Robotics E-Learning. 18 th European Symposium on Computer Aided Process Engineering - ESCAPE 18, Elsevier.
- Kaufmann, H., Schmalstieg, D., & Wagner, M. (2000). Construct3D: a virtual reality application for mathematics and geometry education. Education and information technologies, 5(4), 263-276.
- Kerres, M. (2003). Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien in der Bildung. In: Education Quality Forum. Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien. Münster: Waxmann.
- Kerres, M. (2012). Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. The Internet and higher education, 8(1), 13-24.
- Knapp, K. M. (2012). The Gamification of Learning and Instruction. San Francisco: Pfeiffer.
- Krapp, A. (1992). Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. In: Krapp, A. & Prenzel, M. (Hrsg.): Interesse, Lernen und

Leistung. Neuere Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Münster : Aschendorff Verlag.

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.

Le, S., Weber, P. & Ebner, M. (2013). Game-Based Learning - Spielend Lernen? In Ebner, M. & Schön, S. (Hrsg.): *Lehrbuch für Lehren und Lernen mit Technologien: 2. Auflage* (267-276). Berlin: epubli Verlag.

Lin, H., Chen, M., Lu, G., Zhu, Q., Gong, J., You, X., Wen, Y., Xu, B. & Hu, M. (2013). Virtual Geographic Environments (VGEs): a new generation of geographic analysis tool. *Earth-Science Reviews*, 126, 74-84.

Lindsay, E. D., Murray, S., Liu, D. K., Lowe, D. B. & Bright, C. G. (2009). Establishment reality vs. maintenance reality: how real is real enough? *European Journal of Engineering Education*, 34(3), 229-234.

Magner, U. I. E., Schwonke, R., Alevin, V., Popescu, O. & Renkl, A. (2014). Triggering situational interest by decorative illustrations both fosters and hinders learning in computer-based learning environments. *Learning and Instruction*, 29, 141-152.

May, D., Terkowsky, C., Haertel, T. & Pleul, C. (2013). Bringing Remote Labs and Mobile Learning together. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*. Vol. 7, No 3, 54-62.

May, D., Terkowsky, C., Tobias, R., Ortelt, A. & Tekkaya, E. (2016). The Evaluation of Remote Laboratories - Development and application of a holistic model for the evaluation of online remote laboratories in manufacturing technology education. *Proceedings of: REV2016 - 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*. 24-26 February 2016, National Distance Education University (UNED), Madrid, Spain, IEEE Conference Publications, 133-142.

McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. New York: Penguin.

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). Augmented reality a class of displays on the reality-virtuality continuum. In: Das, H. (Hrsg.): *Proceeding of SPIE 2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies* (282-292). Boston: SPIE Verlag.

Milgram, P. & Colquhoun, H. (1999). A taxonomy of real and virtual world display integration. In: Ohta, Y. & Tamura, H. (Hrsg.): *Mixed reality: Merging real and virtual worlds* (5-30). Berlin: Springer.

Mischo, C. (2004). Fördert Gruppendiskussion die Perspektiven-Koordination? In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 36 (1), Göttingen, Hogrefe, 30-37.

- Müller, D. (2005). Zwischen Realem und Virtuellem. Mixed Reality in der technischen Bildung. In: Lehmann, K. & Schetsche, M. (Hrsg.): Die Google-Gesellschaft. Vom digitalen Wandel des Wissens. Bielefeld: transcript-Verlag.
- Müller, D. & Ferreira, J. M. (2003). MARVEL: a mixed reality learning environment for vocational training in mechatronics. In: Proceedings of the Technology Enhanced Learning International Conference (TEL'03) (65-72). Milan, Italy.
- Münzer, S. (2012). Facilitating Spatial Perspective Taking Through Animation: Evidence from an Aptitude-Treatment-Interaction. *Learning and Individual Differences*, 22(4), 505-510.
- Nickolaus, R. & Gräsel, C. (Hrsg.) (2006). Innovation und Transfer - Expertisen zur Transferforschung. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Paulus, C. & P. Strittmatter (2002). Netzbasiertes Lernen in Der Hochschule zwischen Anspruch und Wirklichkeit. *Unterrichtswissenschaft*, 30, 290-303.
- Philipsen, R., Brauner, P., Stiller, S., Ziefle, M., & Schmitt, R. (2014). The Role of Human Factors in Production Networks and Quality Management. In: *HCI in Business* (80-91). Springer International Publishing.
- Pilke, E. M. (2004). Flow experiences in information technology use. *International journal of human-computer studies*, 61(3), 347-357.
- Prenzel, M., Kristen, A., Dengler, P., Ettle, R. & Beer, T. (1996). Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 13, 108-127.
- Reisdorf, D. (2014). Oculus Rift - Schöpfer über Framerate in Videospielen - "30fps sind stets zu wenig". PC Games. Online: <http://www.pcgames.de/Oculus-Rift-Hardware-256208/News/Oculus-Rift-30-Bilder-pro-Sekunde-sind-zu-wenig-sagt-Palmer-Luckey-1125454/> [02.05.2016].
- Rey, G. D. (2009). E-Learning. Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung. Verlag Hans Huber.
- Rheinberg, F. (2000). Motivation. Stuttgart: Kohlhammer.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Engeser, S. (2003). Die Erfassung des Flow-Erlebens. In: Stiensmeier-Pelster, J. & Rheinberg, F. (Hrsg.): Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept (261-279). Göttingen: Hogrefe.
- Richter, T., Naumann, J., & Horz, H. (2010). Eine revidierte Fassung des Inventars zur Computerbildung (INCOBI-R). *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, 24(1), 23-37.
- Sacau, A., Laarni, J. & Hartmann, T. (2008). Influence of Individual Factors on Presence. *Computers in Human Behavior*, 4, 2255 - 2273.
- Sailer, M., Hense, J., Mandl, H. & Klevers, M. (2013): Psychological Perspectives on Motivation through Gamification. *Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A*, N. 19, 28-37.

- Schliemann, A. D. (1998): Logic of meanings and situated cognition. *Learning and Instruction*, 8, 549-560.
- Schrader, J., Hohmann, R. & Hartz, S. (Hrsg.) (2010). *Mediengestützte Fallarbeit - Konzepte, Erfahrungen und Befunde zur Kompetenzentwicklung von Erwachsenenbildnern*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Schraw, G., Bruning, R. & Svoboda, C. (1995). Sources of situational interest. *Journal of Reading Behavior*. 27 (1), 1-17.
- Schraw, G., Flowerday, T. & Lehman, S. (2001). Increasing situational interest in the classroom. *Educational Psychology Review*, 13(3), 211-224.
- Schubert, T. (2003). The sense of presence in virtual environments: A three-component scale measuring spatial presence, involvement, and realness. *Zeitschrift für Medienpsychologie*, 15, 69 - 71.
- Schuster, K., Hoffmann, M., Bach, U., Richert, A. & Jeschke, S. (2014). Diving in? How Users Experience Virtual Environments Using the Virtual Theatre. In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Design, User Experience, and Usability (DUXU 2014)*, Heraklion, Crete, 22-27 June 2014, vol. 8518, *Lecture Notes in Computer Science* Springer, Springer, 636-646.
- Schuster, K. (2015). *Einfluss natürlicher Benutzerschnittstellen zur Steuerung des Sichtfeldes und der Fortbewegung auf Rezeptionsprozesse in virtuellen Lernumgebungen*. Marburg: Tectum Verlag.
- Sherry, J. L. (2004). Flow and media enjoyment. *Communication Theory*, 14(4), 328-347.
- Slater, M. (2003). A note on presence terminology. *Presence connect*, 3(3), 1-5.
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73-93.
- Sun, J. C. Y. & Rueda, R. (2012). Situational interest, computer self-efficacy and self-regulation: Their impact on student engagement in distance education. *British Journal of Educational Technology*, 43(2), 191-204.
- Terkowsky, C., Jahnke, I., Pleul, C., May, D., Jungmann, T. & Tekkaya, A. E. (2013). PeTEX@Work. Designing CSCL@Work for Online Engineering Education, In: Goggins, S. P., Jahnke, I. & Wulf, V. (Eds.): *Computer-Supported Collaborative Learning at the Workplace - CSCL@Work*. New-York: Springer 269-292.
- Tolio, T., Sacco, M., Terkaj, W. & Urgo, M. (2013). Virtual factory: An integrated framework for manufacturing systems design and analysis. *Procedia CIRP*, 7, 25-30.
- Voiskounsky, A. E., Mitina, O. V. & Avetisova, A. A. (2004). Playing Online Games: Flow Experience. *PsychNology journal*, 2(3), 259-281.
- Virvou, M., Katsionis, G. & Manos, K. (2005). Combining Software Games with Education: Evaluation of its Educational Effectiveness. *Educational Technology & Society*, 8 (2), 54-65.

- Vorderer, P., Wirth, W., Gouveia, F. R., Biocca, F., Saari, T., Jäncke, L., Böcking, S., Schramm, H., Gysbers, A. & Hartmann, T. (2004). MEC Spatial Presence Questionnaire. Retrieved Sept. 18, 2015 from <http://academic.csuohio.edu/kneuendorf/frames/MECFull.pdf>.
- Weibel, D., Wissmath, B., Habegger, S., Steiner, Y. & Groner, R. (2008). Playing online games against computer-vs. human-controlled opponents: Effects on presence, flow and enjoyment. *Computers in Human Behavior*, 24(5), 2274-2291.
- Weibel, D. & Wissmath, B. (2011). Immersion in computer games: The role of spatial presence and flow. *International Journal of Computer Games Technology*, 6-20.
- Weisbecker, A., Ilg, R. & Kempf, F. (2013). Einsatz von kollaborativen virtuellen Umgebungen bei der berufsbegleitenden Weiterbildung. In: Zinn, B. & Tenberg, R. (Hrsg.): *Journal of Technical Education (JOTED)*, 1(1). Online: <http://www.journal-of-technical-education.de/index.php/joted>
- Wirth, W., Hartmann, T., Böcking, S., Vorderer, P., Klimmt, C., Schramm, H., Saari, T., Laarni, J., Ravaja, N. & Gouveia, F. R. (2007). A process model of the formation of spatial presence experiences. *Media psychology*, 9(3), 493-525.
- Wirth, W. & Hofer, M. (2008). Präsenzerleben. Eine medienpsychologische Modellierung. *Montage AV. Zeitschrift für Theorie und Geschichte audiovisueller Kommunikation*, 17(2), 159 - 175.
- Wirth, W., Schramm, H., Böcking, S., Gysbers, A., Hartmann, T., Klimmt, C., & Vorderer, P. (2008). Entwicklung und Validierung eines Fragebogens zur Entstehung von räumlichem Präsenzerleben. In: Matthes, J., Wirth, W., Daschmann, G. & Fahr, A. (Hrsg.), *Die Brücke zwischen Theorie und Empirie: Operationalisierung, Messung und Validierung in der Kommunikationswissenschaft (70-95)*. Köln: Herbert von Halem.
- Ziefle, M. (2002). The influence of user expertise and phone complexity on performance, ease of use and learnability of different mobile phones. *Behaviour & Information Technology*, 21(5), 303-311.
- Ziefle, M. (2010). Information presentation in small screen devices: The trade-off between visual density and menu foresight. *Applied ergonomics*, 41(6), 719-730.
- Ziefle, M. & Bay, S. (2006). How to overcome disorientation in mobile phone menus: A comparison of two different types of navigation aids. *Human Computer Interaction*, 21(4), 393-432.
- Ziefle, M. & Jakobs, E.-M. (2010). New challenges in Human Computer Interaction: Strategic Directions and Interdisciplinary Trends. 4th International Conference on Competitive Manufacturing Technologies (389-398). University of Stellenbosch.
- Zinn, B., Güzel, E., Walker, F., Nickolaus, R., Sari, D. & Hedrich, M. (2015). ServiceLernLab - Ein Lern- und Transferkonzept für (angehende) Servicetechniker im Maschinen- und Anlagenbau. *Journal of Technical Education (JOTED)*, Jg. 3 (Heft 2), 116-149.

Zinn, B., Nickolaus, R., Duffke, G., Güzel, E., Sawazki, J. & Würmlin, J. (2016). Belastungen von Servicetechnikern im Maschinen- und Anlagenbau im Bezugsfeld lebensphasenorientierten Kompetenzmanagements. In: Frerichs, F. (Hrsg.): Altern in der Erwerbsarbeit - Perspektiven der Laufbahngestaltung (163-182). Wiesbaden: Springer VS.

Autoren

Prof. Dr. phil. habil. Bernd Zinn

Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft (IfE), Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT)

Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart

zinn@ife.uni-stuttgart.de

Qi Guo M.Ed.¹³

Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft (IfE), Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik

Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart

guo@ife.uni-stuttgart.de

Dipl.-Gwl. Duygu Sari

Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft (IfE), Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT)

Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart

sari@ife.uni-stuttgart.de

Zitieren dieses Beitrages:

Zinn, B., Guo, Q. & Sari, D. (2016). Entwicklung und Evaluation der virtuellen Lern- und Arbeitsumgebung VILA. Journal of Technical Education (JOTED), Jg. 4 (Heft 1), S. 89-117.

¹³ Q.G. bedankt sich für das Stipendium von dem China Scholarship Council (CSC).