

## Pre-Testing der Lerneffektivität von 2D-to-3D-Didactics in immersiven VR-Umgebungen

Carsten Fussan<sup>1</sup>, Veronika Hanesová<sup>2</sup>

**Abstract:** Sind Lehrdarstellungen in 3D-Virtual Reality (VR) klassischen zweidimensionalen Lehrmedien in universitären betriebswirtschaftlichen Studiengängen überlegen? In Vorbereitung einer empirischen Studie zu diesem Thema wurde ein Pretest durchgeführt. Hierbei wurde festgestellt, dass ein empirischer Vergleichstest zur Prüfung der Überlegenheit von VR nur valide erfolgen kann, wenn sowohl Vorerfahrungen der Probanden mit VR-Medien, als auch ihre jeweilige individuelle Adaptionsfähigkeit an VR berücksichtigt werden. Der Artikel gibt einen Überblick über die Konzeption, die Technik, die Durchführung sowie die Ergebnisse des Pretests.

**Keywords:** Lerneffektivität, 2D-to-3D-Didactics, 3D-to-3D-Didactics, Virtual Reality, Virtual Reality Lernen, VR, VR Lernen, VR Lehre, Immersion

### 1 Einleitung

Die Übertragung von 2D-darstellbaren Lehrinhalten in 3D-VR<sup>3</sup>-Anwendungen erscheint besonders interessant: Wenn die Anwendung von 3D-Virtual Reality (VR) in der Lehre eine Breitenakzeptanz erfahren soll, dann muss diese Technologie hinsichtlich der Lernwirkung vor allem traditionellen 2D-Lehrdarstellungen überlegen sein. Die Studiengänge mit den meisten Studierenden in Deutschland sind Betriebswirtschaftslehre (BWL), Informatik und Rechtswissenschaften - zusammen mit einem Studierendenanteil von 30% [SB19]. Wenn in diesen Studiengängen eine Visualisierung von Lehrinformationen erfolgt, so wird diese bisher in 2D vorgenommen (insbesondere: Tafelbilder, Beamer-Projektionen und 2D Online-Systeme). Wenn VR also ein überlegenes Lehr- und Lernmedium ist, so müsste es auch jenen 2D-Darstellungen in den genannten Studiengängen überlegen sein. In den bisherigen empirischen Studien lässt sich eine Tendenz erkennen, welche diese These bestätigt, ein repräsentativer Beweis hierfür steht jedoch noch aus (vgl. Abschnitt 2.2). Zudem wäre es auch nicht ausreichend zu wissen, dass VR (möglicherweise) der klassischen 2D-Lehre überlegen ist, es ist insbesondere wichtig zu wissen, welche didaktischen Elemente innerhalb der VR- diese Überlegenheit auslösen. Nur dann können Anwendungen optimiert und wirkungsgerecht programmiert

---

<sup>1</sup> Hochschule Anhalt, Bernburger Straße 55, 06366 Köthen, carsten.fussan@hs-anhalt.de.

<sup>2</sup> Hochschule Anhalt, Strenzfelder Alle 28, 06406 Bernburg, veronika.hanesova@hs-anhalt.de.

<sup>3</sup> Computeranimierte Welt in Echtzeit, die mithilfe spezieller Soft- und Hardware (insb. VR-Brillen) erzeugt wird, wobei die Außenwelt ausgeblendet und menschliche Sinne durch Videos, Animationen und Audio beeinflusst werden [Do13].

werden. Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben Erkenntnisse aus einer Pretest-Untersuchung zur Vorbereitung einer repräsentativen empirischen Studie zur Ermittlung der Lerneffektivität von VR im Lehrgebiet der BWL.

## 2 Forschungskontext

### 2.1 Definitionen

Die Steigerung der *Lerneffektivität* bezeichnet eine Verbesserung des Lernergebnisses bei ansonsten unverändertem inhaltlichem Umfang der gelehnten wissensrelevanten Informationen. Insbesondere bezüglich der Überlegenheit von VR-Anwendungen gegenüber traditionellen Formen des Lernens [MN11], [Ze18] geht es im analytischen Kern um die Frage, ob durch diese innovativen Techniken eine Steigerung der Lerneffektivität ausgelöst wird.

Als *3D-to-3D-Didactics* werden nachfolgend VR-Lehranwendungen bezeichnet, welche in der Realität originär dreidimensionale Umgebungen/Vorlagen in eine ebenso dreidimensionale VR-Lehrdarstellung transportieren. Beispiele hierfür sind die 3D-Simulation gefährlicher Arbeitswelten oder die 3D-Darstellung unzugänglicher Umwelten zum Zwecke wirklichkeitsnaher Erlebnisse.

Als *2D-to-3D-Didactics* werden nachfolgend VR-Lehranwendungen bezeichnet, welche bisher zweidimensional dargebotene Inhalte in eine dreidimensionale VR-Lehrdarstellung transportieren. Ein Beispiel hierfür ist die 3D-Visualisierung von 2D-Grafiken, Präsentationen und 2D-Bildern aus betriebswirtschaftlichen Lehrmedien.

### 2.2 Empirische Evidenz

Die Wirkung von VR auf die Lerneffektivität wurde bisher aus verschiedenen Perspektiven empirisch untersucht. In einigen Studien wurden Vorteile der virtuellen Lernanwendung gegenüber realen Vermittlungsformen identifiziert [We15], [CB19]. In anderen Studien konnten hingegen keine oder negative Effekte von VR auf die Lerneffektivität identifiziert werden [PDN08], [Ha18]. Die meisten empirischen Studien - welche eine positive Lernwirkung von VR feststellten - haben 3D-to-3D-Didactics untersucht [Ba08], [Mo09], [Ma17], [CB19], [K119], [Wi19]. Nur zwei der empirischen Studien hatten 2D-to-3D-Didactics zum Inhalt, in beiden Untersuchungen mit einer positiven Wirkung auf die Lerneffektivität [We15], [DSL19].

### 3 Empirischer Pretest im Bereich 2D-to-3D-Didactics

#### 3.1 Technisches und didaktisches Setup der 3D VR Testumgebung

Zur Vorbereitung der empirischen Hauptuntersuchung wurde ein Pretest mit einem hierfür programmierten VR-Prototyp durchgeführt. Diese Testumgebung wurde mittels Unity3D für eine Betrachtung mit der Oculus Rift S erstellt und BWL-Lehrinhalte zur Methodik der „Szenarioplanung“ wurden darin positioniert (2D-to-3D). Mit dem Ziel der bestmöglichen Erreichung von Immersion wurden neben einer wirklichkeitsnahen 3D-Darstellungsqualität auch Animationen sowie ein komplexes Shader-Verhalten für das Auflösen von dreidimensionalen Objekten zum Wechsel von visuellen Raumeindrücken eingesetzt. Unterstützend wurde eine atmosphärisch glaubhafte Klangkulisse erschaffen (immersiver 360°-Sound).



Abb. 1: Hologramm Professor & 3D-Grafik mit Keywords (links), virtueller Avatar (rechts)

In die VR-Testumgebung wurden folgende 7 didaktische Elemente implementiert: Individuelle Nutzerbewegung (Element 1) mit dem Ziel bestmöglicher Rezeption des sukzessiven Aufbaus und der Aussagen der 3D-Graphiken (Element 2), zeitlich abgestimmte Einblendungen von Keywords (Element 3), ein virtueller Avatar zur Begleitung des Lernprozesses (Element 4), ein mittels Avatar projiziertes Image eines Professors mit gesprochenen Erläuterungen der Lerninhalte (Element 5), ein auf die Lerneinblendungen abgestimmter und entsprechend räumlich ausgerichteter Sound (Element 6) und ein virtuelles Notizsystem, in welchem die Probanden mit Hilfe eines Controllers freihändige Notizen erfassen können (Element 7).

#### 3.2 Empirische Ergebnisse des Pretests

Im Dezember 2019 bis März 2020 wurden aus einer im Hochschul Umfeld zugänglichen Zielgruppe von Studierenden und berufstätigen Absolventen der BWL zufällig 10 Personen ausgewählt. Die unterschiedlichen betriebswirtschaftlichen und lernrelevanten Leistungsniveaus der Probanden wurden durch Fragen zu Vornoten aus Bachelor-Studiengang (für die Master-Probanden), zur Note der Hochschulzugangsberechtigung (für die Bachelor-Probanden) und zur Abschlussnote des Studiums (für die Absolventen) erfasst. Dies wurde durch eine Frage zur aktuellen Durchschnittsnote des jeweils aktiven Studiums ergänzt. Für die Gruppe der berufstätigen Absolventen wurde das Leistungsniveau

durch Verrechnung aller angegebenen Abschlussnoten beendeter Studiengänge ermittelt. Aus diesen gesamten Angaben wurde für jeden Probanden ein „Pre-Qualification-Index“ (PQI) gebildet, welcher die Einordnung in verschiedene Leistungsgruppen ermöglicht. Alle Probanden sollten zudem angeben, ob sie Vorerfahrungen mit dem Medium VR haben. Zur Erfassung des Lernergebnisses wurden den Probanden insgesamt 7 Kontrollfragen<sup>4</sup> zu den während des Tests vermittelten Lehrinhalten vorgelegt, welche unterschiedliche Verständnisniveaus prüften: einfache Wiederholungsfragen gelerntem Wissens bis hin zu Transferfragen intensiven Verständnisses. Die 10 Probanden wurden für die Lehrprobe in 2 zufällige Gruppen eingeteilt. Die Kontrollgruppe erhielt das BWL-Wissen in klassischer Vorlesungsart in einem Hörsaal durch einen Dozenten mit Beamer unter Nutzung derselben Tonspur dargeboten, die auch die Testgruppe innerhalb der VR-Anwendung zu hören bekam. Die Testgruppe wurde mit einer VR-Brille ausgestattet und nur der virtuellen Lehranwendung ausgesetzt. Beide Lehrproben dauerten insgesamt ca. 10 Minuten.

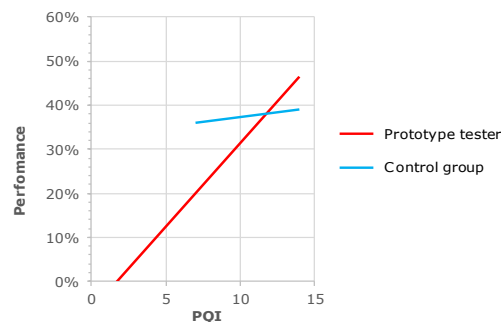


Abb. 2: Regressionsanalyse Auswertung Pre-Test

Nach Regression der Einzelergebnisse ergab sich folgendes Testergebnis: Die Auswertung zeigt eine höhere Lerneffektivität von 2D-to-3D Didactics in der Testgruppe der hoch leistungsfähigen Probanden. In Abbildung 2 ist die Regressionsgerade durch die Einzelergebnisse der VR-Testgruppe rot gefärbt, die der Kontrollgruppe blau. Es ist insbesondere auffällig, dass die Testgruppe die Kontrollfragen umso fehlerhafter beantwortet hatte, je leistungsschwächer die jeweiligen Probanden eingruppiert waren (vgl. PQI-Index). Eine Erklärung für diesen Kurvenverlauf lieferten die Aufzeichnungen der Versuchsleiter, die parallel zu den einzelnen Tests angefertigt wurden und die danach jeweils in Verbindung mit den Angaben der Teilnehmer zu ihren Vorerfahrungen mit VR gesetzt wurden.

Je geringer die Vorerfahrungen der Probanden mit VR waren, desto schwieriger war es für die Testpersonen, sich in die unbekannte VR-Lehrumgebung hineinzufinden und sich nach einer kurzen Betrachtung des virtuellen Raumes unbeeinflusst von den neuen und faszinierenden 3D-Stimuli auf die dargestellten Lehrinhalte zu konzentrieren. Die Testpersonen beklagten dies in umgekehrt proportionaler Intensität zu ihrer Leistungsperformance nach Abschluss und auch während des Tests. Einige VR-unerfahrene Probanden

<sup>4</sup> Auf Basis der Taxonomie von Bloom [B154].

baten um Wiederholung der VR-Vorlesung. Verstärkt wurde dieser Effekt differenter Vorerfahrungen durch sehr unterschiedlich ausgeprägte individuelle Fähigkeiten der Probanden, sich an die unbekanntere Lehrumgebung zu adaptieren. Einige als hoch leistungsfähig eingruppierte Probanden brauchten deutlich weniger Zeit zur Adaption an die VR-Testumgebung als Testpersonen mit einem geringeren PQI – bei jeweils vergleichbar langen 3D-Vorerfahrungen.

Insgesamt ist festzustellen, dass eine valide Testung der Lerneffektivität von 2D-to-3D-Didactics aufgrund des störenden Einflusses der individuellen VR-Vorerfahrungen der Probanden und ihrer unterschiedlichen individuellen Adaptionsfähigkeit an VR-Umgebungen mittels der für den Pretest genutzten VR-Anwendung nicht möglich ist.

#### **4 Fortgang der empirischen Untersuchungen**

Die Vorstudie hat keinen repräsentativen Charakter, gibt jedoch wesentliche Hinweise für die Durchführung der Hauptstudie. Ein wichtiges abgeleitetes Ziel für die Durchführung der Hauptuntersuchung ist die Schaffung vergleichbarer Ausgangspositionen der Konzentration auf die Lehrinhalte bei allen Testpersonen.

Folgende Punkte werden an der Teststruktur für die Hauptuntersuchung geändert:

- Die Vorerfahrungen der Probanden mit VR-Medien werden deutlich stärker beachtet. Diese sollen durch mehrere Indikatoren erfasst und vom PQI getrennt ausgewertet werden. Ziel ist es, nur Probandengruppen gleicher VR-Vorerfahrungen hinsichtlich der Lerneffektivität miteinander zu vergleichen.
- Die unterschiedlichen individuellen Adaptionszeiten der Probanden an die neue Lehrumgebung sollen ausgeglichen werden. Hierfür erhält die VR-Testumgebung zwei technische Erweiterungen: die Phase der Gewöhnung im 3D-Raum soll deutlich verlängert und vereinfacht werden und die Testpersonen sollen selbst entscheiden können, wann sie bereit sind, sich voll auf die Lerninhalte zu konzentrieren, indem sie den eigentlichen VR-Vorlesungsteil selbst starten.
- Der Stichprobenumfang soll auf 120 bis 150 Probanden ausgedehnt werden, so dass Repräsentativität nachgewiesen werden kann.
- Es sollen 7 didaktische VR-Elemente hinsichtlich ihrer Einzelwirkung auf die Lerneffektivität untersucht werden.

#### **Literaturverzeichnis**

- [Ba08] Bailenson, J. et.al.: The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context, In: Journal of the Learning Sciences, S. 102-141, 2008.

- [Bl54] Bloom, B. S.: Taxonomy of educational objectives: The Classification of Educational Goals, 1954.
- [CB19] Checa, D.; Bustillo, A.: Advantages and limits of virtual reality in learning processes: Brivesca in the fifteenth century, In: Virtual Reality, Band 24, S. 151-161, 2019.
- [Do13] Dörner, R. et.al.: Virtual und Augmented Reality (VR/AR): Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität, 2013.
- [DSL19] Demitriadou, E.; Stavroulia, K.; Lanitis, A.: Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education, In: Education and Information Technologies, Band 25, S. 381-401, 2019.
- [Ha18] Harrington, C. et.al.: 360° Operative Videos: A Randomised Cross-Over Study Evaluating Attentiveness and Information Retention, In: Journal of Surgical Education, Band 75, Nr. 18, S. 993-1000, 2018.
- [Kl19] Klingauf, A. et.al: Wirkung von interaktiven 3D-360°-Lernvideos in der praktischen Ausbildung von Handwerkern, In: Die 17. Fachtagung Bildungstechnologien, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik Bonn, S. 145-156, 2019.
- [Ma17] Madathil, K. et.al.: An Empirical Study Investigating the Effectiveness of Integration Virtual Reality-based Case Studies into an Online Asynchronous Learning Environment, In: Computers in Education Journal, Band 8, Nr. 3, S. 1-10, 2017.
- [MN11] Mikropoulos, T.; Natsis, A.: Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009), In: Computers & Education, Nr. 56, S. 769-780, 2011.
- [Mo09] Mount, N. et.al.: Learner immersion engagement in the 3D virtual world: principles emerging from the DELVE project, In: Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences, Band 8, Nr. 3, S. 40-55, 2009.
- [PDN08] Patera, M.; Draper, S.; Naef, M.: Exploring magic cottage: a virtual reality environment for stimulating children’s imaginative writing, In: Interactive Learning Environments, Band. 16, Nr. 3, S. 245-263, 2008.
- [SB19] Statistisches Bundesamt: Anzahl der Studierenden an deutschen Hochschulen in den 20 am stärksten besetzten Studienfächern im Wintersemester 2018/19, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/2140/umfrage/anzahl-der-deutschen-studenten-nach-studienfach/>, [abgerufen 24. März 2020].
- [Wi19] Wiepke, A. et.al.: Einsatz von Virtual Reality zum Aufbau von Klassenmanagement-Kompetenzen im Lehramtsstudium, In: Die 17. Fachtagung Bildungstechnologien, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik Bonn, S. 133-144, 2019.
- [We15] Webster, R.: Declarative knowledge acquisition in immersive virtual learning environments, In: Interactive Learning Environments, Band 24, Nr. 6, S. 1319-1333, 2015.
- [Ze18] Zender, R. et al.: Lehren und Lernen mit VR und AR – Was wird erwartet? Was funktioniert?, In: Proceedings der Pre-Conference-Workshops der 16. E-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI 2018), 2018.