

MARLA: Fehlerdiagnosekompetenz mit Virtual Reality trainieren

Felix KAPP¹, Nadine MATTHES², Moritz NIEBELING¹, Pia SPANGENBERGER²

¹ *Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme
Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft, Technische Universität Berlin
Marchstraße 23, D-10587 Berlin*

² *Fachgebiet Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung
Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre, Technische Universität Berlin
Marchstraße 23, D-10587 Berlin*

Kurzfassung: Virtual Reality Lernumgebungen bieten besonderes Potential für die Vermittlung komplexer Inhalte und Fähigkeiten im beruflichen Kontext. In solchen Lernumgebungen lassen sich authentische Arbeitsaufgaben umsetzen anhand derer anwendungsnah Kompetenzen erlernt werden können. In der VR Lernumgebung MARLA wird die Fehlerdiagnosekompetenz in den Bereichen Elektro- und Metalltechnik in Form eines achtstufigen Prozesses anhand eines konkreten Beispiels auf einer Offshore Windkraftanlage trainiert. Auszubildende bekommen dafür in Anlehnung an den Cognitive Apprenticeship Ansatz zunächst von einem Non-Player Character innerhalb der Anwendung die einzelnen Schritte erklärt und vorge-macht, bevor sie anschließend schrittweise selbständiger den Prozess durchlaufen. Der vorliegende Beitrag stellt die Anwendung und ihre Entwicklung vor und berichtet Ergebnisse der formativen Evaluation, welche wichtige Erkenntnisse für die Ausgestaltung der Umgebung geliefert hat.

Schlüsselwörter: Virtual Reality, Training, berufliche Bildung, Fehlerdiagnosekompetenz, Cognitive Apprenticeship, Off Shore Windkraftanlagen

1. Virtual Reality in der beruflichen Bildung

Virtual Reality Anwendungen bieten vielfältige Potentiale für die Bildung (Jensen & Konradsen, 2018, Merchant et al., 2014). In Virtual Reality (VR) entwickelte Lernumgebungen können in der beruflichen Bildung als Zwischenschritt zwischen der theoretischen Auseinandersetzung mit Lerninhalten und der Anwendung dieser in der beruflichen Praxis dienen und somit beim Trainieren von beruflichen Kompetenzen unterstützen. Vorteile von VR Umgebungen sind dabei, dass die Lernenden Arbeitssituationen erleben können, die in der Realität für Trainingszwecke nur schwer zugänglich sind. Darüber hinaus können verschiedene Handlungsoptionen innerhalb der Virtual Reality ausprobiert werden, der Simulationscharakter der Umgebung erlaubt es Konsequenzen des eigenen Handelns mit einer hohen Immersion zu erleben. Betrachtet man das Potential der VR Technologie aus einer fachdidaktischen und lernpsychologischen Perspektive ergeben sich für die Vermittlung komplexer Inhalte und Fähigkeiten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung noch weitere Möglichkeiten: durch die Gestaltung von pädagogischen Agenten oder sogenannten Non-Player Character, welche durch das System gesteuert werden, ist eine gezielte Anleitung und Lernen am Modell im Sinne des Cognitive Apprenticeship Ansatzes (Collins, Brown, & Newman, 1987) umsetzbar. Darüber hinaus kann innerhalb der VR Umgebung nicht nur die reale

Arbeitssituation abgebildet werden, punktuell kann diese auch durch digitale Hilfestellungen erweitert werden, was wiederum beim Aufbau neuer Fähigkeiten gezielt eingesetzt werden kann. Während bspw. Innerhalb der VR ein komplexes technisches System wie eine Windkraftanlage dargestellt werden kann, übertrifft die virtuelle Umsetzung die Realität in Bezug auf das Potential für Trainingszwecke sogar noch, da innerhalb der VR zusätzliche Infos zu einzelnen Bauteilen eingeblendet werden können oder systemische Zusammenhänge in Form von zusätzlichen Visualisierungen verdeutlicht werden können (z.B. Visualisierung des Stromflusses oder Druck im hydraulischen Bremssystem).

2. Entwicklungsrichtlinien für den erfolgreichen Einsatz von VR

Für die erfolgreiche Entwicklung von VR Lernumgebungen, die das eingangs angesprochene Potential auch entfalten, ist ein systematischer Konstruktionsprozess notwendig. Das von Branch (2009) vorgeschlagene Vorgehen entlang der Schritte Analysis, Develop, Design, Implement und Evaluate zeigt die zentralen Herausforderungen auf: die Grundlage für die VR Lernumgebung bietet die Analyse (1.Analysis) des Lerngegenstands und der Eigenschaften der Zielgruppe. Welches Vorwissen bringen sie mit, welche Vorerfahrungen mit Virtual Reality sind vorhanden? Im zweiten Schritt (2.Develop) werden Lernziele formuliert und Inhalte ausgewählt, welche in Schritt 3 (3. Design) in Quests innerhalb der VR Umgebung umgesetzt werden. Für eine erfolgreiche Fertigstellung der Trainingsmaßnahme darf die Implementierung der Anwendung (4.Implement) in das jeweilige Setting (z.B. Berufsschule, Hochschule, innerbetriebliche Weiterbildung) nicht fehlen. Während dieser Schritte ist es Aufgabe der Evaluation im Sinne einer formativen und summativen Evaluation Informationen hinsichtlich der Qualität und Effekte erster Prototypen und auch der finalen Anwendung zu generieren (5. Evaluate).

Die in der Virtual Reality Umgebung realisierten Tätigkeiten und Aufgaben sollten sich dementsprechend eng an den konkreten Lernzielen orientieren. Im Rahmen der vorliegenden Anwendung wurde bei der Entwicklung konzeptionell auf die folgenden vier Aspekte besonders eingegangen: (1) Die Lernaufgaben oder auch Quests innerhalb der VR Umgebung standen besonders im Fokus. Die auszuführenden kognitiven und motorischen Operationen müssen sich an den definierten Lernzielen orientieren und in diesem Sinne kontextvalid sein (Jensen & Konradsen, 2018, Kapp, Kruse & Spangenberg, 2019). Gleichzeitig kann über eine sich an der Realität orientierende Aufgabe eine hohe Authentizität hergestellt werden, was die Attraktivität der Anwendung für die Lernenden erhöht. Darüber hinaus sollte sich die Gestaltung des (2) Feedbacks innerhalb der VR Umgebung, (3) der Interaktivität (z.B. Gestaltung der Schnittstelle mit Hilfe von Controllern, Finger Tracking, Spracheingabe etc. bzw. inwiefern die VR Umgebung Manipulationen zulässt) sowie (4) eventuell vorhandener Game Features an der Zielgruppe und den Lernzielen orientieren (Kapp, Kruse & Spangenberg, 2019).

3. Masters of Malfunction (MARLA): Fehlerdiagnosekompetenz mit VR trainieren

Die im Rahmen des Projektes MARLA entwickelte VR Anwendung versetzt Auszubildende aus den Bereichen Elektro- und Metalltechnik in die Lage die systematische

Fehlerdiagnose in einer Offshore Windkraftanlage (WKA) anhand eines authentischen Fehlers zu trainieren.

Die Grundlage für die didaktische Gestaltung der VR Lernumgebung lieferte der Cognitive-Apprenticeship Ansatz (Collins, Brown, & Newman, 1987): die Lernenden haben innerhalb der VR sowohl die Möglichkeit durch einen virtuellen pädagogischen Agenten Abläufe der Fehlerdiagnose in einer WKA demonstriert zu bekommen und bei einer ersten Bearbeitung angeleitet zu werden als auch sich in einem weiteren Durchgang mit größeren Freiheitsgraden und einer nur noch punktuell und auf Anfrage erfolgenden Unterstützung selbständig auszuprobieren. Das Lernziel der Anwendung ist es dabei, den Auszubildenden die systematische Fehlersuche anhand von acht Schritten beizubringen (1. Fehler erfassen, 2. Ist-Zustand beschreiben, 3. Suchraum eingrenzen, 4. Hypothesen aufstellen, 5. Hypothesen bewerten, 6. Hypothesen überprüfen, 7. Instandsetzen und 8. Fehlerdokumentation ausfüllen). Darüber hinaus bietet die VR Anwendung einen immersiven Einblick in den Arbeitsalltag auf einer Offshore WKA und bettet den Fehlerdiagnoseprozess in ein realistisches Setting ein, welches auch spezifische Arbeitssicherheit- und Kommunikationsprozesse beinhaltet.



Abbildung 1: Einführung in den Fehler auf der Windkraftanlage. Der Instruktor übernimmt die Rolle des Modells, welche im Sinne des Cognitive Apprenticeship Ansatzes in einem ersten Durchlauf bei der Fehlerbearbeitung unterstützt (Prototyp Projekt MARLA/the Good Evil).

Der ausgewählte Fehler im hydraulischen Bremssystem muss dabei so in Form einer Quest aufbereitet werden, dass er mit dem Vorwissen der Lernenden zu bearbeiten ist, die acht Schritte gut an ihm verdeutlicht werden können, er in der Virtual Reality Umgebung zu bewältigen ist und gleichzeitig trotz einer notwendigen Vereinfachung und Abstraktion authentisch bleibt.

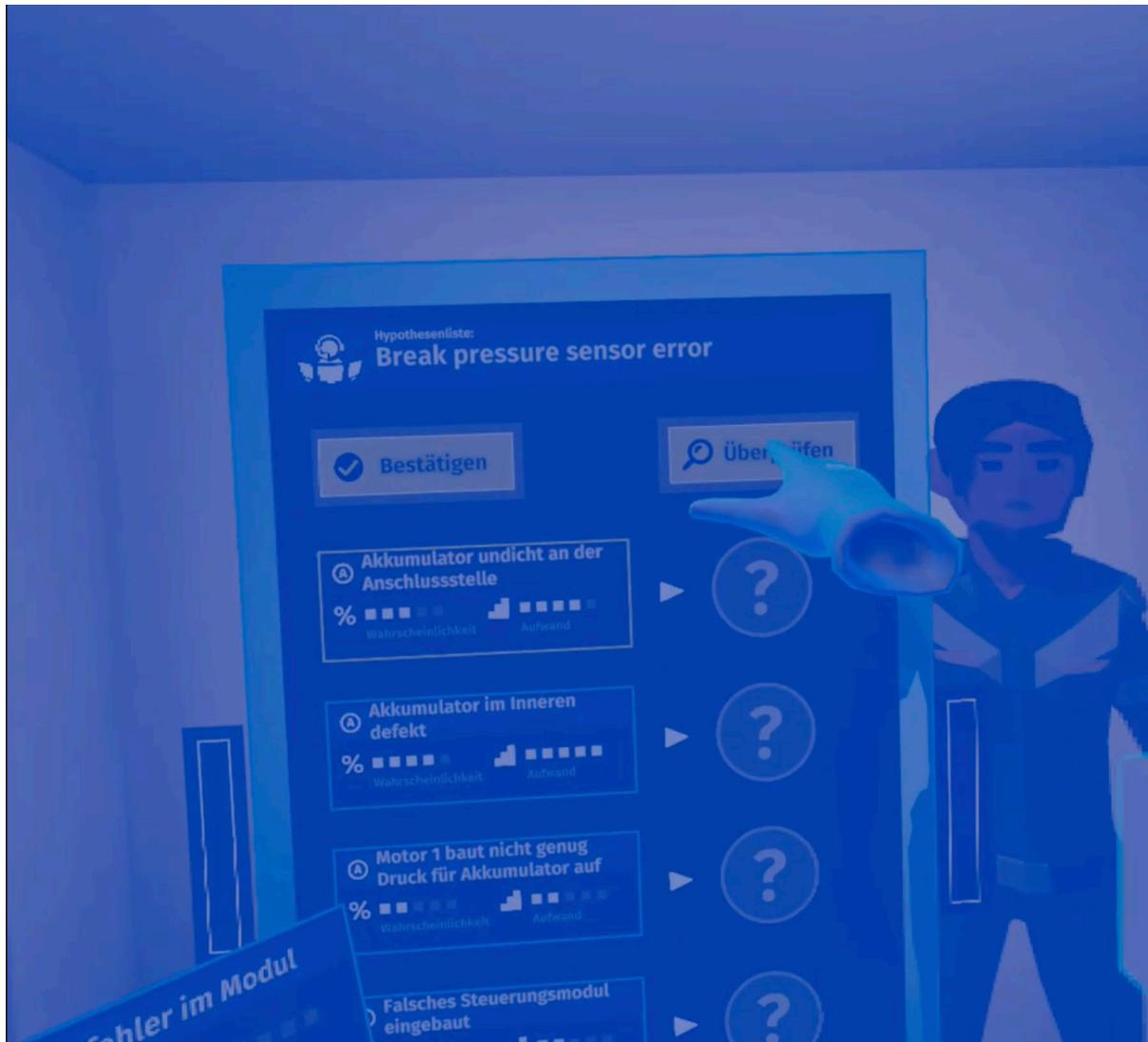


Abbildung 2: In Schritt 5 „Hypothesen bewerten“ werden die Lernenden dazu aufgefordert vorher ausgewählte Gründe, die zur Fehlermeldung geführt haben könnten, hinsichtlich ihrer Wahrscheinlichkeit und ihres Aufwands in eine Reihenfolge zu bringen (Prototyp Projekt MARLA/the Good Evil).

4. Formative Evaluation: Vorwissen und Questeigenschaften

Bereits während der Entwicklung der Anwendung wurde im Sinne einer formativen Evaluation untersucht, wie die Zielgruppe mit dem Setting WKA, der VR Technologie sowie der Fehlerdiagnose zurechtkommt. So wurde bspw. das Setting und die eigentliche Aufgabe (Fehlerdiagnose im hydraulischen Bremssystem einer WKA) mit Auszubildenden aus dem Bereich Elektroniker/innen (n = 58) in einer 45-minütigen Studie mit einer webbasierten Version der Fehlerdiagnoseaufgabe untersucht. Insgesamt 11

Datensätzen konnten auf Grund technischer Probleme bei der Bearbeitung des Fragebogens oder auf Grund mangelnder Compliance beim Ausfüllen nicht ausgewertet werden. Die 47 verbleibenden Auszubildenden (44 Männer) berichteten eine mittlere Motivation sich mit Windkraftanlagen auseinanderzusetzen ($MW=2.72$, $SD=1.34$). Darüber hinaus gaben 83% an, dass der Satz „Fehlerdiagnose auf Windkraftanlage fällt mir leicht.“ entweder überhaupt nicht zutrifft oder nicht zutrifft. Gleichzeitig gehört die Fehlerdiagnose für die Mehrheit der Befragten zu den regelmäßigen Tätigkeiten in ihren Betrieben (29.8% betreiben täglich Fehlerdiagnose, weitere 34% ein- bis zweimal pro Woche).

Im Anschluss an die Vorbefragung wurden die Probanden gebeten sich anhand kurzer einführender Texte in das Setting hineinzusetzen: Sie sollen gemeinsam mit einer Kollegin einen Fehler im hydraulischen Bremssystem einer Offshore Windkraftanlage beheben. Die Frage nach ihrer allgemeinen Vorgehensweise als auch nach spezifischen Arbeitsschritten innerhalb des Prozesses (z.B. „Wie würden Sie den Suchraum eingrenzen? Auf welche Dokumente greifen Sie dabei zurück?“) legte offen, dass sowohl systemisches Verständnis für die Anlage als auch strategisches Wissen zur Vorgehensweise bei der systematischen Fehlersuche fehlt. So berichtete keiner der 47 Auszubildenden, dass er Hypothesen aufstellen oder diese in Bezug auf ihre Wahrscheinlichkeit bewerten würde. Auch bereits bei der Interpretation der Fehlermeldung auf dem HMI der Windkraftanlage wurde deutlich, dass es den Auszubildenden schwerfällt, die notwendigen Informationen (Fehlermeldung des Drucksensors 228, 3 Motoren sind zur Druckerzeugung in Betrieb) zu entnehmen.

5. Diskussion

Die Ergebnisse der formativen Evaluation haben bereits während der Entwicklung der Anwendung aufgezeigt, dass eine systemische Einführung in die WKA für die Auszubildenden notwendig ist, damit die Aufgabe inhaltlich bearbeitet werden kann. Dementsprechend wurden im Prototyp Einführungen zur Anlage ergänzt. In Bezug auf die Ausgestaltung der Schritte 4 und 5 (Hypothesen aufstellen und Hypothesen bewerten) lieferten die Ergebnisse der Studie wichtige Hinweise zur Gestaltung der Interaktion innerhalb der VR Umgebung (siehe Abbildung 2). In einem nächsten Schritt wird die nun aufbereitete Quest innerhalb eines umgesetzten VR Prototypen hinsichtlich der kognitiven und motivationalen Effekte evaluiert. Auf diesem Weg möchte das Projekt MARLA nicht nur eine VR Lernumgebung für das Training der Fehlerdiagnosekompetenz entwickeln, sondern auch einen Beitrag zur Beantwortung der Fragestellung liefern, welches Potential VR für die Vermittlung komplexer Fähigkeiten in der beruflichen Bildung hat.

6. Literatur

- Branch RM (2009) Instructional design: The ADDIE approach (Vol. 722). Springer Science & Business Media.
- Collins A, Brown JS, Newman SE (1987). Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing and mathematics (Technical Report No. 403). BBN Laboratories, Cambridge, MA. Centre for the Study of Reading, University of Illinois. January, 1987.
- Jensen L, Konradsen F (2018) A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515-1529.

- Kapp F, Kruse L, Spangenberg P (2019) AR–VR–MR? Erfolgsfaktoren für immersive Lernumgebungen am Beispiel einer Lernanwendung für die Windenergiebranche. In Sandra Schulz (Hrsg.): Proceedings of DELFI Workshops 2019, Berlin, Germany, September 16, 2019. pp. 130-143.
- Merchant Z, Goetz ET, Cifuentes L, Keeney-Kennicutt W, Davis TJ (2014) Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. Computers & Education, 70, 29-40.

Danksagung: Ein besonderer Dank gilt den Projektpartnern der Handwerkskammer Osnabrück Emsland Grafschaft Bentheim, der Handwerkskammer Koblenz, dem Game Design Studio the Good Evil GmbH sowie den Projektbeteiligten vom Windpark Arkona.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

GfA-Press

Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2021
ISBN 978-3-936804-29-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de