

Integration von Virtual Reality in die berufliche Aus- und Weiterbildung: Ein praxisorientierter Ansatz zur Konzeption immersiver Lernszenarien

Florian Nowotny ¹, Chantal Berkhan ¹ und Ulrike Lucke ¹




Abstract: Virtual Reality (VR) gewinnt aufgrund der Handlungsorientierung gerade in der beruflichen Aus- und Weiterbildung zunehmend an Relevanz. Um angestrebte Lernziele erreichen und überprüfen zu können, werden Lernmedien entlang didaktischer Strukturen entwickelt. Für diesen herausfordernden Prozess wird gleichermaßen fachliches, didaktisches und medientechnisches Wissen benötigt, was bei praxisnahen und zugleich technisch anspruchsvollen Settings besonderer Unterstützung bedarf. Der vorliegende Beitrag schlägt einen strukturierten Ansatz vor, der an der Schnittstelle zwischen fach- und mediendidaktischer Konzeption von Lernszenarien in immersiven Umgebungen wirkt. Mit Hilfe einer Methode zur Planung von gewerblich-technischem Unterricht wird zu vermittelndes Wissen nach inhaltlichen und lernpsychologischen Aspekten in ein Raster einsortiert, das als Rahmen für das Design einzelner Szenen einer Lernanwendung dient. Lehrenden und anderen Anbietenden dieser Lernanwendung kann das Raster anschließend bei der Integration in die individuelle Lehr-/Lernsituation helfen. Der Ansatz wird am Beispiel einer VR-Lernanwendung zur Vermittlung der fachgerechten Bedienung von Präzisionslandtechnik verdeutlicht.

Keywords: Virtual Reality, Trainingssimulation, Didaktisches Design, CTA, ArTWIn

1 Virtual Reality in der Bildung

In der aktuellen Bildungslandschaft nimmt Virtual Reality (VR) eine zunehmend prominente Rolle ein. Dieser Trend spiegelt sich in der Bildungsforschung wider. Buchner und Mulders betonen die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von VR-Lernanwendungen als Trainings-, Konstruktions-, Explorations- und Experimentierwelten. Sie argumentieren für die Integration von VR in didaktisch fundierte Lernszenarien, um das Potenzial dieser Technologie vollständig zu erschließen [BM20]. In der Berufsbildung bieten besonders Trainingswelten das Potential, Fähigkeiten, die sich auf routinierte Handlungen im Arbeitsalltag beziehen, virtuell zu trainieren. Ein Beispiel dafür ist die VR-Lackierwerkstatt *HandleVR*, die didaktisch mit Hilfe des Vier-Komponenten-Instruktions-Modells (4C/ID) konzipiert wurde. Dieses Modell umfasst die Analyse notwendigen Wissens für kognitiv anspruchsvolle Handlungen und verweist, wenn nötig, auf eine kognitive Aufgabenanalyse (CTA) [Me20].

Der vorliegende Text skizziert ein Vorgehen, das die Nutzung einer CTA-Adaption als Teil der fach- und mediendidaktischen Konzeption von VR-Lernanwendungen für die

1 Universität Potsdam, Institut für Informatik und Computational Science, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, florian.nowotny@uni-potsdam.de,  <https://orcid.org/0000-0002-9027-3525>; chantal.berkhan@uni-potsdam.de,  <https://orcid.org/0009-0004-2802-7958>; ulrike.lucke@uni-potsdam.de,  <https://orcid.org/0000-0003-4049-8088>

gewerblich-technische Berufsbildung vorschlägt. Das von Erlebach, Leske und Frank entwickelte Analyseraster für technische Wissensinhalte (ArTWin) [ELF20] ermöglicht es, benötigtes oder unterstützendes Wissen im fachlichen Kontext zu betrachten und Lernenden verschiedene, an der eigenen Lebenswelt orientierte Zugänge zu Lernaufgaben anzubieten. Gleichzeitig kann das ArTWin Lehrenden und Agierenden im Bildungswesen helfen, die Anwendung auf ihre Eignung für die eigene Lehre zu überprüfen und darin einzubinden. Der vorgestellte Ansatz soll lediglich eine von vielen Möglichkeiten darstellen, die fachdidaktische Aufbereitung des Domänenwissens mit Blick auf Binnendifferenzierung in eine mediendidaktische Herangehensweise zu überführen. Am Beispiel einer Szene aus einer VR-Lernanwendung soll verdeutlicht werden,

2 Analyse- und Entwurfsmethoden für VR-Bildungsanwendungen

Im Rahmen von Trainingssimulationen und Serious Games werden CTA-Methoden zur Analyse kognitiv anspruchsvoller Tätigkeiten und als Grundlage des Designs einzelner Szenen genutzt. [AS11] [Da16] [KGS18].

Antonova und Stefanov stützen sich in ihrer Arbeit auf eine *Applied Cognitive Task Analysis* (A-CTA), einer CTA-Adaption nach Militello und Hutton [MH98]. Dabei werden mithilfe von Interviews über die Formulierung von Teilaufgaben und damit verbundenem Domänenwissen kritische Momente identifiziert, welche als Ausgangspunkt für die szenische Gestaltung dienen. Antonova und Stefanov kommen zu dem Ergebnis, dass die A-CTA-Methode zur Konzeption von Lernanwendungen verwendet werden kann, wenngleich A-CTA einen Fokus auf implizites Wissen durch Erfahrungswerte aufweist. [AS11].

Erlebach, Leske und Frank entwickelten das ArTWin als eine Adaption des A-CTA Modells [MH98] hinsichtlich einer binnendifferenzierten – an der Lebenswelt von Lernenden orientierten – Unterrichtsplanung für Lehrende in der gewerblich-technischen Berufsbildung. Anstatt implizite Erfahrungswerte zu analysieren, soll das entstandene Analyseraster von Lehrenden genutzt werden, um das mit Lernaufgaben zusammenhängende Domänenwissen strukturiert aufzuarbeiten. [ELF20]. Des Weiteren empfehlen Erlebach und Frank das ArTWin-Modell als Grundlage zur Untersuchung des benötigten Vorwissens für das Verständnis technischer Repräsentationen [EF21].

Im Kontext von VR-Lernanwendungen offenbart die Forschungslandschaft noch eine erkennbare Lücke bezüglich der didaktischen Binnendifferenzierung innerhalb von Trainings-, Explorations- und Experimentierwelten. Diese Erkenntnislücke erschwert die Integration solcher Anwendungen in diverse Lehr- und Lernkontexte sowie die angemessene Adressierung heterogener Zielgruppen. Vor diesem Hintergrund schlägt das nachfolgend dargelegte Konzept einen innovativen Ansatz vor, der das Potential besitzt, diesen Herausforderungen zu begegnen, wenngleich seine praktische Wirksamkeit noch empirisch untersucht werden muss.

3 Konzeption einer tiefergehenden Entwurfsunterstützung

Das hier vorgestellte Vorgehen beschreibt einen möglichen Weg der Darbietung von Wissensbeständen in explorativen VR-Lernanwendungen oder explorativ gestalteten Szenen im Rahmen der technischen Berufs- und Weiterbildung.

Am Beispiel des 4C/ID [Me20] soll verdeutlicht werden, an welcher Stelle des Designprozesses das ArTWin eingesetzt werden kann und wofür es eher ungeeignet ist. 4C/ID umfasst die vier Komponenten: Lernaufgaben, unterstützende Informationen, prozedurale Informationen und Üben von Teilaufgaben. Nachdem Lernaufgaben definiert wurden folgt die Konzeption der unterstützenden Informationen für Nicht-Routineaspekte. Diese beinhaltet die Spezifizierung von Lehrinhalts- und mentalen Modellen, zu deren Analyse sich das ArTWin eignet. Die anschließend zu spezifizierenden systematischen Problemlöseansätze sowie kognitives Feedback lassen sich mit dem ArTWin nicht zwangsläufig hinreichend analysieren.

Das ArTWin dient somit – als formaler Rahmen – der Entscheidung welche Lehrinhalts- und mentalen Modellen für das Erreichen von Lernzielen relevant sind und wie diese vermittelt werden sollen – insbesondere, welche in VR zielführend adressiert werden können und welche im rahmenden Setting besser angesiedelt sind.

Mit gezielten Fragen, angelehnt an Kategorisierungen der Inhaltsbereiche aus dem Diskurs des Technischen Wissens [ELF20], wird zunächst das relevante Domänenwissen ermittelt. Im Anschluss wird das gesammelte Wissen in das ArTWin sortiert, wie in Abb. 1 zu sehen. Inhaltlich wird bei gesammeltem Wissen zwischen Sach- und Handlungswissen sowie den jeweiligen Bezug zum technischen Artefakt differenziert. Lernpsychologisch wird deklaratives und prozedurales Wissen jeweils dahingehend differenziert, ob es sich um konzeptionelles- bzw. Modell-Wissen handelt.

Das soll Lehrenden helfen, ausgehend vom individuellen Vorwissen, eigenen Erfahrungen sowie persönlichem Interesse, eine an der Lebenswelt der Lernenden orientierte Herangehensweise an Lernaufgaben zu ermöglichen bzw. individuelle Lernpfade zu identifizieren.

Erlebach und Frank heben hervor, dass auch im Kontext technischer Repräsentationen die Aktivierung des vorhandenen Vorwissens der Lernenden im Fokus steht. Das durch das ArTWin dokumentierte Wissen zielt darauf ab, ein profundes Verständnis eines technischen Artefakts zu fördern, ohne jedoch das implizite, für die Ausführung einer bestimmten Tätigkeit erforderliche Wissen zu analysieren [EF21]. Demnach kann und soll das ArTWin nicht die Nutzung von CTA-Methoden mit Interviews zur Analyse kognitiv anspruchsvoller Tätigkeiten ersetzen. Vielmehr geht es darum, Lehrenden über die horizontale Zuordnung die verschiedenen Zugänge zu Wissensbeständen zu verdeutlichen und dank der lernpsychologischen, vertikalen Sortierung mittels zugehöriger Operatoren fachdidaktisch fundiert mögliche Arbeitsaufträge direkt abzuleiten. Die inhaltliche Verknüpfung einzelner Wissensbestände ermöglicht eine nachvollziehbare Gestaltung von Lernpfaden [ELF20]. Über eine mediendidaktische Umsetzung trifft das Verfahren bislang keine Aussagen.

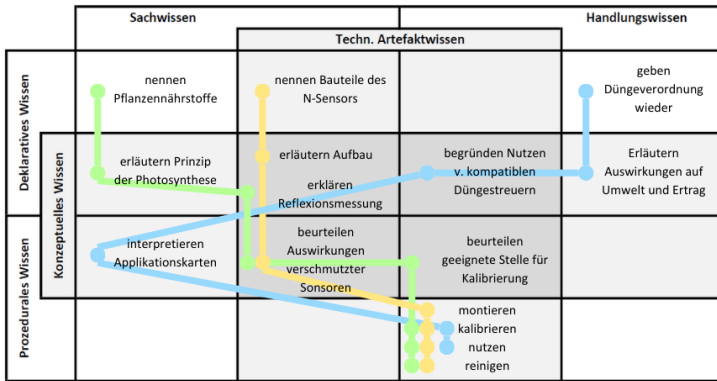


Abb. 1: ArtWin am Beispiel des Yara N-Sensor ALS 2

Im Hinblick auf explorative VR-Lernanwendungen sowie Lernaufgaben mit expositorischen Methoden nach Kerres [Ke18] kann das ArtWin helfen die szenische Gestaltung zu konkretisieren. Rein prozedurale Wissensbestände (vierte Zeile des ArtWin), die sich nicht auf Konzepte bzw. Modelle beziehen, haben zunächst einmal das Potential, vollständig in VR geübt und überprüft zu werden. Besonders von Bedeutung sind die Wissensinhalte des rein prozeduralen Handlungswissens mit Bezug zum technischen Artefakt – dem technischen Know-How –. Bei instruktional gestalteten Trainingswelten werden sich an dieser Stelle die konkreten Tätigkeiten der Lernaufgaben wiederfinden.

Konzeptuelles Wissen (zweite und dritte Zeile des ArtWin) entspricht den zu vermittelnden Lerinhinhalts- und mentalen Modellen (gemäß 4C/ID). Notwendiges konzeptuelles Wissen kann in VR vermittelt werden. Eine Überprüfung zugehöriger Lernziele lässt sich innerhalb der VR-Anwendung aber nur dann umsetzen, wenn die inhaltlich verknüpfte Tätigkeit (vierte Zeile des ArtWin) nicht ohne vollstes Verständnis dieser Modelle durchführbar ist. Andernfalls wäre eine Überprüfung im rahmenden Setting angebracht.

Rein deklaratives Wissen (erste Zeile des ArtWin) lässt sich in VR vermitteln aber nicht sinnvoll überprüfen. Es handelt sich hierbei um grundlegendes Fakten-Wissen, dessen Überprüfung im Anforderungsbereich I – Reproduktion – verortet werden kann. Diese Wissensbestände stellen aber niedrigschwellige Anknüpfungspunkte bzw. kognitive Öffner dar.

Der vorgestellte Ansatz schlägt vor, innerhalb der betreffenden VR-Szenen diejenigen 3D-Modelle zu kuratieren, die mit diesen Fakten assoziiert werden können. Lernpsychologisch sollen diese Vorwissen aktivieren und visuell als Abrufhinweise für eine Konsolidierung neuer Informationen im Langzeitgedächtnis fungieren [BB17]. In Bezug auf die Szene soll es Lernenden ermöglicht werden, einen individuellen Lernpfad im Sinne eines Handlungsstrangs zu beschreiten. Abhängig von der Interaktion der Lernenden mit den zur

Verfügung gestellten Objekten erfolgt eine vertiefte Auseinandersetzung mit Lehrinhalts- sowie mentalen Modellen, welche eine Verknüpfung mit diesem Gegenstand innerhalb des ArTWin aufweisen. Somit müssen mehrere Handlungsstränge implementiert werden, die dem theoretischen Teil einer Trainings- oder Experimentierwelt den Charakter eines explorativen Lernangebots verleihen. Im Sinne des entdeckenden Lernens nach Kerres [Ke18] ist es dann möglich, sich jederzeit für einen anderen Pfad zu entscheiden, wenn das vermittelte Wissen keinen Bezug zum eigenen Interesse oder Vorwissen mehr aufweist. Zudem zielt die Existenz nicht beschrittener Pfade darauf ab, Lernende zu motivieren, zu diesen Punkten zurückzukehren und die unterstützenden Informationen mit anderem Fokus erneut abzurufen.

Zusammengefasst stellt sich das vorgeschlagene Vorgehen für den verzahnten fach- und mediendidaktischen Entwurf von VR-Lernanwendungen wie folgt dar:

1. Analyse des technischen Artefakts mit ArTWin
2. Identifikation von inhaltlich verbundenen Fakten / rein-deklarativem Wissen
3. Kuratierung assoziierter Objekte als 3D-Modelle in einer Szene
4. Konzipierung von Handlungssträngen zur Wissensvertiefung entlang inhaltlicher Pfade im ArTWin

4 Entwurf einer VR-Lernaufgabe zu Präzisionslandtechnik

Der vorgestellte Ansatz wird im Rahmen eines landwirtschaftlichen Forschungsprojekts genutzt, um innerhalb des Projekts generierte Erkenntnisse und Expertise für (angehende) LandwirtInnen, Landwirtschaftsdienstleitende, Lehrende sowie allgemein Interessierte zugänglich zu machen. Ziele des Projekttransfers sind Fähigkeiten zur fachgerechten Bedienung von Präzisionslandtechnik (PL) zu vermitteln und Verständnis für Potentiale der PL sowie ein Bewusstsein für übergeordnete Wirkungskreisläufe zu schaffen. Um die Folgen eigener Entscheidungen erlebbar zu machen und – über räumliche und zeitliche Skalen hinweg – in Bezug zu übergeordneten Aspekten zu setzen, erfolgt dies im Rahmen einer immersiven Experimentierwelt. Nutzende sollen die Interdependenz einzelner Technologien der PL erforschen und eigene Annahmen in Bezug auf Stickstoff-Düngung testen können, ohne negative Konsequenzen wie finanzielle Einbußen oder Umweltbelastung befürchten zu müssen.

Abb. 1 zeigt beispielhaft eine Anwendung des ArTWin für einen Stickstoff-Sensor. Inhaltliche Verknüpfungen sind farblich hervorgehoben. Für das *technische Know-How* lassen sich drei Handlungsstränge anhand verschiedener Zugänge ableiten: pflanzenphysiologisch (grün), instrumentell-technisch (gelb) und umsetzungsstrategisch (blau).

Das Fakten-Wissen in der ersten Zeile (Pflanzennährstoffe, Bauteile und Düngeverordnung) werden mit assoziierten Gegenständen (Dünger, N-Sensor und Düngeverordnung



Abb. 2: Mit dem N-Sensor assoziierte 3D-Objekte in der VR-Anwendung

als Dokument) – wie in Abb. 2 dargestellt – in einer Garage auf einem virtuellen Landwirtschaftsbetrieb dargeboten. Wird beispielsweise der Dünger in VR gegriffen, folgt eine inhaltliche Führung von Nährstoffen über den Prozess der Verstoffwechselung (Photosynthese) zur Messung des Chlorophyllanteils mittels Sensor (Reflexionsmessung). Dazu werden nach jeder Interaktion weitere Modelle und Inhalte freigeschaltet. Für die Photosynthese erscheint ein Blattquerschnitt, der auf Chloroplasten verweist. Die Reflexionsmessung wird anhand von – über-realistisch sichtbaren – auf den Blattquerschnitt treffenden Lichtstrahlen verdeutlicht. Die Erläuterung von Fehlerquellen (verschmutzte Sensoren) führt schließlich zur Ermittlung einer geeigneten Stelle (auf dem Feld) zur Kalibrierung des Sensors, welcher von ExpertInnen als kritischer Moment identifiziert wurde. Damit endet die Erarbeitung der Lehrinhalts- und mentalen Modelle für den pflanzenphysiologischen Handlungsstrang und es folgen die Übungen der damit verbundenen Prozesse im Sinne des 4C/ID inklusive systematischer Problemlöseansätze sowie kognitivem Feedback, auf deren Konkretisierung in diesem Beitrag aber nicht eingegangen wird.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das ArTWin bietet eine klare Struktur zur systematischen Erfassung technischer Wissensinhalte, die die szenische Gestaltung von VR-Lernanwendungen erleichtern soll. Des Weiteren soll es Lehrende bei der Integration der VR-Anwendung in den eigenen Lehrplan unterstützen. Die empirische Validierung des Konzepts steht jedoch noch aus. Zukünftige Untersuchungen sollten dessen Übertragbarkeit auf andere Disziplinen mittels angepasster Analyseraster und die mögliche Synthese mit bestehenden Methoden zur Reduktion des Entwicklungsaufwands erforschen. Eine Verbindung des Konzepts mit dem Ansatz von Tjiam et al. [Tj12] könnte die Integration in das 4C/ID-Modell vereinfachen, ebenso wie eine effektive Anknüpfung an On-Boarding-Prozesse denkbar ist.

Danksagung

Die hier beschriebenen Arbeiten werden teilweise vom Bundesministerium für Landwirtschaft und Ernährung unter Kennzeichen 28DE202C21 gefördert.

Literaturverzeichnis

- [AS11] Antonova, A.; Stefanov, K.: Applied Cognitive Task Analysis in the Context of Serious Games Development. In (Dicheva, D.; Markov, Z.; Stefanova, E., Hrsg.): Third International Conference on Software, Services and Semantic Technologies S3T 2011. Springer, Berlin, Heidelberg, S. 175–182, 2011, ISBN: 978-3-642-23163-6.
- [BB17] Buchner, A.; Brandt, M.: Gedächtniskonzeptionen und Wissensrepräsentationen. In (Müsseler, J.; Rieger, M., Hrsg.): Allgemeine Psychologie. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, S. 401–434, 2017, ISBN: 978-3-642-53897-1, DOI: 10.1007/978-3-642-53898-8_12.
- [BM20] Buchner, J.; Mulders, M.: Lernen in immersiven virtuellen Welten aus der Perspektive der Mediendidaktik. Medienimpulse 58 (2), 23 Seiten–23 Seiten, 2020, DOI: 10.21243/mi-02-20-22.
- [Da16] Dass, S.; Barnieu, J.; Cummings, P.; Cid, V.: A Cognitive Task Analysis for an Emergency Management Serious Game. The Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference : IITSEC. Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference 2016, 2016.
- [EF21] Erlebach, R.; Frank, C.: Fachdidaktische Modellierung Technischen Wissens als Grundlage zur Analyse technischer Repräsentationen. Journal of Technical Education (JOTED) 9 (2), S. 59–86, 2021, DOI: 10.48513/JOTED.V9I2.205.
- [ELF20] Erlebach, R.; Leske, P.; Frank, C.: Ein Analyseraster Technischer Wissensinhalte als Grundlage für eine lebenswelt - und ressourcenorientierte Unterrichtsplanung. Berufs- und Wirtschaftspädagogik - online (38), 2020, URL: https://www.bwpat.de/ausgabe38/erlebach_etal_bwpat38.pdf.
- [Ke18] Kerres, M.: Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote. In: Mediendidaktik. De Gruyter Oldenbourg, 2018, ISBN: 978-3-11-045683-7, DOI: 10.1515/9783110456837.
- [KGS18] Kaber, D. B.; Green, R. S.; Swangnetr, M.: An Integration of Cognitive Task Analysis Results for Situation Awareness-Focused Training Program Development. In (Chen, J., Hrsg.): Advances in Human Factors in Robots and Unmanned Systems. Springer International Publishing, Cham, S. 161–172, 2018, ISBN: 978-3-319-60384-1, DOI: 10.1007/978-3-319-60384-1_16.
- [Me20] van Merriënboer, J. J. G.: Das Vier-Komponenten Instructional Design (4C/ID) Modell. In (Niegemann, H.; Weinberger, A., Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie: Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen. Springer, Berlin, Heidelberg, S. 153–170, 2020, ISBN: 978-3-662-54368-9, DOI: 10.1007/978-3-662-54368-9_8.
- [MH98] MILITELLO, L. G.; HUTTON, R. J. B.: Applied cognitive task analysis (ACTA): a practitioner's toolkit for understanding cognitive task demands. Ergonomics 41 (11), S. 1618–1641, 1998.
- [Tj12] Tjiam, I. M.; Schout, B. M.; Hendriks, A. J.; Scherpbier, A. J.; Witjes, J. A.; Van Merriënboer, J. J.: Designing simulator-based training: An approach integrating cognitive task analysis and four-component instructional design. Medical Teacher 34 (10), e698–e707, 2012, DOI: 10.3109/0142159X.2012.687480.