

# **Das Potential virtuell-interaktiver Lernumgebungen für individuelles und organisationales Lernen am Beispiel der Instandhaltung von elektrotechnischen Betriebsmitteln**

Wilhelm TERMATH<sup>1</sup>, Tina HAASE<sup>2</sup>, Michael DICK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Berufs- und Betriebspädagogik, Universität Magdeburg  
Zschokkestr. 32, D-39104 Magdeburg*

<sup>2</sup> *Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung  
Sandtorstr. 22 D-39106 Magdeburg*

## **Kurzfassung:**

Der Beitrag präsentiert die kritische Reflexion eines Kooperationsprojektes zwischen der Universität Magdeburg, dem Fraunhofer-Institut Magdeburg und einem Industrieunternehmen in der Instandhaltung elektrotechnischer Betriebsmittel. Auf der Basis des erfahrungsbasierten Wissens der betrieblichen Experten wurden unter Einsatz von Technologien der Virtuellen Realität handlungsorientierte Lernmedien entwickelt und eingesetzt. Damit konnte auch eine Verschränkung individuellen Lernens mit organisationalen Lernprozessen im Sinne einer systematischen Reflexion und Nutzung der Expertise gewerblich-technischer Fachkräfte realisiert werden.

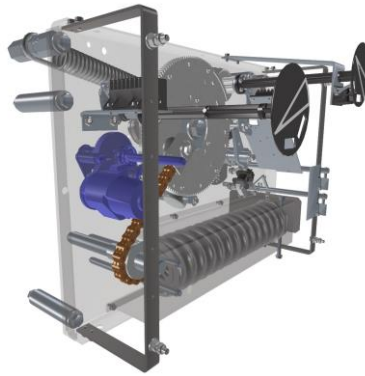
**Schlüsselwörter:** virtuelle Realität, Lernumgebung, organisationales Lernen, Instandhaltung, Erfahrungswissen

## **1. Einleitung: Ausgangslage**

Der Ausgangspunkt des Projektes war das Interesse eines Energieunternehmens, die betriebliche Weiterbildung der Fachkräfte in der Instandhaltung durch den Einsatz von neuen Medien zu optimieren. Mit dem Einsatz von Technologien der Virtuellen Realität sollten insbesondere die Potentiale der Visualisierung für das bessere Verständnis technischer Details und funktionaler Zusammenhänge erschlossen werden. Die Möglichkeiten, auch technische Abläufe darzustellen und interaktiv zu steuern sollte genutzt werden, mit dem didaktischen Leitprinzip der Handlungsorientierung komplexe Lernumgebungen zu erstellen. (Beuting et al. 2010; Blümel 2007; Blümel et al. 2010).

Im Laufe der Zusammenarbeit zeigte sich ein erheblicher Abstimmungsbedarf zwischen den beteiligten Fachkräften bei der Aufbereitung von Störungsaufklärungen bzw. Fehleranalysen. Hier wurden unterschiedliche persönliche Erfahrungen und Sichtweisen deutlich, die für die Gestaltung der Lernaufgaben im virtuellen System zu einem Konsens geführt bzw. im Sinne einer Problemlösungsaufgabe didaktisch aufbereitet werden mussten.

Die sehr fruchtbaren Diskussionen um erfolgversprechende und angemessene Problemlösungen bzw. -strategien zwischen den Experten führten zu dem Anspruch, die virtuellen Modelle der Betriebsmittel nicht nur als klassische Lernmedien in Weiterbildungsseminaren, sondern darüber hinaus auch als ein Kompetenzmanagementsystems einzusetzen.



**Abbildung 1:** 3D-Visualisierung des Antriebes eines Hochspannungsleistungsschalters (Quelle: Fraunhofer IFF)

Die Modelle sollten perspektivisch den dezentral eingesetzten Instandhaltungsmonteuren auch mobil verfügbar gemacht werden, um auf frühere erfolgreiche Behebungen von Störungen oder Fehlern zurückgreifen zu können.

Damit war der thematische Fokus der Zusammenarbeit von der Entwicklung eines Lernmediums für die Optimierung der betrieblichen Weiterbildung hin zu einer systematischen Erhebung und Aufbereitung von erfahrungsbasiertem Wissen der Experten sowie zu einer Verbindung der betrieblichen Weiterbildung mit einem technologiebasierten Kompetenzmanagement erweitert worden.

Über Handbücher der Hersteller hinaus sind die Erkenntnisse aus Instandhaltungsarbeiten lediglich in Sachberichten dokumentiert. Diese beschreiben i.d.R. Fehlerursachen und Ergebnisse, nicht aber die Überlegungen der Experten, die zu einer erfolgreichen Fehleranalyse und entsprechenden Lösungen geführt haben. Das bedeutet, die Problemlösungsstrategien der Experten werden in den standardisierten Dokumenten der Instandhaltungsprozeduren nicht erfasst. Sie werden eher informell in Beratungsprozessen zwischen den Fachkräften und im Rahmen von mündlichen Erläuterungen in Weiterbildungsmaßnahmen ausgetauscht. Mit zunehmendem technischem Reifegrad der virtuellen Lernumgebungen wurde im Projektkonsortium der Anspruch konkretisiert, die Aspekte der Lösungsstrategien in die inhaltliche und methodische Gestaltung der Weiterbildungsmaßnahmen sowie des Kompetenzmanagementsystems zu integrieren.

Von besonderer Bedeutung für die Unternehmen war die Erkenntnis, dass die technologiebezogenen Lösungen aus der Instandhaltung teilweise zu technischen Verbesserungen der Betriebsmittel oder zur Entwicklung spezifischer Werkzeuge und Hilfsmittel geführt haben und deshalb immer wieder auch als Patent angemeldet wurden. In Kooperation zwischen Betreibern und Herstellern wurden so auch Produktverbesserungen realisiert. Damit wurde das Spannungsfeld zwischen dem Bezug auf bewährte Erkenntnisse beruflicher Erfahrung und der Aneignung neuer Erkenntnisse angesprochen.

So verbindet sich der individuelle Fundus von Expertise als „Erfahrung haben“ mit der Notwendigkeit, neue Erkenntnisse aus dem Arbeitsprozess im Sinne von „Erfahrung machen“ in das persönliche Handlungsspektrum zu integrieren.

Diese Anforderung ergab sich auch aus der permanenten technischen Weiterentwicklung der jeweils neu eingesetzten Betriebsmittel. Hier müssen sich die Mitarbeiter der Hersteller-, Betreiber- und Instandhaltungsunternehmen immer wieder Spezifika neuartiger Technologien, Werkstoffe und technischer Lösungen aneignen und in ihr Handlungsrepertoire integrieren.

Die Unternehmen standen und stehen vor der Herausforderung, die Expertise der langjährig beschäftigten Mitarbeiter und das aktuelle fachsystematische Wissen der Nachwuchskräfte so zu integrieren, dass sowohl Betriebsmittel mit langdauerndem Produktlebenszyklus erfolgreich betrieben und instandgehalten werden können als auch neue Produkte bzw. Technologien in das Leistungsportfolio aufgenommen werden können.

## 2. Erfahrungen aus dem Einsatz virtuell-interaktiver Lernumgebungen

Die Entscheidung zur Entwicklung weiterer Lernmedien sollte auf der Basis einer Evaluation erfolgen, die im Rahmen unternehmensinterner Seminare durchgeführt wurde. Bisher waren die Lernanwendungen nur einem kleinen Anwenderkreis zugänglich. Es fehlten empirische Aussagen über die Akzeptanz, Nutzbarkeit und den Lernerfolg, der durch den Einsatz der technologiebasierten Lernumgebung erzielt werden kann.

Die Evaluation wurde als Vergleichsstudie zwischen einem konservativem Lehr-Lern-Arrangement (Frontalunterricht) und einem virtuell-interaktiven Lernsetting im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes »ViERforES Virtuelle und Erweiterte Realität für höchste Sicherheit und Zuverlässigkeit von Eingebetteten Systemen« durchgeführt (Haase et al. 2012, Haase et al. 2013, Haase 2013).

Um eine Vergleichbarkeit beider Lernsettings zu erreichen, wurden zunächst Lerninhalte definiert, die sowohl in der technologiebasierten Lernumgebung als auch im konservativen Lernarrangement durch den Dozenten vermittelt werden. Gemeinsam mit den Fachexperten wurden dazu Arbeitsaufträge aus dem Bereich der Instandhaltung ausgewählt, die hinreichend komplex und lernhaltig sind. Mit Hilfe einer Arbeitsprozessanalyse wurden die Abläufe detailliert beschrieben und Einflussgrößen aus dem realen Arbeitsprozess bestimmt.

Es wurden 3 Arbeitsaufträge ausgewählt, die als Best-Practice-Lösung visualisiert wurden und dem Anwender die optimale Vorgehensweise, unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheitsregeln, veranschaulichen. Abgeleitet aus den Arbeitsaufträgen wurden Lernaufgaben entwickelt und nach Prinzip der vollständigen Handlung didaktisch aufbereitet. Die Studie wurde mit 20 Probanden durchgeführt. Die Probanden wurden auf 2 Vergleichsgruppen (klassisches und VR-basiertes Seminar) aufgeteilt. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Verteilung der Probanden heterogen hinsichtlich Alter und Berufserfahrung erfolgte.

Für die Durchführung der Studie wurde ein pretest – posttest – follow-up Design gewählt. Diese Phasen wurden wie folgt durchgeführt:

### 1. Pretest:

- Fragebogen zur Erhebung unabhängiger Variablen wie z.B. Motivation, Alter, Geschlecht, Berufserfahrung, ...)
- Fragebogen mit fachlichen Fragen zur Erhebung der vorhandenen Expertise

### 2. Posttest:

- Fragebogen nach dem Seminar
- Erneut Fragebogen mit fachlichen Fragen (analog zum Fragebogen des pretests)
- In der VR-Gruppe außerdem ein Fragebogen zur Bewertung des virtuell- interaktiven Lernsettings

### 3. Follow-up:

- Praktische Arbeitsprobe (für beide Vergleichsgruppen identisch)
- Außerdem qualitative Interviews

Die technologiebasierte Lernumgebung erzielte eine sehr hohe Akzeptanz bei den Schulungsteilnehmern. Vor allem die erfahrenen Monteure erkannten ein großes Potential für den Einsatz der technologiebasierten Lernanwendung in ihrem täglichen Arbeitsprozess.

Im Vergleich zum klassischen Lernsetting war im virtuell-interaktiven Lernsetting eine verbesserte Teilnehmermotivation zu erkennen. Diese war sowohl am konzentrierten und fokussierten Umgang mit dem Lernmedium als auch durch deutlich weniger Pausen als im konservativen Lernsetting erkennbar.

Die Bedienung der Lernanwendung war für alle Teilnehmer problemlos möglich, zeigte aber Potential für weitere Optimierungen. Umso höher zu bewerten ist die hohe, nahezu maximale, Akzeptanz der Teilnehmer.

Bei der praktischen Arbeitsprobe war zu erkennen, dass die Teilnehmer der VR-Gruppe am technischen Gerät eine bessere Orientierung hatten als die Teilnehmer, die vorrangig im Frontalunterricht geschult wurden.

Die erhobenen Ergebnisse sind aufgrund der Anzahl der Probanden nicht repräsentativ, liefern aber wertvolle Erkenntnisse für die Weiterentwicklung der Lernmedien.

In der Folge der durchgeführten Seminare gab es eine große Nachfrage an der Nutzung der erprobten Lösung im Arbeitsalltag, sodass in einem Pilotprojekt die Einbindung der Lernanwendung in das Lernmanagementsystem des Unternehmens erprobt wurde.

### **3. Lernen: individuell und organisational**

Mit dem organisationalen Lernen wird in diesem Zusammenhang die Entwicklung der Fähigkeit einer Organisation verstanden, sich mit ihrer Umwelt angemessen zu verändern (Dick 2005). Das würde erfordern, dass mit den individuellen Lernprozessen auch Anreize bzw. Impulse für die entsprechende Anpassung betrieblicher Strukturen, Prozesse oder Routinen gesetzt werden.

In der betrieblichen Praxis ist das Verhältnis individueller und organisationaler Lernprozesse von unterschiedlichen, auch divergierenden Einflussfaktoren geprägt. Die Akteure sind damit gefordert, die individuelle oder auch gruppenbezogene Entwicklungsdynamik mit den Interessen und den Vorgaben der organisationalen Hierarchie zu kommunizieren und auszuhandeln. Soweit sich durch Lernprozesse in der Arbeitswelt „neue kulturelle Tätigkeitsmuster“ oder „neue Formen der Arbeitstätigkeit“ herausbilden, spricht Engeström von „expansivem Lernen in der Arbeitswelt“ (Engeström 2008). Er betont in der Analyse von Fallstudien jedoch den Aspekt, dass eine „(...) wesentliche Auslösehandlung für den expansiven Lernprozess (...) in der konflikthafter Infragestellung der üblichen Praxis“ (Engeström 2008) zu suchen ist.

## 4. Diskussion

Die mit dem Einsatz von Lernmedien auf der Basis der Virtual Reality angestrebte Verbesserung der betrieblichen Weiterbildungsangebote konnte in ersten Evaluationen bestätigt werden.

Im Zuge der fachlichen Ausarbeitung von Lernaufgaben für die virtuellen Lernumgebungen konnten immer wieder auch Verbesserungen von Arbeitsprozessen mit den betrieblichen Experten identifiziert werden. In einigen Fällen wurden auch Regelungen und Vorgaben der Arbeitssicherheit angepasst. Die Auswertung von Störungen führte mehrfach dazu, technische Verbesserungen an den Betriebsmitteln vorzunehmen und in den Lernmedien zu integrieren.

Die positiven Impulse der virtuellen Arbeits- und Lernumgebungen für die betriebliche Weiterbildung wurden von den örtlichen Fach- und Führungskräften des Unternehmens initiiert. Die Weiterbildungsaktivitäten insgesamt konnten auch extern vermarktet werden, sodass im Ergebnis ein Geschäftsfeld begründet wurde, verbunden mit dem Neubau eines Bildungszentrums.

Allerdings ist diese Entwicklung nicht ohne Konflikte verlaufen. Die Aktivitäten auf den unteren Ebenen des Unternehmens wurden von der übergeordneten Hierarchieebene immer wieder auch skeptisch begleitet und nicht immer unterstützt. Im Ergebnis dieser Konfliktdynamik haben sich Fachkräfte nach mehrjährigem Engagement enttäuscht zurückgezogen, auch wenn sich ein sehr erfolgreich am Markt agierendes Bildungszentrum etabliert hat.

## 5. Literatur

- Beuting, Jürgen; Haase, Tina; Termath, Wilhelm (2010): Qualifizierung von technischen Fachkräften in der Instandhaltung von Hochspannungsbetriebsmitteln mit Methoden der Virtual Reality. In: Lernen & Lehren 25 (97), S. 26–33.
- Blümel, Eberhard (2007): Stand und Entwicklungstrends des Einsatzes von VR/AR-Techniken für Qualifizierung und Training im Arbeitsprozess. In: Michael Schäper (Hg.): Kompetenzentwicklung in realen und virtuellen Arbeitssystemen. Bericht zum 53. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft vom 28. Februar - 2. März 2007. [an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Berufs- und Betriebspädagogik und dem Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und Automatisierung (IFF)]. Dortmund: GFA-Press, S. 241–244.
- Blümel, Eberhard; Jenewein, Klaus; Schenk, Michael (2010): Virtuelle Realitäten als Lernräume: Zum Einsatz von VR-Technologien im beruflichen Lernen. In: Lernen & Lehren 25 (97), S. 6–13.
- Dick, Michael (2005): Organisationales Lernen. In: Felix Rauner (Hg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld: Bertelsmann, S. 299–307.
- Engeström, Yrjö (2008): Expansives Lernen in der Arbeitswelt. Für eine Neukonzeptionierung der Tätigkeitstheorie. In: Lisa Rosa (Hg.): Entwickelnde Arbeitsforschung. Die Tätigkeitstheorie in der Praxis. Unter Mitarbeit von Hartmut Giest und Georg Rückriem. 1. Aufl. Berlin: Lehmanns Media (International cultural-historical human sciences, 25), S. 61–89.
- Haase, T.; Termath-Bechstein, W.; Martsch, M. (2012): Virtual Reality-based training for the maintenance of high voltage equipment. In: Bodo Urban (Hg.): eLearning Baltics 2012. Proceedings of the 5th International eLBa Science Conference in Rostock, Germany, June 21 - 22, 2012. Stuttgart: Fraunhofer Verl.
- Haase, T. (2013): Erfahrungen aus dem Einsatz technologiebasierter Lernanwendungen. In: Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -Automatisierung. Leistungen und Ergebnisse. Jahresbericht 2013 (2014): Fraunhofer IFF, Magdeburg.
- Haase, Tina; Termath, Wilhelm; Martsch, Martsch (2013). How to Save Expert Knowledge for the Organization: Methods for Collecting and Documenting Expert Knowledge Using Virtual Reality based Learning Environments. In: Procedia Computer Science 25 (0), S. 236–246.