

Sabine Rathmayer, Hans Pongratz (Hrsg.)

**Proceedings der Pre-Conference
Workshops der 13. E-Learning
Fachtagung Informatik**

DeLFI 2015

München, 1. September 2015

The proceedings are published online on the CEUR-Workshop web site in a series with ISSN 1613-0073.

Copyright © 2015 for the individual papers by the papers' authors. Copying permitted for private and academic purposes. This volume is published and copyrighted by its editors.

Vorwort

Dieser Band umfasst die Beiträge der vier Workshops, welche am 1. September 2015 im Rahmen der 13. E-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI) der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) in München durchgeführt werden. Nach zwölf sehr erfolgreichen Jahren wird die DeLFI 2015 vom 1.-4. September 2015 wieder von der Technischen Universität München (TUM) ausgerichtet.

Zeitgleich wird von der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) die 23. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. (GMW) organisiert. „Digitale Medien und Interdisziplinarität: Herausforderungen, Erfahrungen und Perspektiven“ lautet das Motto der gemeinsamen Fachtagung INTERDIS 2015.

Die Workshops dienen der Bestandsaufnahme und dem Austausch über relevante Themengebiete und adressieren Teilnehmerinnen und Teilnehmer beider Tagungen. Auf diese Weise soll Interdisziplinarität auch auf der gemeinsamen Tagung verstärkt gelebt werden. Sie bieten größere Freiräume für Diskussionen als die eigentlichen Konferenzsessions und werden von den Ausrichtern eigenverantwortlich durchgeführt.

Es wurden insgesamt 16 Vorschläge für DeLFI und GMW Workshops und Tutorials eingereicht. Wir danken an dieser Stelle den einreichenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern für die hohe Qualität ihrer Einreichungen. In einem Begutachtungsprozess wurden sechs Vorschläge als DeLFI-Workshops von den Vorsitzenden des DeLFI-Programmkomitees ausgewählt. Aufgrund zu weniger Beiträge mussten leider zwei der sechs Workshops abgesagt werden.

Durchgeführt werden die folgenden Workshops: „Assistenz- und Lerndienste für den technischen Arbeitsplatz“, „Learning Analytics“, „Lernräume erweitern – Lehrangebote verbreiten: Didaktische Szenarien und digitale Technologien für standortübergreifende Studienangebote“ und „Mobile Learning“.

Alle Beiträge wurden von den jeweiligen Organisatorinnen und Organisatoren der Workshops individuell eingeworben, von einem eigenen Programmkomitee begutachtet und zusammengestellt.

Wir danken allen Autorinnen und Autoren für ihre Beiträge, den Workshop-Organisationsteams und den Programmkomitees für ihr großes Engagement und die gewissenhafte Arbeit.

München, im August 2015

Sabine Rathmayer und Hans Pongratz

Inhaltsverzeichnis

Workshop Assistenz- und Lerndienste für den technischen Arbeitsplatz	6
PLuTO - Portable Lern- und Wissensplattform zum Transfer episodischen Wissens in Organisationen	
<i>Sabrina Blümling und Norbert Reithinger.....</i>	<i>10</i>
Konzeption und Verifikation eines Auswahlverfahrens für 3D-Scantechnologien	
<i>Gregor Tallig, Raphael Zender und Ulrike Lucke</i>	<i>19</i>
Adaptive und gamifizierte Werkerassistenz in der (semi-)manuellen Industrie 4.0-Montage	
<i>Frederic Kerber und Pascal Lessel.....</i>	<i>28</i>
Assistenzsysteme zur Lernunterstützung in der Industrie 4.0	
<i>Roman Senderek und Katrin Geisler.....</i>	<i>36</i>
Assistenz- und Wissensdienste für den Shopfloor	
<i>Carsten Ullrich, Matthias Aust, Roland Blach, Michael Dietrich, Christoph Igel, Niklas Kreggenfeld, Denise Kahl, Christopher Prinz und Simon Schwantzer.....</i>	<i>47</i>
Entwicklung von Assistenzsystemen für manuelle Industrieprozesse	
<i>Andreas Bächler, Liane Bächler, Sven Autenrieth, Peter Kurtz, Thomas Heidenreich, Thomas Hörz und Georg Krüll.....</i>	<i>56</i>
Herausforderungen und Konsequenzen für die Konzeption eines digitalen Lernraumes in der beruflichen Erstausbildung zur Förderung der Lernortkooperation	
<i>Jan Hellriegel, Regina Osraneck, Thomas Prescher, Christoph Rensing und Harald Weber</i>	<i>64</i>
Anforderungen und Evaluation im ROLE-Projekt: Vorgehensweise und erste Erfahrungen	
<i>Martin Wolpers</i>	<i>71</i>
Digitale Lernszenarien zur ganzheitlichen Unterstützung von Mitarbeitern im Arbeitsalltag	
<i>Sebastian Freith, Glenn Schütze, Dr.-Ing. Carsten Ullrich, Dr. Stefan Welling, Prof. Dr.-Ing. Dieter Kreimeier und Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter.....</i>	<i>79</i>

Workshop Learning Analytics	88
Ressourcenorientierte Visualisierungen als Learning-Analytics-Werkzeuge für Lehrende und Lerner <i>Sebastian Gross und Niels Pinkwart</i>	91
Educational Data Mining / Learning Analytics: Methods, Tasks and Current Trends <i>Agathe Merceron</i>	101
Interaktive Visualisierung zur Darstellung und Bewertung von Learning-Analytics-Ergebnissen in Foren mit vielen Teilnehmern <i>Marcus Kliüsener, Wojciech Konitzer und Albrecht Fortenbacher</i>	110
Design für eine Plattform zum Schreibenlernen im Grundschulalter <i>Markus Ebner, Behnam Taraghi, Martin Ebner, Christian Aspalter, Susanne Biermeier, Konstanze Edtstadler, Sonja Gabriel, Gabriele Goor, Michael Gros, Anneliese Huppertz, Susanne Martich, Nina Steinhauer, Marianne Ullmann und Kathrin Ziegler</i>	118
Learning Analytics Evaluation – Beyond Usability <i>Vlatko Lukarov, Mohamed Amine Chatti, Ulrik Schroeder</i>	123
ConceptCloud – Entwicklung einer Applikation zur Unterstützung von Reflexionsprozessen im Online-Lernportal Go-Lab <i>Kristina Angenendt, Jeanny Bormann, Tim Donkers, Tabitha Goebel, Anna Kizina, Timm Kleemann, Lisa Michael, Hifsa Raja, Franziska Sachs, Christina Schneegass, Lisa-Maria Sinzig, Juliane Steffen, Sven Manske, Tobias Hecking und H. Ulrich Hoppe</i>	132
Workshop Lernräume erweitern – Lehrangebote verbreiten: Didaktische Szenarien und digitale Technologien für standortübergreifende Studienangebote	136
Erfolgreiche Lehr/Lernmethoden in zwei Online-Studiengängen der Universität Heidelberg <i>Marcel Schäfer, Simone Barthold-Beß, Jürgen Debus, Lena Gebauer-Hötzel, Ina Niedermaier, Oliver Jäkel und Wolfgang Schlegel</i>	143
Perspektivenverschränkung: Interdisziplinäres, internationales und interkulturelles Lernen mit „networked Weblogs“ <i>Alexander Knoth</i>	151

Verschieden, verstreut, vernetzt - Onlinekurs Zusammenarbeit im Gesundheitswesen als Beispiel für standortübergreifendes Lernen <i>Katja Königstein-Lüdersdorff und Tanja Jeschke</i>	161
Studienfachübergreifende Lehre im Fach Werkstofftechnik an der HTW Berlin – ein Praxisbeispiel <i>Anja Pfennig und Astrid Böge</i>	169
Institutionenübergreifende Zusammenarbeit im Netzwerk Online-Mathematik - NetMath <i>Ingo Dahn und Konrad Faber</i>	177
Erweiterung des Lernraumes: Regionalisierung des Lernangebotes als Beitrag zum Life-Long-Learning <i>Elisabeth Katzlinger und Johann Höller</i>	186
Standortübergreifende Lehramtsausbildung durch Hybridmeetings <i>Frank Schulze, Klaus Gommlich, Sebastian Liebscher, Undine Grohmann und Wolfgang Wunsch</i>	194
Workshop Mobile Learning	200
Konzepte und Verfahren zur Visualisierung von Kontextinformationen und Adaptionmechanismen in mobilen adaptiven Lernanwendungen <i>Tobias Moebert, Martin Biermann, Helena Jank und Ulrike Lucke</i>	203
Smart Experience Sampling in Android <i>Hendrik Thüs, Markus Soworka, Philipp Brauner und Ulrik Schroeder</i>	213
Mobile Learning mit kontextbezogenen mobilen Diensten: Umsetzung in konkreten Szenarien und erste Erfahrungen <i>Urs Sonderegger, Christian Merschroth und Martin Zimmermann</i>	222
2SIMPLE – Symbiotic Interrelated Seamless Integrated Mobile Personalizable Learning Environments <i>Christoph Greven und Ulrik Schroeder</i>	232
MobiMat - ein Framework zur Mobilisierung von Lehrmaterial <i>Arno Wilhelm-Weidner</i>	239

Carsten Ullrich
Norbert Reithinger
Christoph Igel
Stefan Welling
Dieter Kreimeier

**Assistenz- und Lerndienste für den
technischen Arbeitsplatz**

Workshop im Rahmen der DeLFI 2015,
1. September 2015 in München

Preface

Assistance- and Learning Services for the Technical Workplace

Advances in mobile technology, the diffusion of sensors in the work place, and the progressive digitalization of work routines create opportunities for the use of intelligent digital assistance systems and learning environments at the factory floor, or in offices, be it stationary or mobile. Current research examines the support of these learning processes: how can knowledge be recorded, distributed, shared, and stored intelligently?

The workshop will provide an interactive forum where questions about and solutions for these challenges are presented. We will discuss cross-project synergies and future developments of assistance and educational services for the technical work force. The following questions are guiding through this workshop:

- Which solutions are being developed in projects and how can they be taken up by others? For example, is software available as open source? What reusable standards, implementation concepts or manuals have been created?
- What are the key challenges for the use of assistance systems and learning environments in technical jobs and how are they addressed? The range of questions covers a wide range from the technical infrastructure, through data protection, to legal implications.
- Which empirical methods have been proven useful in the context of the projects for evaluations, usability engineering methods, and quality assurance?
- How can project results be transferred to actual use after the end of projects?

We are pleased that the workshop topics led to many interesting submissions and we look forward to intensive discussions.

Vorwort

Assistenz- und Lerndienste für den technischen Arbeitsplatz

Die Fortschritte in mobilen Technologien, die immer tiefgehendere Durchdringung der Arbeitswelt mit Sensoren und die fortschreitende Digitalisierung von Arbeitsprozessen haben die praktischen Voraussetzungen für den Einsatz neuartiger intelligenter digitaler Assistenzsysteme und Lernumgebungen am Arbeitsplatz in der Produktionshalle, der Werkstatt, stationär oder mobil, geschaffen. Aktuelle Forschungsprojekte untersuchen das Potential für die Unterstützung betrieblicher Arbeits- und Lernprozesse, mit neuen Möglichkeiten, Arbeitsprozesswissen aufzunehmen, zu teilen, intelligent verfügbar zu machen, und zu lehren.

Der Workshop bietet ein interaktives Forum, in dem Fragen zu den Herausforderungen, projektübergreifende Synergien und zukünftige Entwicklungen von Assistenz- und Lerndiensten für den technischen Arbeitsplatz dargestellt werden. Folgende Fragen sind dafür leitend:

- Welche Lösungen werden in Projekten entwickelt um die angestrebten Ziele zu erreichen und wie können diese von Anderen übernommen werden? Ist z.B. entwickelte Software als Open Source verfügbar? Welche wiederverwendbaren Standards, Implementationskonzepte oder Leitfäden wurden erstellt?
- Was sind zentrale Herausforderungen für den Einsatz von Assistenzsystemen und Lernumgebungen an technischen Arbeitsplätzen und wie wurden und werden sie angegangen? Dies reicht von Fragen zur technischen Infrastruktur über Datenschutz bis hin zu juristischen Implikationen.
- Welche empirischen Methoden haben sich im Kontext der die Projekte begleitenden Evaluationen, Usability Engineering und Qualitätssicherung bewährt?
- Welche Vorgehensweisen haben sich als erfolgreich erwiesen, um Projektergebnisse zu verstetigen?

Wir freuen uns, dass das Thema ein breites Interesse gefunden hat und erwarten interessante Diskussionen bei dem DeLFI-Workshop.

Berlin, Chemnitz, Bremen, Bochum, im Juli 2015

Dr. Carsten Ullrich
Dr. Norbert Reithinger
Prof. Dr. Christoph Igel
Dr. Stefan Welling
Prof. Dr.-Ing. Dieter Kreimeier

Workshoporganisatoren

Dr. Carsten Ullrich, stellvertretende Leiter des Center for Learning Technology (CeLTech) im Deutschen Forschungszentrum für Künstlichen Intelligenz (DFKI GmbH)

Dr. Norbert Reithinger, Principal Researcher und Research Fellow im DFKI Forschungsbereich Intelligente Benutzerschnittstellen

Prof. Dr. Christoph Igel, Direktor des Center for Learning Technology und Direktor des TUCed - Institut für Weiterbildung

Dr. Stefan Welling, Institutsleitung, ifib: Institut für Informationsmanagement Bremen GmbH

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kreimeier, Akademischer Direktor, Fakultät für Maschinenbau, Lehrstuhl für Produktionssysteme

Programmkomitee

Dr. Carsten Ullrich

Dr. Norbert Reithinger

Prof. Dr. Christoph Igel

Dr. Stefan Welling

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kreimeier

Sabrina Blümling

Glenn Schütze

Yecheng Gu

PLuTO - Portable Lern- und Wissensplattform zum Transfer episodischen Wissens in Organisationen

Sabrina Blümling¹ und Norbert Reithinger²

Abstract: Das Projekt PLuTO unterstützt mittels multimedialer Wissensaufnahme und multimodalem Zugriff den Austausch von episodischem Wissen zwischen älteren und jüngeren Mitarbeitern. Dabei wird das Wissen direkt in den Werkhallen der Unternehmen aufgenommen. Der Wissensabruf erfolgt über Tablets direkt in der Werkstatt. Neben Sensordaten werden auch Multimediadaten, wie Fotos oder Videos, direkt im Arbeitsprozess aufgenommen. Audiovisuelle Inhalte werden mithilfe einer domänenspezifischen Spracherkennung transkribiert und textuelle Inhalte mittels (semi-) automatischer Informationsextraktionsmethoden weiterverarbeitet. Zur Erstellung der Wissensbasis wird eine Ontologie modelliert. Das benötigte Hintergrundwissen wurde zu Projektbeginn von unserem Industriepartner zur Verfügung gestellt. Im späteren Einsatz kann die Wissensbasis dann durch die Arbeitnehmer vor Ort einfach erweitert werden und sie können über PLuTO auf das Erfahrungswissen bereits in Rente befindlicher Mitarbeiter zugreifen.

Keywords: Wissensrepräsentation, Wissensmodellierung

1 Einleitung

In Zeiten des demographischen Wandels wird es für Unternehmen immer wichtiger werden, das Erfahrungswissen der älteren Mitarbeiter zu sichern und aufzubereiten, um es nachfolgenden Generationen zur Verfügung zu stellen. Das Projekt PLuTO (Portable Lern- und Wissensplattform zum Transfer episodischen Wissens in Organisationen)³ unterstützt dieses Vorhaben mittels multimedialer Wissensaufnahme und multimodalem Zugriff über Sprache oder Gesten und stellt das jeweils erforderliche Wissen allen Mitarbeitern direkt am Arbeitsplatz zur Verfügung.

Dabei wird das Wissen in verschiedensten Situationen direkt in den Werkhallen unseres Industriepartners, der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), aufgenommen. Als Infrastrukturanbieter mit Anlagen, die teilweise mehr als 40 Jahre in Betrieb sind, ist die Sicherung des episodischen Wissens älterer Arbeitnehmer unumgänglich. Die BVG stellt im Rahmen des Projekts das Hintergrundwissen über den Wartungsprozess von U-Bahnmotoren bereit, welches in PLuTO benötigt wird. Der Wissensabruf erfolgt über Tablets, sodass dieser auch problemlos direkt am Arbeitsplatz in der Werkstatt erfolgen kann.

¹ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH), Alt-Moabit 91c, 10559 Berlin, sabrina.bluemling@dfki.de

² DFKI GmbH, Alt-Moabit 91c, 10559 Berlin, norbert.reithinger@dfki.de

³ <http://www.plutoprojekt.de/>

Dieser Beitrag fokussiert sich dabei auf die Modellierung und Realisierung einer strukturoffenen Wissensbasis, in die das aufbereitete Wissen eingepflegt und somit verfügbar gemacht wird. Die zentralen Fragen hierbei sind, wie Wissen effizient repräsentiert und abgespeichert werden kann, wie Metadaten automatisch extrahiert werden können, und wie in den semistrukturierten Daten zielgerichtet Wissen gefunden und dargestellt werden kann?

2 Projektbeschreibung

Mit dem PLuTO-Projekt wird episodisches Wissen bzw. Erfahrungswissen zwischen älteren und jüngeren Mitarbeitern in einer Werkstatt ausgetauscht. Zum einen kann das Wissen der erfahrenen Mitarbeiter multimedial im Arbeitsprozess erschlossen werden, zum anderen können die jüngeren Mitarbeiter mithilfe mobiler Geräte multimodal auf dieses Wissen zugreifen. So entsteht ein lebendiges System, welches kontinuierlich erweitert und angepasst werden kann.

Unser Anwendungspartner ist die U-Bahnwerkstatt der BVG, speziell die Abteilung für die Wartung von U-Bahnmotoren. Das PLuTO-Projekt betrachtet dabei insbesondere die Szenarien Demontage eines Motors, Aufbereitung eines Ankers und Montage eines Motors. Abbildung 1 zeigt eine typische Situation bei der Montage eines Motors. Um nun das Erfahrungswissen der älteren Mitarbeiter aufzunehmen, werden kurze kommentierte Videos durch die Mitarbeiter selbst von den entsprechenden Arbeitsschritten gemacht. Diese Videos werden dann automatisch analysiert und abgespeichert. Der Wissensabruf erfolgt über robuste Tablets mit der PLuTO-App, entwickelt vom Projektpartner Condat AG, die mit der Wissensbasis verbunden ist. Der Benutzer kann unterschiedliche Suchanfragen an das System stellen und die aufbereiteten Ergebnisse auf dem Tablet ansehen.

Für das PLuTO-Projekt ergaben sich zu Beginn des Projektes mehrere Herausforderungen. Zum einen war die Dokumentation der BVG zu den einzelnen Motortypen zum Teil unvollständig bzw. über mehrere Systeme verteilt, was dadurch zu erklären ist, dass manche Komponenten teilweise über mehrere Jahrzehnte in Einsatz sind. Mit den Verantwortlichen der Datenbanken und Wissensmanagementsysteme der BVG wurde die aktuelle Datenlage geklärt, um die Integration der PLuTO-Wissensbasis in die bereits vorhandenen Systeme der BVG zu gewährleisten.

Mit Hilfe des Vorhandwerkers, der alle zur Verfügung stehenden Materialien zusammengetragen, zusätzliche Bilder (inklusive Annotationen) des Motors in unterschiedlichen Zuständen gemacht und alle unsere Anfragen ausführlich beantwortet hat, konnte dies schnell geklärt werden.

Zum anderen gab es seitens des BVG Managements und des Personalrates am Anfang auch offene Fragen wegen des Datenschutzes und dem Schutz der Privatsphäre der Mit-

arbeiter. Dies konnte jedoch gelöst werden, indem die Mitarbeiter und die Teamleitung in der Werkstatt von Anfang an ins das Projekt miteinbezogen werden und das Management und der Personalrat weiterhin regelmäßig über den Projektstand informiert wird.

Bei der Prozessbeobachtung wurde außerdem festgestellt, dass die Mitarbeiter im Arbeitsprozess keine Hände frei haben, bzw. Handschuhe tragen. Deshalb kommt eine Kamera zum Einsatz, die auf einen Helm montiert und von einem Tablet robust auch per Handschuh aus bedient wird. Das größte Problem stellt allerdings der Lärm in der Werkhalle dar. Es gibt dort viele verschiedene Arbeitsplätze an denen gleichzeitig unterschiedliche Arbeiten durchgeführt werden. Da die aufgenommenen Videos mithilfe einer Spracherkennung analysiert werden sollen, muss die Art des Mikrofons für die Aufnahmen sorgfältig ausgewählt sein. Nach mehreren Versuchen wurde ein geeignetes Mikrofon gefunden, welches eine unidirektionale Richtcharakteristik besitzt und somit nur wenige Nebengeräusche aufnimmt.



Abb. 1: Mitarbeiter bei der Montage des Motors

3 Modellierung und Speicherung von Wissen

3.1 Erstellung einer Ontologie

Im Allgemeinen ist die Aufnahme, Aufbereitung und Speicherung von Erfahrungswissen eine komplexe, nicht triviale Aufgabe aus dem Bereich des Wissensmanagements. Die größte Herausforderung bei der Teilung von Wissen, insbesondere von Erfahrungswissen, ist, dass implizites Wissen sich häufig nicht in Regeln gießen oder niederschreiben lässt; zumal Menschen oft nicht bereit sind, ihr Wissen aufwändig aufzuschreiben

[GHR06], [CK13]. Neben Sensordaten werden deshalb auch Multimediadaten, wie Fotos oder Videos, situationsabhängig, direkt im Arbeitsprozess aufgenommen. Aus diesen Medien werden anschließend Metadaten (semi-)automatisch extrahiert, bevor die so entstandenen Wissensbausteine semantisch miteinander verknüpft werden.

Damit dies effizient passieren kann, muss vorher geklärt werden, wie das Wissen bzw. die einzelnen Wissens Elemente in Bezug zueinander stehen. Zunächst wurden die von der BVG zur Verfügung gestellten Daten sorgfältig analysiert und der Wartungsprozess des Motors in einer Ontologie modelliert [Gu98]. Dabei wurden acht Objektklassen (wie Bauteile oder Arbeitsschritte) identifiziert, sowie 13 Objekteigenschaften bzw. Relationen (wie imageOf oder toolFor) und 14 Dateneigenschaften (wie Synonyme oder Beschreibung). Die semantischen Relationen zwischen den einzelnen Objekten sollen die spätere Suche innerhalb der Wissensbasis vereinfachen. Abbildung 2 stellt die verwendete Ontologie dar, die in mehreren Iterationsschritten entstanden ist.

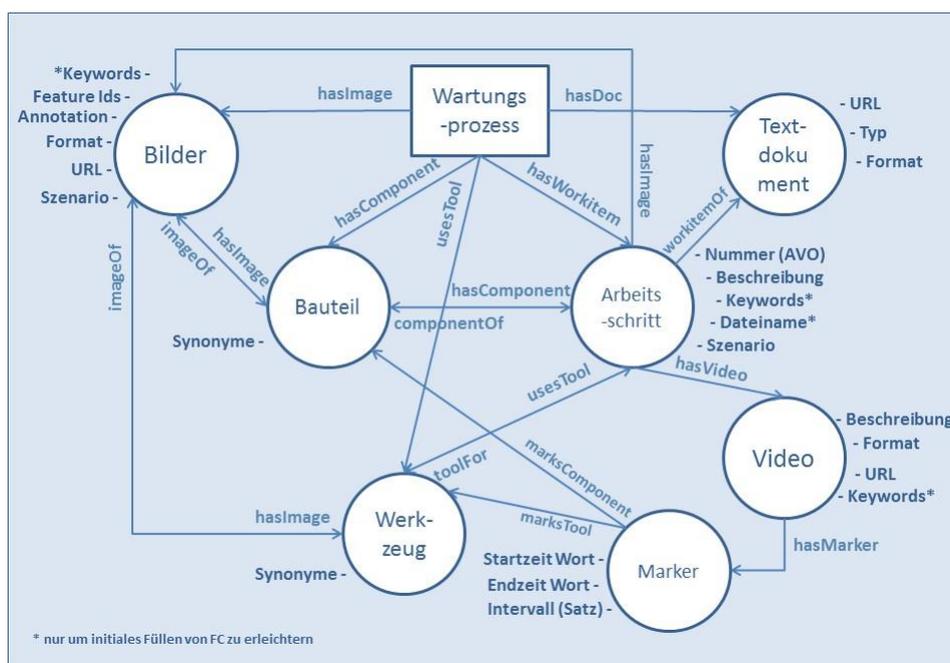


Abb. 2: Ontologie zum Wartungsprozess von Motoren

3.2 Wissensbasis

Die Speicherung von Wissen stellt besondere Anforderungen an die zu erstellende Wissensbasis. Notwendig ist die Möglichkeit vernetzte, divers strukturierte, multimediale

Inhalte zu speichern und auf diese effizient zuzugreifen. Dieser Zugriff setzt unterschiedliche Arten der Abbildung bzw. Speicherung voraus, sowie unterschiedliche Zugriffsmethoden und die Vernetzung der Inhalte.

Das PLuTO-Projekt benutzt deshalb das Fedora Commons Repository (Flexible Extensible Digital Object Repository Architecture)⁴, da es für alle Content-Typen inklusive Metadaten geeignet ist, es über die Webschnittstellen SOAP und REST zugreifbar ist und es sowohl eine RDF- wie auch Volltextsuche anbietet [La06]. Fedora Commons (FC) wird vor allem in Bereich Digital Libraries benutzt ([LA14], [MRA14]) und viele bekannte Universitäten haben ihre Systeme darauf aufgebaut⁵. Obwohl es bei PLuTO nicht um den Aufbau einer digitalen Bibliothek geht, will man im PLuTO-Projekt jedoch genauso multimediale Inhalte vernetzen und abspeichern, um damit den Wartungsprozess eines Elektromotors abzubilden.

Damit die PLuTO-Plattform direkt einsatzbereit ist, bedarf es an Hintergrundwissen, welches in der Wissensbasis hinterlegt werden muss. Im späteren Einsatz von PLuTO können die Arbeitnehmer dann vor Ort einfach kommentierte Videos oder Bilder aufnehmen und somit die Wissensbasis kontinuierlich erweitern. Momentan befinden sich insgesamt 399 Objektinstanzen in der Wissensbasis, davon sind 222 Bilder, 44 Bauteile, 37 Werkzeuge, 72 Arbeitsschritte und 15 Textdokumente. Außerdem befinden sich neun weitere Objekte in der Wissensbasis, welche das Wissensmodell repräsentieren⁶.

4 Wissensaufbereitung

Das Projekt konzentriert sich bei der Wissenserschließung (Aufnahme und Aufbereitung) darauf, situationsabhängiges Wissen kontextbezogen mithilfe von Videos aufzunehmen. Diese audiovisuellen Inhalte werden anschließend mithilfe einer domänenspezifischen Spracherkennung transkribiert. Diese und andere textuelle Informationen werden mittels (semi-)automatischer Informationsextraktionsmethoden weiterverarbeitet. Die Projektpartner der Technischen Hochschule Wildau extrahieren dann aus den aufgenommenen Bildern sogenannte Feature Deskriptoren, die dann zusammen mit dem entsprechenden Bild in der Wissensbasis abgespeichert werden, wodurch später eine Suche mit Bildern ermöglicht wird.

Da aus unterschiedlichen Medien Metadaten extrahiert werden, müssen auch unterschiedliche Vorverarbeitungsprozesse implementiert werden. Im PLuTO-Projekt werden Metadaten aus Textdateien, Bildern und Videos gewonnen. Alle Vorverarbeitungsprozesse sind Offline-Prozesse.

⁴ <http://www.fedora.info/>

⁵ <http://www.fedora-commons.org/use-case-profiles>

⁶ <http://wiki.duraspace.org/display/DEV/Fedora+Ontologies>

4.1 Metadatenextraktion

Im Projekt treten mehrere Arten von Textdateien auf, aus denen Fachbegriffe extrahiert werden. Zum einen sind es Dokumente der BVG (pdf, doc), wie Arbeitsanweisungen oder Instandhaltungsvorschriften, zum anderen müssen aber auch Annotationen von Bildern, Beschreibungen von Arbeitsschritten (txt) oder die Ergebnisse aus der Spracherkennung (xml) analysiert werden. Eine gute Übersicht über die Informationsextraktion aus Text und multimedialen Inhalten allgemein liefern [Ji12] und [Ma12]. Im PLuTO-Projekt wurde eine einfache Form der Informationsextraktion implementiert, die mithilfe eines Vollformenlexikons, welches alle morphologischen Varianten eines Fachbegriffs bzw. Keywords enthält, arbeitet. Alle Varianten werden mit dem Infinitiv, bzw. Nominativ verknüpft. Damit wird verhindert, dass später unterschiedliche morphologische Formen eines Keywords im FC Repository auftauchen. Mithilfe der extrahierten Fachbegriffe können dann einzelne FC Objekte (wie Bilder oder Arbeitsschritte) erzeugt und in das zugrundeliegende Wissensmodell integriert werden, da sie es ermöglichen semantische Relationen zwischen Objekten herzustellen.

Die Bilder, die in die Wissensbasis aufgenommen werden, müssen mit Annotationen versehen werden, die die BVG in einem Freigabeprozess hinzufügt. Ohne diese Annotationen können die Bilder nicht korrekt ins Wissensmodell eingefügt werden, da eine automatische Objekterkennung aller Bauteile nicht Gegenstand des Projektes ist. Aus den Annotationen werden dann wiederum die Fachbegriffe extrahiert. Abschließend werden zu den Bildern sogenannte Feature Deskriptoren berechnet und die gesamten Informationen werden im FC Repository abgespeichert. Die Feature Deskriptoren sind wichtig, um in der PLuTO-App die sogenannte Live-Suche starten zu können. Diese findet ein Referenzbild zu einem live aufgenommenen Bild und stellt damit eine Suchanfrage an die Wissensbasis. Der Mitarbeiter wird dann mit weiteren Informationen, wie abgebildete Bauteile inklusive Synonyme, identifizierte Arbeitsschritte, vorhandene Videos, usw. versorgt.

Aufgenommene Videos müssen ebenfalls durch den Freigabeprozess, um in die Wissensbasis gespeichert zu werden. Zunächst wird die Tonspur extrahiert und mithilfe der Spracherkennung transkribiert. Das Ergebnis wird dann auf Fachbegriffe hin untersucht. Anschließend wird das Video im FC Repository abgespeichert und anhand der extrahierten Fachbegriffe ins Wissensmodell integriert.

4.2 Spracherkennung

Um im Vorverarbeitungsprozess der Videos Sprache in Text umzuwandeln, wird im PLuTO-Projekt die Spracherkennung des European Media Laboratory (EML)⁷ genutzt. Dieses System bietet den Vorteil, dass man ein eigenes Sprachmodell trainieren kann, wodurch es möglich ist, ein domänenspezifisches Vokabular zur Verfügung zu stellen,

⁷ <http://www.eml.org/>

ohne dass man Experte auf dem Gebiet der Spracherkennung sein muss. Das Sprachmodell für PLuTO wurde mit ca. 200 Textdokumenten aus dem Bereich Elektromotoren trainiert, wobei die BVG ungefähr ein Viertel der Dokumente bereitgestellt hat. Außerdem wurden die korrigierten Transkriptionen der Sprachaufnahmen aus der Werkstatt verwendet. Mittlerweile steht ein umfassendes Vokabular mit ca. 900.000 Wortformen aus dem allgemeinen Wortschatz zur Verfügung. Dieses wurde dann um Fachvokabular wie z.B. Öleinlaufnase, Schrägstirnrad oder Labyrinthring ergänzt.

Momentan werden rund 300 Fachbegriffe aus dem Bereich Wartung von Elektromotoren benutzt, welche durch die Spracherkennung auch sehr zuverlässig erkannt werden. Dabei wird das zugrundeliegende Sprachmodell kontinuierlich angepasst.

In einer frühen Projektphase fand eine erste Evaluation der Spracherkennung statt. Dazu wurde die Fehlerrate der Fachbegriffe ermittelt, welche sich aus dem Quotienten der Anzahl nicht erkannter Fachbegriffe und der Anzahl der Fachbegriffe insgesamt berechnet. Demnach wurden mit dem ersten sehr einfachen Sprachmodell bereits zwei Drittel der Fachbegriffe richtig erkannt. Mittlerweile ist das Sprachmodell mehrmals adaptiert worden und es wird nun auch ein Mikrofon mit unidirektionaler Richtcharakteristik benutzt. Die Evaluation dieses neuen Sprachmodells ist für die letzten sechs Monate des Projektes angesetzt.

5 Ausblick

Das PLuTO-Projekt unterstützt den Austausch episodischen Wissens zwischen älteren und jüngeren Mitarbeitern mithilfe multimedialer Wissensaufnahme und multimodalem Wissensabruf direkt im Arbeitseinsatz in der U-Bahnwerkstatt der BVG. Die zugrundeliegende Wissensbasis ist mithilfe einer Ontologie modelliert, die den Wartungsprozess von Motoren repräsentiert.

Dieses Modell kann auch auf andere Fabrikprozesse übertragen werden oder auch für andere Domänen erstellt werden. Grundsätzlich ist es möglich für jede Domäne ein entsprechendes Wissensmodell zu erstellen, Hintergrundwissen zu sammeln und ein Sprachmodell zu trainieren, um somit den Wissensaustausch zwischen Mitarbeitern zu ermöglichen. Andere Domänen werden andere Herausforderungen bzw. Schwierigkeiten mit sich bringen oder der Fokus wird sich verschieben. Z.B. in der Pflege wird man weniger ein Problem mit Lärm haben, aber dort wird der Schutz der Privatsphäre in den Vordergrund rücken, da es dabei sowohl um den Schutz der Pfleger, als auch um den Schutz der zu Pflegenden geht.

Um ein System wie PLuTO dauerhaft in einen Produktionsprozess zu integrieren muss sowohl der finanzielle Aspekt betrachtet werden, als auch die Akzeptanz des Managements und der Mitarbeiter vorhanden sein. Zunächst muss Geld investiert werden, um ein solches System zu installieren. Danach können damit aber auch Kosten eingespart

werden, z.B. kann damit aufwendiges Suchen nach Informationen auf ein Minimum reduziert werden, da das ganze Wissen über den Wartungsprozess zentral und aufgearbeitet zur Verfügung steht und nicht mehr aufwendig bei Kollegen erfragt werden muss. In einer erweiterten Form könnte ein System wie PLuTO auch dabei helfen Ausbildungskosten zu senken. Die Akzeptanz eines neuen Systems seitens des Managements, das es bezahlen muss, und der Mitarbeiter, die es im Arbeitsalltag benutzen sollen, ist unumgänglich. Aus unserer Erfahrung mit PLuTO war dieser Aspekt sehr interessant, da am Anfang sowohl das Management als auch der Personalrat eher Bedenken hatten und sich nur drei Werkstattmitarbeiter freiwillig für PLuTO gemeldet hatten. Während der regelmäßigen Aufenthalte in den Werkhallen der BVG, in denen sich PLuTO Schritt für Schritt entwickelt hat, hat die Akzeptanz in der Belegschaft stark zugenommen. Immer mehr Mitarbeiter interessieren sich nun für das Projekt und können sich vorstellen es auch in Zukunft zu benutzen. Auch das Management und der Personalrat haben die anfänglichen Bedenken nach den ersten Demonstrationsterminen abgelegt und können sich jetzt ebenfalls vorstellen, dass PLuTO zum Einsatz kommt.

Literaturverzeichnis

- [CK13] Cress, U.; Kimmerle, J.: Computervermittelter Wissensaustausch als soziales Dilemma: Ein Überblick. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 27, S. 9-26, 2013
- [GHR06] Gruber, H.; Harteis, C.; Rehrl, M.: Professional Learning: Erfahrung als Grundlage von Handlungskompetenz. *Bildung und Erziehung* 59.2, S. 193-203, 2006
- [Gu98] Guarino, N.: Formal ontology in information systems. *Proceedings of FOIS'98*, IOS Press, S. 3-15, 1998
- [Ji12] Jiang, J.: *Information Extraction from Text: Mining Text Data*. Springer US, S. 11-41, 2012
- [La06] Lagoze, C.; Payette, S.; Shin, E.; Wilper, C.: Fedora: an architecture for complex objects and their relationships: *International Journal on Digital Libraries* 2/06, S. 124-138, 2006
- [LA14] Lampi, M.; Alm, O.: Flexible data model for linked objects in digital archives: *Archiving Conference, Archiving 2014 Final Program and Proceedings*, S. 174-178, 2014
- [Ma12] Maybury, M. T.: *Multimedia Information Extraction: Advances in Video, Audio, and Imagery Analysis for Search, Data Mining, Surveillance, and Authoring*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2012

- [MRA14] Mayer, R.; Rauber, A.; Antunes, G.: A context model for digital preservation of processes and its application to a digital library system: Digital Libraries (JCDL), 2014 IEEE/ACM Joint Conference on, S. 459-460, 2014

Konzeption und Verifikation eines Auswahlverfahrens für 3D-Scantechnologien

Gregor Tallig¹, Raphael Zender¹ und Ulrike Lucke¹

Abstract: Virtuelle Umgebungen sind am Arbeitsplatz und insbesondere für kritische Produktionsplätze wertvolle Lernorte. In ihnen können gefahrlos Abläufe trainiert und simuliert werden, bevor sie in die Realität übertragen werden. Aktuelle Entwicklungen um VR-Brillen und 3D-Drucker erhöhen den Bedarf nach effizienten Mechanismen um Artefakte dreidimensional zu digitalisieren. Aufgrund der breiten Auswahl an 3D-Scannern und deren unterschiedlichen Verfahrensweisen müssen Entwickler und Anwender dieser Systeme viel Zeit in den Vergleich investieren, bevor sie eine fundierte Entscheidung für ein System treffen können. Dieser Beitrag bietet nicht nur einen Überblick über eine Vielzahl relevanter Kriterien in Bezug auf 3D-Scanner, sondern schlägt zudem ein Verfahren zur Auswahl eines geeigneten 3D-Scansystems anhand individueller Anwendungsszenarien vor. Ein erster Test zeigt die Anwendbarkeit des Selektionsverfahrens.

Keywords: 3D-Scanner, 3D-Modelle, Selektionsprozess

1 Einleitung

Technologien für die Erstellung und den Konsum von Anwendungen der Virtuellen Realität (VR) werden zunehmend erschwinglich und in der Breite nutzbar. Dadurch gewinnen VR-Anwendungen in verschiedenen Kontexten an Bedeutung – z.B. für simulierte Lernumgebungen, insbesondere an Arbeitsplatz- und Produktionsequipment, dessen unsachgemäße Bedienung zu kostenintensiven Ausfällen führen würde. Dafür müssen reale Umgebungen und Objekte in virtuellen Welten möglichst realistisch nachgestellt werden. Dies ist nach wie vor ein aufwendiger Prozess. Vor allem drei Ansätze und deren Hybride werden derzeit verfolgt:

- (1) Virtuelle Räume und Modelle werden aufwendig manuell modelliert [A114].
- (2) Reale Umgebungen werden von einer 360°-Kamera filmisch aufgenommen [HZ08]. Der Konsument kann diese anschließend bei freier Wahl der Blickrichtung beispielsweise mit einem Head Mounted Display (HMD) betrachten.
- (3) Reale Umgebungen und Artefakte werden mit einem 3D-Scanverfahren abgetastet und automatisiert in ein virtuelles 3D-Objekt überführt [BM02].

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik und C.S., August-Bebel-Str. 89, 14482 Potsdam, vorname.nachname@uni-potsdam.de

Vor allem Variante 3 überzeugt potentiell durch eine hohe Automatisierbarkeit, einen geringen zeitlichen Aufwand für Laien und Flexibilität bei der späteren Nutzung des Modelles. 3D-Scans sind somit vielversprechend für die zukünftige Nachbildung realer Artefakte für virtuelle Umgebungen. Daher gibt es inzwischen eine Vielzahl von Hardwarelösungen, die zum Scannen verwendet werden können. Je nach Anwendungsszenario und dessen Rahmenbedingungen sind bestimmte Systeme besser oder schlechter für den erforderlichen Scanvorgang geeignet.

Ziel dieses Beitrags ist es, für konkrete Anwendungsfälle eine Hilfestellung zur Auswahl eines oder mehrerer Scanner bzw. Scan-Ansätze zu geben. Dafür wurde unter Auswertung der Fachliteratur sowie einer Analyse aktueller Produkte auf dem 3D-Scan-Markt ein umfassender Kriterienkatalog zur Unterscheidung der Lösungen erarbeitet. Dieser Katalog kann über ein in diesem Beitrag vorgestelltes Selektionsverfahren mit den jeweiligen Anforderungen eines Szenarios abgeglichen werden, um die Kaufentscheidung für ein konkretes Gerät zu erleichtern.

2 Technische Grundlagen

Unter einem 3D-Scanner wird ein System bestehend aus Hard- und Software verstanden, das mithilfe eines Mediums Abstandsinformationen zu realen Objekten gewinnt. Diese Informationen werden zur Erstellung einer digitalen, dreidimensionalen Repräsentation des physischen Originals genutzt. Dabei werden unterschiedliche Medien zur Erfassung eingesetzt und demzufolge auch verschiedene Grade der Übereinstimmung von Original und erfasster Kopie erreicht. Insbesondere optische Verfahren zeichnen sich durch eine kostengünstige Umsetzung, unkompliziertes Setup und geringe Invasivität aus und werden daher in diesem Beitrag fokussiert.

2.1 Genauigkeit und Auflösung

Übereinstimmung bezieht sich im 3D-Scanning-Kontext vor allem auf zwei Messgrößen: Genauigkeit und Auflösung. Genauigkeit bezeichnet die Abweichung eines physischen Punktes zum digitalen, gescannten Pendant. Zusätzlich zur Genauigkeit entscheidet auch die Auflösung eines Scanners über die Übereinstimmung des digitalen Objektes mit dem physischen. Auflösung beschreibt die räumliche Abtastungsdichte, mit der der Sensor die Abstandsinformationen erhebt [Wa04].

2.2 Verfahrensweisen

Die Erfassung von geometrischen Formen durch die Messung von Abständen ist von einer Vielfalt unterschiedlicher Vorgehensweisen geprägt, die sich im Laufe der Entwicklung von 3D-Scannern herauskristallisiert haben.

Die Menge der optischen Verfahren spaltet sich in aktiven und passiven Verfahren auf [Ov15]. Je nachdem, ob ein System aktiv ein optisches Medium ausstrahlt – um davon reflektierte, also zurück zum Sensor gesandte, Strahlen aufzunehmen – oder das bereits in der Scanumgebung vorhandene lediglich passiv aufnimmt, zählt es zur einen oder anderen Kategorie. Für einen Überblick empfehlen sich [OV15] und [Be88].

3 Verfahren für die Auswahl eines 3D-Scanners

Das entwickelte Auswahlverfahren fußt auf einem Vergleich von insgesamt 31 kontaktlosen, optischen 3D-Scannern. Dieser umfasst Geräte wie zum Beispiel DAVID- SLS-2, Creaform HandySCAN 700, Kinect v2, Csiro Zebedee, Makerbot Digitizer oder auch den Structure Sensor. Die Auswahl der 3D-Scansysteme orientiert sich an aktuell verfügbaren und genutzten Systemen. Dabei werden Lösungen für Endkonsumenten aber auch für industrielle Anwendungen betrachtet, wobei das Augenmerk auf Ersteren liegt. Die Systeme wurden hauptsächlich auf Basis zweier Webseiten, die 3D-Scanner Übersichten bieten, ausgewählt: 3druck.com und aniwaa.com. Durch die Angaben der Hersteller und gezielte Nachfragen konnten die Kriterien erhoben werden. Die Webseiten wurden aufgrund ihres angebotenen Umfangs und ihrer Detailliertheit ausgewählt. Zum Vergleich der verschiedenen 3D-Scanner wurden vor allem Kriterien erarbeitet, die möglichst solche Merkmale beschreiben, die für Anwendungsszenarien besonders von Bedeutung sind und diese gut voneinander abgrenzbar machen.

Die erhobenen Kriterien werden erläutert, um darauf aufbauend an einem Beispiel die Anwendung des Auswahlverfahrens zu demonstrieren.

3.1 Kriterienkatalog

Nachfolgend werden alle Kriterien samt ihrer Werte, die sie in diesem Vergleich annehmen können, kurz erläutert. Zur besseren Übersicht wurden sie in drei Gruppen eingeteilt: Superkriterien, Basiskriterien und technische Kriterien. In Tab. 1 werden die Superkriterien beschrieben. Anschließend folgen die Basiskriterien in Tab. 2. Die technischen Kriterien umfassen Geschwindigkeit, Genauigkeit, Auflösung, minimale sowie maximale Reichweite, vertikales und horizontales Sichtfeld eines 3D-Scanners.

3.2 Anwendung am Beispiel

Das entwickelte Auswahlverfahren wurde mit einem exemplarischen Anwendungsszenario einem ersten Test unterzogen. Hierbei sollte ein ca. 8,8m x 6,7m x 2,8m großes Labor inkl. Einrichtung durch eine beliebige Person ohne Vorkenntnisse gescannt werden. Aus dem Anwendungsszenario lassen sich Anforderungen in Form der Kriterien des Vergleichs extrahieren.

Superkriterien		
<i>Kriterium</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Mögliche Werte</i>
Oberklasse	Da ausschließlich kontaktlose, optische Verfahren betrachtet wurden, wird nur in „Aktiv“ und „Passiv“ unterschieden.	Aktiv / Passiv
Vorgehensart	Hier wird eine Unterteilung anhand von Unterkategorien der aktiven und passiven Verfahren vorgenommen.	Triangulation, Imaging Radar, Inferometrie (vgl. [OV15] und [Be88])
Verarbeitungssynchronität	Können Daten in Echtzeit visualisiert werden?	Ja / Nein
Multi-perspektive	Beschreibt, wie der 3D-Scanner im Raum bewegt werden kann. Freie Systeme weisen den höchsten Grad der Bewegungsfreiheit auf, zentriert und statisch-offen unterscheidet sich nur anwendungsspezifisch. Statisch-zentriert beschränkt die Bewegungsfreiheit am stärksten.	Frei / Zentriert / Statisch-offen / Statisch-zentriert / nicht multi-perspektiv
Reichweite	In welchen Abständen zum Objekt kann ein Scanner betrieben werden.	Nah / Mittel / Weit / Uneingeschränkt
Simultaner Scanbereich	Welchen Bereich kann der Scanner mit einer Messdatenerhebung gleichzeitig erfassen?	Punkt / Linie / Fläche
Mobilität	Gibt die Möglichkeit an, das System während der Scanoperation zu bewegen.	Mobil / Eingeschränkt / Nicht mobil

Tab. 1: Die Superkriterien und ihre möglichen Werte

Basiskriterien		
<i>Kriterium</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Mögliche Werte</i>
Kosten	Hier werden die Kosten in Euro angegeben.	Kosten in €
Benutztes Medium	Welches Medium verwendet das System um Abstände zu realen Objekten zu messen? Hieraus lassen sich erste Aussagen darüber treffen, welche Oberflächen mit welcher Beschaffenheit nicht erkannt werden.	Licht / Infrarot
Scanvolumen	In welchem Bereich kann das System ohne Nutzer-eingriff Messdaten erheben? Dies muss nicht das Volumen sein, das der Scanner zeitgleich erfasst, z.B. wenn der Sensor motorisiert ist.	Scanvolumen [m ³]
Texturen	Erfasst der Scanner zusätzlich zur Objektgeometrie auch dessen farbliches Aussehen? Somit liegt das digitale Modell mit einer Textur vor.	Ja / Nein
Zugänglichkeit	Die Zugänglichkeit des Systems für den Benutzer gliedert sich in 4 Stufen: 4: programmierbar 3: Software (z.B. SDK) und Anschluss vorhanden 2: lediglich Hardware-Anschluss vorhanden 1: keine mitgelieferte Software und kein Anschluss	4 / 3 / 2 / 1

Tab. 2: Die Basiskriterien und ihre möglichen Werte

Somit kann der in Abb. 1 dargestellte Selektionsprozess exemplarisch durchgeführt werden, wobei 3D-Scanner aufgrund unpassender Kriterienbelegungen schrittweise aussortiert werden. Der beschrittene Pfad ist im Diagramm hervorgehoben. Die Kriterienklassen finden hierbei in absteigender Mächtigkeit Anwendung auf die 31 verschiedenen 3D-Scanner. Tab. 3 zeigt drei von sechs der für dieses Szenario eingeschränkten Kriterien und ihre zulässigen Werte sowie je eine kurze Begründung.

Kriterium	Zulässige Werte	Kurze Begründung
Multiperspektive	Frei / Statisch-offen	Drehung um eigene Achse erforderlich
Reichweite	Mittel / Weit / Uneingeschränkt	„Nah“ aufgrund von Zeitaufwand
Mobilität	Ja / Eingeschränkt	Zeitsparender Scanprozess ohne Umbaumaßnahmen gewünscht

Tab. 3: Einige für das Szenario eingeschränkte Kriterien, ihre zulässigen Werte und eine Begründung für die Einschränkung

Das Ziel, einen Raum einzuscannen, wurde mit dem gewählten Scanner (Kinect v2) erreicht. Abb. 2 gibt einen Einblick in die Qualität des erzeugten Raummodells. Es existiert eine Vielzahl von Löchern, an deren Stellen keine Scandaten erhoben wurden.

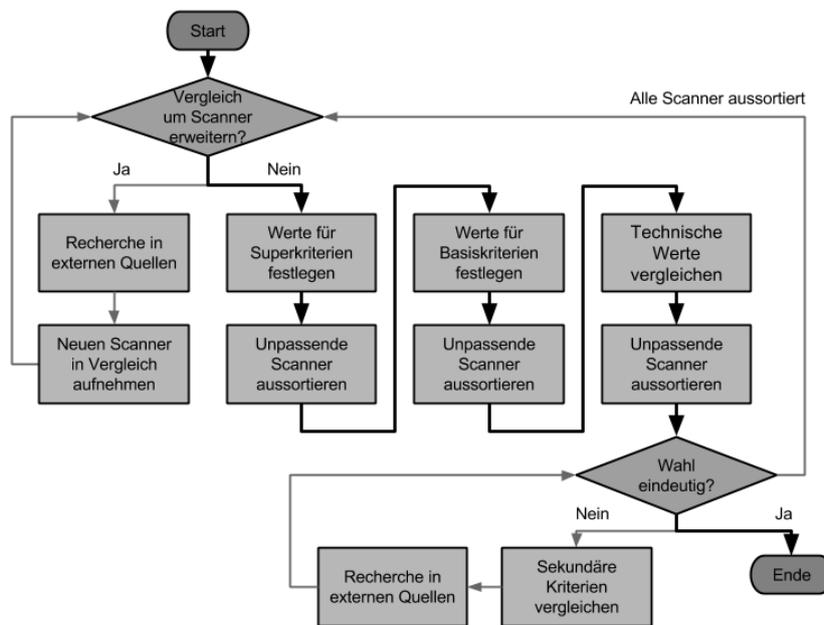


Abb. 1: Prozess zur Auswahl eines 3D-Scanners auf Basis der erhobenen Scanner (der im Beispiel genommene Pfad wurde hervorgehoben)



Abb. 2: Das erzeugte 3D-Modell des Labors mit Löchern

Die erforderliche Nachbearbeitung stellte eine anspruchsvolle Aufgabe dar und verdeutlicht, dass im Gegensatz zur ursprünglichen Anforderung, doch Multimedia- Kenntnisse vorhanden sein müssen, um einen 3D-Scan vollständig durchzuführen.

Im Hinblick auf den Scanvorgang ergeben sich weitere Aspekte, die eingangs anders

erwartet wurden. Beispielsweise wies der Vorgang eine geringe Intuitivität auf, da der kabelgebundene 3D-Scanner wackelarm bewegt werden musste.

Die gewählten Kriterien spiegelten in diesem Szenario Anforderungen hinsichtlich großem Scanbereich und hoher Intuitivität wider. Andere Szenarien, wie zum Beispiel ein automatisiertes Scannen kleiner Figuren, können hier den Fokus auf hohe Genauigkeit, Texturerfassung und Programmierschnittstellen richten.

4 Diskussion

Im Folgenden wird das Auswahlverfahren reflektiert. Dabei wird darauf eingegangen, inwieweit der in dieser Arbeit vorgestellte Vergleich die trotz des erfolgreichen Erfüllens des exemplarischen Anwendungsszenarios aufgetretenen Probleme verhindern hätte können und warum diese nicht bereits vor der Festlegung auf den ausgewählten Scanner zu erkennen waren.

Das Operieren des 3D-Scanners im durchgeführten Anwendungsszenario mit lediglich einer Person war problembehaftet. Allerdings hätten diese Schwierigkeiten womöglich durch die Eingrenzung der Mobilität auf ausschließlich „mobil“ ausgeschlossen werden können. Fraglicher sind hier die nötigen Kenntnisse zum Anfertigen eines Scans. Denkbar wäre ein Maß für die Benutzerfreundlichkeit des Systems und insbesondere der Software. Diesen Wert für alle 3D-Scanner zu erheben, ist jedoch schwierig und kaum objektiv machbar, da ohne Herstellerangaben jedes System einzeln getestet werden müsste.

Ebenfalls hilfreich könnte ein Kriterium sein, das Aufschluss über die Fehlerrate der Scandaten gibt, die z.B. falsch gesetzte oder auch ausgelassene Punkte einschließt. Aber auch hierzu fehlen zumeist Informationen, weshalb zeit- und ressourcenlastige Selbstversuche erforderlich sind. Alternativ könnten unabhängig erstellte Beispiel- Scandaten zur Verfügung gestellt werden, anhand derer vor der finalen Auswahl ein subjektiver Eindruck gewonnen werden könnte. Diese sind in einigen Fällen bei ausreichender Recherche zu finden und wurden direkt von Nutzern angefertigt. Fragwürdig sind hier Qualität und somit Aussagekraft der einzelnen Scandaten.

Allgemeiner und unabhängig vom beschriebenen Anwendungsszenario bleibt abzuwägen, ob die Genauigkeit eines Systems zu wenig Beachtung fand. Bisher findet sie als technisches Kriterium als letzte Instanz Einzug in die Auswahl eines Systems und lässt sich aufgrund der Gerätevielfalt nur eingeschränkt vergleichen. Eine Vielzahl von Szenarien mag aber auf dieses Kriterium besonderes Augenmerk legen. Trotzdem kann davon ausgegangen werden, dass zunächst die zulässigen Super- und Basiskriterien-Werte zutreffen müssen, da das System sonst generell nicht zum Szenario passt.

Gravierender ist der Umstand, dass beispielsweise das System Zebedee von Csiro nicht

beim Auswahlverfahren für das exemplarische Anwendungsszenario hervortrat. Das System wurde unter anderem zum 3D-Abbilden von Höhlen konzipiert. Es mangelte ihm an der Verarbeitungssynchronität sowie am linien- bzw. flächenweisen simultanen Scannbereich. Das Ausscheiden aufgrund dieser zwar zutreffenden Tatsachen ist korrekt, jedoch würde sich dieser Scanner vermutlich ebenso zum Scannen eines Raumes eignen wie die ausgewählte Kinect. Hier hätte auf das synchrone Verarbeiten verzichtet werden können, da der Scanner weitgehend automatisiert die Umgebung abtastet. Daher würde die punktweise Erhebung von Abstandsdaten nach derzeitigem Erkenntnisstand keine Beeinträchtigung hinsichtlich Intuitivität und Schnelligkeit des eigentlichen Vorhabens darstellen. Vor dem Aussortieren anhand der Kosten, hätte dieses System zur Auswahl stehen müssen. Dies stellt durchaus eine Schwachstelle des Vergleichs und des Auswahlverfahrens dar und könnte sich durch ein weiteres Kriterium mit Aussage über die Automatisierung eines 3D-Scanners und ein entsprechend angepasstes Vorgehen bei der Auswahl beheben lassen. Auch eine Verkettung von vorhandenen Kriterien zur Abbildung derartiger, neuer Kriterien ist denkbar. Andererseits ist dieses spezielle Kriterium bereits implizit im Scanvolumen enthalten. Hierdurch könnte daher eine Anpassung des Auswahlverfahrens genügen.

Trotz der diskutierten Herausforderungen und der Notwendigkeit die Kriterien hinsichtlich des Anwendungsszenarios einzuschätzen, bietet das vorgestellte Verfahren durch den vorgegebenen Selektionsprozess und die erarbeitete Datenbasis von 31 in die verschiedenen Kriterien eingeordneten 3D-Scannern bereits jetzt einen Mehrwert.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Durch das Abtasten realweltlicher Objekte können VR-Erfahrungen mit physischen 3D-Artefakten und Orten verbunden werden. Aufgrund der aktuellen technologischen Vielfalt im Bereich der 3D-Scanner ist es jedoch für Entwickler und Anwender eine Herausforderung für einen konkreten Fall eine geeignete 3D-Scantechnologie zu wählen. In diesem Beitrag wurde ein Selektionsverfahren auf Grundlage eines aktuellen Kriterienkatalogs sowie den Anforderungen aus den jeweiligen Szenarien vorgeschlagen. Die Anwendbarkeit des Verfahrens wurde in einer Fallstudie für den Scan eines Laborraums nachgewiesen und offene Herausforderungen und Probleme diskutiert. Weitere Anwendungen des Verfahrens sind erforderlich um die Güte der Lösung zu erheben und die Anwendbarkeit des Verfahrens fundiert zu verifizieren. Beispielsweise hat sich während der Fallstudie herausgestellt, dass weitere Kriterien sinnvoll sind, auch wenn diese oft nicht ohne konkreten Test einer Technologie bestimmt werden können (z.B. Fehlerrate).

Ein wesentlicher Ansatz für weitere Arbeiten auf diesem Gebiet ist, dass die einzelnen Kriterien/Systeme aufgrund des schnellen technologischen Fortschritts schnell veraltet sind – auch wenn die grundsätzlichen Ansätze bisher beibehalten wurden. Kriterien und Scanner-Systeme müssten daher regelmäßig gepflegt und aktualisiert werden, um auch längerfristig eine Hilfestellung geben zu können. Dies ist beispielsweise über eine Onli-

ne-Community zum Thema möglich. Diese könnte durch eine Art Crowd-Sourcing-Ansatz auch dabei helfen Eigenschaften einzelner Systeme durch Nutzertests zu untermauern und somit die Zuverlässigkeit der Auswahl zu steigern.

Literaturverzeichnis

- [Al14] Ali, N. et al.: The Effect of Multimodal Virtual Chemistry Laboratory on Students' Learning Improvement. In: *Augmented and Virtual Reality, LNCS 8853*, Springer, S. 65-76, 2014.
- [Be88] Besl, P. J.: Active optical range imaging sensors. *Machine Vision and Applications 1/88*, Springer, Berlin, S. 127-152, 1988.
- [BM02] Boehler, W.; Marbs, A.: 3D scanning instruments. In: *Proceedings of the CIPA WG 6 International Workshop on Scanning for Cultural Heritage Recording, FH Mainz*, S. 9-12, 2002.
- [HZ08] Huang, F.; Zhi-Hao, L.: Stereo Panorama Imaging and Display for 3D VR System. In: *Congress on Image and Signal Processing 2008 (CISP '08)*, IEEE Computer Society, S. 796-800, 2008.
- [Ov15] Overview of active vision techniques, <http://www.cs.cmu.edu/~seitz/course/Sigg00/slides/curless-active.pdf>, Stand: 10.06.2015.
- [Wa04] Waldruff, T.: *Digitale Bildauflösung. Grundlagen, Auflösungsbestimmung, Anwendungsbeispiele*. Springer, Berlin, 2004.

Adaptive und gamifizierte Werkerassistenz in der (semi-) manuellen Industrie 4.0-Montage

Frederic Kerber^{1,2} und Pascal Lessel^{1,2}

Abstract: Durch zunehmende kundenspezifische Individualisierung von Produkten und kleiner werdenden Losgröße steigt die Komplexität von Prozessen in der Endmontage immer weiter an. Wir stellen daher ein adaptives und gamifiziertes Werkerassistenzsystem vor, das die spezifischen Eigenschaften und Bedürfnisse der Mitarbeiter beachtet, um so die gestiegene Komplexität wieder beherrschbarer zu machen. Neben der Anforderungsanalyse und der Systemvorstellung berichten wir auch über die Ergebnisse einer ersten Usability-Studie.

Keywords: Werkerassistenzsystem, Adaptivität, Gamification, Industrie 4.0

1 Einleitung

Die zunehmende kundenspezifische Individualisierung von Produkten und die daraus resultierende Variantenvielfalt stellt Mitarbeiter in der (semi-)manuellen Endmontage vor Herausforderungen. Wurde in der Vergangenheit teilweise über längere Zeit nur eine Variante gefertigt, erfordert das Konzept kundenindividueller Produkte in Verbindung mit Losgröße 1 [Wa14] eine höhere Flexibilität der Mitarbeiter. Diese müssen in der Lage sein, alle Varianten zu fertigen, wozu sie die entsprechenden Arbeitsanweisungen umsetzen und sich schnell auf die wechselnden Varianten einstellen müssen.

Um den gestiegenen Anforderungen an die Mitarbeiter gerecht werden zu können, soll unter anderem durch das Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“ [KWH13] die Verknüpfung von Informations- und Produktionstechnik weiter vorangetrieben werden. Dabei ist insbesondere die direkte Kopplung von realer und virtueller Welt relevant, um auf Veränderungen adäquater reagieren zu können. Beispielsweise könnte ein erhöhter Mitarbeiterbedarf durch eine temporäre Automatisierung abgefangen werden. Solche Anpassungen erfordern eine automatische Verarbeitung der jeweiligen Systemzustände, da manuelle Anpassungen zu (zeit-)aufwändig und potentiell fehleranfällig wären.

Der demografische Wandel stellt eine weitere Herausforderung dar [OSH12]. Mehr denn je gilt es auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Mitarbeiter einzugehen. Statt einer „One-fits-all“-Lösung bieten Lösungen, die Eigenschaften und Bedarfe der Mitarbeiter miteinbeziehen, die Chance, die persönliche Leistungsfähigkeit besser zu unterstützen.

¹ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), Intelligente Benutzerschnittstellen, Stuhlsatzenhausweg 3, 66123 Saarbrücken, vorname.nachname@dfki.de

² Saarbrücker Graduiertenschule für Informatik, Universität des Saarlandes, 66123 Saarbrücken

In diesem Workshop-Beitrag stellen wir ein Werkerassistenzsystem vor, das individuell auf die Mitarbeiterbedürfnisse eingehen kann und darüber hinaus Funktionalitäten bietet, die es ermöglichen, besser mit der gestiegenen Komplexität umgehen zu können.

2 Verwandte Arbeiten

In ihrer Veröffentlichung [Rü13] beschreiben die Autoren die Entwicklung und Evaluation eines Werkerassistenzsystem für die klinische Sterilisierung medizinischer Instrumente. Als Ziele werden dabei die Bereitstellung von Informationen, die Unterstützung des Qualitätsmanagements, die Erfassung prozessrelevanter Daten sowie die Vermeidung von Fehlern genannt – ohne Verzögerungen im Ablauf zu verursachen. In ihrer Vergleichsstudie mit papierbasierten Anweisungen konnte eine signifikante Verringerung von Fehlern ohne signifikante Veränderung der Prozesszeit gezeigt werden. Es konnte außerdem gezeigt werden, dass die Teilnehmer das Assistenzsystem bevorzugten und ihm signifikant mehr Aufmerksamkeit schenkten. Wir verfolgen ähnliche Ziele in einer anderen Domäne: Durch Adaptivität und Personalisierung wollen wir die bereitgestellten Informationen auf die Bedürfnisse der Mitarbeiter abstimmen – die Verwendung von Gamification (Einsatz von Spielelementen in spielfremden Kontexten [De11]) soll darüber hinaus die Motivation und Aufmerksamkeit steigern.

Der Aspekt der Adaptivität wird von Bannat u.a. in [Ba08] spezieller untersucht. Basierend auf einem sogenannten „Personal Cognitive Assistant“ und dem zugrundeliegenden Prozessmodell können Arbeitsanweisungen mit optimalem Detailgrad für die jeweils aktuelle Situation ausgewählt werden. Im Rahmen unseres Systems werden wir ebenfalls an die Werkerbedürfnisse angepasste Arbeitsanweisungen verwenden – ähnlich zu der vorgestellten Arbeit beziehen wir dabei insbesondere die Historie des spezifischen Mitarbeiters ein, können aber auch werkerübergreifend Informationen verwenden, z. B. um auf allgemeine Fehlerschwerpunkte hinzuweisen.

Die Arbeit von Korn, Schmidt und Hörz [KSH12] veranschaulicht die bereits beschriebene Notwendigkeit von Assistenzsystemen in der Fertigung. Die Autoren nennen dabei insbesondere die steigende Individualisierung der Produkte und den demografischen Wandel als Faktoren, die zu einem gesteigerten Assistenzbedarf führen. Neben einer Gestensteuerung, die durch eine Tiefenbildkamera ermöglicht wird, werden auch Gamification-Elemente eingesetzt, um die Motivation und Aufmerksamkeit der Mitarbeiter zu steigern. Hierbei wird die zeitliche Leistung in einem Tetris-ähnlichen Spiel visualisiert. In dem von uns entwickelten System wird der Gamification-Aspekt über eine reine Zeitkomponente hinaus auf das gesamte Spektrum der manuellen Endmontage ausgeweitet sowie um eine individuelle Komponente erweitert, die dem Mitarbeiter mehr Freiheiten bei der Gestaltung seines Arbeitsalltages einräumt. Ebenfalls mit dem Ziel, dem Mitarbeiter mehr Möglichkeiten bei der Ausgestaltung seiner Arbeitsinhalte zu geben, wird eine Tiefenbildkamera eingesetzt, die die Anordnung von Materialien sowie die Bewegung der Mitarbeiter erfassen kann.

3 Anforderungsanalyse

Im Rahmen der Anforderungsanalyse zur Entwicklung des hier vorgestellten Werkerassistenzsystems wurde die manuelle Endmontage zweier großer deutscher Industrie-Unternehmen mit möglichst unterschiedlichem Produktspektrum betrachtet. Beim ersten Betrieb werden Ventilscheiben und -blöcke für landwirtschaftliche Maschinen produziert, wobei bereits ein computer-gestütztes Werkerassistenzsystem eingesetzt wird. Dieses stellt allerdings in seiner Ausgangsform lediglich die reinen Arbeitsanweisungen – optional durch multimediale Inhalte veranschaulicht – dar. In einer zweiten Ausbaustufe kann das System in seinen Arbeitsanweisungen zwischen Anfänger- und Experten-Modus unterscheiden – allerdings basiert die Auswahl auf einer vorab festgelegten Einschätzung der Vorgesetzten und gilt gleichermaßen für alle Produktvarianten – eine dynamische Anpassung ist nicht vorgesehen. Das zweite Unternehmen fertigt Küchengeräte für Endverbraucher. Hier werden bisher in erster Linie eine durch einen erfahrenen Mitarbeiter begleitete Anlernphase sowie schriftliche Arbeitsanweisungen als Nachschlagewerk und Mustergeräte mit durchsichtiger Gehäuseausführung genutzt. Um die Bedürfnisse der Mitarbeiter zu erfassen, wurde das bestehende System des ersten Unternehmens analysiert und im zweiten Unternehmen Beobachtungen der Arbeitsvorgänge sowie anschließend semi-strukturierte Interviews durchgeführt. Die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst sind:

- Die Arbeitsanweisung sollte im Mittelpunkt stehen, da sie das wichtigste Element eines solchen Systems darstellt (A1).
- Eine Rückmeldung über (individuelle) Fehler bzw. die jeweilige Fehlerursache ist notwendig, um die Fehlerquellen dauerhaft abstellen zu können (A2).
- Für erfahrene Mitarbeiter müssen Anreize geschaffen werden, damit sie das System beachten und von den erweiterten Funktionen profitieren können, da sie die eigentlichen Arbeitsanweisungen aus dem Kopf befolgen können (A3).
- Das System soll durch die Werker anpassbar sein (z. B. hinsichtlich Materialanordnung und Individualisierung der Benutzerschnittstelle) um ihren spezifischen Bedürfnissen gerecht werden zu können (A4).
- Das System soll sich automatisch an den Werker anpassen können (A5).

4 Systemaufbau und adaptives Pick-by-Light-System

Das vorgestellte Werkerassistenzsystem wurde in einer Client-Server-Architektur umgesetzt, bei der die Clients (einer pro Arbeitsplatz) als Webanwendung auf HTML5 / JavaScript-Basis realisiert sind. Dies ermöglicht die flexible Verwendung von Endgeräten wie beispielsweise (touch-fähigen) All-in-one-PCs oder Tablets.



Abb. 1: Klassisches (links) und adaptives Pick-by-Light-System (Mitte, rechts)

Neben der Darstellung von Inhalten auf den angeschlossenen Clients bietet das System auch Schnittstellen zur Erweiterung, beispielsweise für ein Pick-by-Light-System, bei dem Mitarbeitern die Entnahme von Material durch eine optische Signalisierung angezeigt wird. Die im Rahmen der Montage erfassten Daten (z. B. Qualitätsdaten, Erfahrung der Mitarbeiter, o.ä.) werden dabei nicht isoliert im Werkerassistenzsystem erhoben und gespeichert, sondern über ein zentrales, semantisches Firmengedächtnis in Form einer Graphdatenbank anderen Anwendungen (beispielsweise zur Personaleinsatzplanung [KRV14]) bereitgestellt. Diese durchgängige Datenhaltung stellt sicher, dass Systeme innerhalb des Unternehmens auf einer Datenbasis interagieren und diese auch gemeinsam anreichern können und somit eine manuelle Übertragung oder erneute Erhebung bereits bekannter Daten entfällt. Die Entscheidung, welche Daten erhoben und genutzt werden, sollte individuell mit den Beteiligten bzw. ihren Vertretern, wie beispielsweise dem Betriebsrat, vereinbart werden.

Im Rahmen der System-Erstellung wurde auch ein adaptives Pick-by-Light-System entwickelt. In klassischen Implementierungen wird häufig mittels fest montierter LED-Indikatoren die Entnahme signalisiert und diese durch ebenso stationär befestigte Lichtschranken überwacht (siehe Abb. 1, links). Durch die feste Zuordnung von Materialien zu Bereitstellungsplätzen wird die Flexibilität deutlich eingeschränkt – beispielsweise können Mitarbeiter Materialien nicht eigenständig umsortieren, auch wenn es für sie vielleicht vorteilhaft wäre. Speziell im Kontext einer Multi-Varianten-Fertigung, bei der viele Materialien am Arbeitsplatz vorgehalten werden müssen, wäre eine individuelle Anordnung sinnvoll. Der Verzicht auf ein Pick-by-Light-System stellt dabei keine Alternative dar, da so ein höheres Fehlerpotenzial besteht. Die hier implementierte Lösung macht sich ein optisches System zunutze, das die Positionierung der Materialbehälter mit Hilfe von optischen Markern erkennen und die Entnahme durch den Mitarbeiter mithilfe einer Tiefenbild-Analyse überwachen kann. Die Signalisierung für den Mitarbeiter erfolgt dabei mittels eines Projektionslaser-Systems, das flexibel an die detektierte Position des Materialbehälters projizieren kann (siehe Abb. 1, Mitte und rechts). Aus technischer Sicht wird eine Kinect in Version 2.0 zur Erfassung der optischen Marker sowie der Erkennung der Greifbewegungen der Mitarbeiter genutzt. Zur Identifizierung der Materialbehälter kommen Chilitags [Bo13] zum Einsatz, welche gegenüber QR-Codes den Vorteil bieten, in jeder Ausrichtung erkennbar zu sein.

5 Adaptives und gamifiziertes Werkerassistenzsystem

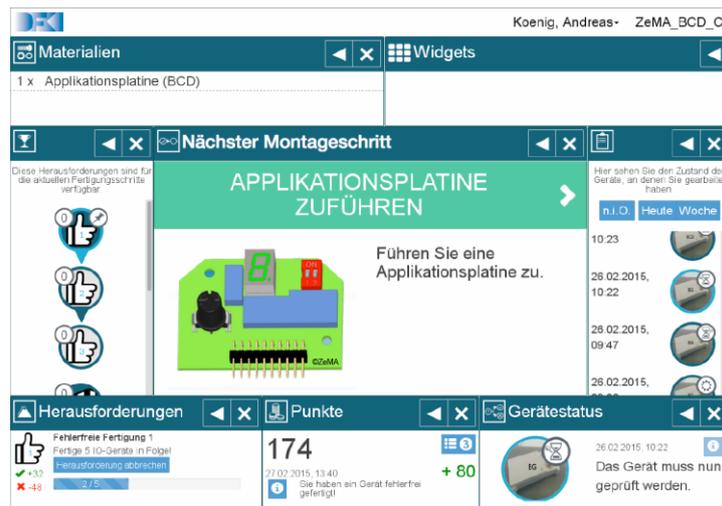


Abb. 2: Adaptives und gamifiziertes Werkerassistenzsystem

Ein Schwerpunkt des entwickelten Werkerassistenzsystems (siehe Abb. 2) besteht in der Adaption der Arbeitsanweisungen an den Mitarbeiter. Im Gegensatz zu einer „One-fits-all“-Lösung oder einer solchen, die nur grob zwischen Anfänger und Experte unterscheidet, wird hier spezifisch für jeden Schritt der Detailgrad der benötigten Arbeitsanweisung unter Berücksichtigung der Werker-Historie bestimmt. Die dabei beachteten Faktoren umfassen sowohl die Qualität der Schrittausführung (korrekt / inkorrekt) als auch die Häufigkeit der Ausführung im zeitlichen Verlauf. Diese Faktoren werden dabei insbesondere variantenübergreifend betrachtet, was bei überwiegend identischen Varianten sicherstellt, dass lediglich die unterschiedlichen Schritte, die besonderer Aufmerksamkeit bedürfen, detailliert beschrieben werden, wohingegen bei den bekannten Schritten auf die Erfahrung der Mitarbeiter vertraut werden kann (dient der Erfüllung von A1, A3, A5). Statt einer knappen Anweisung wie „Kabelbaum montieren“, würden einem weniger erfahrenen Mitarbeiter so nach und nach detaillierte Schritte wie „Stecker A stecken“ angezeigt. Darüber hinaus bietet das System einen mehrsprachigen Ansatz, sodass sowohl Inhalte als auch Elemente der Benutzerschnittstelle in verschiedenen Sprachen anzuzeigen (A5). In Übereinstimmung mit Anforderung A1 wird der Arbeitsanweisung in der Standard-Konfiguration der zentrale und zugleich größte Bereich eingeräumt. Neben der bereits beschriebenen Anpassbarkeit des realen Arbeitsplatzes durch Umsortierung des bereitgestellten Materials, bietet aber auch das Werkerassistenzsystem im Virtuellen die Möglichkeit der Individualisierung, indem beispielsweise einzelne Bereiche (die sogenannten Widgets) in ihrer Größe und Anordnung verändert oder komplett ausgeblendet werden können (A4).

Bezogen auf A2 wurden zwei Konzepte umgesetzt: Zunächst bietet das Werkerassistenzsystem eine detaillierte Auflistung aller von diesem Werker gefertigten Geräte. Somit kann jederzeit nachverfolgt werden, ob die produzierten Geräte korrekt gefertigt wurden oder einen durch den Werker verursachten Fehler enthielten (unterstützt auch A3). Darüber hinaus kann auch der Status der Geräte (z. B. „In Prüfung“) abgefragt werden. Voraussetzung für diese Funktionalität ist eine durchgängige Verfolgbarkeit der Geräte durch den Fertigungsprozess, was z. B. durch RFID-Tags in den Werkstückträgern oder eindeutige Barcodes an den Geräten erreicht werden kann. Um bei einem defekten Gerät zwischen einem Montagefehler und beispielsweise einem Materialfehler unterscheiden zu können, ist die meist langjährige Erfahrung der Reparateure erforderlich. Ohne diese Unterscheidung würden Werker auch für nicht beeinflussbare Fehler verantwortlich gemacht werden, was sich negativ auf ihre Motivation auswirken könnte. Die genaue Analyse der Reparateure bietet aber auch noch eine weitere Chance: Mit Hilfe einer speziell für sie entwickelten Applikation haben sie die Möglichkeit, dem Werker eine – optional mit multimedialen Inhalten angereicherte – Rückmeldung bzgl. des Fehlers zu geben. Dabei kann seitens des Reparateurs der betroffene Fertigungsschritt ausgewählt werden, was genutzt wird, um das gegebene Feedback zielgerichtet vor der nächsten Ausführung anzuzeigen und den Werker somit für diesen Fehler zu sensibilisieren (A2).

Speziell zur Erfüllung von A3 nutzen wir Gamification-Elemente. Mitarbeiter erhalten für Aktionen Punkte (z. B. für fehlerfreie Geräte) und haben zudem die Chance, sich Herausforderungen zu stellen, die ihnen Bonuspunkte einbringen können (z. B. X Geräte in Folge fehlerfrei zu fertigen). Herausforderungen sind nach ihrem Schwierigkeitsgrad gestaffelt und um eine Langzeitmotivation aufzubauen, müssen schwierigere erst freigeschaltet werden. Ein wichtiger Aspekt ist, dass ein Mitarbeiter vollkommen frei entscheiden kann, ob er sich selbst Herausforderungen stellen möchte und diese nicht „diktiert“ werden, was ihn unter Druck setzen könnte und damit die Akzeptanz potentiell reduzieren würde. Durch die freie Konfigurierbarkeit der Widgets (A4), kann sich ein Mitarbeiter auch entscheiden, sämtliche Gamification-Elemente auszuschalten, sollte er sich davon eher abgelenkt fühlen. Auf ein kompetitives Element (z. B. Bestenliste) wurde aktuell verzichtet, da dies auch zu unerwünschten Effekten innerhalb der Mitarbeiterschaft führen kann. Stattdessen sind die Punkte zunächst nur für den Mitarbeiter selbst relevant und könnten, je nach Unternehmenskultur, etwa in längere Pausen, materielle Güter (z. B. kostenloser Kaffee) oder Prämien umgetauscht werden.

6 Usability-Untersuchung und erstes Feedback zu Funktionen

In einer ersten Usability-Untersuchung wurde die Interaktion von fünf Workern (männlich, 26-44 Jahre, vgl. [NM90]) mit dem System betrachtet. Hierzu wurden sie – zunächst ohne Erklärung des Systems – gebeten, ein einfaches, ihnen unbekanntes Produkt aus fünf Bauteilen mit Hilfe des Werkerassistenzsystems zu fertigen und dabei ihre Eindrücke zu schildern („Think aloud“-Ansatz). Im Anschluss wurde die Funktionsweise der Widgets näher erläutert und Detailfragen in Form eines semistrukturierten Interviews gestellt, um Erkenntnisse über die Funktionalitäten zu erhalten.

Nach einer kurzen, selbstständig durchgeführten Eingewöhnungsphase konnten vier von fünf Werkern die gestellte Fertigungs-Aufgabe ohne Probleme lösen, wobei die Zusatzfunktionen des Systems zunächst nicht weiter beachtet wurden. Dies zeigt, dass die Kernfunktionalität (vgl. A1) entsprechend umgesetzt wurde. Die Probleme des fünften Werkers lassen sich auf generelle Schwierigkeiten im Umgang mit Computern zurückführen (laut Vorabfragebogen „Erfahrung mit Computern nicht vorhanden“). Nach kurzer Hilfestellung konnte aber auch hier die Aufgabe gelöst werden. Die Detailfragen haben unter anderem gezeigt, dass die Konzepte zur Nachverfolgung nicht korrekt montierter Geräte und die damit zusammenhängende Rückmeldung der Reparateure positiv aufgenommen wurden. Es hat sich allerdings auch gezeigt, dass die Konzepte zur individuellen Gestaltung der Benutzerschnittstelle noch nicht intuitiv genug umgesetzt wurden. Hinsichtlich der Funktionalität wurde aber begrüßt, dass Widgets vollständig deaktiviert werden können, um so Platz für andere, als wichtiger betrachtete Elemente zur Verfügung zu haben. Hinsichtlich der Gamification-Elemente konnte kein klares Bild erlangt werden, da die geäußerten Anmerkungen eine hohe Varianz aufweisen. Zur näheren Untersuchung wird eine Evaluation mit mehr Teilnehmern und über einen Zeitraum von mehreren Wochen durchgeführt werden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der Entwicklung des adaptiven und gamifizierten Werkerassistenzsystems wurde zunächst der Ist-Zustand in der manuellen Endmontage zweier großer deutscher Industrie-Unternehmen erfasst, sowie die Anforderungen an ein zukunftsfähiges Werkerassistenzsystem erhoben. Durch die Betrachtung zweier unterschiedlicher Domänen (Ventilscheiben- und Küchengeräte-Produktion) wurde Wert darauf gelegt, nicht nur spezifische Bedürfnisse eines Unternehmens zu betrachten und so eine leichte Übertragbarkeit auf andere Domänen, die eine (überwiegend) manuelle Endmontage adressieren, zu sichern. Um eine dauerhafte Integration in Produktionsprozesse zu ermöglichen, ist in erster Linie eine längere Evaluation des Systems im realen Umfeld durchzuführen, die Aufschluss über Akzeptanz und Verbesserungspotentiale geben kann.

Danksagung

Die hier beschriebenen Arbeiten wurden teilweise mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01IS13015 (SmartF-IT, www.smartf-it-projekt.de) gefördert. Die Umsetzung des Systems erfolgte zusammen mit den beteiligten Partnern in der Demonstratoranlage des Verbundprojektes. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Literaturverzeichnis

- [Ba08] Bannat, A.; Wallhoff, F.; Rigoll, G.; Friesdorf, F.; Bubb, H.; Stork, S.; Müller, H. J.; Schubö, A.; Wiesbeck, M.; Zäh, Michael F: Towards Optimal Worker Assistance: A Framework for Adaptive Selection and Presentation of Assembly Instructions. In Proceedings of the 1st International Workshop on Cognition for Technical Systems, (CoTeSys '08), München, 2008.
- [Bo13] Bonnard, Q.; Lemaignan, S.; Zufferey, G.; Mazzei, A.; Cuendet, S.; Li, N.; und Dillenbourg, P.: Chilitags: Robust Fiducial Markers for Augmented Reality. CHILI, EPFL, Schweiz. <http://chili.epfl.ch/software>, 2013, abgerufen am 24.07.2015.
- [De11] Deterding, S.; Dixon, D.; Khaled R.; und Nacke L.: From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (MindTrek '11). ACM, New York, NY, USA, S. 9-15, 2011.
- [KRV14] Knoch, S.; Reiplinger, M. und Vierfuß, R.: Mobile Staff Planning Support for Team Leaders in an Industrial Production Scenario. In Proceedings of the 8th International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies (UBICOMM '14), Rom, Italien, International Academy, Research, and Industry Association (IARIA), S. 44-47, 2014.
- [KSH12] Korn, O.; Schmidt A. und Hörz, Th.: Assistive Systems in Production Environments: Exploring Motion Recognition and Gamification. In Proceedings of the 5th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments (PETRA '12). ACM, New York, NY, USA, Article 9, S.1-5, 2012.
- [KWH13] Kagermann, H.; Wahlster, W. und Helbig, J. (Hrsg.): Securing the Future of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0, Final Report of the Industrie 4.0 Working Group. Berlin: Forschungsunion im Stifterverband für die Deutsche Wirtschaft e.V., http://forschungsunion.de/pdf/industrie_4_0_final_report.pdf, 2013, abgerufen am 24.07.2015.
- [NM90] Nielsen, J. und Molich, R.: Heuristic evaluation of user interfaces. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '90). ACM, New York, NY, USA, S. 249-256, 1990.
- [Rü13] Rütter, S.; Hermann, Th.; Mracek, M.; Kopp, S. und Steil, J.: An assistance system for guiding workers in central sterilization supply departments. In Proceedings of the 6th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments (PETRA '13). ACM, New York, NY, USA, Article 3, S. 1-8, 2013.
- [Wa14] Wahlster, W.: Semantic Technologies for Mass Customization, In (Wahlster, W; Grallert, H.-J.; Wess, S.; Friedrich, H. und Widenka, T.): Towards the Internet of Services: The THESEUS Research Program, Springer, Berlin, S. 3-13, 2014.

Assistenzsysteme zur Lernunterstützung in der Industrie 4.0

Roman Senderek¹ und Katrin Geisler²

Abstract: Eine der wesentlichen Herausforderungen der vierten industriellen Revolution wird es sein, den Wandel zu der zunehmend digitalisierten Arbeitswelt zu bewältigen. Einerseits gilt es, das Potenzial neuer Technologien innerhalb soziotechnischer Systeme produktiv einzusetzen, andererseits werden neue Ansätze der Kompetenzentwicklung benötigt, die das Lernen besser in den Arbeitsprozess integrieren. Der Erhalt und Ausbau der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit erfordert beim Übergang zur Industrie 4.0 deshalb lernförderlich gestaltete Arbeits- und Produktionssysteme, die mittels technologischer Unterstützung individuell und schnell helfen, notwendige Kompetenzen aufzubauen. In dem folgenden Beitrag wird erläutert, wie Assistenzsysteme zum Lernen für die Arbeit beitragen können. Dabei wird auf die Anforderungen an die Gestaltung von Assistenzsystemen, und die Potenziale bzw. Hemmnisse bei der Umsetzung eingegangen. Des Weiteren werden exemplarische Lösungsansätze für den technischen Service und die Produktion vorgestellt. In einer abschließenden Zusammenfassung wird ein Ausblick gegeben wie der Einsatz von Assistenzsystemen im industriellen Kontext gelingen kann.

Keywords: Assistenzsysteme, Lernen in der Industrie 4.0, digitalisierte Arbeitswelt

1 Einleitung

Die zunehmende Digitalisierung sowie der demografische Wandel stellen Unternehmen und ihre Mitarbeiter vor enorme Herausforderungen. Zu erwarten sind Veränderungen in Bezug auf die Qualität der Arbeit, die Qualifikationserfordernisse, die Formen der Arbeitsorganisation sowie die Zusammenarbeit von Mensch und Technik (BOTTHOF 2015, S. 4). Einerseits ist davon auszugehen, dass einfache, repetitive Tätigkeiten verstärkt automatisiert, andererseits der Anteil an komplexeren indirekten Tätigkeiten an den Schnittstellen zwischen Mensch und Technik steigen werden (FREY U. OSBORNE 2013, S. 1; HIRSCH-KREINSEN 2014, S. 18). Das Aufgabenspektrum der Beschäftigten wird zukünftig vornehmlich Tätigkeiten der Überwachung hochautomatisierter Prozesse und des regulierenden Eingreifens beinhalten. Hierbei ergibt sich jedoch ein Dilemma, dass von Bainbridge als „Ironies of Automation“ bezeichnet wurde (BAINBRIDGE 1983, S. 775f.). Je stärker die Automatisierung ausgeprägt ist, umso weniger ist der Mensch in der Lage, die für ihn als „black box“ wahrgenommenen Prozessabläufe zu verstehen, zu analysieren und Entscheidungen bezüglich der notwendigen

¹ FIR e. V. an der RWTH Aachen, Campus-Boulevard 55, 52074 Aachen,
Roman.Senderek@fir.rwth-aachen.de

² FIR e. V. an der RWTH Aachen, Campus-Boulevard 55, 52074 Aachen, Katrin.Geisler@fir.rwth-aachen.de

Maßnahmen abzuleiten (HIRSCH-KREINSEN 2014, S. 20ff.). Verschärfend kommt hinzu, dass sich die aktuellen Veränderungen in der deutschen Bevölkerungsstruktur zunehmend auf die Zusammensetzung der Belegschaften und die Verfügbarkeit von Fachkräften auswirken werden (SENDEREK ET AL. 2015, S. 282ff.). Unternehmen sind daher gefordert, Konzepte zu erarbeiten, die es ermöglichen, die interne Qualifizierung auszubauen sowie die Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft der Beschäftigten länger aufrechtzuerhalten (BMW 2013). Daher gehen Politik, Wissenschaft und Praxis übereinstimmend davon aus, dass dem Lernen für die Bewältigung der mit der Industrie 4.0 einhergehenden Herausforderungen eine steigende Bedeutung zukommt (DEUSE ET AL. 2015, S. 45; KÄRCHER 2015, S. 20). Vor diesem Hintergrund soll in diesem Beitrag gezeigt werden, dass neue digitale Lerntechnologien hierbei einen wichtigen Beitrag leisten können. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass allein die Implementierung neuer Technologien noch kein lern- und kompetenzförderliches Arbeitssystem schafft. Ohne didaktische und methodische Lernkonzepte werden auch die Potentiale der neuesten technologischen Entwicklungen ungenutzt bleiben (STICH ET AL. 2015, S. 117).

2 Assistenzsysteme

Aufgrund der zunehmenden Komplexität der Arbeitssysteme und einem erweiterten Aufgaben- und Verantwortungsspektrums der Beschäftigten, „kommt der konsequenten Umsetzung von praxisgerechten Unterstützungskonzepten eine Schlüsselrolle zu“ (GORECKY ET AL. 2014, S. 535). Intelligente industrielle Assistenzsysteme können hierbei einen wesentlichen Beitrag leisten. Bereits heute sind einige unterstützende Technologien in der Arbeitswelt zu allgegenwärtigen Werkzeugen und Hilfsmitteln geworden, die einerseits die Beschäftigten bei der Bewältigung komplexer Aufgaben sowie in der Mensch-Technik-Interaktion unterstützen. Sie können die Kompetenzentwicklung sowie das arbeitsintegrierte Lernen fördern, indem sie digitale Lerntechnologien direkt an den Arbeitsplatz bringen (PLATTFORM INDUSTRIE 4.0 (HRSG.) 2014, S. 14). Die Bandbreite der Einsatzmöglichkeiten von Assistenzsystemen ist sehr groß. Ein Spektrum zwischen einfachen Softwareanwendungen, die dem Nutzer kontextbasiert notwendige Informationen anbietet, bis hin zu einem Zusammenspiel verschiedener hochkomplexer technischer Komponenten, z.B. Sensoren, Aktoren oder Informations- und Kommunikationstechnologien, die es dem Lernenden in Simulationen, virtuellen Welten oder immersiven Lernumgebungen ermöglicht, Prozesse der Wirklichkeit realitätsnah abzubilden und erfahrbar zu machen (BURDEA U. COIFFET 2003, S. 1ff), sind hierbei möglich.

2.1 Anforderungen an die Gestaltung von Assistenzsystemen

An die Funktionalitäten von Assistenzsystemen werden je nach Kontext verschiedene

Anforderungen gestellt. Aus Perspektive des Nutzers spielen neben der benutzerfreundlichen Bedienbarkeit die Interaktionsfähigkeit und -bereitschaft sowie eine optimale Informationsdarstellung, die die individuellen kognitiven Verarbeitungsfähigkeiten und Lerngewohnheiten der Nutzer berücksichtigt, eine wesentliche Rolle. Ziel ist dabei, dass der Anwender die für ihn relevanten Informationen in vertretbarem Aufwand erhält und in geeigneter Form präsentiert bekommt, (VDI/VDE-GESELLSCHAFT MESS- UND AUTOMATISIERUNGSTECHNIK 2013) sowie dass die Nutzung und der Erhalt von Erfahrungswissen der Beschäftigten unterstützt werden (ARBEITSGRUPPE "FORSCHUNG UND INNOVATION" (HRSG.) 2015, S. 27f.). Des Weiteren entscheiden technische Spezifikationen (wie Auflösung), und Ergonomie (wie Tragekomfort), darüber, ob die Verwendung eines Assistenzsystems von den Mitarbeitern akzeptiert und genutzt wird.

Aus technischer Perspektive wird es notwendig sein, sowohl die zu verwendende Hardware im Hinblick auf die Anforderungen des jeweiligen Anwendungsfalles zu konfigurieren und das dahinterliegende Datenmodell mit den notwendigen Informationsquellen zu verknüpfen. Darüber hinaus ergeben sich derzeit noch einige technischen Limitationen, denn unterschiedlichste Datenquellen müssen zu einer kohärenten echtzeitbasierten Darstellung zusammengeführt werden, mit entsprechenden Algorithmen für die Auswertung versehen und im besten Falle eine kontextsensitive Filterung der Inhalte ermöglicht werden (CAMMERT ET AL. 2006; GRAUER ET AL. 2010).

Aus Sicht der Organisation gilt es zu definieren inwiefern sich neue Produktionsprozesse durch die Unterstützung visueller Assistenzsysteme ergeben (METZGER ET AL. 2014). Aber auch die Zusammenarbeit in Wertschöpfungsnetzwerke wird sich verändern und es gilt zu klären, inwieweit sich dies auf interorganisationale Kollaboration und Kooperation auswirkt (DAIS 2014).

2.2 Potenziale und Hemmnisse bei der Gestaltung von Assistenzsystemen

Das Potenzial visueller Assistenzsysteme liegt insbesondere darin, verfügbare Informationen zusammenzuführen, zu filtern und bedarfsgerecht zur Verfügung zu stellen. Von besonderem Interesse sind hierbei diejenigen, die mobil, lokations- und echtzeitbasiert sind sowie die Fähigkeit besitzen, sich kontextsensitiv dem jeweiligen Umfeld und Nutzer anzupassen. Erste Forschungsergebnisse haben ergeben, dass ungelernete wie auch erfahrene Arbeitskräfte neue Aufgaben mit visueller Unterstützung um 30-40 % schneller erledigen konnten (GRASS 2014; HARTBRICH 2014). So können Assistenzsysteme für eine arbeitsorientierte oder sogar arbeitsintegrierte Kompetenzentwicklung einen wesentlichen Beitrag leisten (BITKOM U. FRAUNHOFER IAO 2014; HARTBRICH 2014). Es wird dabei entscheidend für die erfolgreiche Implementierung von visuellen Assistenzsystemen sein, dass der Nutzer nicht nur Instruktionen erhält, sondern durch die Anwendung ebenfalls neues Wissen generieren kann. So können auch bildungsferne und lernungewohnte Beschäftigte erreicht und an die Bewältigung komplexerer Tätig-

keiten herangeführt sowie Lernbarrieren überwunden werden.

Für einen effizienten Einsatz intelligenter Assistenzsysteme sind Faktoren, wie die Gestaltung und die Auswahl eines geeigneten Assistenzsystems, dass auf die jeweilige Arbeitsaufgabe abgestimmt ist, sowie die Akzeptanz der Nutzer und eine zielgerichtete

Zusammenarbeit von Mensch und Technik von wesentlicher Bedeutung. Hierbei besteht jedoch noch Handlungsbedarf auf mehreren Ebenen. Aus kognitiv ergonomischer Sicht stellt beispielsweise die leistungsoptimale Informationsdarstellung auf mobilen Geräten nach wie vor eine Herausforderung dar. Display basierte Systeme führen derzeit zwar in der Regel zu einer besseren und schnelleren Aufgabenbewältigung als Head-Mounted-Displays (HMD) (WILLE U. ADOLPH 2014), sie sind jedoch für bestimmte Tätigkeiten, wie etwa freihändiges Arbeiten, nicht geeignet. Die industrielle Anwendung von HMDs wird wiederum bspw. durch geringe Akkulaufzeit und Rutschsicherheit oder ein eingeschränktes Sichtfeld limitiert, was die Durchführung der eigentlichen Tätigkeit behindern kann (ENGELIEN 2014; FASSE 2014). In diesem Kontext müssen ebenfalls Fragen des Gesundheits- und Arbeitsschutzes diskutiert werden, da das Gewicht des Gerätes durch langzeitiges Tragen eines HMD auf dem Kopf oder die Verwendung von monokularen Geräten langfristige gesundheitliche Beeinträchtigungen hervorrufen könnten (BUNDESANSTALT FÜR ARBEITSSCHUTZ UND ARBEITSMEDIZIN 2011).

Auch auf der rechtlichen und ethischen Ebene gibt es Aspekte, die beim Einsatz von Assistenzsystemen ebenfalls berücksichtigt bzw. kritisch betrachtet werden müssen, da intelligente Assistenzsysteme nicht nur eine Unterstützung der Selbstständigkeit und Partizipation der Menschen im Arbeitsprozess ermöglichen. Damit der Mitarbeiter die für ihn relevanten Informationen in verständlicher Form und erforderlichem Detaillierungsgrad erhält, müssen personalisierte Nutzer- und Kompetenzprofile angelegt und permanent aktualisiert werden. Da somit die persönlichen Lernfortschritte gespeichert werden, könnten einerseits die individuellen Kompetenzen und Fähigkeiten jedes Einzelnen transparent gemacht, andererseits der Einsatz von Assistenzsystemen auch zur Überwachung und Lokalisierung zu jeder Zeit an jedem Ort genutzt werden, was die Angst vor einem „gläsernen Mitarbeiter“ seitens der Beschäftigten und Arbeitnehmerinteressenvertretungen schürt (HIRSCH-KREINSEN 2014, S. 92). Daher sind digitale Verschlüsselungsmaßnahmen personenbezogener Daten für einen adäquaten Datenschutz unerlässlich (DIE BUNDESBEAUFTRAGTE FÜR DEN DATENSCHUTZ UND DIE INFORMATIONSFREIHEIT (HRSG.) 2015).

Neben technischer und rechtlicher Umsetzungsprobleme beeinflussen insbesondere Nutzer-Faktoren wie Alter, Mediennutzungsverhalten, Vorerfahrung und Persönlichkeit die Bereitschaft, mit Assistenz-Technologie umgehen zu können und zu wollen (ZIEFLE ET AL. 2005; ARNING U. ZIEFLE 2007). Akzeptanzprobleme in Bezug auf neuartige Technologien aufgrund bestehender innerer Blockaden der Mitarbeiter aber auch Hemmnisse seitens der Unternehmensführung (KNOP 2014; LUMMA 2014) sind häufig unterschätzte Herausforderungen (HACKER U. SKELL 1993, S. 59).

Für die *XERVON Instandhaltung GmbH*, einen technischen Dienstleister und Konsortialpartner des BMBF geförderten Verbundprojektes ELIAS (Engineering und Mainstreaming lernförderlicher industrieller Arbeitssysteme für die Industrie 4.0) sind die soeben aufgeführten Aspekte von wesentlicher Bedeutung, da die Beschäftigten bisher ihre Tätigkeiten mit keiner oder geringer digitaler Unterstützung ausführen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Strukturen innerhalb des Unternehmens mit seinen vielen verschiedenen Standorten sehr heterogen gewachsen sind, Prozesse und Tätigkeiten daher nicht standardisiert ausgeführt werden und die Anforderungen insbesondere an das mittlere Management in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen sind. Der Digitalisierungsgrad innerhalb des Unternehmens ist jedoch nach wie vor relativ gering, was den Einsatz von Assistenzsystemen wegen hoher Investitionskosten nicht in jedem Szenario wirtschaftlich sinnvoll macht. Zudem relevant für das Unternehmen ist, dass Assistenzsysteme auch eine Robustheit gegenüber Hitze, Staub und Schmutz aufweisen müssen. Derzeit sind jedoch geeignete einsatzfähige Geräte, die all diesen Anforderungen gerecht werden, noch nicht vorhanden (BMBF 2014).

Im Gegensatz dazu sind für Assistenzsysteme in der Produktion der *HELLA KGaA Hueck & Co.*, einem weiteren Konsortialpartner des Verbundprojektes ELIAS, andere Anforderungen und Spezifikationen von Bedeutung. Das Arbeitssystem des Automobilzulieferers ist durch einen hohen Automatisierungsgrad mit hoher Produktkomplexität gekennzeichnet. Assistenzsysteme, die die Beschäftigten durch eine echtzeitbasierte Auswertung der aktuellen Produktion und vor allem auch Hinweise zu möglichen Ansätzen bei der Fehlerbehebung von Mikrostörungen unterstützen könnten einen wesentlichen Beitrag zu einer effektiveren und effizienteren Produktion leisten. Jedoch wirkt sich die nicht durchgängige Datenerfassung in der Produktion hemmend auf den Einsatz solcher Produktionsassistenten- oder Fehlererkennungssystemen aus. Die Auswahl und Implementierung geeigneter Assistenzsysteme wird zudem dadurch erschwert, dass im Unternehmen Anlagen unterschiedlicher Hersteller eingesetzt werden, für die passende Schnittstellen fehlen oder vorhandene inkompatibel sind. Weiterhin wirkt sich die sukzessive steigende Systemkomplexität negativ auf das Systemverständnis der Beschäftigten aus. Aber auch rechtliche Aspekte bspw. in Bezug auf die Verwendung von Foto- und Videomaterial müssen berücksichtigt werden.

3 Einsatz von Assistenzsystemen anhand von Beispielen

3.1 Implementierung

Eine Personalentwicklung, die eine kontinuierliche Vermittlung fachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie sozialer Kompetenzen und Methoden gewährleistet (JUNG ERCEG 2005) und sich konsequent an den strategischen Zielen des Unternehmens orientiert (SAUTER U. SAUTER 2014) gewinnt angesichts des industriellen Wandels immer mehr an Bedeutung. Zentrales Werkzeug für die Bestimmung des status

quo sowie möglicher Entwicklungspotentiale sind Kompetenzmatrizen, die allerdings häufig im Unternehmensalltag nicht konsequent gepflegt werden. Mit einer Kompetenzmatrix kann der Qualifikationsbedarf ermittelt und die Kompetenzentwicklung geplant, gestaltet, kontrolliert sowie permanent optimiert werden (HEYSE ET AL. 2004).

So werden bspw. bei der HELLA KGaA Hueck & Co. für die technischen Fachkräfte Kompetenzmatrizen erstellt, die sich maßgeblich auf technischen Fähigkeiten beziehen. Hierfür wurde innerhalb des betrachteten Werkes zunächst die installierte Basis an Anlagen betrachtet und die Mitarbeiter mit ihren Fähigkeiten im Hinblick auf die notwendigen Fähigkeiten beurteilt. Die Kompetenzanalyse dient anschließend der Bestimmung der Entwicklungsziele für die jeweiligen Mitarbeiter. Bei der XERVON Instandhaltung GmbH werden tätigkeitsrelevante Kompetenzen auf der Basis des Kompetenzatlasses, der von Heyse und Erpenbeck entwickelt wurde (HEYSE ET AL. 2004), identifiziert und ein Sollprofil die Tätigkeiten festgelegt. In beiden Fällen wird dabei das Ziel verfolgt, individuelle Stärken und Schwächen der Mitarbeiter aber auch der Organisation zu erkennen, hochqualifiziertes Personal bedarfsgerecht zu entwickeln sowie die Selbstorganisationsfähigkeit und Partizipation der Mitarbeiter zu stärken. Dies ermöglicht einerseits eine bessere und schnellere Aufgabenbewältigung durch die Mitarbeiter, erleichtert aber andererseits auch eine effizientere Personaleinsatzplanung der Mitarbeiter.

3.2 Technischer Service

Im Rahmen des Forschungsprojektes ELIAS wurden verschiedene Demonstratoren entwickelt, anhand derer ausgewählte Lernmethoden und -technologien untersucht werden. Eine exemplarische Lernlösung, die als Demonstrator auf der Hannover Messe Industrie 2015 vorgestellt wurde, ist ein HMD für den mobilen Einsatz im technischen Service. Der Vorteil besteht darin, dass HMDs während der Ausführung verschiedenster Tätigkeiten nutzbar und benötigte Informationen jederzeit in Sichtweite sind, während beide Hände für die Ausführung der Arbeitsaufgabe frei bleiben. Somit können die Nutzer während des Arbeitsprozesses auch an unterschiedlichsten Einsatzorten weiterführende Informationen zu ihren Aufgaben erhalten (MÜHLBRADT ET AL. 2015). Über eine integrierte Kamera kann ein Experte mittels interaktiver echtzeitbasierter Kommunikation hinzugezogen werden und dem Servicetechniker optimierte Problemlösungsvorschläge geben. Dabei kann es sich um Experten eines zentralen Standorts oder weitere Servicetechniker handeln, die sich im Einsatz untereinander gegenseitig beraten können (GARTNER 2013; SCHUH U. FABRY 2014).

Dadurch ergeben sich große Potenziale für eine effizientere Gestaltung der Prozessabläufe und -organisation (METZGER ET AL. 2014). So können Teilprozesse parallelisiert werden, wie bspw. die Dokumentation von ausgeführten Leistungen, die gleichzeitig während der eigentlichen Ausführung der Tätigkeit erfolgen kann (MEHLER-BICHER ET AL. 2011). Des Weiteren wird die kontextsensitive bedarfsgerechte Informationsausgabe zu einer Verringerung der Recherchezeiten der Servicemitarbeiter führen. Dar-

über hinaus können Teilprozesse entfallen wie bspw. vor Ort Abnahmen zur Qualitätssicherung.

Im konkreten Fall der XERVON Instandhaltung GmbH kann ein HMD nur in Pilotversuchen getestet werden, da, wie in Kapitel 2.2 dieses Beitrags bereits beschrieben wurde, derzeit verfügbare HMD noch nicht über alle notwendigen technischen Anforderungen verfügen. Daher konzentrieren sich die Maßnahmen auf die technologiegestützte Aufarbeitung der vorhandenen Intranetinhalte und Prozesshandbücher sowie den Aufbau einer Best-Practice Community, innerhalb derer Erfahrungen virtuell sowie in regelmäßigen Präsenztreffen ausgetauscht werden können. Dabei wird das Ziel verfolgt, die Lösungsverhalten sowie die Problemlösekompetenz im Einsatz zu stärken.

3.3 Produktion

Ein weiterer Demonstrator des Verbundprojekts ELIAS, der bei der HMI 2015 vorgestellt wurde ist die digitale Arbeitsunterweisung zur visuellen Montageassistenz in der Produktion. Mittels kurzer ergonomisch optimierter Utility Filmsequenzen wird der Nutzer bei seinen Tätigkeiten angeleitet. Im Unterschied zu einem herkömmlichen Video mit linearem Handlungsverlauf verfügt der Demonstrator über eine Clipstruktur mit Verzweigungen, so dass der Nutzer die Möglichkeit hat, seinen Lerngewohnheiten angepasste unterschiedliche Arten der Assistenz zu erproben. Dadurch wird einerseits das selbständige Erlernen manueller Tätigkeiten gefördert, aber andererseits auch ein Verständnis für komplexe Tätigkeitsabläufe geschaffen. Geeignet ist dieses Szenario insbesondere für repetitive Tätigkeiten, aber auch zum Transfer von Wissen über Sprach- und Kulturgrenzen hinaus. Weltweit agierende Unternehmen können so beispielweise ein standortunabhängiges Anlernen von Montageprozessen erleichtern. Mit unternehmensweit abgestimmten und kontextangepassten Utility-Filmen könnten konkrete Anwendungsfälle trainiert oder komplexes Wissen, welches bisher informell durch Erfahrungen erworben wird, visualisiert werden. Es gilt noch zu klären, wie dieser exemplarische Demonstrator bei den produzierenden Projektpartnern getestet werden kann.

Ein Anwendungsgebiet von Assistenzsystemen für die HELLA KGaA Hueck & Co. ist sind sogenannte „Produktions-Assistenz-Systemen“, die die Mitarbeiter in der Interaktion mit der jeweiligen Anlage auf dem Shop-Floor unterstützen. So können situationsabhängig relevante Maschinenzustandsdaten visualisiert und adäquate Maßnahmen und Problemlösungen vorgeschlagen werden. In der Praxis könnte das so aussehen, dass ein Mitarbeiter an einer Maschine oder Anlage mit seinem jeweiligen Qualifikationsprofil erfasst wird und während der Anwendung kontextsensitive Lernunterstützung erhält. Neue Lösungsansätze bei der Ausführung der Tätigkeiten werden dabei im weiteren Verlauf im Assistenzsystem dokumentiert und die Lernunterstützung kann dementsprechend nach entsprechender Freigabe angepasst werden.

4 Fazit

Für die Gestaltung der Arbeit von morgen wird eine zentrale Aufgabe sein, die Notwendigkeiten und Möglichkeiten der Kompetenzentwicklung durch Lernen am und im Prozess der Arbeit von Anfang an zu berücksichtigen und geeignete technologiegestützte Lernlösungen zu realisieren. In diesem Beitrag wurde beispielhaft erläutert, wie sich der Einsatz von Assistenzsysteme zukünftig auf das Arbeiten und Lernen auswirken könnte und dass deren Potenziale zur Bewältigung der Aufgaben in einer digitalisierten Arbeitswelt sowohl im Bereich der Produktions- als auch Dienstleistungsprozessen liegen.

Hierfür müssen jedoch in vielen Unternehmen zunächst die derzeitige Personalentwicklung und Qualifizierungsmaßnahmen kritisch hinterfragt werden, um eine effektivere Gestaltung des Kompetenzmanagement zu erreichen. So sind häufig die vorhandenen Kompetenzfeststellungen unzureichend oder werden nur selten aktualisiert.

Anhand des Beispiels des technischen Service konnte gezeigt werden, dass zwar viele Unterstützungsszenarien möglich sind, aber nicht jede Art von Anwendung den gewünschten praktischen Nutzen hat. Das große Potenzial des Einsatzes von HMDs liegt darin, kontextbezogenen Informationen zur realen Umgebung einzublenden, externe Experten hinzuziehen zu können und ein freihändiges Arbeiten zu ermöglichen, aber aufgrund technischer Defizite und unausgereifter didaktischer Konzepte ist ein unternehmensweiter Einsatz derzeit noch nicht realisierbar.

Für produzierende Unternehmen stellt sich die Frage nach Assistenzsystemen aus einer anderen Perspektive. Hierbei gilt es häufig bereits vorhandene Daten zusammenzuführen, auszuwerten und den Mitarbeitern auf dem Shop-Floor als Entscheidungshilfe zu Verfügung zu stellen. Dabei gilt es eine Reihe von Hindernissen zu überwinden und insbesondere eine kontextsensitive Gestaltung erfordert auch Lösungen, die von Mitarbeitern und Unternehmensführung gemeinsam entwickelt und angenommen werden. Damit Assistenzsysteme allerdings auch zum Lernen beitragen sind noch eine Reihe weiterer Faktoren zu berücksichtigen. Denn nur wenn bspw. durch entsprechende Feedback Loops das Assistenzsystem von den Mitarbeitern selbst aktualisiert werden kann, kann einerseits die Akzeptanz aber auch andererseits die Effizienz solcher Lösungen sichergestellt werden.

Literaturverzeichnis

ARBEITSGRUPPE "FORSCHUNG UND INNOVATION" (HRSG.). (2015). Industrie 4.0. Whitepaper FuE-Themen. Zugriff über Website: <http://www.plattform-i40.de/blog/industrie-40-whitepaper-fue-themen-stand-7-april-2015>.

ARNING, K. u. ZIEFLE, M. (2007). Understanding age differences in PDA acceptance and performance.

Computers in Human Behavior. 23(6). S. 2904 - 2927.

BAINBRIDGE, L. (1983). Ironies of automation. *Automatica*. 19(6). S. 775-779.

BITKOM u. FRAUNHOFER IAO. (2014). *Industrie 4.0 Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland*. Berlin: Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.

BMBF. (2014). Bekanntmachung von Richtlinien zur Förderung von Digitalen Medien in der beruflichen Bildung. Zugriff über Website: <http://www.bmbf.de/foerderungen/24983.php>.

BMW. (2013). *Mensch-Technik-Interaktion - Leitfaden für Hersteller und Anwender*. Hrsg.: BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE. (3). Berlin.

BOTTHOF, A. (2015). Zukunft der Arbeit im Kontext von Autonomik und Industrie 4.0. In: *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Hrsg.: BOTTHOF, A. u. HARTMANN, E.A., Berlin: Springer Vieweg. S. 4-6.

BUNDESANSTALT FÜR ARBEITSSCHUTZ UND ARBEITSMEDIZIN. (2011). *Datenbrillen – Aktueller Stand von Forschung und Umsetzung sowie zukünftiger Entwicklungsrichtungen*. Workshop vom 20. Juni 2011 in Dortmund. Zugriff über Website: <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd63.pdf?blob=publicationFile&v=5> Stand: 30.11.2014.

BURDEA, G.C. u. COIFFET, P. (2003). *Virtual Reality Technology*. New York: Wiley-Interscience.

CAMMERT, M.; HEINZ, C.; KRAMER, J.; RIEMENSCHNEIDER, T.; SCHWARZKOPF, M.; SEEGER, B. u. ZEISS, A. (2006). Stream processing in production-to-business software. *Conference Proceedings: Data Engineering, 2006. ICDE'06. Proceedings of the 22nd International Conference on. IEEE*.

DAIS, S. (2014). Industrie 4.0 – Anstoß, Vision, Vorgehen. In: *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung – Technologien – Migration*. Hrsg.: BAUERNHANSL, T., TEN HOMPEL, M. u. VOGEL- HEUSER, B., Wiesbaden: Springer. S. 625-634.

DEUSE, J.; WEISNER, K.; HENGSTEBECK, A. u. BUSCH, F. (2015). Gestaltung von Produktionssystemen im Kontext von Industrie 4.0. In: *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Hrsg.: BOTTHOF, A. u. HARTMANN, E.A., Berlin: Springer Vieweg. S. 99-109.

DIE BUNDESBEAUFTRAGTE FÜR DEN DATENSCHUTZ UND DIE INFORMATIONSFREIHEIT (HRSG.). (2015). *Bundesdatenschutzgesetz. Text und Erläuterungen*. 17. Auflage, April 2015. Zugriff über Website.

ENGELIEN, M. (2014). Google Glass: Test der bekanntesten Datenbrille. Zugriff über Website: <http://www.computerbild.de/artikel/cb-Tests-Handy-Google-Glass-7329363.html> Stand: 10.06.2015.

FASSE, S. (2014). Datenbrillen: Erfolg durch Anwendungen in Unternehmen, *VDI Nachrichten*.

FREY, C.B. u. OSBORNE, M.A. (2013). The future of employment: how susceptible are jobs to

- computerisation? Zugriff über Website:
http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf Stand: 01.04.2015.
- GARTNER. (2013). Gartner Says Smartglasses Will Bring Innovation to Workplace Efficiency. Zugriff über Website: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2618415> Stand: 21.11.2014.
- GOECKY, D.; SCHMITT, M. u. LOSKYLL, M. (2014). Mensch-Maschine-Interaktion im Industrie 4.0-Zeitalter. In: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien und Migration. Hrsg.: BAUERNHANS, T., HOMPEL, M.T. u. VOGEL-HEUSER, B., Wiesbaden: Springer S. 525-542.
- GRASS, K. (2014). Hilfskraft + Datenbrille = Facharbeiter Zugriff über Website:
<http://www.spiegel.de/karriere/berufsleben/datenbrillen-bei-der-arbeit-ersatz-fuer-facharbeiter-a-993221.html> Stand: 10.06.2015.
- GRAUER, M.; KARADGI, S.; METZ, D. u. SCHÄFER, W. (2010). An Approach for Real-Time Control of Enterprise Processes in Manufacturing using a Rule-Based System. Artikel vorgestellt auf: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010 - Enterprise Resource Planning und Transformation von ERP-Systemen.
- HACKER, W. u. SKELL, W. (1993). Lernen in der Arbeit., Berlin, Bonn: W. Bertelsmann Verlag.
- HARTBRICH, I. (2014). Das Handbuch auf der Nase - Wenn teure Maschinen kaputt sind, sollen Datenbrillen beim Reparieren helfen. DIE ZEIT. Zugriff über Website: Das Handbuch auf der Nase - Wenn teure Maschinen kaputt sind, sollen Datenbrillen beim Reparieren helfen. Online unter: <http://www.zeit.de/2014/36/datenbrille-service-reparatur>. Stand: 10.04.2015.
- HEYSE, V.; ERPENBECK, J. u. MAX, H. (Hrsg.). (2004). Kompetenzen erkennen, bilanzieren und entwickeln. Münster: Waxmann Verlag.
- HIRSCH-KREINSEN, H. (2014). Welche Auswirkungen hat „Industrie 4.0“ auf die Arbeitswelt? WISO direkt. Analysen und Konzepte zur Wirtschafts- und Sozialpolitik, Dezember 2014. Zugriff über Website: <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/11081.pdf> Stand: 07.05.2015.
- JUNG ERCEG, P. (2005). Qualifikation für produktbegleitende Dienstleistungen. In: Management produktbegleitender Dienstleistungen. Hrsg.: LAY, G. u. NIPPA, M., 1. Aufl., Heidelberg: Physica-Verlag. S. 155-174.
- KÄRCHER, B. (2015). Alternative Wege in die Industrie 4.0 - Möglichkeiten und Grenzen. In: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Hrsg.: BOTTHOF, A. u. HARTMANN, E.A., Berlin: Springer Vieweg. S. 47-58.
- KNOP, C. (2014). Dem deutschen Mittelstand ist die Digitalisierung egal FAZ-online. Zugriff über Website: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/deutsche-betriebe-investieren-kaum-in-digitalen-ausbau-13146623.html>.
- LUMMA, N. (2014). Mittelstand, digitalisiere dich! Handelsblatt. Zugriff über Website: <http://www.handelsblatt.com/meinung/kolumnen/kurz-und-schmerzhaft/der-transformer-mittelstand-digitalisiere-dich/10707630.html>.

MEHLER-BICHER, A.; REIß, M. u. STEIGER, L. (2011). *Augmented Reality: Theorie und Praxis*. München: Oldenbourg Verlag.

METZGER, D.; NIEMÖLLER, C. u. THOMAS, O. (2014). The Impact of Augmented Reality on the Technical Customer Service Value Chain. *Conference Proceedings: 2. International Conference on Human-Computer Interaction*. Prague, Czech Republic.

MÜHLBRADT, T.; SENDEREK, R.; RODENHAUSER, T. u. SAUPP, L. (2015). *Lernlösungen für Arbeitssysteme zum Lernen für die Arbeit MTM-Schriften Industrial Engineering*. Ausgabe 2 in Druck.

PLATTFORM INDUSTRIE 4.0 (HRSG.). (2014). *Industrie 4.0. Whitepaper FuE-Themen*. Zugriff über Website: http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Whitepaper_Forschung%20Stand%203.%20April%202014_0.pdf.

SAUTER, W. u. SAUTER, S. (2014). *Workplace Learning. Integrierte Kompetenzentwicklung mit kooperativen und kollaborativen Lernsystemen*. Berlin Heidelberg: Springer Gabler.

SCHUH, G. u. FABRY, C. (2014). Digitalisierung von Dienstleistungen - Potenziale und Herausforderungen. In: *Dienstleistung in der digitalen Gesellschaft. Beiträge zur Dienstleistungstagung des BMBF im Wissenschaftsjahr 2014*. Hrsg.: BOES, A. (S. 50-59). Frankfurt: Campus Verlag.

SENDEREK, R.; MÜHLBRADT, T. u. BUSCHMEYER, A. (2015). Demografiesensibles Kompetenzmanagement für die Industrie 4.0 In: *Exploring demographics - Transdisziplinäre Perspektiven der Innovationsfähigkeit im demografischen Wandel*. Hrsg.: JESCHKE, S., RICHERT, A., HEES, F. u. JOOß, C., Wiesbaden: Springer VS. S. 281-295.

STICH, V.; GUDERGAN, G. u. SENDEREK, R. (2015). Arbeiten und Lernen in der digitalisierten Welt. In: *Digitalisierung industrieller Arbeit*. Hrsg.: HIRSCH-KREINSEN, H., ITTERMANN, P. u. (HRSG.), J.N., Baden- Baden: edition Sigma - Nomos Verlagsgesellschaft. S. 109 - 130.

VDI/VDE-GESELLSCHAFT MESS- UND AUTOMATISIERUNGSTECHNIK. (2013). *Cyber-Physical Systems: Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation*. Zugriff über Website: www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/news_bilder/Pressemitteilungen/Stellungnahme_Cyber-Physical_Systems.pdf Stand: 30.11.2014.

WILLE, M. u. ADOLPH, L. (2014). Persönliches Gespräch am 28.11.2014. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

ZIEFLE, M.; OEHME, O. u. LUCZAK, H. (2005). Visuelle Information und Leistung bei Head-Mounted Displays mit erweiterter Realität. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*. 59(3). S. 331-344.

Assistenz- und Wissensdienste für den Shopfloor

Carsten Ullrich¹, Matthias Aust², Roland Blach², Michael Dietrich¹, Christoph Igel¹,
Niklas Kreggenfeld³, Denise Kahl⁴, Christopher Prinz³ und Simon Schwantzer⁵

Abstract: Ein Effekt der Transformation zu Industrie 4.0 ist ein stetiger Anstieg der Komplexität sowohl in der Bedienung sowie Instandhaltung von Anlagen als auch in der Steuerung der Produktionsabläufe. Der gleichzeitig einhergehende sukzessive Rückgang von Produktionsmitarbeitern bei simultaner Zunahme der Komplexität der Arbeitsprozesse lässt den Informationsbedarf sowie die notwendige berufliche Expertise rasant und im großen Umfang wachsen. Gleichzeitig bieten diese Herausforderungen die Chance zu einer Neugestaltung der Arbeitsorganisation, in der die Handlungs- und Gestaltungsräume der Mitarbeiter erweitert werden. Das Verbundprojekt APPSist untersucht, wie diese Transformation technisch und organisatorisch unterstützt werden kann. In diesem Beitrag wird der technische Ansatz, eine Architektur für intelligent-adaptive Assistenz- und Wissensdienste vorgestellt. Es wird beschrieben, wie die Anforderungen an das APPSist-System durch Prozessaufnahmen erhoben wurden, welche Dienste realisiert wurden, wie diese kommunizieren, und wie intelligent-adaptive Funktionalität realisiert wurde. Die geplante Benutzungsschnittstelle stieß bei den Beschäftigten in einer ersten vorläufigen Evaluation auf positive Rückmeldung. Durch die Verwendung eines ereignisorientierten Anwendungsframework zur Diensterstellung und von Ontologien um ausgetauschte Daten zu beschreiben wird eine Übertragbarkeit der Projektergebnisse gewährleistet.

Keywords: Arbeitsplatzintegriertes Lernen, Assistenzsystem, Adaptivität, Lerndienste

1 Einführung

Die heutigen Anforderungen an produzierende Unternehmen lassen sich nicht mehr nur durch günstige Produktionsstandorte, höhere Prozessqualität oder technologischen Vorsprung erfüllen. Die Herausforderung der kundenindividuellen Produktion bis hin zur Losgröße 1 bei gleichzeitiger Absicherung der Produktivität auf höchstem fachlichem Niveau gehört mit zu den schwierigsten Aufgabenstellungen in der Produktionshalle (dem „Shopfloor“). Cyber-Physische Systeme (CPS) bieten ein erhebliches Potenzial, diesen Herausforderungen adäquat zu begegnen. Unter CPS werden in diesem Zusammenhang Systeme verstanden, die sowohl eingebettete Systeme, Produktions-, Logistik-, Engineering-, Koordinations- und Managementprozesse als auch Internetdienste umfassen. Diese greifen mittels Sensoren auf Daten der physikalischen Welt zu und wirken auf

¹ DFKI GmbH, Center for Learning Technology, Alt-Moabit 91c, 10559 Berlin

² Fraunhofer IAO, Virtual Environments, Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart

³ Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Produktionssysteme, 44801 Bochum

⁴ DFKI GmbH, Innovative Retail Laboratory, 66123 Saarbrücken

⁵ IMC AG, Innovation Labs, Scheer Tower Uni-Campus Nord, 66123 Saarbrücken

diese mittels Aktoren ein [aDAdT11, KWH13]. Damit wird die physikalische Welt mit der virtuellen Welt zu einem Internet der Dinge und Dienste verknüpft. Der Begriff „Industrie 4.0“ beschreibt im Wesentlichen die technische Integration von CPS in Produktion und Logistik sowie die damit verbundene Anwendung des Internets der Dinge auf industrielle Prozesse, sodass Cyber-Physische Produktionssysteme (CPPS) entstehen [KWH13].

Ungeachtet der fortschreitenden Automatisierung arbeiten in CPPS Mensch und Maschine eng verzahnt miteinander zusammen und bilden somit ein soziotechnisches System. Vor diesem Hintergrund dürfen technologische Innovationen nicht isoliert betrachtet werden, sondern es bedarf vielmehr einer integrierten Betrachtungsweise von technischen, organisationalen sowie personellen Aspekten im Sinne des Begriffsverständnisses von soziotechnischen Systemen nach [HK14].

Ein Effekt der Transformation zu CPPS ist ein stetiger Anstieg der Komplexität sowohl in der Bedienung sowie Instandhaltung von Anlagen als auch in der Steuerung der Produktionsabläufe. Der gleichzeitig einhergehende sukzessive Rückgang von Produktionsmitarbeitern bei simultaner Zunahme der Komplexität der Arbeitsprozesse lässt den Informationsbedarf sowie die notwendige berufliche Expertise rasant und im großen Umfang wachsen. Intelligent-adaptive Assistenz- und Wissensdienste bieten hier Abhilfe durch die Vermittlung von formellen und informellem Wissen und Know-how, angepasst auf Expertiseniveaus und fachliche Aufgaben der Mitarbeiter.

1.1 Das APPsist Projekt

Das Ziel des Verbundprojektes APPsist ist die Entwicklung einer neuen Generation mobiler, kontextsensitiver und intelligent-adaptiver Assistenzsysteme zur Wissens- und Handlungsunterstützung für die Smart Production. In APPsist werden KI-basierte Wissens- und Assistenzsysteme entwickelt, die die Mitarbeiter in der Interaktion mit der Maschine oder Anlage unterstützen, sowie Dienste zum Wissens- und Kompetenzerwerb, die ebenso KI-basiert die Weiterentwicklung des Mitarbeiters zum Ziel haben. Dieser Artikel gibt eine Übersicht über den aktuellen Projektstand von APPsist und erörtert, wie Transfer und Verbreitung technisch und organisatorisch vorbereitet und umgesetzt werden.

Zur Entwicklung der Wissens- und Assistenzdienste wurden technisches, personales sowie organisationales Wissen erfasst und so aufbereitet, dass eine gezielte Unterstützung des Mitarbeiters möglich wird (Abschnitt 3.2). Darauf aufsetzend erfolgt dann die Unterstützung des jeweiligen Bedieners, wobei das System als KI-basiertes, d.h. als intelligentes System aufgesetzt wird. Die dafür entwickelte Architektur und das verwendete Framework werden in Abschnitt 3.3 beschrieben, sowie die KI-Aspekte in 3.4. Angesichts der Zielgruppen von APPsist, bei denen hohe Medienkompetenz nicht zwangsläufig gegeben ist, ist eine visuell ansprechende und funktional einfach zu verstehende Benutzerschnittstelle sehr wichtig. Deren Entwicklung und erste vorläufige Eva-

luationsergebnisse werden in Abschnitt 3.5 vorgestellt. Abschnitte 4 und 5 erläutern wie der Transfer in andere Domänen sowie die Verstetigung sowohl technisch als auch organisatorisch realisiert wurden und weitergehend geplant sind.

2 Vergleich mit thematisch ähnlichen Projekten

Unterstützung am Arbeitsplatz wird in einer Vielzahl von Projekten und Arbeiten untersucht. Aufgrund der Zielsetzung des Workshops wird hier vor allem auf ähnliche Projekte verwiesen. So wurden bisher primär Web 2.0 Technologien für das Themenfeld Wissensvermittlung in verschiedenen Szenarios erprobt, z.B. zur Erstellung und zum Austausch von Inhalten in der Instandhaltung (BMBF Projekt DiLi) und zur Unterstützung von KFZ-MechanikerInnen bei Wartung und Reparatur (BMBF Projekt MOLEM). Das BMBF Projekt ELIAS entwickelt ein Planungstool, das erlaubt bereits bei der Entwicklung von Produktionsanlagen lernförderliche Maßnahmen zu berücksichtigen. Ebenfalls gibt es erste Untersuchungen zur Verknüpfung von automatischer Kontextfassung und sozialen Netzwerken für das betriebliche Wissensmanagement (BMBF Projekt AmbiWise) und für den Transfer von Erfahrungswissen (BMBF Projekt PLUTO). Die bisher weitgehendste Unterstützung des Lernens bieten Systeme, die sich mit Hilfe von Methoden der künstlichen Intelligenz flexibel an individuelle Lernende anpassen. Der Großteil der ITS-Systeme zielt jedoch auf Schul- und Universitätsausbildung, und APPsist betritt mit der Anwendung von ITS auf die Produktion Neuland, zusammen mit dem BMBF Projekt DigiLernPro, das auf die Erstellung semi-automatisch generierter Lernszenarien, die an Maschinen durchzuführende Handlungsabfolgen aufzeichnen, zielt.

3 Stand der Umsetzung

3.1 Beschreibung der Domäne

Die Forschung und Entwicklung in APPsist orientiert sich an den realen Anforderungen der produzierenden Industrie, repräsentiert durch drei Anwendungspartner, die ein Klein- und ein mittelständisches Unternehmen sowie ein Großunternehmen abdecken. Um die zu bearbeitenden Fragestellungen einzugrenzen wurden drei Pilotszenarien identifiziert, eines bei jedem der Unternehmen: Das Kleinunternehmen ist geprägt durch kundenspezifische Produktion und entwickelt komplexe Werkzeuge und Vorrichtungen für die Automobil- und Automobilzulieferindustrie. Das Pilotszenario fokussiert die Inbetriebnahme von Anlagen (hier eine Fräsmaschine). Das mittelständische Unternehmen ist ein Anlagenbauer für Schweiß- und Montageanlagen der Automobilindustrie und entwickelt kundenspezifische Produkte. Das Pilotszenario widmet sich der Fehlerinterpretation und -behebung in erstellten Anlagen. Das Großunternehmen stellt pneumatische und

elektrische Antriebe für die Fabrik-Prozessautomatisierung her, die sowohl in kundenspezifischen Produkten als auch in der eigenen Produktion Anwendung finden. Das Pilotszenario betrifft die Wartung und Instandhaltung, insbesondere die Störungs- und Fehlerbeseitigung (Wechsel eines Betriebsstoffs).

3.2 Vorgehensmodell zur Prozessaufnahme

Für die Assistenzgebung und Bereitstellung adäquater Wissensinhalte ist zunächst eine ausführliche Beschreibung der zu verrichtenden Tätigkeiten notwendig. Diese Tätigkeiten stellen durch bestimmte Auslöser (z.B. Fehlermeldung) hervorgerufene Prozesse dar. Entsprechend der Definition nach [BK12], nach der Prozesse eine „inhaltlich abgeschlossene, zeitliche und sachlogische Folge von Aktivitäten“ beschreiben, erfolgt eine Unterteilung der Prozesse in entsprechende Aktivitäten. Diese lassen sich wiederum weiter in eine Folge von Aktionen untergliedern. Auf der oberen Ebene werden die Prozesse im Projektkontext als Maßnahmen definiert. Diese maximal dreistufige Detaillierung gewährleistet zum einen die Übersichtlichkeit der Prozessstruktur, zum anderen ermöglicht sie aber auch, Mitarbeitern im Rahmen der Assistenzgebung Informationen in unterschiedlicher Granularität und somit Assistenz für unterschiedliche Kompetenzstufen bereitstellen zu können. Da die Prozessbeschreibungen die Methode, nach der eine Maßnahme ausgeführt wird, definieren und diese möglichst effizient sein muss, sind daran einige Anforderungen geknüpft, die für die Qualität der Assistenz essentiell sind: Die Prozesse müssen hinsichtlich Inhalt und Struktur klar verständlich sein, sie dürfen keinen Interpretationsspielraum lassen (Eindeutigkeit & Nachvollziehbarkeit); Die Prozesse müssen so gestaltet und definiert sein, dass sie immer zum gleichen Ziel führen (Reproduzierbarkeit); Die Prozesse müssen alle eventuell auftretenden Tätigkeiten umfassen (Vollständigkeit).

Zur Sicherstellung dieser Qualitätsanforderungen werden die Prozesse iterativ erfasst. Zunächst erfolgt eine Beschreibung der Prozesse, wie sie aktuell im Unternehmen durchgeführt werden (Ist-Prozesse) durch die Prozessdesigner, in Zusammenarbeit mit den Experten der entsprechenden Fertigungsbereiche (z.B. Shopfloormitarbeiter und Fertigungsleiter). Diese Prozesse stellen eine zwar praktikable, jedoch nicht optimierte und zwangsweise vollständige Vorgehensweise dar. Daher wird der in BPMN-Notation (vgl. Abschnitt 3.4) definierte Ist-Prozess in einem nächsten Schritt hinsichtlich Struktur und Inhalt optimiert (Soll-Prozesse), um den Qualitätsanforderungen zu genügen. Dazu werden erneut sowohl die Prozess-Designer als auch Experten der entsprechenden Fertigungsbereiche einbezogen, um eine bestmögliche Qualität der Prozesse sicherzustellen.

Für eine vollständige Prozessbeschreibung sind jedoch die Definition und Optimierung der Prozesse nicht ausreichend. Damit bei der Assistenzgebung Wissensinhalte in adäquater Weise bereitgestellt werden können, müssen diese in einem weiteren Schritt ebenfalls definiert und den einzelnen Prozessschritten zugeordnet werden. Diese ergänzenden Meta-Informationen unterteilen sich in einzusetzende Endgeräte darzustellende Medien-

inhalte, Daten aus IT-Systemen (z.B. Steuerung der Anlage, MES, ERP), die eine Maßnahme auslösen (z.B. Fehlermeldung) oder den Assistenzprozess beeinflussen (z.B. Daten eines Türsensors) und Interaktionen des Nutzers (z.B. Eingabe am Bedienpanel der Anlage). Diese Informationen werden jedem definierten Prozessschritt zugeordnet, sofern dieser eine Assistenz notwendig macht.

3.3 Architektur/Framework

Ob des divergenten Anforderungsprofils muss die APPSist-Plattform viele unterschiedliche Funktionen in einem kohärenten System vereinen. Um dies zu ermöglichen wurde der Plattform eine dienstbasierte Architektur zugrunde gelegt: Die Funktionalitäten werden von weitgehend unabhängigen, dedizierten Diensten umgesetzt, welche zu einem Gesamtsystem komponiert werden. Dabei gelten die Prinzipien einer Microservice-Architektur [Ne15]: Die Dienste sind feingranular, austauschbar und abgeschlossen, so dass sie unabhängig voneinander entwickelt und gewartet werden können. Sie stellen ihre Funktionalitäten über leichtgewichtige APIs zur Verfügung. Um den individuellen Anforderungen des jeweiligen Einsatzortes gerecht zu werden, kann die eingesetzte APPSist-Plattform aus unterschiedliche Instanzen der Dienste zusammengesetzt werden.

Zu den zentralen Diensten der APPSist-Plattform gehören der Maschinen-Informationendienst, der die Schnittstelle zwischen der Plattform und den Maschinen auf dem Shopfloor aufbaut, der Maßnahmendienst, der Nutzern basierend auf Maschinen- und Nutzerkontexten durchzuführende Maßnahmen vorschlägt, der Inhalte-Interaktionsdienst, der die Funktionalitäten der verschiedenen Dienste über verschiedene Endgeräte zugänglich macht, der Performance-Support-Dienst, welcher die Nutzer durch den Assistenzprozess führt, die Prozess-Koordinationsinstanz, welche Assistenzprozesse ausführt und verwaltet und der Inhalte-Selektor, welcher die relevanten Lern- und Assistenz-Inhalte auswählt.

Die Dienste agieren ereignisbasiert und asynchron: Auslöser für die Verarbeitung und Bereitstellung von Informationen sind Ereignisse, welche entweder von Nutzern (z.B. Benutzereingaben), dem Kontext (z.B. Änderungen des Maschinenstatus) oder den Diensten selbst (z.B. basierend auf eingetragenen Regeln) kommen. Ereignisse werden systemweit propagiert und können von den Diensten unabhängig voneinander verarbeitet werden. Realisiert und verbunden werden die Dienste über das Vert.x-Framework. Jeder Dienst wird im System von einem Vert.x-Modul repräsentiert. Die Module kommunizieren untereinander über zwei Kanäle: Eine Request-Response-Kommunikation wird über das HTTP-Protokoll realisiert, während der vom Framework bereitgestellte Event-Bus einen Publish-Subscribe-Mechanismus zur Verfügung stellt. Letztere bietet u.a. den für die Ereignis-Verteilung notwendigen Push-Mechanismus für Informationen innerhalb der APPSist-Plattform. Komponiert werden die Dienste über das sog. Service-Gateway. Dieser Dienst erfüllt zwei Funktionen: Zum einen verwaltet er die Konfiguration einer APPSist-Installation und instanziiert die dort aufgeführten Dienste, zum anderen stellt er

einen Proxy zu den HTTP-Schnittstellen der einzelnen Dienste bereit, so dass ein einheitlicher Zugriff auf diese ermöglicht wird.

3.4 Wissensrepräsentation / Intelligente Dienste

In APPSist wurde die Domäne „Produktion“ modelliert, d.h. die auftretenden Konzepte und deren Zusammenhänge wurden in einer formalen Beschreibungssprache (OWL) beschrieben und in einer semantischen Datenbank abgelegt (einem Tripplestore). Die Repräsentation dient als eindeutiges und festgelegtes Vokabular der Kommunikation der Dienste und als Grundlage für die intelligenten Entscheidungsprozesse der adaptiven Dienste. So kann beispielsweise der Maßnahmendienst über generische Anfragen an die semantische Datenbank (über SPARQL) die für den aktuellen Kontext relevanten Maßnahmen bestimmen. SPARQL erlaubt dabei einen relativ einfach zu verwendende aber gleichzeitig mächtige Abfragesprache, die auf einem Standard beruht und somit wiederwendbar ist. Offen ist noch, ob alle Funktionalitäten der intelligenten Dienste über OWL und SPARQL abgedeckt werden können. Die Formalisierung der Domäne in OWL erlaubt auch, dass neue Konzepte oder Verfeinerungen leicht hinzugefügt werden können, ohne dass die Abfragen geändert werden müssen.

Die Prozessbeschreibungen werden in BPMN (Business Process Model and Notation) modelliert, welches sowohl die graphische als auch die semantischen Repräsentation erfasst und die Ausführung von Prozessen (in der Prozess-Koordinationsinstanz) erlaubt, da die Semantik für Prozess-Elemente eindeutig spezifiziert ist. In APPSist hat sich herausgestellt, dass bereits eine kleine Teilmenge der umfangreichen Spezifikation ausreicht, um die Tätigkeiten zu erfassen. Zur funktionalen Einbindung der Prozessmodelle in APPSist ist es allerdings erforderlich die in Abschnitt 3.2 beschriebenen Informationen in den Prozesselementen hinzuzufügen (Endgeräte, Medieninhalte, Daten, Interaktionen). Dies wurde als BPMN-konforme Erweiterung innerhalb der Prozessdefinition realisiert.

3.5 Benutzungsschnittstellen

Mit dem Ziel einer möglichst konsistenten Gestaltung der entwickelten Benutzungsschnittstellen wird projektbegleitend ein Styleguide als lebendes Dokument mitgeführt und stetig aktualisiert. In diesem Dokument wurde in einer sehr frühen Phase des Projekts damit begonnen, anhand der Pilotszenarien und erster GUI-Skizzen, die abzusehenden grundlegenden Aufgabenschritte zu sammeln um so zu einer möglichst vollständigen Sammlung von zu gestaltenden Elementen zu kommen. Die erste Projektphase fokussiert sich hierbei auf die Betrachtung von Tablets als Endgeräte, da diese eine umfangreiche Informationsdarstellung bei hinreichender Mobilität des Benutzers ermöglichen.

Die Entwicklung des Designs der Benutzungsschnittstelle erfolgt in mehreren Schritten.

Zunächst wurden die verschiedenen Seiten der Applikation skizzenhaft dargestellt, und eine erste Evaluation des Designs mit einer kleinen Gruppe von potentiellen Nutzern durchgeführt. Insgesamt wurde das Design als sehr verständlich und übersichtlich eingestuft. Lediglich die Funktionen einzelner kleinerer Elemente (z.B. Icons) waren nicht direkt ersichtlich. Die Skizzen wurden dahingehend überarbeitet und in einem zweiten Schritt in farbige visuelle Designs umgesetzt. Auf Grundlage dieser visuellen Designs erfolgt im Anschluss die Implementierung der Benutzungsschnittstelle. Weitere Evaluationen in Form von Usability-Tests werden parallel zur Entwicklung folgen.

Die Benutzungsschnittstelle wird über den Inhalte-Interaktionsdienst (IID) realisiert, der sich in eine Client-Server-Struktur aufteilt, um dynamisch die auf HTML5 basierende GUI anzuzeigen. Dazu stellt der IID neben HTML-Templates Inhaltspakete zur Verfügung, die situationsabhängig von verschiedenen anderen Diensten geliefert werden und in die entsprechenden Templates eingefügt werden. Diese Herangehensweise erlaubt im späteren Projektverlauf die Integration weiterer Klassen von Endgeräten wie Smartphones, -watches und -glasses. Hierbei wird auch die Kombination verschiedener Endgeräte betrachtet. Zusätzlich zu dieser eher „klassischen“ GUI wird die Benutzungsschnittstelle auch Augmented Reality Elemente enthalten. So wird das Kamerabild des Tablets mit Zusatzinformationen in Form von Symbolen, Bildern oder 3D-Modellen überlagert.

4 Übertragbarkeit

Zur Sicherstellung der Übertragbarkeit der Ergebnisse wird im Projektkontext von APPSist nicht nur die (technische) Entwicklung des Assistenzsystems betrachtet. Ähnlich wie bei der Einführung anderer IT-Systeme (z.B. MES, ERP) bedarf es für das APPSist-System ebenfalls eines Vorgehensmodells zur Systemeinführung. Hier müssen Aspekte wie die bereits vorhandene IT-Landschaft, technische Restriktionen und Systemkompatibilitäten berücksichtigt werden. Aufgrund der großen Heterogenität dieser Aspekte in der Industrie hat ein derartiger Einführungsprozess stets Projektcharakter und kann keinesfalls standardisiert ablaufen. Vielmehr ist eine unternehmens- und ggf. sogar bereichsspezifische Integration des Systems in die vorhandenen technischen Strukturen notwendig, um eine maximale Effizienz des Systems sicherzustellen. Da für die Leistungsfähigkeit des Systems jedoch nicht nur technische, sondern auch organisatorische Aspekte (z.B. vorhandene Mitarbeiterprofile) unabdingbar sind, muss das Vorgehensmodell neben der technischen Einführung auch die Integration in die organisatorischen Strukturen des Unternehmens berücksichtigen. Hier bedarf es beispielsweise der Festlegung von Betriebsvereinbarungen sowie der Betrachtung von Mitbestimmungsrechten und weiteren rechtlichen Aspekten. Darüber hinaus werden in APPSist innovative Geschäftsmodelle entwickelt, die beispielsweise unterschiedliche Ertragsmechanismen, Schlüsselpartner, Schlüsselressourcen und Nutzenversprechen beinhalten. Somit soll eine maximale Verwertbarkeit des Systems in einer großen Bandbreite möglicher Einsatzszenarios gewährleistet werden. Aus technischer Sicht trägt die Verwendung eines

ereignisorientiertes Anwendungsframework zur Diensterstellung und von Ontologien um ausgetauschte Daten zu beschreiben und zur Modellierung des Adaptionwissens, zur Übertragbarkeit in andere Domänen wesentlich bei.

5 Verstetigung

Neben der Übertragbarkeit nimmt die Integration in vorhandene technische und organisatorische Systeme auch für die Verstetigung der Projektergebnisse eine wichtige Rolle ein. Hierzu sind jedoch vor allem Aspekte der Usability des Systems entscheidend. Dies beinhaltet die Notwendigkeit zur Detaillierung und Erweiterung von Vorgehensmodellen und Schnittstellen zur Systemintegration, um einen Schritt in Richtung eines „Plug&Play“-Ansatzes zu machen. Des Weiteren bedarf die Prozessaufnahme leistungsfähiger und intuitiv zu bedienender Tools (Autorentools), die das komplexe und iterative Vorgehen (vgl. Abschnitt 3.2) in einer Anwendung bündeln, die direkt am Shopfloor mit geringem Aufwand genutzt werden kann. Dies erfordert wiederum die Entwicklung eines Bausteinsystems, in dem einzelne (wiederverwendbare) Prozessbausteine aus einer Bibliothek genutzt werden, um den Erstellungsaufwand von Assistenzprozessen zu minimieren. Medieninhalte müssen effizient erstellt, editiert und an der richtigen Stelle im Prozess eingefügt werden können. Nur wenn eine umfassende Usability des Systems gewährleistet ist, kann dessen nachhaltiger Einsatz im industriellen Kontext sichergestellt werden.

6 Fazit

Dieser Artikel gab einen Überblick über den aktuellen Stand des Projekt APPsist. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Weg über Pilotszenarios zur in sich geschlossenen Eingrenzung des Themengebiets sehr hilfreich war um die sich eröffnenden Fragestellungen einzugrenzen. Es ist allerdings notwendig die Betrachtung im Projektverlauf auf höherwertige Tätigkeiten zur erweitern. Das nun ausgearbeitete Vorgehensmodell wird voraussichtlich die Erfassung neuer Szenarios erleichtern. Heutige Technologien bieten bereits eine gute Basis, um flexibel konfigurierbare Systeme zu realisieren. Dienstbasierte Frameworks erlauben das getrennte Entwickeln von und das Zusammensetzen eines Gesamtsystems aus verschiedenen Diensten. Standards des Semantic Web ermöglichen sowohl eine eindeutige Kommunikation zwischen den Diensten als auch die Realisierung intelligenter Dienste. Der weitere Projektverlauf wird zeigen, inwieweit die Übertragbarkeit tatsächlich gegeben ist. Die Erwartung ist, dass geringfügige Anpassungen notwendig sein werden, der Gesamtentwurf aber Bestand haben wird.

Danksagung

Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Projekts „APPSist Intelligente Wissensdienste für die Smart Production“, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie unter dem Kennzeichen 01MA13004C gefördert und vom DLR-Projektträger betreut wird.

Literaturverzeichnis

- [aDAdT11] acatech Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Hrsg. Cyber-Physical Systems: Innovationsmotoren für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion, Jgg. 11 in acatech bezieht Position. Springer-Verlag, Berlin, 2011.
- [BK12] Becker, Jörg; Kahn, Dieter: Der Prozess im Fokus. In (Becker, Jörg; Kugeler, Martin; Rosemann, Michael, Hrsg.): Prozessmanagement, S. 3–16. Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- [HK14] Hirsch-Kreinsen, Hartmut: Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. Soziologisches Arbeitspapier 38, Technische Universität Dortmund, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Dortmund, Januar 2014.
- [KWH13] Kagermann, Henning; Wahlster, Wolfgang; Helbig, Johannes, Hrsg. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. acatech Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Berlin, 2013.
- [Ne15] Newman, S.: Building Microservices. O'Reilly Media, Incorporated, 2015.

Entwicklung von Assistenzsystemen für manuelle Industrieprozesse

Andreas Bächler¹, Liane Bächler², Sven Autenrieth¹, Peter Kurtz³, Thomas Heidenreich²,
Thomas Hörz¹ und Georg Krüll¹

Abstract: In der nachfolgenden Arbeit werden zwei neuentwickelte Assistenzsysteme für manuelle Industrieprozesse vorgestellt. In einem nutzerzentrierten und partizipativ angelegten Entwicklungsprozess werden die Anforderungen von leistungsgeminderten und leistungsgewandelten Menschen mit denen der Industrieunternehmen bzw. der Technik verbunden. In diesem mehrstufigen und interdisziplinären Prozess werden die Assistenzsysteme konzipiert, entwickelt, prototypisch umgesetzt und anschließend mit den zukünftigen Nutzern in praktischen Studien evaluiert. Zudem werden pädagogisch-psychologische Aspekte für die Nutzung prozedural-interaktiver Assistenzsysteme betrachtet. Die Ziele für den Einsatz solcher Systeme sind die Verminderung der Komplexität und des Aufwands für das Einlernen von Mitarbeitern, der Erhalt und die Steigerung der Arbeitsfähigkeit, Motivation und Gesundheit sowie die Reduzierung von Produktionsfehlern und –zeiten. Auch die Inklusion und (Wieder-) Eingliederung von leistungsgewandelten und leistungsgeminderten Menschen ins Arbeitsleben sind dabei von Bedeutung und finden Berücksichtigung.

Keywords: Assistenzsysteme, leistungsgeminderte Mitarbeiter, demografischer Wandel, Augmented Reality, manuelle Montage, manuelle Kommissionierung.

1 Motivation

Die Globalisierung und der demografische Wandel in Europa führen zu Veränderungen innerhalb der industriellen Produktion und der dazugehörigen Logistik in Deutschland.

Zusätzlich entwickelt sich die Produktion immer mehr von der Massenfertigung mit langen Produktlebensdauern hin zu einer Fertigung von Einzel- und Kleinserien mit kundenindividuellen Produkten und kurzen Lebenszeiten. Die kleinen Losgrößen führen wiederum zu einer stark steigenden Variantenvielfalt.

Diese Veränderungen und die steigende Komplexität der Produktionsprozesse erfordern eine hohe Flexibilität mit kurzen Montage-, Kommissionier-, Rüst- und Einlernzeiten,

¹ Hochschule Esslingen, Fakultät Maschinenbau, Kanalstrasse 33, 73728 Esslingen
(andreas.baechler@hs-esslingen.de, sven.autenrieth@hs-esslingen.de, georg.kruell@hs-esslingen.de,
thomas.hoerz@hs-esslingen.de)

² Hochschule Esslingen, Fakultät Soziale Arbeit, Gesundheit und Pflege, Flandernstraße 101, 73732 Esslingen
(liane.baechler@hs-esslingen.de, thomas.heidenreich@hs-esslingen.de)

³ Technische Universität Ilmenau, Fakultät Maschinenbau, Max-Planck-Ring 12, 98693 Ilmenau
(peter.kurtz@tu-ilmenau.de)

aber auch eine hohe Qualitätssicherheit und niedrige Herstellkosten, um auf dem globalen Markt wettbewerbsfähig bleiben zu können.

Aufgrund dieser Herausforderungen und der Tatsache, dass die Anzahl der repetitiven Tätigkeiten abnimmt, können automatisierte Lösungen oftmals nicht mehr wirtschaftlich sinnvoll eingesetzt werden. Des Weiteren sind automatisierte Prozesse nach wie vor meist sehr unflexibel und ihre Anwendung mit hohen Betriebs- und Investitionskosten verbunden und deren Wartung bzw. Bedienung erfordert einen hohen Qualifizierungsgrad.

Der Mensch hingegen bietet mit seinen kognitiven Fähigkeiten, seiner komplexen Wahrnehmung und seinem Greif- und Tastvermögen geeignete Voraussetzungen, um flexibel, schnell und kostengünstig auf sich verändernde Markt- und Produktionsbedingungen zu reagieren.

Häufig auftretende Änderungen der manuellen Arbeitsabläufe führen zu einem interessanten und abwechslungsreichen Arbeitsplatz, zum anderen steigen dadurch aber auch die Anforderungen bezüglich Konzentration, Ausdauer und Fehleranfälligkeit, je länger die Mitarbeiter mit den Tätigkeiten befasst sind [RZ14].

Die kurzen Produktintervalle und die hohe Varianz der Produkte erfordern zur Sicherstellung einer gleichbleibenden hohen Qualität bei manuellen Montage- und Kommissioniertätigkeiten eine ebenfalls hohe Qualifikation der Mitarbeiter.

Neben den genannten industrieseitigen Entwicklungen zeigen aktuelle Zahlen, dass sich der Altersdurchschnitt der Erwerbstätigen, und damit der Anteil der Arbeitnehmer, die einem Leistungswandel unterliegen, in Deutschland stark erhöht. Das Statistische Bundesamt prognostiziert einen Rückgang des Bevölkerungsstandes in Deutschland von 2000 bis 2050 um 9 %. Dabei sinkt der Anteil der für die Produktion wichtigen Gruppe der 20- bis 60-jährigen von 45,5 auf 35,4 Mio.. Die Anzahl der über 60-jährigen steigt hingegen von 19,4 auf 27,5 Mio. Menschen an [SB09]. Diese demografische Veränderung mit einer stetig alternden Gesellschaft und den damit zusammenhängenden Leistungsveränderungen der Mitarbeiter stellen eine zusätzliche Herausforderung für industrielle Betriebe dar. Ergebnisse einer Studie mit 130 Industrieunternehmen zeigen, dass der Anteil an leistungsgewandelten Mitarbeitern in deutschen Unternehmen bereits heute einen markanten Wert von bis zu 20 % der Gesamtbelegschaft einnimmt [HKK13]. Unter leistungsgewandelten Mitarbeitern sind ehemals vollleistende Beschäftigte mit Einsatzeinschränkungen zu verstehen, welche für einen gewissen Zeitraum oder dauerhaft nicht mehr in der Lage sind, ihre bisherigen Arbeitstätigkeiten mit den entsprechenden Anforderungen und Belastungen auszuführen. Hierbei geht es besonders um Mitarbeiter mit erworbenen Behinderungen als Folge einer Krankheit, eines Unfalls oder von Alterserscheinungen. An einem angepassten Arbeitsplatz können diese Mitarbeiter jedoch ihre volle Leistung erbringen [Ad04], [Ja01].

Zusätzlich wird laut der „Engpassanalyse 2013“ des Bundesministeriums für Wirtschaft

und Technologie ein Fachkräftemangel in den industriellen Berufsfeldern festgestellt. Der Mangel an Nachwuchs- und Fachkräften hat zur Folge, dass Unternehmen immer häufiger nicht in der Lage sind in ihren Tätigkeitsfeldern den Wunschkandidaten zu finden. Deshalb ist es zukünftig nicht nur aus sozialen, sondern auch aus wirtschaftlichen Aspekten wichtig, Mitarbeiter mit fortgeschrittenem Alter (ab 50 Jahren) und leistungsgeminderte Mitarbeiter aus Werkstätten für Behinderte Menschen (WfBM) zu beschäftigen [BAS14]. Im vorliegenden Artikel werden Personen mit Beeinträchtigung der funktionalen Gesundheit als „leistungsgeminderte Mitarbeiter“ bezeichnet. Dieser Begriff bezieht sich auf eine Einschränkung der Leistungsfähigkeit, womit das maximale Leistungsniveau einer Person bzgl. einer Aufgabe oder Handlung unter Test-, Standard oder hypothetischen Bedingungen gemeint ist [Sc07]. Die steigenden Anforderungen an WfBM führen dazu, dass für diese Personengruppe neue Wege der Beschäftigung und dadurch auch der Unterstützung gefunden werden müssen. Auch von Seiten der Industrie steigen die Bemühungen für eine inklusive Gestaltung des Arbeitsmarktes, so wie dies gesetzlich in der UN-Behindertenrechtskonvention (Art. 27) für Menschen mit Beeinträchtigung vorgesehen ist [BAS11].

2 Stand der Forschung

Um in Zukunft manuelle Tätigkeiten im Bereich der Kommissionierung und Montage zuverlässig und wettbewerbsfähig durchführen zu können, sind Innovationen und Veränderungen zur Unterstützung der Arbeitstätigkeiten erforderlich. Besonders im Bereich der technischen Unterstützung durch Assistenzsysteme für leistungsgeminderte und leistungsgewandelte, aber auch für Menschen ohne Beeinträchtigung wird viel geforscht und entwickelt. Im Gebiet der Assistenztechnologien für leistungsgeminderte Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen wird viel durch Sauer et. al. [SPH10] geforscht. Aber auch für normal leistungsfähige Menschen wird durch Schwerdtfeger et al. [SRG11] nach Unterstützungssystemen gesucht. Als Teil der Mixed Reality (Systeme, die die reelle Welt mit einer virtuellen Realität vermischen) ist die erweiterte Realität (Augmented Reality) eine wachsende Technologie, die ihren Einsatz und ihre Anwendung nicht nur im medizinischen Kontext während Operationen oder als Trainingswerkzeug findet [Az97]. Augmented Reality wird auch im Bereich der manuellen Kommissionierung zur Unterstützung des Kommissionierers mit den erforderlichen Informationen mittels eines head-mounted displays eingesetzt [SRG11]. Verschiedene Forschungsaktivitäten von Günthner und Rammelmeier [GR12] zeigen ebenfalls den Einfluss von Augmented Reality mittels einer Datenbrille zur Fehlererkennung und -reduzierung.

3 Umsetzung

Um manuelle Kommissionier- und Montagetätigkeiten auch zukünftig verlässlich mit Menschen durchführen zu können, müssen neue Unterstützungsmöglichkeiten entwickelt

werden.

In diesem Zusammenhang stellen assistierende Systeme einen erfolgs- und zukunfts-trächtigen Ansatz zur Anleitung, Unterstützung und Kontrolle von manuellen Industrieprozessen dar.

Im Folgenden werden Forschungstätigkeiten zur technischen Unterstützung mit Assistenzsystemen von Montage- und Kommissionierprozessen mit leistungsgeminderten und -gewandelten Mitarbeitern, aber auch mit Mitarbeitern ohne Einschränkungen vorgestellt. Damit soll den geschilderten Entwicklungen, deren Folgen sowie den neuen Anforderungen erfolgreich begegnet werden. Es wird ein Assistenzsystem für Montage- und eines für Kommissionierprozesse entwickelt. Das Montageassistenzsystem ist dabei folgendermaßen aufgebaut (siehe Abbildung 1 und Abbildung 2):



Abbildung 1: Einzelarbeitsplatz mit Assistenzsystem zur Montage von Schraubzwingen

Nach der personalisierten Anmeldung durch einen Werker wird der Montagemodus gestartet. Dort werden den Anwendern individuelle Anleitungen geboten. Hierdurch können Mitarbeiter mit unterschiedlichen Leistungsniveaus, bisher noch nicht bekannte Montagetätigkeiten ausführen. Eine Variabilität der Anleitungsstufen wird durch eine adaptive Führung gewährleistet, was in diesem Zusammenhang eine automatische Anpassung der Anleitung an die Bedürfnisse des jeweiligen Nutzers bedeutet. Als Einstufung für die jeweilige Anleitungsstufe werden die hinterlegten personenbezogenen Daten, die bisher im Prozess verursachten Fehler und die bisher benötigte Zeit für den Montageprozess herangezogen. Ein über dem Montagearbeitsplatz angebrachter Projektor projiziert die notwendigen Entnahme-, Prozess- und Verbauintformationen in-situ, d.h. direkt in den Arbeitsbereich. In einem ersten Schritt wird der Greifbehälter, aus welchem eines oder mehrere Bauteile zu entnehmen sind, mit einem grün hinterlegten und blinkenden Lichtbalken sowie der Entnahmestückzahl angeleuchtet. Nach der Entnahme des korrekten Bauteils wird die Verbauposition durch die grafische Abbildung des Bauteils auf der Montagevorrichtung dargestellt. Nach korrekter Positionierung und Montage des Bauteils beginnt das System mit der Entnahmeanweisung des nachfolgenden Bauteils. Schritt für Schritt erhalten die Mitarbeiter genaue Anweisungen welches Bauteil Sie entnehmen und wie bzw. wo sie dieses positionieren müssen. Das System erkennt, mithilfe eines RGB- und Infrarot-Tiefensensors Fehler und gibt nur bei korrekt ausgeführter Tätigkeit weitere Anweisungsschritte.

Das Montageassistenzsystem kommt dabei in zwei verschiedenen Szenarien zum Einsatz. In einem ersten Anwendungsfall wird das Assistenzsystem in einen Montageprozess für Schraubzwingen an einem Einzelarbeitsplatz (siehe Abbildung 1) implementiert und als zweite Anwendung an einer Montagezelle mit drei verketteten Arbeitsplätzen zur Montage von PKW-Anlassern (siehe Abbildung 2).

Der Aufbau und die Funktionsweise des Assistenzsystems für Kommissionierprozesse sehen dabei folgendermaßen aus:

In einem Durchlaufregallager werden verschiedene Artikel in Behältern bereitgestellt. Quer dazu ist ein höhenverstellbarer Kommissionierwagen, an eine über Linearschienen verschiebbare Assistenzeinheit mit zwei Projektoren, zwei Infrarotkameras, einer höhenverstellbaren Waage und einem Touchscreen Monitor, angekoppelt. An dem Monitor wird ein Kommissionierauftrag ausgewählt und mit der Zusammenstellung des Auftrages begonnen. Auch in der Kommissionierung wird eine Variabilität der Anleitungsstufen durch adaptive und an die Nutzerbedürfnisse angepasste Anleitungen, geboten. Zur Einstufung für die jeweilige Anleitungsstufe dienen ebenfalls die personenbezogenen Daten, die bisher in Kommissionierprozessen verursachten Fehler und benötigten Zeiten.

Mit dem entwickelten Prototypen können entweder einzelne Artikel oder ganze Behälter kommissioniert werden.

Die Entnahme der Behälter oder Einzelteile wird über einen Projektor mit Lichtsignalen angeleitet. Mit Hilfe dieser Augmented-Reality Anzeigen werden für den Prozess erforderliche und unterstützende Informationen in



Abbildung 2: Assistenzsysteme in einer Montagezelle



Abbildung 3: Assistenzsystem für Kommissionierprozesse

Bildern und/ oder Videos als Anleitung direkt in den Arbeitsbereich projiziert. Die Entnahmeposition und -menge sowie weitere unterstützende Informationen werden auf regalseitig befestigte Projektionswinkel abgebildet. Über eine Infrarotkamera sowie eine Waage werden nach der Entnahme die korrekte Entnahmeposition und -menge kontrolliert. Die nachfolgende Ablegeposition in einem Behälter auf der Waage oder im Kommissionierwagen wird ebenfalls über projizierte Informationen abgebildet. Nach erfolgreicher Kommissionierung einer Auftragsposition werden auf dem Monitor Informationen für das Verschieben des Kommissionierwagens bis zum nachfolgenden Entnahmeort angezeigt und der Verschiebeprozess angeleitet.

4 Entwicklungsprozess

Die partizipative Entwicklung der Assistenzsysteme erfolgte dabei in vier Stufen nach dem nutzerzentrierten bzw. -gerechten Entwicklungsprozess, in welchem die Fähigkeiten und Bedürfnisse der zukünftigen Bediener im Mittelpunkt stehen. In einem ersten Schritt wurden dabei die Interaktionspartner Mensch und Maschine untersucht. Danach erfolgt mit den vorliegenden Ergebnissen die Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Inbetriebnahme der Hardware. Parallel dazu werden die Kommissionieranleitungen und das Bediensystem entwickelt, evaluiert und ausgewählt. Parallel dazu erfolgt in einem dritten Schritt die Entwicklung, Evaluierung und Auswahl der Anleitungen inklusive der Piktogramme, Symbole und des Bediensystems. In einem letzten Schritt erfolgt nach der Implementierung der Software die iterative Evaluation der gesamten Assistenzsysteme zuerst in einer Vorstudie mit normal leistungsfähigen und anschließend in einer Feldstudie mit leistungsgeminderten Mitarbeitern.

Die zu Beginn durchgeführte Nutzeranalyse erfolgt durch eine Evaluierung und Analyse der Nutzerbedürfnisse und -anforderungen in Form einer Fragebogenerhebung in einer Werkstatt für behinderte Menschen. Die Fragebögen wurden von pädagogischen Fachkräften der Werkstätte für eine Anzahl von über 70 ihrer leistungsgeminderten Mitarbeiter ausgefüllt. Mit dieser Erhebung wurden Informationen über die Eigenschaften, Fähigkeiten und Bedürfnisse der zukünftigen Nutzergruppe ermittelt. Auf Grundlage dieser Daten wurde die Hardware unter Berücksichtigung von ergonomischen Aspekten sowie die Software unter Einhaltung der Usability Kriterien als intuitive Bedienoberfläche konzipiert. Simultan dazu wurden Anleitungsvarianten und dazugehörige Piktogramme konzipiert, welche die Mitarbeiter in ihren Tätigkeiten anleiten, unterstützen, kontrollieren und ggf. Rückmeldung für eine schnelle und sichere Fehlerbehebung bieten. Die Anleitungen stellen die durchzuführenden Handlungen in verständlicher und projizierter Form als Lichtsignale dar. Die Vielzahl der Piktogramme wurde durch eine Fragebogenerhebung evaluiert und anschließend das Verständnis verschiedener Anleitungsformen in einer praktischen Studie mit über 50 leistungsgeminderten Personen überprüft.

In einer abschließenden Studie wurde das Assistenzsystem für Kommissionierprozesse in Bezug auf den Nutzen und die Beanspruchung den aktuell gängigsten Versionen von

manuellen Kommissioniersystemen (einer Papierliste, einer Displayanleitung und einem Pick-by-Light System) gegenübergestellt und mit 24 leistungsgeminderten Mitarbeitern in einer Feldstudie evaluiert. Die abschließenden Ergebnisse zeigen, dass sich das im Zuge dieser Forschungstätigkeit entwickelte System vor allem durch eine hohe Akzeptanz und eine stark reduzierte Fehlerrate seitens der leistungsgeminderten Mitarbeiter auszeichnet. Durch nähere Betrachtung der abhängigen Messvariablen Fehlerrate und Beanspruchung der vier Referenzsysteme wird der weitere Nutzen des Systems deutlich.

Die abschließende Studie des Assistenzsystems für Montagetätigkeiten an einem Einzelarbeitsplatz wird derzeit noch im Zuge einer Feldstudie in einer Werkstatt für Behinderte Menschen über einen Zeitraum von sechs Wochen getestet. Dort montieren leistungsgeminderte Mitarbeiter an dem Einzelarbeitsplatz Schraubzwingen. Diese montieren zum einen durch Unterstützung des neuentwickelten Assistenzsystems und im Vergleich dazu mit dem bisherigen Stand der Technik, durch die Unterstützung einer Bildanleitung. Die Ergebnisse dieser Studie werden derzeit ausgewertet und voraussichtlich Ende 2015 veröffentlicht.

5 Ausblick

Die entwickelten Assistenzsysteme für manuelle Industrieprozesse können mit kleineren Anpassungen auch in anderen Industrieprozessen wie z.B. dem Verpacken, dem Bestücken von Platinen oder auch dem Schaltschrankbau eingesetzt werden. Auch ein Einsatz im medizinisch-sozialen Bereich als Operationsunterstützung, der Rehabilitation, der Versorgung und Pflege oder dem Ambient Assisted Living ist denkbar. Dort könnten gleichartige Assistenzsysteme im Zuge des Smart Homes bei Haushaltstätigkeiten wie dem Kochen oder dem Auffinden von Haushaltsgegenständen eingesetzt werden.

Gleichzeitig könnte es auch interessant sein die Langzeitwirkung dieser Assistenzsysteme auf die Persönlichkeitsentwicklung der leistungsgeminderten Nutzer zu betrachten. Dies könnten im Zuge einer Langzeitstudie und einer anschließenden Befragung erhoben werden.

Danksagung

Dieser Beitrag ist im Rahmen des Projekts „motionEAP-System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen in Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung und Projektion“ entstanden. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unter dem Kennzeichen 01MT12021D gefördert und vom DLR-Projektträger betreut.

Literaturverzeichnis

- [Ad04] Adenauer, S.: Die (Re-) Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter in den Arbeitsprozess. Das Projekt FILM bei FORD Köln. Angew. Arbeitswiss. (181) (2004), S. 1-18.
- [Az97] Azuma, R. T. et al. A survey of augmented reality. Presence, 6, 4 (1997) S. 355-385.
- [BAS14] Bundesministerium für Arbeit und Soziales: Initiative Inklusion. Maßnahmen zur Förderung der Teilhabe schwerbehinderter Menschen am Arbeitsleben auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt. Online verfügbar unter <http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a743-flyer-initiative-inklusion.pdf?blob=publicationFile>, zuletzt geprüft am 12.11.2014 (2014).
- [BAS11] Bundesministerium für Arbeit und Soziales: Übereinkommen der Vereinten Nationen über Rechte von Menschen mit Behinderungen. Bonn (2011).
- [GR12] Günthner, W. A., Rammelmeier, T. Auf dem Weg zur Null-Fehler-Kommissionierung. DOI= http://www.fml.mw.tum.de/fml/images/Publikationen/2012-07_Auf_dem_Weg_zur_Null-Fehler-Kommissionierung.pdf (2012).
- [HKK13] Hörz, T.; Korn, O.; Kölz, M.: Abschlussbericht Innovative Projekte/ Kooperationsprojekte, Assistenzsysteme für leistungseingeschränkte Mitarbeiter in der manuellen Montage. Koordinierungsstelle Forschung der Hochschulen für Angewandte Wissenschaften, Baden-Württemberg (2013).
- [Ja01] Jahn, H.-P.: Datenerfassung und -verarbeitung bei der ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen - mehrere Jahre nach Abschluss eines HdA-Projektes für Leistungsgewandelte, Herbstkonferenz GfA (2001).
- [RZ14] Reinhart, G.; Zäh, M. F.: Assistenzsysteme in der Produktion. Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, wt Werkstatttechnik online Jahrgang 104, H.9. (2014).
- [SPH10] Sauer, A. L., Parks, A. and Heyn, P. C.: Assistive technology effects on the employment outcomes for people with cognitive disabilities: a systematic review. Disability & Rehabilitation: Assistive Technology 5, 6 (2010) S. 377-391.
- [Sc07] Schuntermann, M. F.: Einführung in die ICF. Grundkurs, Übungen, offene Fragen. ecomed. Medizin, Landsberg/Lech (2007).
- [SRG11] Schwerdtfeger, B., Reif, R. and Günthner, W. A.: Pick-by-vision: there is something to pick at the end of the augmented tunnel. Virtual reality 15 (2011) S. 2-3, S. 213-223.
- [SB09] Statistisches Bundesamt: Bevölkerung Deutschlands bis 2060 - Begleitheft zur Pressekonferenz am 18. November 2009 (2009).

Herausforderungen und Konsequenzen für die Konzeption eines digitalen Lernraumes in der beruflichen Erstausbildung zur Förderung der Lernortkooperation

Jan Hellriegel¹, Regina Osranek², Thomas Prescher³, Christoph Rensing⁴ und Harald Weber⁵

Abstract: Der Erfolg innovativer informationstechnischer Lernlösungen in der beruflichen Ausbildung hängt maßgeblich von deren didaktischer Gestaltung und von der Akzeptanz der jeweiligen Zielgruppen ab. Beides kann wiederum durch eine hohe Nutzerausrichtung gefördert werden, indem der technischen und didaktischen Gestaltung eine Anforderungsanalyse vorangestellt wird und als Grundlage für die weitere Entwicklung dient. In dem vorliegenden Beitrag werden anhand des BMBF-Forschungsprojektes „KOLA“ die Methodik der Anforderungsanalyse am Beispiel des Elektrohandwerks und erste praxisbezogene Schlussfolgerungen vorgestellt. Gegenstand der Entwicklung ist ein technologiebasiertes System zur Vernetzung dreier Lernorte in der beruflichen Ausbildung zur verbesserten Lernortkooperation und Förderung der Ausbildungsqualität durch Arbeitsprozessintegration.

Keywords: duale Berufsausbildung, Handwerk, mobiles Lernen, Lernortkooperation, Arbeitsprozess, Anforderungsanalyse.

1 Ausgangslage: Gestaltung einer Lernanwendung zur Steigerung der Lernortkooperationen in der dualen Berufsausbildung

Ein wesentlicher Aspekt der Ausbildungsqualität in der dualen Berufsausbildung wird in der Kooperation der verschiedenen Lernorte gesehen, welche jedoch als eher schlecht bewertet wird [BU10]. Die Realität zeigt häufig, dass es für Auszubildende schwer ist, Bezüge zwischen den Inhalten aus Berufsschule, den Stätten zur überbetrieblichen Lehrlingsunterweisung (ÜLU) und dem konkreten Arbeitsprozess herzustellen. Ein möglicher Lösungsansatz zur Förderung der Lernortkooperation ergibt sich durch den Einsatz digitaler Medien, die das Potenzial haben, „zur Gestaltung kooperativer Lern- und Arbeitszusammenhänge, zur Entwicklung einer berufsbegleitenden Lernkultur und zur Etablierung neuer Formen der Lernortkooperation beizutragen.“ [BU08]

¹ TU Kaiserslautern, Fachgebiet Pädagogik, Erwin-Schrödinger-Str. 57, 67663 Kaiserslautern, Jan.Hellriegel@sowi.uni-kl.de

² Institut für Technologie und Arbeit, Trippstadter Straße 110, 67663 Kaiserslautern, regina.osranek@ita-kl.de

³ TU Kaiserslautern, Fachgebiet Pädagogik, Erwin-Schrödinger-Str. 57, 67663 Kaiserslautern, Thomas.Prescher@sowi.uni-kl.de

⁴ htcc e.V., Rundeturmstr. 10, 64283 Darmstadt, Christoph.Rensing@htcc.de

⁵ Institut für Technologie und Arbeit, Trippstadter Straße 110, 67663 Kaiserslautern, harald.weber@ita-kl.de

Eine Verbesserung der Ausbildungsqualität im Elektrohandwerk durch eine stärkere Lernortkooperation steht im Fokus des aktuell geförderten BMBF-Projektes: Das Gesamtprojekt KOLA (Kompetenzorientiertes Lernen im Arbeitsprozess mit digitalen Medien)⁶ will mobiles Lernen unter den Bedingungen der dualen Berufsausbildung gestalten und einführen. Im Projekt KOLA soll dazu mit der institutionellen, überbetrieblichen und innerbetrieblichen Qualifizierung das grundsätzliche Szenario der beruflichen Qualifizierung nach dem Konzept der Lern- und Arbeitsaufgaben [HE02] betrachtet werden [Pr13]. Die Intention ist, Erfahrungen in der Nutzung kompetenzorientierten Lernens im Arbeitsprozess mit digitalen Medien in Kombination zu sammeln, diese zu bewerten und für eine weitere Nutzung zu dokumentieren. Dazu werden für eine arbeitsprozessorientierte Lernfeldkonzeption in verschiedenen Anwendungsszenarien Anforderungen an die Lernumgebung der anvisierten Ausbildungsklassen bestimmt.

Um einen erfolgreichen Einsatz des Systems gewährleisten zu können, müssen diese Anforderungen den Herausforderungen gerecht werden, die das Handlungsfeld an das System stellt, um der Skepsis und den Einschränkungen der Ausbildungspraxis begegnen können. Daher stellt sich im Projekt die zentrale Frage, wie diese Herausforderungen identifiziert werden können und welche didaktischen, organisatorischen und technischen Konsequenzen daraus abgeleitet werden müssen. Das zu entwickelnde System wird nach der Implementierung in Kooperation mit zwei Berufsschulklassen, den Betrieben und der ÜLU in zwei Iterationszyklen eingeführt, erprobt und evaluiert.

2 Methodik

2.1 Theoretischer Bezug des Methodenansatzes

Ergebnisse der Studien des Londoner Tavistock Institutes zur Einführung neuer Technologien in Bergwerken ließen darauf schließen, dass bei einer Umstrukturierung von Arbeit nicht nur die neue Technologie, sondern auch die soziale Struktur der Gruppe zu berücksichtigen ist und dass sich diese Bereiche wechselseitig beeinflussen. [Le58] Aus der Berücksichtigung dieser Faktoren entstand das Verständnis von Organisationen als „sozio-technische Systeme“, bestehend aus sozialen und technischen Subsystemen. Eine Erweiterung der zugrundeliegenden Theorie sozio-technischer Systeme betont, dass neben den zwei genannten Subsystemen auch organisatorische, ökonomische und ökologische Aspekte berücksichtigt werden müssen. Diese Erweiterung mündete in die Theorie der sozio-technologischen Systeme. [Rü73] Geht es beispielsweise um die Einführung neuer Technologien in Unternehmen, dann sind diese Subsysteme entsprechend zu beachten und gemeinsam zu optimieren. [Zi84] Der Einbezug dieser Theorie

⁶ Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PD14001 und des Europäischen Sozialfonds der Europäischen Union (ESF) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

im Kontext einer Anforderungsanalyse bedingt die Berücksichtigung vielfältiger Perspektiven:

- Aufgabenperspektive: Die entwicklungsrelevante Kernaufgabe und der Aufgabenkontext
- Soziale Perspektive: Individuen (Nutzer und Nicht-Nutzer, in verschiedenen Rollen) und sozialer Kontext (z.B. Kommunikation und Informationsaustausch)
- Technische Perspektive: Technisches System (z.B. Interaktions-Paradigmen und Verarbeitungskapazität) und technischer Kontext (bspw. Konsistenz und Interferenz bei paralleler Nutzung anderer Systeme)
- Organisatorische Perspektive: Rahmenbedingungen des konkreten Einsatzes (bspw. umfeldspezifische Regelungen) und organisationaler Kontext (bspw. Kriterien einer erfolgreichen Aufgabenerledigung)

Anhand dieser Perspektiven spannt sich ein Analyserahmen auf, der die Konzeption der Anforderungserhebung wesentlich bestimmt.

2.2 Untersuchungsdesign und Durchführung

Entsprechend des Ansatzes der „kontrastierenden Fälle“ aus der qualitativen Sozialforschung [KK10] wurden für die Anforderungsanalyse neben der Berufsschule und der ÜLU Betriebe ausgewählt, die sich anhand der Kriterien Betriebsgröße, Tätigkeitsschwerpunkte, Anzahl der Auszubildenden und Einbindung des Unternehmers in die Ausbildung (aktive Rolle des Ausbilders) unterscheiden. Dadurch wurde ein möglichst breites Spektrum an Betriebsarten abgedeckt. Hauptfokus der Anforderungserhebung war die Identifikation von technischen und didaktischen Anforderungen an das zu entwickelnde System zur Unterstützung der Aufgabenbearbeitung im Spannungsfeld Mensch-Technik-Organisation. Diese Aspekte wurden durch eine an qualitativ-empirischer Sozialforschung orientierte Kombination aus teilnehmender Beobachtung und standardisiertem Leitfadeninterview [PW10] durch zwei Untersuchungsleiter (Projektmitarbeiter) erhoben.

Im Rahmen der teilnehmenden Beobachtung wurden die betrieblichen Abläufe auf den Baustellen und die Interaktionen zwischen den Auszubildenden und den Mitarbeitern der Elektro-Unternehmen erfasst. In den Schulen und den ÜLUs wurde das Unterrichtsgeschehen beobachtet. Die Leitfadeninterviews wurden im Anschluss an die Erhebungen geführt. Zu den Teilnehmern zählten Auszubildende, Monteure, Ausbilder, die Betriebsleitung sowie Lehrer an Schulen und ÜLUs. Die teilnehmende Beobachtung ermöglichte eine Erfassung des Status Quo, gab jedoch nur einen Einblick zu einem beschränkten Zeitpunkt. Die Leitfadeninterviews konnten dazu beitragen, das erste Abbild der aktuellen Ausgangslage zu verfeinern. Daneben wurden in den Interviews erste konkrete Ideen zu den vorgesehenen Anwendungsszenarien abgefragt. Den Teilnehmern wurde somit die Möglichkeit gegeben eigene Ideen, Wünsche und Kritik schon in einem sehr frühen

Entwicklungsstadium einzubringen.

Die Daten der Beobachtungen und der Interviews wurden in der Erhebungssituation durch Feldnotizen schriftlich festgehalten und im Anschluss an das Interview elektronisch dokumentiert.

2.3 Auswertungsmethodik

In technischen und didaktischen Abstimmungsprozessen, die zeitgleich zu den Erhebungen stattfanden, wurden verschiedene Use Cases identifiziert, in denen das System zum Einsatz kommen kann. Als Ergebnis dieser Abstimmungsprozesse lassen sich neun Anwendungsfälle identifizieren, welche hinreichend allgemein sind, um sie als Ausgangslage für den Auswertungsprozess zu nehmen. Als gemeinsames Kriterium für die Erarbeitung der Use Cases (Anwendungsfälle) stand stets das zu verwirklichende Ziel der Lernortkooperation im Fokus. Folgende Anwendungsfälle wurden dabei abgeleitet:

1. Erstellung/Beschreibung von Arbeitsprozessen inklusive Strukturierung und Zuordnung von Lernressourcen
2. Zuweisung und Instanziierung von Arbeitsprozessen an Azubis
3. Bearbeitung und strukturierte Dokumentation von Arbeitsaufträgen durch den Azubi
4. Nutzung der Dokumentationen in Schule/Betrieb/ÜLU zur Reflexion
5. Suche nach und Nutzung von Lernressourcen
6. Bereitstellung von Lernressourcen
7. Kommunikation über Frage/Antwortschema ohne direkten Bezug zu Arbeitsaufträgen
8. Kommunikation über Frage/Antwortschema mit direktem Bezug zu Arbeitsaufträgen
9. Suche nach und Nutzung von Arbeitsprozessbeschreibungen außerhalb der Bearbeitung und Dokumentation von Arbeitsaufträgen

Die sich anschließende Auswertungsmethode wurde in Anlehnung an die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring durchgeführt. [Ma93] Die aus dem Erhebungsmaterial extrahierten Daten wurden dabei verdichtet und in den verschiedenen Datenquellen auf Übereinstimmungen und Widersprüche hin überprüft. Dabei wurden bedeutungsgleiche Informationen zusammengefasst und entsprechend der Häufigkeit ihrer Nennung gekennzeichnet. Das auf diese Weise aufbereitete Datenmaterial wurde den Use Cases gegenübergestellt, insbesondere mit dem Ziel, diese im Hinblick auf ihre Durchführbarkeit zu überprüfen und zu konkretisieren. Dabei wurden die Use Cases auf herausfor-

dernde Faktoren und befördernde Faktoren hin untersucht. Diesen Faktoren wurde das Datenmaterial zu Grunde gelegt und den einzelnen Lernorten entsprechend gegliedert. Im Zuge dieses Auswertungsprozesses wurden die Use Cases durch konkrete Handlungsschritte ergänzt, welche ebenfalls im Hinblick auf herausfordernde und befördernde Faktoren hin konkretisiert werden konnten.

3 Auswertungsergebnisse

Als Ergebnis der Auswertung lässt sich eine Vielzahl an herausfordernden und befördernden Faktoren, abhängig von den jeweiligen Anwendungsfällen, ableiten. Zu den zentralen Herausforderungen zählen insbesondere folgende Aspekte:

1. Die Aufträge und Anweisungen an die Auszubildenden sind nicht nur sehr kleinteilig und kurz, sie sind v.a. sehr spontan und den situativen Gegebenheiten der Baustellen geschuldet. Daher sind die Abläufe und Inhalte der beruflichen Ausbildung nur schwer zu systematisieren. Diese Situation konterkariert die normativ erscheinenden Ansätze des konstruktivistischen und handlungsorientierten Lernparadigmas beruflicher Bildung. [MÜ11]
2. Lernortübergreifend lässt sich ein hoher Zeitdruck bei den beteiligten Akteuren identifizieren. Auf den Baustellen herrscht ein hoher Termindruck für Ausbilder, Monteure und Azubis, welcher mit einem hohen Arbeitspensum einhergeht. In Schulen und ÜLUs grenzen v.a. Lehrpläne und äußere Rahmenvorgaben eigene inhaltliche Schwerpunktsetzungen ein. Diesem Zeitdruck muss das System durch eine möglichst kurze Einarbeitungszeit und Aufgaben gerecht werden, die einen möglichst geringen Zeitumfang beanspruchen.
3. Eine sehr heterogene Ausgangslage bzgl. sozialer und fachlicher Kompetenzen der Auszubildenden erschwert eine zielgruppengerechte Anpassung des Systems. V.a. bzgl. Lesekompetenz und Rechtschreibung als auch der berufspraktischen Vorerfahrungen lassen sich deutliche Unterschiede erkennen.
4. Bei einer Vielzahl der Akteure ist eine deutliche Skepsis bzgl. des Mehrwerts durch den Einsatz von digitalen Medien – insbesondere auf der Baustelle vor Ort – erkennbar. Im schulischen Kontext werden oftmals klassische Medien (wie z. B. die Tafel) digitalen Präsentationsmedien (wie Beamer) vorgezogen. Im betrieblichen Kontext wird sich stark auf eine persönliche und vor Ort gegebene Interaktion zwischen Monteuren und Auszubildenden berufen, wodurch digitale Medien nur bedingt notwendig seien. Anstatt eines didaktischen Tools stehen bei vielen Anwendern pragmatische Wünsche für ein Tool zur Arbeitsorganisation im Vordergrund [BS13].

Dem gegenüber stehen jedoch zentrale befördernde Aspekte wie z.B.:

1. Medien werden bereits in einem nicht zu unterschätzenden Maße in allen Lernorten genutzt. V.a. im betrieblichen Kontext finden viele Kooperations- und Koordinierungsprozesse mit mobilen Medien statt. Sie werden dabei nicht nur zur telefonischen Abstimmung genutzt, sondern auch für Recherchezwecke und den schriftlichen Austausch z.B. per Mail oder Messenger eingesetzt.
2. Lehrer, Ausbilder aber vor allem Auszubildende äußern Bedarf an einem Tool, welches gerade jüngere und weniger erfahrene Azubis in ihrer Ausbildung unterstützt und dazu beiträgt, dass deren berufliche Handlungsfähigkeit geschult wird. Neben Tools zur Recherche und Kommunikation, wird auch die Möglichkeit der Dokumentation und Reflexion von Arbeitsprozessen positiv bewertet. Auffällig ist hierbei eine ambivalente Haltung der Nutzer gegenüber den digitalen Medien, die aber durch eine entsprechende Informationsarbeit positiv genutzt werden kann, wenn insbesondere der Mehrwert aus Sicht der Akteure deutlich wird.

Diese Faktoren beeinflussten die Konkretisierung und Spezifizierung der Use Cases wesentlich. Die überarbeiteten Fassungen wurden im weiteren Verlauf allen Nutzergruppen in einem Konsolidierungsworkshop präsentiert. Dadurch konnten Missverständnisse oder Fehler rechtzeitig identifiziert und korrigiert werden, gleichzeitig konnten ggf. gegenläufige Anforderungen, die seitens verschiedener Nutzergruppen geäußert wurden, miteinander diskutiert und ggf. aufgelöst werden.

4 Ausblick

Digitale Medien in der beruflichen Bildung können erheblich dazu beitragen, die Qualität und Attraktivität der beruflichen Ausbildung im Handwerk zu steigern. Maßgeblich scheint es allerdings zu sein, dass diese nicht nur innovativ sind, sondern auch angenommen und genutzt werden. Eine Anforderungsanalyse vorzuschalten, welche die Akteure in einem frühen Stadium einbindet, kann ein erster Schritt sein, dies zu fördern.

Die eingangs aufgeworfene Vermutung einer mangelnden Lernortkooperation wurde im Rahmen der Erhebung bestätigt. Inwiefern eine lernortübergreifende Kooperation mit digitalen Medien realisierbar sein wird, hängt unter anderem davon ab, wie erfolgreich es gelingt, die Anforderungen der jeweiligen Nutzer bei der Entwicklung des lernunterstützenden Systems zu berücksichtigen und umzusetzen. Darüber hinaus wird es erforderlich sein, die Einbettung des Systems in die bestehende schulische und betriebliche Lernumgebung zu unterstützen. Die Ergebnisse führen zur Konsequenz, den didaktischen und technischen Ansatz pragmatisch zu halten. Die alltagspraktische Berufsrealität steht dem eLearning-Paradigma des anyone, anywhere, anytime und anything kontrastierend gegenüber.

Literaturverzeichnis

- [BS13] Burchert, J.; Schulte, S.: Die Nutzung des Internets in der dualen Ausbildung. Eine berufspädagogische Betrachtung auf Basis empirischer Forschungsergebnisse. Berufliche Bildung in Forschung, Schule und Arbeitswelt, Band 10, Frankfurt, 2013.
- [BU08] Bundesinstitut für Berufsbildung: Berufsbildung in der Informations- und Wissensgesellschaft. Begrüßungsrede von Manfred Kremer anlässlich der BIBB Fachtagung Digitale Medien in der Berufsbildung. Konzepte, Erfahrungen und Perspektiven zur Lernortkooperation am 29. und 30. April 2008, Bonn. http://www.bibb.de/dokumente/pdf/12pr_dokumentation_2008_digitale_medien_vortrag_kremer.pdf, Stand: 17.06.2015.
- [BU10] Bundesinstitut für Berufsbildung: Abschlussbericht der Studie „Ausbildung aus Sicht der Auszubildenden.“ https://www2.bibb.de/bibbtools/tools/fodb/data/documents/pdf/eb_22202.pdf, Stand: 17.06.2015.
- [HE02] Heyse, V.; Erpenbeck, J.; Michel, L.: Lernkulturen der Zukunft: Kompetenzbedarf und Kompetenzentwicklung in Zukunftsbranchen. QUEM-report, Heft 74, Berlin, 2002.
- [KK10] Kelle, U.; Kluge, S.: Vom Einzelfall zum Typus. Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung. VS Verlag, Wiesbaden, 2010.
- [Ma93] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Deutscher Studienverlag, Weinheim, 1993.
- [LE58] Lewin, K.: Group Decision and Social Change. In Maccoby, E. E.; Newcomb, T. M. & Hartley, E. L., (Hrsg.): Readings in Social Psychology. Holt, Rinehart, Winston, New York, NY, S. 197-211, 1958.
- [MÜ11] Müller, H.-J.: Umsetzung prozessorientierter Berufsausbildung in der Textilwirtschaft. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung, 2011.
- [Pr13] Prescher, T.: Die organisationspädagogische Dimension Mobilen Lernens in der beruflichen Bildung. In: Breiter, A.; Meier, D.; Rensing, C. (Hrsg.): Proceedings der Pre-Conference Workshops der 11. e-Learning Fachtagung Informatik. Berlin: Logos Verlag, S. 83 – 88. 2013.
- [PW10] Przyborski, A.; Wohlrab-Sahr, M.: Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch. 3. Auflage. München, 2010.
- [RR13] Robertson, S.; Robertson, J.: Mastering the Requirements Process, Getting Requirements Right. Addison Wesley, Massachusetts, 2013.
- [Rü73] Rühl, G.: Untersuchungen zur Arbeitsstrukturierung. Industrial Engineering, 3. Jg., Heft 3, S. 147-197, 1973.
- [ZI84] Zink, K. J.: Zur Notwendigkeit eines sozio-technologischen Ansatzes. Soziotechnologische Systemgestaltung als Zukunftsaufgabe. Hanser, München, 1984.

Anforderungen und Evaluation im ROLE-Projekt: Vorgehensweise und erste Erfahrungen

Martin Wolpers¹

Abstract: Die Koordination des Requirements Engineering (RE) und der Evaluation in heterogenen technologiegestützten Lernszenarien gilt als anspruchsvoll, weil sie in einem bestimmten organisatorischen, technischen und soziokulturellen Kontext zu sehen ist. Wir haben diese Herausforderungen im Projekt ROLE in fünf Testbeds zu Persönlichen Lernumgebungen (PLE) erfolgreich adressiert. Zu den Testbeds gehören Hochschulen ebenso wie globale Unternehmen in Europa und darüber hinaus. In diesem Artikel stellen wir kurz das ROLE Projekt und unsere Evaluationsansätze sowie einige Erkenntnisse dar und setzen sie in den Kontext von Industrie 4.0. Die gewonnenen Erfahrungen des ROLE Projekts lassen sich in die diversen Industrie 4.0 Szenarien übertragen und ermöglichen so die Erfüllung der weitgehend inhomogenen Anforderungen des Industrie 4.0 Kontexts.

Keywords: responsive open learning environments, Evaluation, personalized learning environments, inhomogene Nutzergruppen, Kombination einzelner Evaluationsansätze, Industrie 4.0

1 Einleitung

Ein bekanntes Phänomen aus dem Mensch-Computer Interaktion (HCI) Bereich ist, dass Technologien, Anwender und gesellschaftliche Zusammenhänge sich gemeinsam in einem rasanten Tempo und nicht präzise vorhersehbar ([4], [8]) entwickeln. Ein alternativer Ansatz zur kontinuierlichen Erfassung von Benutzeranforderungen ist der Social Requirements Engineering (SRE) Ansatz. Basierend auf der Actor Network Theory [10] und der Community of Practice (CoP; [16]), ist sein besonderes Merkmal, dass alle potenziellen Akteure bereits in sehr frühen Phasen des Systementwicklungszyklus eingebunden sind.

Dieser Ansatz ist in schnell wechselnden Domains sinnvoll, deren Erfolg wesentlich auf der engen Integration aller Beteiligten in den Entwicklungszyklus beruht – ähnlich der Situation, die sich in heutigen Industrie 4.0 Szenarien (bspw. [21]; Definition von Industrie 4.0 nach [22]) findet. Mit dem Aufkommen des Web2.0 Paradigma der „Perpetual Beta“ nutzen mehr und mehr Web-basierte Systeme einen kontinuierlich laufenden Requirements Engineering Prozess. Im Rahmen der Entwicklung von Responsive Open

¹ Fraunhofer FIT, Schloss Birlinghoven, 53754 Sankt Augustin, Deutschland, martin.wolpers@fit.fraunhofer.de

Learning Environments² (ROLE, <http://www.role-project.eu/>) waren wir ebenfalls mit sehr inhomogenen Interessengruppen wie man sie in Industrie 4.0 Szenarien findet, konfrontiert: Lernende, Lehrer, Software-Hersteller, Lerndienstleister, Bildungsorganisation (z.B. Schulen, Universitäten, etc.), und Akkreditierungsorganisationen stellen kontinuierlich neue Anforderungen, entwickeln neue Dienste und finden neue Möglichkeiten der Verwendung und Erstellung der Lernumgebungen. Dies war entsprechend dann auch der Fokus des ROLE-Projekts, nämlich dem Lernenden zu ermöglichen, ihre individuellen digitalen Lernumgebungen zu schaffen und in selbst-regulierten und reflektiven Lehr-/Lernansätzen (SRL) zu nutzen. Gerade SRL findet sich bei der Analyse der Industrie 4.0 Szenarien [20] als eine unabdingbare Kompetenz der Mitarbeiter wieder, um in flexiblen Arbeitsumgebungen schnell, effizient und unmittelbar auf Veränderungen reagieren zu können.

Die Technologie basiert auf einem ROLE Widget-Ansatz, bei dem Widgets bestimmte Lehr-/Lern-Dienstleistungen zusammenfassen. Die Widgets werden von jedem Benutzer individuell zusammengestellt, wodurch individuelle Lernumgebungen entstehen. Der Lernende wird bei der Zusammenstellung durch Empfehlungssysteme unterstützt, die nicht nur die individuellen Ziele, Vorlieben, pädagogische Bedürfnisse der Nutzer, sondern auch die Anforderungen der jeweiligen Organisation für Zertifizierung oder Akkreditierung berücksichtigen. Empfehlungen selbst werden in der Widget-Umgebung bereitgestellt. Widgets werden nur einmal entwickelt, sind jedoch ähnlich den bekannten Apps in allen persönlichen Lern-Umgebungen (PLE) lauffähig. Die PLEs selbst sind in dem Sinne offen, dass sie auf offenen Standards beruhen, bspw. der Opensocial- Technologie, und laufen in vielen Umgebungen wie iGoogle und Learning- Management- Systemen wie Clix und Moodle.

Der Widget-basierte Ansatz führt zu einer kontinuierlichen Entwicklung neuer Lernleistungen. Während die Entwicklung von Widgets selbst nur geringfügig überwacht wird, muss ein kontinuierlicher Requirements Engineering Ansatz durchgeführt werden, der die Bedürfnisse aller Beteiligten erfasst, sie explizit macht und so eine sich kontinuierlich entwickelnde Basis für neue Entwicklungen schafft. Folglich umfasst der ROLE Ansatz SRE um die Analyse der CoP-generierte Inhalte und Systemnutzung zu kombinieren und CoP-Mitglieder mit einer Vielzahl von Dienstleistungen für die Nennung von expliziten Anforderungen zu motivieren.

Dieser Ansatz der Entwicklung von Software und Dienstleistungen hat sich im ROLE Projekt als sehr erfolgsversprechend heraus gestellt. Die Anforderungen im Kontext von Industrie 4.0 sind ähnlich denen des ROLE-Projekts gelagert. Entsprechend kann Übertragung der Kombination aus SRE und CoP in Rahmen eines kontinuierlichen Require-

² Dieser Artikel lehnt sich an den folgenden Artikel an, erweitert mit Ergänzungen: Effie Lai-Chong Law, Hans-Christian Schmitz, Martin Wolpers, Ralf Klamma, Marcel Bertold, Dietrich Albert, Responsive and Open Learning Environments (ROLE): Requirements, Evaluation and Reflection. Interaction Design and Architecture(s) Journal (IXD&A), Special Issue on Exploring the future of Technology Enhanced Education: Visions, Practical Implementations and Impact of Globalities, #15, Winter 2012.

ments Engineering Ansatzes darauf sinnvoll anwendbar sein, um die Anforderungen für Lernressourcen und Dienstleistungen zu identifizieren und zu befriedigen.

2 ROLE Entwicklungsansatz

In ROLE nutzten wir den User-Centered Design (UCD) Ansatz (ISO 9241-210: 2010) in Kombination mit Web2.0 Methoden, die beide die Philosophie des Design und der Entwicklungsarbeiten im direkten Kontext der Nutzer vertreten. Die wichtigsten Begriffe der Web2.0 - Beteiligung der Nutzer, kollektive Intelligenz, dynamische Inhalte - haben das Wachstum von Social Software eingeleitet. Dieses junge Genre der Community-zentrierten Anwendungen wurde von Forschern und Praktikern in einer Reihe von Bereichen zusammen mit Requirements Engineering (RE) eingesetzt [11]. Das heutige Requirement Engineering folgt dem UCD, dennoch sind bestehende Instrumente in erster Linie für die Unterstützung von Experten geschaffen und lassen sich nur schwer für den Umgang mit einer Reihe von sehr heterogenen Endnutzer (oder Interessengruppen), die nicht technisch versierten sind, nutzen. Das Problem wird verschärft, wenn Endnutzer räumlich und zeitlich weit verbreitet sind. Diese Situation stellt ROLE vor große Herausforderungen. Ohne aktive Beteiligung der potentiell großen und vielfältigen Menge an Benutzern und Entwickler-Communities im RE können die Entwicklung und Nutzung neuer Bildungstechnologien nur eine begrenzte Auswirkung haben. ROLE adressiert dieses Problem mit neuen Web2.0 inspirierten Ansätzen der Interaktion für die Erhebung und Destillation von Anforderungen aus einer Vielzahl von Stimmen aus verschiedenen Nationalitäten, Kulturen und Berufsgruppen (Communities of Practice, [16]). Um dieses Verfahren zu automatisieren, wird ein entsprechend konfigurierbares und an die Anforderungen anpassbares Requirements Priorisierung Modell (RPM) geschaffen. Auf diesem Modell basiert der ROLE Requirements Store, der eine Reihe von Dienstleistungen anbietet, um Anforderungen der Stakeholdern explizit zu machen und den Priorisierungsprozess transparent zu gestalten.

Eine wichtige Voraussetzung für die Einrichtung eines RPM ist die Verfügbarkeit ausreichender Rohdaten. Drei komplementäre Techniken, nämlich die soziale Netzwerkanalyse (SNA), die Analyse der Nutzung (UMA) und die Analyse der Benutzeranforderungen (URA) werden in ROLE als relevantes Mittel für eine CoP- basierten RPM genutzt. Als Basis dienen zwei Überwachungsdatenmodelle, CAM [17] und MobSOS [19]. Während das CAM-Modell vor allem auf die Erhöhung der Community Sensibilisierung der Endnutzer ausgelegt ist, ist das MobSOS Überwachungsmodell Teil eines Informationssystem Erfolgsmodell [12], das die Qualität einzelner Dienstleistungen oder kompletter Informationssysteme wie PLEs messen kann. Die Zusammenführung von CAM und MobSOS führt neben SNA-bezogenen Informationen zu kontextbezogenen Nutzungsstatistiken, einschließlich der Häufigkeit, Dichte, Muster Informationen über die Benutzer und Gemeinschaften, welche Lerninhalte und -Services wann und wo und welche Technologien eingesetzt werden.

Der Ansatz bietet auch Informationen über die Werkzeugqualität in verschiedenen Dimensionen wie z.B. Leistung, Stabilität, Fehlerhäufigkeit und Quellen, wodurch funktionale Anforderungen und Anregungen für die notwendigen Verbesserungen an nicht-funktionale Anforderungen deutlich werden.

Darüber hinaus werden in ROLE sowohl face-2-face als auch via Internet thematische Workshops genutzt, um die Mitglieder der breiteren TEL Gemeinschaft in den wissenschaftlichen Diskurs einzubinden (bspw. Fitness und Entwicklungsfähigkeit der PLE, [18]). Ebenso nutzt ROLE auch Interviews, Fokusgruppen (Xing o.ä.) und Fragebögen - andere häufig verwendete Anforderungserfassung-Instrumente. Am erfolgreichsten haben sich herausgestellt:

- Face-to-face-Workshops (F2F), obwohl teuer, erweisen sich als sehr nützlich bei der Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses und der Ermittlung gemeinsamer Anforderungen sowie der Stärkung der CoP. Ein kostengünstigerer Weg ist ein kombinierter Ansatz aus F2F workshop mit nachfolgenden Videokonferenzen.
- Die Soziale Netzwerk-basierten virtuellen Fokusgruppen funktionierten gut für die Verifikation der Anforderungen und mit begrenztem Erfolg für die Anforderungserhebung. Die Leistung der Fokusgruppen wird verbessert, wenn ein bekanntes Mitglieder bzw. ein Experte der CoP, die Gruppendiskussionen leitet. Nach einiger Zeit sollten die Experten die Rolle wechseln (vgl. kognitiven Lehrling Prozess; [3]), um die Beeinflussung der Diskussion zu reduzieren.

Die offene Beteiligung der Nutzer am RE stellt große Herausforderungen für die Kosteneffektive Herausfilterung sinnvoller Anforderungen. Die dafür notwendigen Management-Aufgaben sind nicht nur im SRE Ansatz zu finden, machen jedoch den offenen Beteiligungsprozess zeitaufwendiger und Kosten-intensiver. Das vorgeschlagene Anforderungs-Priorisierung Modell (RPM) und die Konzeption des ROLE Requirement Store sind Ansätze für die Lösung dieser kritischen Fragen.

2.1 ROLE Evaluation Framework

Die kontinuierliche anforderungsgetriebene Unterstützung ist unerlässlich für den nachhaltigen Erfolg einer hochdynamischen Gemeinschaft. Die Bedarfsanalyse der Nutzer ist jedoch ein sehr fehleranfälliger Teil des Entwicklungsprozesses. Es ist wichtig, die sich ändernden Anforderungen zu erfassen und ggf. zu adressieren, während sich das System kontinuierlich entwickelt. ROLE nutzt hierfür den Participatory Design Ansatz (PD) [1]. Jedoch ist ROLE ein Cloud-basiertes System, zu dessen Bewertung Kombinationen von Merkmalen verschiedener Bewertungs-Frameworks verwendet werden, bspw. Information System Success Model (ISSM) [8], Davis original Technology Acceptance Model (TAM) [5] und dessen Erweiterungen von Venkatesh und Bala [15]. Die wichtigsten Bewertungsbereiche in ROLE beinhalten: (i) die Validierung der technischen Leistung; (ii) die Bewertung der Benutzerfreundlichkeit des Systems / tools / Dienstleistungen für

selbstgesteuertes Lernen (SRL); (iii) die Bewertung der Lernwirksamkeit und Lerner-Zufriedenheit.

Traditionelle Evaluierungstechniken wie Interviews, Workshops und Papierfragebögen nutzen wir in Szenarien, in denen die Zielgruppen eindeutig bekannt sind und im Verlauf des Projekts durch skalierbare, automatisierte und nicht-störende Techniken [14] ersetzt werden können. Gegen Ende des Projekts wurde eine Querfallanalyse ([7], [12]) durchgeführt, um einen ganzheitlichen Blick auf die Ergebnisse des Projekts zu erhalten.

3 ROLE Testbeds

Die hier kurz dargestellten Testbeds sollen verdeutlichen, wie sehr inhomogen und heterogen die Anforderungen und deren Erfüllung im Industrie 4.0 Kontext sein können. Sie zielen daher nicht auf eine Branche ab, sondern versuchen, die diversen Paradigmen der Aus- und Weiterbildung im Industrie 4.0 Kontext abzudecken.

Das ROLE Projekt zielte darauf ab, die notwendigen Werkzeuge, Komponenten und Dienstleistungen für die Lernenden und Lehrenden bereit zu stellen um ihre Lehr-/Lernumgebung gemäß ihren Anforderungen zu steuern. Nur die erfolgreiche Aufnahme und Erfüllung der Anforderungen gewährleistet den nachhaltigen Erfolg ROLES. Daher ist es wichtig, den Kontext der Endbenutzer der ROLE Infrastruktur aktuell und in Zukunft als kontinuierlichen Prozess aufzunehmen und zu verarbeiten.

Am Ende des Projektes wurde eine einmalige cross-case analysis ([2], [9]) durchgeführt, um einen ganzheitlichen Blick auf die Ergebnisse des Projekts auf der Grundlage der einzelnen Testbeds und deren Fallstudien zu bekommen. Dies ist sinnvoll, da die ROLE Evaluierung keine Ähnlichkeiten in unterschiedlichen Fällen identifizieren kann, was jedoch most-different-design (MDD) [13] bietet.

Um eine möglichst umfassende Abdeckung der im Industrie 4.0 Kontext vorkommenden Lehr-/Lernkontexte erfassen zu können, wurden in ROLE fünf sehr unterschiedliche Testbeds mit großen Stichproben und unterschiedlichem Fokus genutzt:

- Das RWTH Aachen Testbed zielt auf akademischen Dienstleister und Verbraucher mit einem Schwerpunkt auf der Unterstützung des Übergangs von Universitäten zu Unternehmen (U2C).
- Das Festo Lernzentrum Testbed berücksichtigt die interne und externe kommerzielle Lehr-/Lernanbieter mit dem Schwerpunkt auf der Bereitstellung von internen Stellenangebot in einem Unternehmen (Job2Job: J2J).
- Das SJTU (Shanghai Jiao Tong University) Testbed adressiert qualifizierte und motivierte Studenten, die in der Hochschulaufnahmeprüfungen gescheitert sind,

mit einem speziellen Fokus auf der Weiterbildung für den Übergang zwischen zwei Jobs in verschiedenen Firmen (Unternehmen zu Unternehmen: C2C)

- Das BILD (British Institute for Learning & Development) Testbed adressiert Berufsorganisationen mit einem besonderen Fokus auf die berufliche Weiterbildung, in denen ein Übergang von individuellen zu gemeinschaftlichen Kompetenzen auftreten kann. (one to many: O2M).
- Das OLRn (Openlearn) Testbed adressiert weltweit öffentliche Anbieter (wie die Open University UK) mit einem besonderen Schwerpunkt auf dem Übergang von formalem zu informellem Lernen und umgekehrt (F2I).

Für den heutigen Industrie 4.0 Kontext sind insbesondere die Festo Lernzentrum, das SJTU und das BILD Testbeds. Im Festo Lernzentrum Testbed findet sich insbesondere die Weiterbildung der Arbeitnehmer im Rahmen der Firma wieder – eines der problematischeren Schlüsselszenarien der Industrie 4.0 Ansätze, denn es stehen nicht genug entsprechend ausgebildete Facharbeiter in noch außerhalb der Firma bereit, um den Wechsel ohne aufwändige Schulung zu vollziehen. Im anderen Ansatz, aber mit demselben Hintergrund der fehlenden Facharbeiter adressiert das SJTU Testbed die Aus- und Weiterbildung im Job befindlicher Arbeitnehmer. Das BILD Testbed adressiert Weiterbildungsanbieter, die in Firmen die Aus- und Weiterbildung durchführen können. Das RWTH Testbed zielt hingegen auf die übliche Qualifizierung von Studenten für den Übergang in die Arbeit ab. Das OLRn Testbed adressiert ebenso wie das BILD Testbed die Weiterbildungsanbieter, konzentriert sich aber auf das informelle Lernen, dessen Relevanz heute bereits in allen Berufen nachgewiesen ist.

4 Zusammenfassung

In diesem Paper wird der Evaluierungsansatz des ROLE Projekts vorgestellt und kurz im Rahmen der Industrie 4.0 Bewegung diskutiert. ROLE zielt darauf ab, lebenslang Lernende darin zu unterstützen, ihre eigenen Lernumgebungen entsprechend ihrer Anforderungen sowie derer der Lehrer, der Zertifizierungsorganisationen (z.B. Universität) und gegebenenfalls ihre Arbeitgeber zu erstellen. Der ROLE Ansatz adressiert eine Vielzahl unterschiedlicher Akteure in vielen, teilweise noch unbekannte Arten von Lernsituationen, z.B. Übergangsphasen von Hochschule zu Beruf, zwischen Jobs usw., wie sich das auch in den heutigen Industrie 4.0 Szenarien überwiegend wiederfindet. Entsprechend wurde der ROLE Evaluationsrahmen entwickelt, der eine Reihe bereits sehr erfolgreicher Evaluierungsmethoden kombiniert. Darüber hinaus wird dieser mit Web 2.0-Features ergänzt und schafft so eine Art Social Requirements Engineering Prozess. Es wird deutlich, daß für die technologische Unterstützung von Aus- und Weiterbildungsangeboten in Industrie 4.0 Szenarien neue Wege gegangen werden müssen, um die vielfältigen und heterogenen Anforderungen der diversen Stakeholder aufnehmen und adressieren zu können.

Literaturverzeichnis

- [1] Bødker, K., Kensing, F., & Simonsen, J. (2004). *Participatory IT design: Designing for business and workplace realities*. Cambridge, MA, USA: MIT Press
- [2] Borman, K.M., Clarke, C., Cotner, B., & Lee, R. (2006). Cross-case analysis. In J.L. Green, G. Camilli, & P.B. Elmore (Eds), *Handbook of complementary methods in education research* (pp. 123-140). Lawrence Erlbaum.
- [3] Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.
- [4] Carroll, J. M., Kellogg, W. A., & Rosson, M. B. (1991): *The Task-Artifact Cycle*. In: Carroll, J. M. *Designing Interaction: Psychology at the Human-Computer Interface*. Cambridge University Press.
- [5] Davis, F. D. (1989), Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3): 319-340
- [6] DeLone, W.H. & McLean, E.R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A ten-Year Update. *Journal of Management Information*, 19(4), 9-30
- [7] Eisenhardt, K.M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*, 14(4). (Oct., 1989), 532-550.
- [8] Kaptelinin, V. and Nardi, B. (2006). *Acting with Technology: Activity Theory and Interaction Design*. Cambridge: MIT Press.
- [9] Khan, S., & van Wynsberghe, R. (2008). Cultivating the Under-Mined: Cross-Case Analysis as Knowledge Mobilization. *Forum: Qualitative Social Research*, 9(1). Accessible at: <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/index>
- [10] Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.
- [11] Lohmann, S., Dietzold, S., Heim, P. & Heino, N. (2009) A Web Platform for Social Requirements Engineering. In Proc. SENSE09, 3 March 2009, Kaiserlautern, Germany.
- [12] Merriam, S.B. (1998). *Qualitative research and case study application in education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- [13] Przeworski, A., & Teune, H. (1982). *The logic of comparative social inquiry*. Malabar, FL: Robert E. Krieger Publishing Co.
- [14] Scheffel, M., Friedrich, M., Niemann, K., Kirschenmann, U., & Wolpers, M. (2010). A Framework for the Domain-Independent Collection of Attention Metadata. In Proc. EC-TEL 2010 (pp. 426-431)
- [15] Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315
- [16] Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cam-

- bridge: Cambridge University Press.
- [17] Wolpers, W., Najjar, J., Verbert, K., & Duval, E. Tracking Actual Usage: the Attention Metadata Approach. *Educational Technology & Society*, 10(3):106-121.
- [18] Law, E.L.-C., Mödritsche, F., Wolpers, M., & Gillet, D. (2010). Proceedings of the 1st Workshop on Exploring Fitness and Evolvability of Personal Learning Environments (<http://ceur-ws.org/Vol-773/>).
- [19] Renzel, D., Klamma, R., & Spaniol, M. (2008). MobSOS - A Testbed for Mobile Multimedia Community Services. In Proceedings of the 9th International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services (WIAMIS '08) (pp.139–142), May 7-9, 2008, Klagenfurt, Austria. [20] Goertz, L. (2014). Digitales Lernen adaptiv: Technische und didaktische Potenziale für die Weiterbildung der Zukunft. Bertelsmann Stiftung
- [21] Kelkar O., Heger, R. & Dao, D.-K. (2014). Industrie 4.0 – Eine Standortbestimmung der Automobil- und Fertigungsindustrie. Mieschke Hofmann und Partner (MHP) Gesellschaft für Management- und IT- Beratung mbH
- [22] Acatech (2013) Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. 2013

Digitale Lernszenarien zur ganzheitlichen Unterstützung von Mitarbeitern im Arbeitsalltag

Sebastian Freith¹, Glenn Schütze², Dr.-Ing. Carsten Ullrich³, Dr. Stefan Welling⁴, Prof.
Dr.-Ing. Dieter Kreimeier⁵ und Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter⁶

Abstract: Die zunehmende Komplexität in der Bedienung von Fertigungsmaschinen offenbart einen deutlichen Bedarf an Unterstützung der Maschinenbediener in unterschiedlichen Bereichen – bspw. in der Reparatur oder der Fehlerbehebung. In diesem Feld bieten digitale Medien einen geeigneten und ganzheitlichen Ansatz, um diese Anwenderunterstützung in der Produktion und im Bereich der betrieblichen Ausbildung umzusetzen. Der vorliegende Beitrag zeigt zunächst den Bedarf an Anwenderunterstützung auf und identifiziert im nachfolgenden Text spezifische Handlungsfelder und Herausforderungen. Ebenso wird ein exemplarisches Modell beschrieben wie den Herausforderungen begegnet werden kann.

Keywords: Digitale Medien, Anwenderunterstützung, Ausbildung, Mitarbeiterqualifikation, Training-on-the-job, Maschinenkomplexität, Fertigungsmaschinen

1 Einleitung

Eine kontinuierliche Steigerung der Produktivität, Flexibilität und Qualität in der Produktion stellt einen entscheidenden Faktor zur Sicherstellung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen produzierenden Industrie dar [KW98]. Neben dem Bedarf an technisch innovativen Produktionslösungen rückt gleichzeitig die Mitarbeiter-/in als ein wesentlicher Erfolgsfaktor in den Vordergrund [Bu96]. Gerade in klein- und mittelständischen Unternehmen (KMUs) werden Mitarbeiter/-innen an verschiedenen Arbeitsplätzen und Maschinen in unterschiedlichen Funktionen eingesetzt. Zusätzlich nimmt die Komplexität der Arbeitsabläufe in den Betrieben stetig zu, sodass die Mitarbeiter/-innen über ein fundiertes Arbeitsprozesswissen verfügen müssen, um die anfallenden Arbeitsprozesse adäquat bewältigen zu können [Ra07]. Nur dann können sie z. B. Maschinen schnell in Betrieb nehmen, bedarfsweise umrüsten, Defekte beheben und mögliche Lösungsvorschläge in den betrieblichen Gesamtprozess einordnen. Das gilt

¹ Lehrstuhl für Produktionssysteme, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstraße 150, 44801 Bochum, freith@lps.rub.de

² Center for Learning Technology, DFKI GmbH, Alt-Moabit 91c, 10559 Berlin, glenn.schuetze@dfki.de

³ Center for Learning Technology, DFKI GmbH, Alt-Moabit 91c, 10559 Berlin, carsten.ullrich@dfki.de

⁴ Institut für Informationsmanagement Bremen GmbH, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, welling@ifib.de

⁵ Lehrstuhl für Produktionssysteme, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstraße 150, 44801 Bochum, kreimeier@lps.rub.de

⁶ Lehrstuhl für Produktionssysteme, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstraße 150, 44801 Bochum, kuhlenkoetter@lps.rub.de

aber nicht nur für Großunternehmen, sondern auch für KMUs. 2011 arbeiteten mehr als 60 Prozent der erwerbstätigen Personen in kleinen und mittleren Unternehmen [Sö14]. Gerade dort besteht ein hoher Bedarf an zeitgemäßen Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen der Mitarbeiter/-innen, die sich in den Arbeitsalltag integrieren lassen und zusätzliche Aufwände für Freistellungen und die Teilnahme an externen Fortbildungen auf das notwendige Minimum reduzieren.

2 Gesamtziel des Projekts

Eine umfassende Qualifizierung der betriebseigenen Mitarbeiter ist für die Bewältigung der o. g. Herausforderungen wesentlich. Mitarbeiter sollen – über ihre eigentliche Funktion hinaus – Maschinen schnell in Betrieb nehmen, dem jeweiligen Bedarf entsprechend umrüsten und möglichst viele Defekte umgehend und ohne Hinzuziehung kostenintensiver externer Techniker/-innen beheben können. Durch die umfassende Fokussierung auf alle genannten Bereiche können die Produktivität, die Flexibilität und die Qualität gesteigert werden. Ein weiterer wettbewerbsbeeinflussender Faktor ist das mitarbeiterspezifische Wissen über den Gesamtzusammenhang des jeweiligen Produktionsgutes [Tr06]. Je umfangreicher dieses Gesamtprozesswissen eines entsprechend qualifizierten Mitarbeiters ist, desto leichter fällt es ihm, eigenständige und qualitätssichernde Entscheidungen zu treffen. Eine besondere Herausforderung besteht darin, dass viele Mitarbeiter/-innen an unterschiedlichen Arbeitsplätzen und Maschinen eingesetzt werden sollen. Die Kürze der jeweils benötigten Einarbeitungszeit in die aktuell zu bedienende Maschine ist hierbei ein entscheidender produktivitätsbestimmender Faktor. Die zweite Herausforderung besteht in der Bewältigung der kontinuierlichen Komplexitätszunahme der betrieblichen Qualifikation und der Zunahme der Anforderungen an z. B. eine gesteigerte Produktivität. Eine weitere Herausforderung besteht in der Bewältigung der ständig wachsenden Komplexität bei der Bedienung von Maschinen [KKP14]. Beispielsweise werden heutzutage zur Inbetriebnahme und auch zum Störungsmanagement einer Fertigungsmaschine hoch qualifizierte und spezialisierte Fachkräfte benötigt. Häufig reicht das interne Fachwissen für diese Tätigkeiten nicht aus. Als Folge müssen externe Fachkräfte hinzugezogen werden, die das erforderliche Fachwissen besitzen, einhergehend mit zusätzlichen Kosten für Standzeiten und für die Bezahlung der externen Expert/-innen.

Mobile digitale Medien eröffnen neue Möglichkeiten betriebseigenen Fachkräften bei der Lösung der angesprochenen Schwierigkeiten zu assistieren. So lassen sich Informationen zur Behebung von Problemen passgenau bereitstellen und erforderliche Lernprozesse am Arbeitsplatz unterstützen. Das Ziel des Projekts ist es, Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen adaptiv und intelligent bei der Aufnahme und bei der Wiedergabe von Arbeitsprozesswissen zu unterstützen. Hierzu sollen mit Hilfe unterschiedlicher digitaler Medien, semiautomatisch generierte Lernszenarien entwickelt werden, die eine neue Form des Lernens am Arbeitsplatz ermöglichen. Diese Lernszenarien sollen von geeig-

netem Fachpersonal (Ausbilder/-innen, Mitarbeiter/-innen und Fachkräfte) eigenständig aufgenommen werden (user-generated content), nachdem diese einen Bedarf in einem bestimmten Bereich identifiziert haben.

3 Differenzierungsdimensionen und Lernprofil

Das aufgenommene Arbeitsprozesswissen soll adaptiv und intelligent für den jeweiligen Prozess und für eine konkrete Person zusammengestellt dargeboten werden. Dazu muss das Wissen und Können einer Person modelliert werden. Dazu werden folgende Dimensionen betrachtet: Berufserfahrung, Kompetenzniveau und Lerntyp.

3.1 Dimension Berufserfahrung

Die Dimension Berufserfahrung unterteilen wir in drei Klassen:

- Berufseinsteiger mit einem Erfahrungslevel von null bis fünf Jahren
- Berufserfahrener mit einem Erfahrungsgrad von mehr als fünf Jahren
- Berufserfahrener 50+ mit einem Erfahrungslevel von mehr als fünf Jahren und einem Alter von über 50 Lebensjahren

Ein Mitarbeiter, der bereits viele Berufsjahre einen bestimmten Stahl bearbeitet, benötigt möglicherweise weniger Informationen über einen sich auf diesen Stahl beziehenden Prozess als ein Berufseinsteiger. Berufserfahrene 50+ benötigen auf Grund ihres Alters möglicherweise eine andere Form des Lernens.

3.2 Dimension Kompetenzniveau

Die Dimension Kompetenzniveau lässt sich ebenfalls in drei Klassen unterteilen:

- *Kenner* verfügen über theoretisches Wissen und geringes praktisches Wissen.
- *Könnner* verfügen über theoretisches Wissen und praktisches Wissen mit vielseitiger Anwendungserfahrung und sind damit in der Lage, auf unterschiedliche Situationen am Arbeitsplatz zu reagieren
- *Experten* verfügen über das breiteste Kompetenzspektrum und können auch neue Lösungswege identifizieren.

Die Unterteilung der Beschäftigten in diese drei unterschiedlichen Kategorien ist ebenfalls ein wichtiger Bestandteil für die ganzheitliche Implementierung. Experten benötigen im Gegensatz zu Kennern andere Lerninhalte.

3.3 Dimension Lerntyp

Die Dimension Lerntyp könnte zur Klassifizierung der unterschiedlichen präferierten Formen des Wissenserwerbs herangezogen werden. Im Rahmen des Projekts wird die Nützlichkeit dieser Dimension untersucht. Diese Dimension lässt sich ebenfalls in drei Klassen aufteilen. Diese sind kinästhetisch, auditiv und visuell. Bei der kinästhetischen Lernform werden Lerninhalte durch die Kombination von theoretischem Wissenserwerb und praktischer Anwendung am schnellsten erlernt, während bei der auditiven Lernform der höchste Lerneffekt durch die akustische Wahrnehmung gewährleistet wird. Visuelle Lerntypen sprechen besonders gut auf das Vormachen der zu erlernenden Praxisschritte an [Am14]. Einen Überblick über die drei Dimensionen gibt die Abbildung 1.

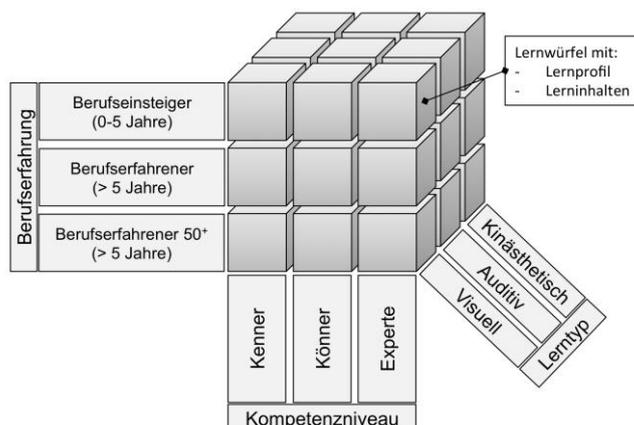


Abb. 1: Differenzierungsdimensionen und Lernprofil

4 Semi-automatisch generierte Lernszenarien

Ein Ziel dieses Projekts ist es, das vorhandene Arbeitsprozesswissen zu externalisieren, sodass eine adaptive Weitergabe an Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen ermöglicht werden kann. Als Pilot-szenarien untersuchen wir zunächst Arbeitsprozesse, die im Lehrplan für Auszubildene vorkommen. Dazu gehören bspw. die Inbetriebnahme und Umrüstung von Maschinen sowie das Durchführen von Messungen.

Im ersten Schritt wird das Arbeitsprozesswissen durch fachkundige Mitarbeiter multi-modal in Form von Videos, gesprochener Sprache, Bildern und der Referenzierung von Dokumenten aufgenommen. Nach der Transformation des aufgenommenen Wissens in eine formale Repräsentation und der Erzeugung von situativ und personell angepassten Lernszenarien, kann das Wissen nun an die Mitarbeiter weitergegeben werden, indem es

am vorhandenen Vorwissen anknüpft. Nach der erfolgten Erstellung der Lerninhalte werden sie durch ein Expertengremium aus internen Fachkräften sowohl auf ihre Richtigkeit als auch auf die Einhaltung von Arbeitssicherheitsvorschriften überprüft, ggf. angepasst oder sogar blockiert.

4.1 Benutzerinterface zur Aufnahme von Wissen

Nach Beobachtung allgemeiner Arbeitstätigkeiten in Werkhallen, die von Auszubildenden durchgeführt werden sollen, analysierten wir die Arbeitsprozesse und erstellten ein Mockup für ein Benutzerinterface für Tablets. Mit diesem Werkzeug soll das Aufnehmen von Arbeitstätigkeiten so einfach wie möglich für die Mitarbeiter gestaltet werden – einerseits aus ökonomischen Gründen und andererseits um den Umgang mit digitalen Medien zu fördern.

Für die nachfolgende Wissensvermittlung – also für die Erstellung von Lernszenarien – werden genau die multimodalen Medien verwendet, die bei der Aufnahme erstellt wurden.

Bei der Aufnahme des Arbeitstätigkeiten muss der Mitarbeiter im ersten Schritt die Zielgruppe für die zu vermittelnde Arbeitstätigkeit festlegen, d. h., eine Einordnung in Anfänger, Kenner, Könner oder Experte vornehmen. Für die analysierten Arbeitstätigkeiten konnten wir folgende Struktur identifizieren: Eine Arbeitstätigkeit besteht aus einer geordneten Liste von Aktivitäten. Jede Aktivität kann Vor- und Nachbedingungen und muss eine Aktivität enthalten. Eine Vorbedingung ist eine Bedingung, die vor der Ausführung der eigentlichen Tätigkeit erfüllt sein muss. Eine Nachbedingung ist eine Bedingung, die nach Abschluss der Tätigkeit erfüllt ist. Vor- und Nachbedingungen können mit Hilfe von Videos, Fotos, digitalen Zeichnungen und Kommentaren aufgenommen werden. Zum Beispiel ist eine Vorbedingung für die Durchführung einer Messung mit einem Messgerät die Sauberkeit der Messfläche am Messgerät.

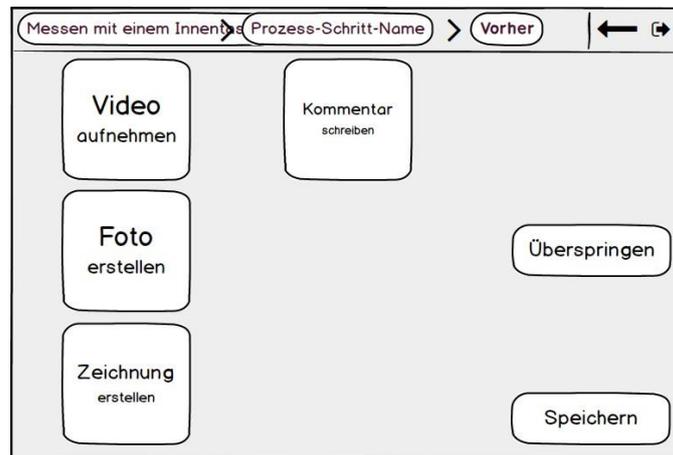


Abb. 2: Aufnahme von Vorbedingungen für Arbeitstätigkeiten

Abb. 2 zeigt das Mockup für die Aufnahme von Vorbedingungen. Falls es keine Vorbedingungen gibt, kann dieser Schritt einfach übersprungen werden und mit der Aufnahme der Tätigkeit fortfahren.

Die Aktivität selbst wird wie eine Vor- oder Nachbedingung aufgenommen. Zusätzlich können jedoch Warnhinweise, Kontextinformationen und typische Fehler aufgenommen werden, siehe Abb. 3. Außerdem lassen sich verschiedene bereitgestellte Dokumente mit dieser Aktivität verknüpfen.

Als Schritt-für-Schritt-Werkzeug unterstützt dieses Werkzeug die Mitarbeiter bei der Aufnahme von Arbeitstätigkeiten und soll die Aufmerksamkeit der Mitarbeiter auf Schritte lenken, die möglicherweise vergessen werden.

4.2 Rückmeldungen zum Benutzerinterface

Nach einer ersten Begutachtung des Benutzerinterfaceprototypen schlugen die Projektpartner die Möglichkeit einer Kontrolle der gesamten aufgenommenen Arbeitstätigkeit vor bevor sie gespeichert wird. Zudem sollte es möglich sein, typische Fehler und Warnungshinweise ebenso multimodal aufzunehmen. Die verwendete Sprache des Benutzerinterfaces soll so einfach wie möglich sein, bspw. sollte der Term Kontextinformation mit Zusatzinformation ersetzt werden. Um das mentale Modell so einfach und überschaubar wie möglich zu halten und einen Überblick über den aktuellen Stand der Aufnahme einer Arbeitstätigkeit anzubieten, muss der aktuelle Stand stärker hervorgehoben werden.

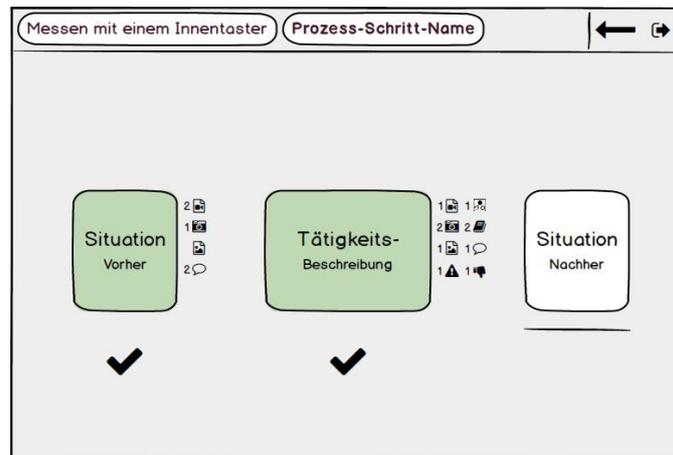


Abb. 3: Screenshot des Benutzerinterface zur Aufnahme von Arbeitstätigkeiten

Abbildung 3 zeigt einen Screenshot des Benutzerinterfaces. In diesem Schritt wird eine Übersicht über einen Prozessschritt angezeigt, wobei die Vorbedingungen und die Aktivität selbst aufgenommen wurde – visualisiert durch grün gefärbte Buttons. Einzig die Aufnahme der Nachbedingung fehlt. Neben den Buttons bekommt der Mitarbeiter eine Übersicht über die Anzahl und die Art der verwendeten Medien angezeigt. Die Statuszeile am oberen Rand des Bildschirms zeigt den aktuellen Stand während der gesamten Arbeitstätigkeitsaufnahme.

4.3 Wissensdarbietung

Nach erfolgreicher Prüfung der erstellten Lernszenarien werden die Lerninhalte über ein Content-Management-System (CMS) der ganzen Belegschaft zur Verfügung gestellt. Mittels mobiler Endgeräte kann darauf zugegriffen und die zuvor erstellten und geprüften Inhalte abgerufen werden. Diese Inhalte werden der jeweiligen Mitarbeiter-/in entsprechend des vorher erstellten Mitarbeiterprofils unter Berücksichtigung der drei Differenzierungsdimensionen in der von ihm oder ihr präferierten Aufbereitungsweise zur Verfügung gestellt. Auf diese Weise erhalten alle beteiligten Mitarbeiter/-innen auf ihre speziellen Bedürfnisse abgestimmte, situativ angepasste Lerneinheiten. Das zugrunde liegende System aus Lerninhalten und Lernprofilen ist in Abb. 4 visualisiert.

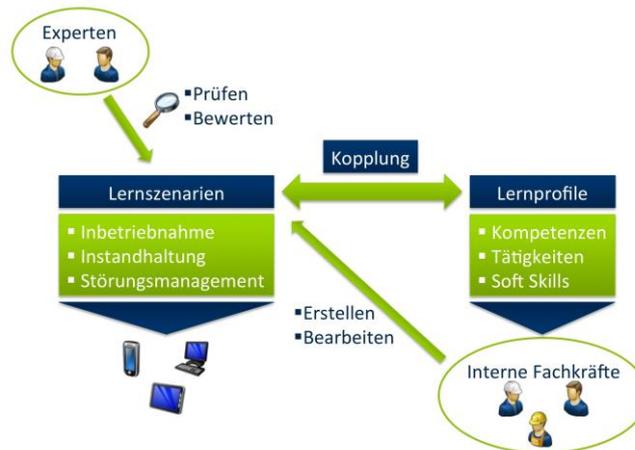


Abb. 4: Koppelung zwischen Lernszenarien und Lernprofilen

5 Adaption

Das geplante System soll eine Vielzahl von Adaption- und Erweiterungsmöglichkeiten bieten. So ist bspw. geplant, durch eine Erweiterung des Systems Lernempfehlungen zu geben, die die Mitarbeiter/-in zum eigenständigen Weiterlernen über den eigentlichen Arbeitsplatz hinaus anregen. Diese Lernempfehlungen könnten ebenfalls semi-automatisch auf Grundlage der bereits verwendeten Lerninhalte und der daraus abgeleiteten Präferenzen abgeleitet und visuell dargestellt werden. Des Weiteren wäre es sinnvoll, ein solches System bereits in der Berufsausbildung einzusetzen, da die Auszubildenden so frühzeitig lernen würden digitale Medien auf der Basis von Selbstlernprozessen im Rahmen ihrer Arbeit einzusetzen. Die frühe Heranführung an die Arbeit mit solchen Medien würde außerdem dazu beitragen, die Akzeptanz solcher Medien im späteren Berufsalltag zu erhöhen. Des Weiteren können auch hier gezielte Inhalte dargestellt und dem Auszubildenden zugänglich gemacht werden. Eine weitere Adaptionmöglichkeit bietet sich in der Darstellung von Prozesszusammenhängen. So ist es z. B. denkbar, Videos einzubinden, die den späteren Anwendungsfall eines Produktes zeigen. Auf diese Weise wird nicht nur die Möglichkeit geschaffen, hinsichtlich des späteren Anwendungsfalls qualitätsbeeinflussende Entscheidungen zu treffen, sondern auch die Identifikation mit dem herzustellenden Produkt könnte gesteigert werden.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass der Einsatz digitaler Medien im Kontext der beruflichen Bildung vielfältige neue Ansätze einer effizienten, effektiven und gezielten Wissensvermittlung eröffnet, die das Qualifizierungsniveau der Beschäftigten im Unternehmen nachhaltig steigern kann und die Mitarbeiter/-innen für unterschiedliche Aufga-

ben im Unternehmen besser befähigt als bislang.

Förderkennzeichnung

Dieser Artikel entstand im Rahmen des Forschungsprojekts „DigiLernPro - Digitale Lernszenarien für die arbeitsplatz-integrierte Wissens- und Handlungsunterstützung in der industriellen Produktion (Kennzeichen 01PD14007E)“, das durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) betreut wird.

Literaturverzeichnis

- [Am14] Amrou, S.; Bitzer, P.; Böhmman, T.; Hirdes; Lehmann, K.; Leimeister, J.; Semmann, M.; Wortmann, F.; Zülch, J.: Produktivitätssteigerung in der Aus- und Weiterbildung durch Service Engineering (ProduSE). Springer Gabler, Wiesbaden, 2014.
- [Bu96] Bullinger, H.-J.: Der Mitarbeiter als Erfolgsfaktor im Unternehmen. Erfolgsfaktor Mitarbeiter: Motivation, Kreativität, Innovation, S. 1–8, 1996.
- [KKP14] Kreimeier, D.; Kreggenfeld, N.; Prinz, C.: Situative Kompetenzanpassung für die Mensch-Maschine Interaktion in Cyber-Physischen Produktionssystemen. Tagungsband „Produktion und Arbeitswelt 4.0 - 15. Tage des Betriebs- und Systemingenieurs“, S. 99–108, 2014.
- [KW98] Kinkel, S.; Wengel, J.: Produktion zwischen Globalisierung und Regionaler Vernetzung - mit der richtigen Strategie zu Umsatz- und Beschäftigungswachstum. Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 1998.
- [Ra07] Rauner, F.: Praktisches Wissen und berufliche Handlungskompetenz. Europäische Zeitschrift für Berufsbildung, S. 57–72, 2007.
- [Sö14] Söllnerl, R.: Die wirtschaftliche Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen in Deutschland. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2014.
- [Tr06] Trojan, J.: Strategien zur Bewahrung von Wissen: Zur Sicherung nachhaltiger Wettbewerbsvorteile. GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden, 2006.

Albrecht Fortenbacher
Niels Pinkwart

Learning Analytics

Workshop im Rahmen der DeLFI 2015,
1. September 2015 in München

Vorwort

Workshop Learning Analytics

Das Forschungsgebiet Learning Analytics ist auch 2015 ein sehr aktuelles Thema, was der zunehmende Erfolg der internationalen Fachkonferenzen LAK und EDM unterstreicht. Auch im deutschsprachigen Raum wie z.B. auf der DeLFI-Tagung finden sich zunehmend Forschungsarbeiten im Feld eLearning, bei denen die Analyse von Nutzerdaten eine wesentliche Rolle spielt.

Nach dem Erfolg der ersten beiden Workshops zum Thema Learning Analytics auf den DeLFI-Tagungen 2013 in Bremen und 2014 in Freiburg soll dieser dritte Workshop die Learning-Analytics-Akteure und -Interessierten im deutschsprachigen Raum erneut zusammenbringen.

Thematisch können die Beiträge dieses Workshops drei Themengebieten zugeordnet werden. Die ersten zwei Beiträge (Merceron; Fortenbacher, Klüsener, & Konitzer) widmen sich Künstlicher Intelligenz und Learning Analytics – welche KI-Verfahren sind im Bereich Learning Analytics sinnvoll wofür einsetzbar? Die nächsten drei Beiträge (Gross & Pinkwart; Ebner et al.; Steffen et al.) thematisieren Mensch-Computer-Schnittstellen für Learning Analytics und damit die wichtige Frage, wie Visualisierungen von Lernerdaten gestaltet werden können und wie Nutzer – ob nun Dozenten oder Lerner – mit diesen Visualisierungen interagieren können. Dieser Workshopband schließt mit Zukunftsperspektiven auf das Feld Learning Analytics – hier diskutieren Lukarov, Chatti & Schroeder Evaluationsmethoden für Learning Analytics jenseits von Usability-Kriterien.

Berlin, im August 2014

Albrecht Fortenbacher
Niels Pinkwart

Workshopleitung und Organisation

Albrecht Fortenbacher (Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin)

Niels Pinkwart (HU Berlin)

Programmkomitee

Mohamed Amine Chatti (RWTH Aachen)

Tilman Göhnert (Universität Duisburg-Essen)

Andreas Harrer (TU Clausthal)

Albrecht Fortenbacher (Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin)

Agatha Merceron (Beuth Hochschule für Technik Berlin)

Niels Pinkwart (HU Berlin)

Ressourcenorientierte Visualisierungen als Learning-Analytics-Werkzeuge für Lehrende und Lerner

Sebastian Gross¹ und Niels Pinkwart¹

Abstract: In diesem Beitrag stellen wir ein Konzept für ein Learning-Analytics-Werkzeug vor, das Lehrende und Teilnehmer in computergestützten Lernarrangements unterstützt. Im Mittelpunkt des Konzepts stehen dabei digitale Lernressourcen, deren Auswahl und Organisation durch Lehrende sowie deren Verwendung durch Nutzer. Eine konkrete Umsetzung des Konzepts veranschaulichen wir anhand eines web-basierten Lernsystems für die Java-Programmierung und diskutieren, wie unterschiedliche Anforderungen mithilfe des Werkzeugs erfüllt werden können.

Keywords: Learning Analytics, Werkzeug, Lernressource, Visualisierung, Konzept

1 Einleitung

Computergestützte Lernumgebungen ermöglichen Lernen unabhängig von Zeit und Ort und werden mehr und mehr zu einem Massenphänomen, das immer größer werdende Nutzerzahlen (z. B. in Form von Massive Open Online Courses (MOOCs)) bewirkt. Die zunehmende Digitalisierung von Lehr-/Lernarrangements erfordert zum einen technische Innovationen im computergestützten Lernen, stellt andererseits aber auch Lehrende und Lerner² vor neue Herausforderungen. Lerner müssen sich oftmals ohne direkte menschliche Unterstützung in Lernumgebungen zurechtfinden, ihre Lernaktivitäten koordinieren und die Umgebung hinsichtlich ihrer Lernfortschritte anpassen. Lehrenden hingegen fehlt oftmals die direkte Rückmeldung durch Lerner (anders als z. B. in klassischen Face-to-Face Lehrarrangements). Sie sind darauf angewiesen, Rückschlüsse über die Wirksamkeit des didaktischen Konzepts und der im System verwendeten Lernressourcen aus der Interaktion zwischen dem Lernsystem und den Nutzern zu ziehen.

Forschungen im Bereich Learning Analytics nehmen sich diesen Herausforderungen an und verfolgen dabei das Ziel, Daten aus dem Lehr-/Lernkontext zu erfassen, zu analysieren und in interpretierbarer Form darzustellen, um für Lehrende und Lerner eine Grundlage zur Untersuchung unterschiedlichster Aspekte des Lernens zu schaffen. In diesem Beitrag stellen wir ein Konzept für ein Learning-Analytics-Werkzeug vor, das Lehrende und Lerner unterstützt, Aspekte, die sich aus der Verwendung von digitalen Lernressourcen in computergestützten Lernumgebungen ergeben, untersuchen zu können. Das Werkzeug bedient sich dabei typischen Methoden des Data Minings und nutzt ressour-

¹ Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik, Unter den Linden 6, 10099 Berlin, {sebastian.gross,niels.pinkwart}@hu-berlin.de

² Gemeint sind sowohl weibliche Lernerinnen als auch männliche Lerner.

cenorientierte Visualisierungen in Form von interaktiven, adaptiven und anpassbaren Grafiken.

In Abschnitt 2 betrachten wir zunächst aktuelle Entwicklungen im Bereich Learning Analytics, insbesondere (grafische) Werkzeuge zur Unterstützung von Lehrenden und Lernern. Anschließend, in Abschnitt 3, stellen wir unser Konzept für ein Learning-Analytics-Werkzeug vor und betrachten Anforderungen, die sich durch die Verwendung von digitalen Lernressourcen in Lehr-/Lernarrangements ergeben. Abschnitt 4 beschreibt die prototypische Implementierung des Konzepts in einem web-basierten Lernsystem für Java-Programmierung und stellt dar, wie die verschiedenen Anforderungen berücksichtigt werden. Abschließend ziehen wir ein Fazit und geben in Abschnitt 5 einen Ausblick auf zukünftige Arbeiten.

2 Stand der Forschung

Learning Analytics ist noch ein relativ junges Forschungsgebiet, das - ähnlich wie Forschungen auf dem Gebiet des Educational Data Mining (EDM) - Fragestellungen, die sich aus computergestützten Lehr-/Lernarrangements ergeben, mithilfe von Methoden des Data Mining zu untersuchen versucht [SB12].

Es existieren vielfältige Anwendungsfälle von Learning Analytics, wie z. B. das Vorhersagen der Leistung von Lernern bzw. Lernergruppen [APIPCGHG14] oder die Generierung von Empfehlungen z. B. geeigneter Lernressourcen [Duv11]. Die Visualisierung von Daten, die aus dem Lernkontext gewonnen wurden, spielt dabei eine große Rolle. Hierzu gibt es verschiedene Ansätze. GLASS ist eine web-basierte Visualisierungsplattform, die verschiedene Aspekte, die sich aus dem Lehr/Lernkontext ergeben (z. B. Aktivitäten einzelner Lerner oder Lernergruppen), mithilfe modularer Darstellungen visualisieren kann [LPdIFV+12]. Das StepUp! Werkzeug ist eine Anwendung, die Nutzern in offenen Lernarrangements hilft, ihre eigenen Aktivitäten zu reflektieren, indem Lernaktivitäten in Form von Dashboards visualisiert werden. Zu den visualisierten Informationen gehören, wie viel Zeit ein Lerner in einen Kurs investiert und welche Ressourcen (z. B. Wikis und Blogs) und soziale Medien (z. B. Twitter) dieser zum Lernen genutzt hat. Das LeMo Werkzeug analysiert Lerneraktivitäten, die von verschiedenen Online-Lernplattformen stammen können³. Die enthaltenen Lernpfade werden mithilfe von Sequential Pattern Mining analysiert und anschließend visualisiert [FBE+13].

Die oben genannten Werkzeuge schaffen mithilfe von Visualisierungen für Nutzer eine Grundlage, Aktivitäten in computergestützten Lernarrangements zu analysieren und zu interpretieren. Dabei werden u. a. auch (Lern-)Ressourcen in der Analyse berücksichtigt. Oft bleiben allerdings Zusammenhänge zwischen verschiedenen Ressourcen eher ver-

³ In LeMo existieren u. a. Schnittstellen zu den LMS Moodle und Clix wie auch zu der Online-Enzyklopädie Chemgepeida. [FBE+13]

borgen; der Nutzer wird selten darin unterstützt, Abhängigkeiten zwischen Aktivitäten mit unterschiedlichen Ressourcen zu erkennen. Bei den existierenden Verfahren liegt der Fokus typischerweise auf quantitativen Informationen (z. B. wie lange eine Ressource genutzt wurde); qualitative Informationen (z. B. wie wirksam die Nutzung der Ressource war) kann der Nutzer bestenfalls aus den zur Verfügung gestellten Daten ableiten. In unserem Konzept für ein Learning-Analytics-Werkzeug, welches wir im Folgenden vorstellen, berücksichtigen wir daher sowohl Zusammenhänge zwischen verschiedenen Lernressourcen als auch qualitative Informationen, die sich aus Lerneraktivitäten ableiten lassen.

3 Konzept für ein Lernressourcen-orientiertes Werkzeug zur Unterstützung von Lehrenden und Lernern

Digitale Lernressourcen sind integraler Bestandteil vieler computergestützter Lernumgebungen. Dabei können solche Ressourcen unterschiedlichste (multi-)mediale und textuelle Inhalte umfassen. Lehrende können vorhandene analoge Lernmaterialien digitalisieren und bündeln, neue Ressourcen erstellen und unter Berücksichtigung zuvor definierter Lernziele gestalten, oder auf existierende Ressourcen zurückgreifen und diese wiederverwenden, wenn sie Ressourcen zu Kursen mit bestimmten Lernzielen zusammenstellen⁴.

Neben der Auswahl und Zusammenstellung von Ressourcen ist deren Strukturierung ein wichtiger Aspekt in computergestützten Lernumgebungen. Der Strukturierung dieser Ressourcen liegt oftmals eine didaktische Zielsetzung des Lehrenden zugrunde. Ein sehr einfacher möglicher Ansatz, solche Strukturen abzubilden, sind z. B. durch Hypertext verbundene Webseiten, wie sie in Learning Management Systeme (LMS) genutzt werden. Der Ansatz erfordert, dass der Lehrende die Strukturierung vorgibt, und birgt Nachteile für Lerner: Statische Strukturen berücksichtigen nicht die individuellen Bedürfnisse einzelner Lerner und setzen voraus, dass sich die verwendeten Lernressourcen inhaltlich und qualitativ nahtlos in den Lehrplan einfügen lassen. Automatische Ansätze, z. B. anhand von Präferenzen und Bewertungen der semantischen Relevanz [WTLC07], Lernern geeignete Lernressourcen zu empfehlen, entkoppeln den Lernprozess u. U. von der didaktischen Zielsetzung des Lehrenden. So wird es in offenen Lernumgebungen, wie z. B. cMOOCs, den Lernenden überlassen, Ziele zu definieren und notwendige Ressourcen zu identifizieren und somit den Lernprozess selbstständig zu gestalten. Dieses Modell ist aber sicher nicht in allen Online-Lernumgebungen gewünscht.

Für Lehrende und Lerner ergeben sich aus der Gestaltung bzw. Verwendung von digitalen Lernressourcen in computergestützten Lernumgebungen (abhängig von der konkreten Ausgestaltung des Lernsystems) verschiedene Anforderungen hinsichtlich Qualität,

⁴ Erleichtert werden der Austausch und die Wiederverwendung von Lernressourcen durch Standards wie SCORM oder LOM. Zudem existieren Repositories für Lernressourcen wie z. B. <http://www.merlot.org>.

Vollständigkeit, Relevanz und Wirkung von Lernressourcen. In Tabelle 1 fassen wir die verschiedenen Aspekte zusammen und leiten konkrete funktionale Anforderungen an ein Learning-Analytics-Werkzeug ab.

Aspekt	Adressaten	Anforderung
Qualität	Lehrende	Analyse und Bewertung des Inhalts von Lernressourcen in Abhängigkeit von definierten Lernzielen
Vollständigkeit	Lehrende	Analyse und Bewertung der Vernetzung und inhaltlichen Abhängigkeiten zwischen Lernressourcen
Wirkung	Lehrende Lerner	Analyse von Lernfortschritten der Lerner in Abhängigkeit von verwendeten Lernressourcen
Relevanz	Lerner	Analyse von Lernressourcen in Abhängigkeit individueller Bedürfnisse

Tab. 1: Aspekte bei der Nutzung von Lernressourcen, Adressaten und Anforderungen eines ressourcenorientierten Learning-Analytics-Werkzeugs zur Unterstützung von Lehrenden und Lernern.

Qualität: Der Lehrende muss in der Lage sein, Lernressourcen hinsichtlich ihrer qualitativen Eignung zum Erreichen der definierten Lernziele zu bewerten. Dies bezieht sich vor allem auf Lernressourcen, die nicht vom Lehrenden erstellt wurden, sondern z. B. aus Repositories stammen oder von Lernern erstellt wurden. Hierbei ist es wichtig, dass der Lehrende durch das Werkzeug darin unterstützt wird, einzuschätzen, wie die Lernressource inhaltlich und qualitativ zu den Lernzielen passt. Hier besteht einerseits die Möglichkeit, die Anzahl der Interaktionen zwischen Lernern und Ressource als Indikator für dessen Güte zu nutzen, andererseits kann auch die Beurteilung direkt durch die Lerner (z. B. über ein Bewertungssystem) eine sinnvolle Information für den Lehrenden sein.

Vollständigkeit: Außerdem muss der Lehrende erkennen können, ob die zur Verfügung gestellten Lernressourcen vollständig sind. Dies erfordert die inhaltliche Analyse der zur Verfügung stehenden Ressourcen unter Berücksichtigung von Lernzielen. Unvollständigkeit ist dabei charakterisiert durch Lernziele, die nicht oder nur unzureichend durch die vorhandenen Lernressourcen erreicht werden können.

Wirkung: Sowohl Lehrende als auch Lerner benötigen außerdem die Möglichkeit, Lerneraktivitäten in Zusammenhang mit Lernressourcen hinsichtlich Lernfortschritten beurteilen zu können. Dazu besteht z. B. die Möglichkeit, Lerner miteinander zu vergleichen und daraus die Leistung des Einzelnen abzuleiten. Auch ist es möglich, den Ist-Zustand - also den Fortschritt während des Lernens - mit einem (zuvor definierten) Soll-Zustand zu vergleichen. Beispielsweise könnte der Lösungsversuch eines Lerners zu einem gegebenen Problem mit einer Musterlösung auf qualitativer Ebene verglichen werden. Dabei könnten zudem weitere (quantitative) Faktoren wie z. B. die Anzahl der benötigten Versuche berücksichtigt werden.

Relevanz: Die Relevanz von Lernressourcen für Lerner ergibt sich aus den individuellen Lernzielen und deren Wissensständen. Lerner müssen daher in der Lage sein, die Aus-

wahl von Lernressourcen entsprechend ihrer individuellen Bedürfnisse unter Berücksichtigung verschiedener Parameter anpassen zu können.

Im folgenden Abschnitt beschreiben wir die prototypische Implementierung des Konzepts. Dabei diskutieren wir die Anforderungen und deren konkrete technische Umsetzung.

4 Prototypische Implementierung als Learning-Analytics-Werkzeug in einem Lernsystem für die Java-Programmierung

Das in Abschnitt 3 beschriebene Konzept für ein ressourcenorientiertes Learning-Analytics-Werkzeug haben wir prototypisch implementiert und in einem web-basierten Lernsystem für die Java-Programmierung eingesetzt. Das Lernsystem stellt seinen Nutzern verschiedene Lernressourcen bereit: gegenwärtig sind dies 39 Programmieraufgaben⁵, 4 Quiz⁶ und 12 Multiple-Choice-Tests⁷, die von mehreren erfahrenen Java-Programmierern erstellt wurden, sowie 25 Videotutorials, die auf Youtube gefunden und wiederverwendet wurden. Zu jeder Ressource wurde ein Satz von Begriffen (sogenannte Tag Sets) erstellt, die den Inhalt der jeweiligen Ressource beschreiben. Basierend auf diesen Tag Sets wurden anschließend Ähnlichkeiten zwischen Ressourcen ermittelt. Die verwendete Metrik berücksichtigt dabei sowohl explizite als auch implizite Ähnlichkeiten⁸ zwischen Tags [ZNQZ11].

Das Werkzeug visualisiert Lernressourcen und deren logischen und semantischen Beziehungen zueinander in einer interaktiven Darstellung. Die Darstellung basiert auf der JavaScript Bibliothek D3.js [BOH11] und nutzt ein Force-directed Layout, um semantische Beziehungen (basierend auf den zuvor berechneten semantischen Ähnlichkeiten) zwischen Ressourcen zu simulieren. Die semantischen Ähnlichkeiten wurden zudem genutzt, um Mengen ähnlicher Ressourcen zu identifizieren und visuell in Strukturen abzubilden.

⁵ Zu jeder Programmieraufgabe wurde eine mehrschrittige Musterlösung erstellt.

⁶ Ein Quiz enthält ein Java-Programm und Fragen zu dessen Verhalten.

⁷ Ein Multiple-Choice-Test enthält eine oder mehrere Fragen zu einem Konzept in Java (z. B. Rekursion).

⁸ Eine explizite Ähnlichkeit ergibt sich daraus, ob zwei Tags identisch sind. Eine implizite Ähnlichkeit von zwei Tags leitet sich aus der Beziehung zwischen Paaren von Tags ab und ermöglicht, eine Ähnlichkeit auch zwischen solchen Tags festzustellen, die zwar nicht identisch sind, aber (häufig) gemeinsam in Paaren auftreten.

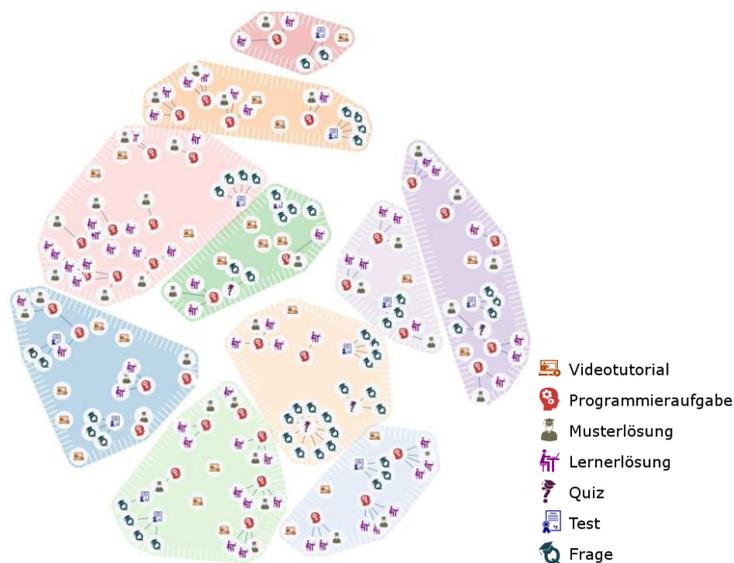


Abb. 1: Ressourcenorientierte Visualisierung: Knoten symbolisieren Lernressourcen, Kanten stellen logische Beziehungen zwischen Ressourcen dar.

Dazu wurde der Clustering-Algorithmus Relational Neural Gas [HH07] genutzt, um Lernressourcen in Cluster⁹ zu gruppieren. In Abb. 1 ist der Datensatz aus dem Lernsystem dargestellt. Semantische Cluster sind farbig hinterlegt. Logische Beziehungen, die sich aus Abhängigkeiten zwischen Ressourcen ergeben, sind in der Abbildung als durchgezogene Linien dargestellt. Solche Abhängigkeiten leiten sich z. B. aus der Modellierung von Ressourcen (ein Quiz/Test kann aus mehreren (wiederverwendbaren) Fragen bestehen, oder zu einer Programmieraufgabe können eine oder mehrere Musterlösungen existieren) bzw. aus ihrer Verwendung (ein Lerner kann zu einer gegebenen Programmieraufgabe eigene Lösungen z. B. in Form von Programmcode erstellen) ab. Semantische Beziehungen sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht visuell dargestellt.

⁹ Die Lernressourcen sind Teil eines Online-Kurses, der in 11 Themenbereiche (z. B. Wiederholungsanweisungen) gegliedert ist. Daher wurde die Anzahl der Cluster auf 11 gesetzt. Die daraus resultierende Zuordnung von Lernressource zu Cluster bildet dabei nicht exakt die Zuordnung von Lernressource zu Themenbereich des Online-Kurses ab (ein Cluster bleibt z. B. leer, so dass effektiv nur 10 Cluster dargestellt werden).



Abb. 2: Dialogbasierte Interaktion zwischen Nutzern und Ressourcen

Das Werkzeug ermöglicht es dem Nutzer mit den Ressourcen zu interagieren. Es kann direkt auf deren Inhalte zugegriffen werden; zudem besteht für Lerner und Lehrende die Möglichkeit, Metadaten abzurufen bzw. zu ergänzen. Als Metadaten stehen neben Art der Ressource außerdem die Anzahl der Zugriffe, Bewertungen durch Lerner¹⁰ und zugeordnete Tags zur Verfügung. Über einen Dialog (dargestellt in Abb. 2) kann ein Nutzer auf die Metadaten zugreifen und neue Bewertungen oder Tags hinzufügen.

Das Werkzeug ist hinsichtlich der Darstellung adaptiv und anpassbar. Es hebt Ressourcen, die vom jeweiligen Nutzer erstellt bzw. bereits verwendet wurden, hervor. Die Metadaten bilden die Grundlage für verschiedene Filtermöglichkeiten, über die der Nutzer gezielt Ressourcen ein- bzw. ausblenden kann: Ressourcen können abhängig von deren Art, Qualität und Inhalt (beschrieben durch deren zugeordnete Tags) gefiltert werden: Ein Nutzer kann sich durch gezielte Filterung z. B. nur als gut bewertete Videotutorials zum Thema „Rekursion“ anzeigen lassen. Des Weiteren kann die Anordnung der Ressourcen und der semantischen Cluster durch den Nutzer individuell angepasst werden, um Ressourcen (z. B. durch Verschieben) nach eigenen Bedürfnissen anzuordnen.

Der Nutzer kann neue Ressourcen hinzufügen und mit anderen Nutzern teilen: Lerner können direkt im Lernsystem Programmieraufgaben bearbeiten und eigene Programme schreiben. Diese Programme können anschließend freigegeben und mit anderen Lernern geteilt werden, die wiederum auf diese Programme zugreifen und Kommentare (um den Ersteller z. B. auf mögliche Fehler hinzuweisen) verfassen können. Sämtliche Programme (Programme der Lerner und Musterlösungen von Experten) zu einer Programmieraufgabe werden mithilfe einer Metrik [MGP+13], die die paarweisen Ähnlichkeiten

¹⁰ Bei Programmieraufgaben kann sowohl deren Qualität als auch deren Schwierigkeit bewertet werden.

zwischen Lösungen berechnet, verglichen. Auf das Resultat dieser Vergleiche kann der Nutzer in Form einer weiteren Visualisierung (dargestellt in Abb. 3) zugreifen. In dieser Visualisierung werden die (freigegebenen) Lösungsversuche der Lerner unter Berücksichtigung ihrer Ähnlichkeit zu einer (mehrschrittigen) Musterlösung dargestellt.

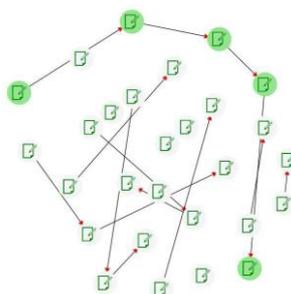


Abb. 3: Lösungen (dargestellt als Knoten) von Lernern und Experten zu einer Programmieraufgabe. Zwischen Knoten können logische Beziehungen existieren (dargestellt als Kanten): Auf eine Lösung können weitere (erweiterte bzw. verbesserte) Lösungen folgen. Eingefärbte Knoten stellen Schritte von Musterlösungen dar. Die Positionierung der Knoten wird über deren Ähnlichkeit zueinander berechnet; geringe Distanzen bedeuten eine hohe Ähnlichkeit zwischen den entsprechenden Lösungen.

Für Lehrende bietet das Werkzeug die Möglichkeit stark bzw. schwach frequentierte sowie qualitativ hoch bzw. niedrig bewertete Ressourcen zu identifizieren und ggf. Anpassungen vorzunehmen (siehe Anforderung hinsichtlich des Aspekts Qualität in Abschnitt 3). Die inhaltliche Strukturierung von Lernressourcen basierend auf semantischen Ähnlichkeiten kann Lehrenden helfen, inhaltliche Lücken zu identifizieren und durch zusätzliche Ressourcen zu schließen (siehe Anforderung hinsichtlich des Aspekts Vollständigkeit in Abschnitt 3). Das Werkzeug erfasst und visualisiert die Aktivitäten von Lernern und deren Interaktionen mit Ressourcen. Durch den qualitativen Vergleich von Lerneraktivität mit einem zuvor definierten Soll-Zustand haben Lerner die Möglichkeit, ihre Lernfortschritte zu reflektieren; Lehrende können den Lernfortschritt aller Lerner bzw. einzelner Lerner nachvollziehen und analysieren (siehe Anforderung hinsichtlich des Aspekts Wirkung in Abschnitt 3). Außerdem können Lerner durch gezieltes Filtern die Ressourcen identifizieren, die qualitativ und thematisch für die selbst definierten Lernzielen relevant und geeignet sind (siehe Anforderung hinsichtlich des Aspekts Relevanz in Abschnitt 3).

5 Fazit und Ausblick

In diesem Beitrag haben wir ein Konzept für ein Visualisierungswerkzeug vorgestellt, das Lehrenden und Lernern eine Unterstützung in der Gestaltung bzw. Verwendung von Lernressourcen in Online-Lernarrangements bietet. Das Konzept wurde prototypisch für eine computergestützte Lernumgebung für die Java-Programmierung implementiert. Das

entstandene Learning-Analytics-Werkzeug setzt dabei die in Abschnitt 3 erörterten funktionalen Anforderungen, die sich aus der Verwendung von Lernressourcen ergeben, durch interaktive, adaptive und adaptierbare Visualisierungen um.

Das vorgestellte Konzept (siehe Abschnitt 3) und dessen prototypische Umsetzung (siehe Abschnitt 4) bietet Potenzial für verschiedene Erweiterungen. Die Analyse von Interaktionen zwischen Lernern und Ressourcen kann genutzt werden, um sinnvolle Lernpfade zu identifizieren und um Lernern Empfehlungen für Lernressourcen zu geben. Die Gesamtanalyse von Aktivität, Lernfortschritt (z. B. hinsichtlich dem Lösen einer Programmieraufgabe) und thematischen Beziehungen von Ressourcen könnte helfen, um Kompetenzmodelle von Lernern zu berechnen und z. B. in Form eines Open Learner Models dem Lerner zur Selbstreflexion bereitzustellen. Neben technischen Weiterentwicklungen werden wir uns in unseren zukünftigen Arbeiten auch der empirischen Evaluierung des Konzepts und des Systems hinsichtlich des Nutzens für Lehrende und Lerner widmen.

Literaturverzeichnis

- [APIPCGHG14] Ángel F Agudo-Peregrina, Santiago Iglesias-Pradas, Miguel Ángel Conde-González und Ángel Hernández-García. Can we predict success from log data in VLEs? Classification of interactions for learning analytics and their relation with performance in VLE-supported F2F and online learning. *Computers in human behavior*, 31:542–550, 2014.
- [BOH11] Michael Bostock, Vadim Ogievetsky und Jeffrey Heer. D3: Data-Driven Documents. *IEEE Trans. Visualization & Comp. Graphics (Proc. InfoVis)*, 2011.
- [Duv11] Erik Duval. Attention Please!: Learning Analytics for Visualization and Recommendation. In *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge, LAK '11*, Seiten 9–17, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [FBE+13] Albrecht Fortenbacher, Liane Beuster, Margarita Elkina, Leonard Kappe, Agathe Merceron, Andreas Pursian, Sebastian Schwarzrock und Boris Wenzlaff. LeMo: A learning analytics application focussing on user path analysis and interactive visualization. In *The 7th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, Seiten 12–14, 2013.
- [HH07] Barbara Hammer und Alexander Hasenfuss. Relational Neural Gas. In Joachim Hertzberg, Michael Beetz und Roman Englert, Hrsg., *KI 2007: Advances in Artificial Intelligence*, Jgg. 4667 of Lecture Notes in Computer Science, Seiten 190–204. Springer Berlin Heidelberg, 2007.
- [LPdlFV+12] Derick Leony, Abelardo Pardo, Luis de la Fuente Valentín, David Sánchez de Castro und Carlos Delgado Kloos. GLASS: A Learning Analytics Visualization Tool. In *Proceedings of the 2Nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge, LAK '12*, Seiten 162–163, New York, NY, USA, 2012. ACM.

- [MGP+13] B. Mokbel, S. Gross, B. Paassen, N. Pinkwart und B. Hammer. Domain- Independent Proximity Measures in Intelligent Tutoring Systems. In S. K. D’Mello, R. A. Calvo und A. Olney, Hrsg., Proceedings of the 6th International Conference on Educational Data Mining (EDM), Seiten 334–335, Memphis, TN, 2013.
- [SB12] George Siemens und Ryan S. J. d. Baker. Learning Analytics and Educational Data Mining: Towards Communication and Collaboration. In Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge, LAK ’12, Seiten 252–254, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [WTLC07] Tzone I Wang, Kun Hua Tsai, Ming-Che Lee und Ti Kai Chiu. Personalized learning objects recommendation based on the semantic-aware discovery and the learner preference pattern. *Educational Technology & Society*, 10(3):84–105, 2007.
- [ZNQZ11] Jingli Zhou, Xuejun Nie, Leihua Qin und Jianfeng Zhu. Web Clustering Based On Tag Set Similarity. *Journal of Computers*, 6(1), 2011.

Educational Data Mining / Learning Analytics: Methods, Tasks and Current Trends

Agathe Merceron¹

Abstract: The 1st international conference on “Educational Data Mining” (EDM) took place in Montreal in 2008 while the 1st international conference on “Learning Analytics and Knowledge” (LAK) took place in Banff in 2011. Since then the fields have grown and established themselves with an annual international conference, a journal and an association each, and gradually increase their overlapping. This paper begins with some considerations on big data in education. Then the principal analysis methods used with educational data are reviewed and are illustrated with some of the tasks they solve. Current emerging trends are presented. Analysis of educational data on a routine basis to understand learning and teaching better and to improve them is not a reality yet. The paper concludes with challenges on the way.

Keywords: Educational data mining, learning analytics, prediction, clustering, relationship mining, distillation of data for human judgment, discovery with models, multi modal analysis, multi-level analysis, natural language processing, privacy, data scientist.

1 Introduction

“Big Data in Education” was the name of a MOOC offered on Coursera in 2013 by Ryan Baker. What means big data in education? To answer this question I consider different sources of educational data following the categorization of [RV 10]. Schools and universities use information systems to manage their students. Take the case of a small- medium European university with 12 000 students and let us focus on the marks. Assuming that each student is enrolled in 6 courses, each semester the administration records 60 000 new marks (including the null value when students are absent).

Many universities and schools use a Learning Management System (LMS) to run their courses. Let us take an example of a small course, not a MOOC, taught for 60 students on 12 weeks with one single forum, and a set of slides and one quiz per week. LMSs record students’ interactions, in particular when students click on a resource, write or read in the forum. Assume that each student clicks on average twice each week on the set of slides and the quiz, and 3 times on the forum in the semester. This gives 3060 interactions that are stored for one course during one semester. Let us suppose that the small-medium university from above has 40 degree-programs with 15 courses each. This gives 1 836 000 interactions stored by the LMS each semester.

¹ Beuth Hochschule für Technik, Fachbereich Medieninformatik, Luxemburgerstrasse 19, 13353 Berlin, merceron@beuth-hochschule.de

Another main source of data in education is dedicated software like Intelligent Tutoring Systems that students use to train specific skills in one discipline. A well-known repository for such data is Datashop [KBS10] that contains millions of interactions. On top of those main sources of data, there are various other sources like social media, questionnaires or online forums. These simple considerations show that data in education are big and cannot be analyzed by hand.

Research published the “international educational data mining society” or the “society of learning analytics and research” show that analyzing these data allows us “to better understand students, and the settings which they learn in.” [BY 09]. These two societies started around different persons with different research backgrounds [BS 14] but they have similar aims. While research with an emphasis in machine learning appears more in EDM and research with an emphasis on humans appear more in LAK, research that could be published in both conferences grows each year as the citations in this paper make clear. The next section reviews the computational methods used to analyze educational data as listed in [BY 09] and illustrates some of the tasks they solve. Current trends are presented in section three. The conclusion presents challenges of the field.

2 Computational Methods

Methods come mainly from machine learning, data mining and, emerging in the last years, from natural language processing; methods classical in artificial intelligence such as the hill-climbing algorithm are occasionally used [Ba 05].

2.1 Prediction

A major task tackled by prediction methods is to predict performance of students. Predicting performance has several levels of granularity: it can be predicting that there will be no performance at all when students drop-off [WZN13], predicting pass/fail or the mark in a degree [ZBP11, AMP14], pass / fail or the mark in a course [LRV12] or predicting whether a student masters a given skill in a tutoring system [PHA07].

The numerous studies published in that area show that it is indeed possible to predict drop-off or performance in a degree or in a course (MOOCs excluded) with a reasonable accuracy, mostly over 70%. However these studies show also that there is neither one classifier nor a set of features that work well in all contexts though a number of studies indicate that having only socio-economic features and no marks at all lead to a poorer accuracy [GD 06, ZBP11]. Therefore one has to investigate which methods and which features work the best with the data at hand. I take [AMP14] to illustrate such a work. The aim of this work is to predict the class or interval A, B, C, D or E, in which the mark

of the degree lies. The degree is a 4 years Bachelor of Science in Computing and Information Technology in a technical university in Pakistan. Enrollment in this degree is competitive: students are selected based on their marks at High School Certificate (short HSC), average and Math-Physics-Chemistry, and on their performance on a entrance test. Because of this context, drop-off is almost non-existent. Using in particular the conclusions of [GD 06, ZBP11], [AMP14] conjectured that marks only, no socio-economic features, might be enough to predict performance at the end of the degree with an acceptable accuracy. The features that have been used to build several classifiers are HSC marks as well as first year and second year marks in each course. Table 1 shows the classifiers that have achieved an accuracy better than the baseline of 51.92%, the accuracy that is achieved when the majority class C is always predicted.

Classifier	Accuracy / Kappa
Decision Tree with Gini Index	68.27% / 0.49
Decision Tree with Information Gain	69.23% / 0.498
Decision Tree with Accuracy	60.58% / 0.325
Rule Induction with Information Gain	55.77% / 0.352
1- Nearest Neighbors	74.04% / 0.583
Naives Bayes	83.65% / 0.727
Neural Networks	62.50% / 0.447
Random Forest with Gini Index	71.15% / 0.543
Random Forest with Information Gain	69.23% / 0.426
Random Forest with Accuracy	62.50% / 0.269

Tab. 1: Comparison of Classifiers

A unique feature of this work is to take one cohort to train a classifier and the next cohort to test it, as opposed to most of the works reported in the literature which use cross-validation, which means that only one cohort is used to train and test the classifier. The aim of using two successive cohorts is to check how well results generalize over time so as to use the experience of one cohort to put in place some policy to detect weak or strong students for the following cohort. One notices that 1- nearest neighbor and Naives Bayes perform particularly well although they have the drawback of not giving a human interpretable explanation of the results: it is not possible to know whether some courses could act as detectors of particularly poor or particularly good performance.

2.2 Clustering

Clustering techniques are used to group objects so that similar objects are in the same cluster and dissimilar objects in different clusters. There are various clustering techniques and there are many tasks that use clustering. [CGS12] for instance clusters students and find typical participation's behaviors in forums.

[EGL15] clusters utterances and is concerned with classifying automatically dialog acts

also called speech acts within tutorial dialogs. A dialog act is the action that a person performs while uttering a sentence like asking a question (“What is an anonymous class?”), exposing a problem or issue, giving an answer, giving a hint (“Here an interesting link about Apache Ant”), making a statement (“The explanations of the lectures notes are a bit succinct”), giving a positive acknowledgment (“Thanks, I have understood”), etc.. A common way of classifying sentences or posts into dialog acts is to use prediction or supervised methods as done in [KLK10]. First a labeled corpus is built: several annotators label the sentences of a corpus and identify cues or features to choose the dialog act. Support vector machines are reported to do rather well for this kind of task: [KLK10] reports F-score varying from 0.54 for positive acknowledgment (9.20% of the sentences of the corpus) to 0.95 for questions (55.31% of the sentences of the corpus). A major drawback of this approach is getting the labeled corpus, a major work done by hand. Therefore several works such as [EGL15] investigate approaches to classify sentences without the manual labeling. The corpus of [EGL15] comes from a computer-mediated environment to tutor students in introductory programming; moreover, in this case study, students have been recorded by Kinect cameras. Sentences are described by different kinds of features: lexical features (e.g. unigrams, word ordering, punctuation), dialog-context features (e.g. utterance position, utterance length, author of the previous message (student, tutor)), task features (e.g. writing code), posture features (e.g. distance between camera and head, mid torso, lower torso) and gesture features (e.g. one-hand-to-face, two-hands-to-face).

Utterances are clustered using the K-Medoids algorithm and Bayesian Information Criterion (BIC) to infer the optimal number of clusters. For lexical features the distance between two utterances is calculated using their longest common subsequence and for other features using cosine similarity. Several clusterings are performed according to the dialog act of the previous tutor utterance. The majority vote of the utterances in each cluster gives the dialog act or label of that cluster. To classify a new student's utterance, the proper clustering is chosen according to the preceding dialog act of the tutor and the distance between the new utterance and the center of each cluster is calculated. The nearest cluster gives its dialog act to the utterance. Using a manually labeled corpus for evaluation, and a leave-one-student-out cross-validation, an average accuracy of 67% is reported (61.7% without posture and gesture features). Even if these results stay below what is currently achieved with supervised methods, this approach is very promising and continues to improve over earlier similar work such as reported in [VMN12].

2.3 Relationship Mining

[BY 09] divides this category into four sub-categories. Two of them, association rule mining and correlation mining, are illustrated here.

[MY 05] uses the apriori algorithm for association rules to find mistakes that students often make together while solving exercises with a logic tutor. Results include associa-

tions such as “if a student chooses the wrong set of premises to apply a rule, s/he is likely to also make a wrong deduction when applying a rule.” Such findings have been used to enhance the tutor with proactive feedback whenever students make a mistake belonging to the found associations. One challenge in using association rules is the big number of rules that algorithms can return and the choice of an appropriate interestingness measure to filter them [MY 10].

[BCK04] conducted observations of students while using a cognitive tutor for middle school mathematics. Observers recorded whether students were on-task or off-task and, when off-task, whether students were in conversation, doing something else, inactive or gaming the system. Gaming the system means that a student uses quickly the hints offered by the tutor and so finishes quickly an exercise as the solution is basically given by the tutor. The calculation of correlations between post-tests and different off-task behaviors revealed that the biggest correlation in absolute value was obtained with gaming the system: -0.38 . This is high enough to indicate that gaming the system has a negative impact on learning.

2.4 Distillation of Data for Human Judgment

This category includes statistics and visualizations that help humans make sense of their findings and analyses. Proper diagrams on the proper data help to grasp what happens at a glance and they form the essence of many dashboards and analytics tools such as LeMo [FEM13].

All the works presented so far show that data preparation is crucial. This remains true for visualization. Students and their marks can be visualized by a heat map. Clustering the students according to their marks [AMP15] and using the order given by the clustering to build the heat map helps visualize courses that can act as indicators of good or poor performance.

2.5 Discovery with Models

As noted in [BY 09] this category is usually absent from conventional books about data mining or machine learning. This category encompasses approaches in which the model obtained in a previous study is included in the data to discover more patterns. An interesting illustration is given by the work of [BCR06] and [SPB15]. Building on [BCK04] the work in [BCR06] proposes a detector for gaming the system. This detector uses only data stored in the log files recorded by the cognitive tutor, no other source of data from sensors or cameras. Features include the number of times a specific step is wrong across all problems, the probability that the student knows a skill as calculated by the tutor, various times such as the time taken by the last 3 or 5 actions. Latent Response Models have been used to build the detector. This detector has been shown to generalize to new students and to new les-

sons of the cognitive tutor, and thus can be used to infer whether students who used the cognitive tutor gamed the system without having to actually observe them. The work in [SPB15] investigates the relation between different affects and behaviors and the majors chosen in college. Students who game the system enroll less in Science, Math. & Technology.

3 Current Trends

Over the three last editions of the EDM conferences and the last edition of the LAK conference I observe an increase in the number of papers using following techniques: Natural Language Processing, Multilevel Analysis and Multimodal Analysis.

Textual data produced by learners receive more attention. Methods of natural language processing are mainly used to analyze tutorial dialogs, to model students' reading and writing skills and to understand discussion forums. Multimodal analysis means that data from different sources are aggregated together as illustrated earlier with [EGL15].

Multilevel analysis means that different kinds of data stored by one system are aggregated and analyzed as in the framework "Traces" [Su 15] that is used to analyze interactions of a large community of users in a kind of learning platform offering chats, forums, file uploads and a calendar. "Traces" extracts events from the database and constructs contingency graphs which show the likelihood that events are related. For example two events like uploading a file and writing a message in a chat might be related by a proximal contingency if they occur close enough in time, or two events like two messages having an overlap in their vocabulary might be related by a lexical contingency. These graphs can be abstracted and folded at several levels, the most general level being a sociogram which represents how actors are related through their contributions. "Traces" can detect session of activities and in these sessions identify the main actors and those who might be disengaged. On a much smaller scale [Me 14] relates the forum level (dialog acts) to the performance level in an online-course taught with a LMS.

4 Conclusion

Big data in education is a reality. There are numerous approaches to analyze educational data, numerous tasks that are tackled and interesting findings that are discovered.

What is not a reality yet is the analysis of educational data on a routine basis to understand learning and teaching better and to improve them. I see at least two challenges on the way. One is privacy. Users of educational software have to trust what happens with their data that systems store and analyze. A reasonable answer is opt-in: interactions are stored only when users opt for it. This can limit the available data, hence the findings that can be made. Another challenge is generalizability: is a classifier for predicting

performance still valid 2 years later or for another degree? My answer is probably not. Validation needs to be checked regularly, which can slow down the adoption of educational data mining or learning analytics in everyday life. Models that are demanding computationally like classifiers for performance or detectors of behaviors have to be continuously re-established by data scientists. Nonetheless I believe that this field will continue to grow and finds its place in everyday education.

Literaturverzeichnis

- [AMP14] Asif, R.; Merceron, A.; Pathan, M.K.: Predicting Student Academic Performance at Degree Level: A Case Study, In International Journal of Intelligent Systems and Applications (IJISA), Volume 7, Number 1, S. 49-61, 2015.
- [AMP15] Asif, R., Merceron, A. and Pathan, M.K.: Investigating Performance of Students: a Longitudinal Study. In (Blinkstein, A.; Merceron, A.; Siemens, G.; Baron, J.; Marziaz, N.; Lynch, G. Hrsg.) Proceedings of LAK 15, ACM, S. 108-112, 2015.
- [Ba 05] Barnes, T.: Q-matrix Method: Mining Student Response Data for Knowledge. In the technical Report (WS-05-02) of the AAI-05 Workshop on Educational Data Mining. 8 p., 2005.
- [BCK04] Baker, R.; Corbett, A.T.; Koedinger, K.; Wagner, A.Z.: Off-task behavior in the cognitive tutor classroom: when students “game the system”. In Proc. Of SIGCHI conference of Human Factors in Computing Systems, Vienna, Austria, 383-390, 2004.
- [BCR06] Baker, R.; Corbett, A.T.; Roll, I.; Koedinger, K.: Developing a generalizable detector of when students game the system. User Modeling and User-Adapted Interaction, 18(3), 287-314, 2006.
- [BS 14] Baker, R.; Siemens G.: Educational data mining and learning analytics. In Sawyer, K. (Ed.) Cambridge Handbook of the Learning Sciences: 2nd Edition, pp. 253-274, 2014.
- [BY 09] Baker, R.; Yacef, K.: The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions”, In Journal of Educational Data Mining, Vol. 1(1), 2009.
- [CGS12] Cobo, G., Garcia, D., Santamaria, E., Moran, J.A., Melenchon, J., Monzo, C. Using agglomerative hierarchical clustering to model learner participation profiles in online discussion forums. In (Dawson, S., Haythornthwaite, C. Eds.): Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge., ACM, S. 248-251, 2012.
- [EGL15] Ezen-Can, A.; Grafsgaard, J.F.; Lester, J.C., Boyer, K.E.: Classifying Student Dialogue Avts with Multimodal Learning Analytics. In (Blinkstein, A.; Merceron, A.; Siemens, G.; Baron, J.; Marziaz, N.; Lynch, G. Hrsg.) Proceedings of LAK 15, ACM, S. 280-289, 2015.
- [FEM13] Fortenbacher, A.; Elkina, M.; Merceron, A.: The Learning Analytics Application LeMo – Rationals and First Results. In International Journal of Computing, Volume 12, Issue 3, S. 226-234, 2013.

- [GD 06] P. Golding, O. Donaldson: "Predicting Academic Performance", Proceedings of 36th ASEE /IEEE Frontiers in Education Conference, 2006.
- [KBS10] Koedinger, K.; Baker, R., Cunningham, K., Skogsholm, A., Leber, B.; Stamper, J.: "A Data Repository for the EDM Community: The PSLC DataShop," Handbook of Educational Data Mining, CRC Press, S. 43–56, 2010.
- [KLK10] Kim, J.; Li, J.; Kim. T. Towards Identifying Unresolved Discussions in Student Online Forums. In (Tetreault, J., Burstein, J., Leacock, C. Hrsg.): Proceedings of the 5th Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications. (Los Angeles, CA, USA, June 2010). Association for Computational Linguistics, 84 - 91.
- [LRV12] Lopez, M. I., Romero, R., Ventura, V., Luna, J.M. Classification via clustering for predicting final marks starting from the student participation in Forums. In (Yacef, K., Zaïane, O., HersHKovitz, H., YudelsoN, M., and Stamper, J. Hrsg.): Proceedings of the 5th International Conference on Educational Data Mining. S. 148-151, 2012.
- [MY 05] Merceron, A.; Yacef, K.: Educational Data Mining: a case study. In (C.-K. Looi, G. McCalla, B. Bredeweg and J. Breuker Eds) Proceedings of Artificial Intelligence in Education (AIED2005), S. 467-474, 2005.
- [Me 14] Merceron, A.: Connecting Analysis of Speech Acts and Performance Analysis: a Initial Study. In Proceedings of the Workshop 3: Computational Approaches to Connecting Levels of Analysis in Networked Learning Communities, LAK 2014, Vol-1137, 2014.
- [MY 10] Merceron, A.; Yacef, K.: Measuring correlation of Strong Association Rules in Educational Data. In (C. Romero, S. Ventura, M. Pechenizkiy & R.S.J.d. Baker Eds.) the Handbook of Educational Data Mining. CRC Press, S. 245 -256, 2010.
- [PHA07] Pardos, Z.; Hefferman, H.; Anderson, B.; Hefferman, C.: "The effect of Model Granularity on Student Performance Prediction Using Bayesian Networks," In Proceedings of the international Conference on User Modelling, Springer, Berlin, pS 435-439, 2007.
- [RV 10] Romero, C.; Ventura, S.: Educational Data Mining: A Review of the State of the Art. IEEE transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. 40(6), S.601-618, 2010.
- [SPB15] San Pedro, M.O., R. Baker, N. Heffernan, J. Ocumpaugh: What Happens to Students Who Game the System?. In (Blinkstein, A.; Merceron, A.; Siemens, G.; Baron, J.; Marziatz, N.; Lynch, G. Hrsg.) Proceedings of LAK 15, ACM, S. 36-40, 2015.
- [Su 15] Suthers, D.: From Contingencies to Network-level Phenomena: Multilevel Analysis of Activity and Actors in Heterogeneous Networked Learning Environments. In (Blinkstein, A.; Merceron, A.; Siemens, G.; Baron, J.; Marziatz, N.; Lynch, G. Hrsg.) Proceedings of LAK 15, ACM, S. 368-377, 2015.
- [VMN12] Rus, V.; Moldovan, C.; Niraula, N.; Graesser, C.C.: Automated discovery of speech act categories in educational games. In Proceedings of the International Conference on Educational Data Mining, S. 25-32, 2012.

- [WZN13] Wolff, A.; Zdrahal, Z.; Nikolov, A.; Pantucek, M.: Improving retention: predicting at-risk students by analysing clicking behaviour in a virtual learning environment. In Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge, S. 145-149, 2013.
- [ZBP11] Zimmermann, J.; Brodersen, K.; Pellet, J.P.; August, E.; Buhmann, J.M.: Predicting graduate-level performance from undergraduate achievements. In Proceedings of the 4th International Conference on Educational Data Mining, S.357-358, 2011.

Interaktive Visualisierung zur Darstellung und Bewertung von Learning-Analytics-Ergebnissen in Foren mit vielen Teilnehmern

Marcus Klüsener¹, Wojciech Konitzer² und Albrecht Fortenbacher³

Abstract: Ausgehend von klassischen Dashboards, geht die Entwicklung bei der Darstellung von Learning-Analytics-Ergebnissen hin zu interaktiven Visualisierung, welche die Interpretation und Anwendung der Ergebnisse des maschinellen Lernens oder der Sozialen-Netzwerk-Analyse unterstützen. In der vorliegenden Arbeit werden zwei visuelle Analysen vorgestellt, welche für das Learning-Analytics-Tool LEMO entwickelt wurden, und auf Iversity MOOCs sowie das Diskussionsforum Stack Overflow angewendet wurden.

Keywords: Learning Analytics, Machine Learning, Visual Analytics, Social Network Analysis.

1 Einleitung

Learning-Analytics-Tools unterstützen Dozent/inn/en und Bildungsanbieter dabei, Lernvorgänge besser zu verstehen und unter Umständen den Lernerfolg vorherzusagen. Mit dem zunehmenden Erfolg von Massive Open Online Courses (MOOCs) steigen auch die Anforderungen an Educational Data Mining, was Methoden und Visualisierung angeht. Dies ist zum einen in der großen Zahl der Studierenden begründet, welche hohe Anforderungen an die Visualisierung von Lernvorgängen stellt, zum anderen stellen veränderte Lernverhalten, wie man sie aus einer Completion Rate von unter 5% in MOOCs vermuten kann, beispielsweise hohe Anforderungen an verwendete Klassifikationsverfahren.

Die beiden vorgestellten Entwürfe für die Visualisierung von Klassifikationsergebnissen, und für die Visualisierung von großen Lerner-Netzwerken, entstanden im Rahmen des LEMO-Projekts [FEM13], in Kooperation mit dem MOOC-Plattform-Betreiber Iversity. In der ersten Analyse werden Klassifikationsergebnisse, welche eine Vorhersage der Performance von Studierenden erlauben, mit Hilfe von Scatterplots visualisiert. Durch die interaktive Erkundung der Korrelation von Merkmalskombinationen mit der Klassifikation der Teilnehmer (nach ihrer Performance) können nicht nur Zusammenhänge veranschaulicht, sondern auch die verschiedenen eingesetzten Klassifikationsverfahren

¹ HTW Berlin, Wilhelminenhofstraße 75A, 12459 Berlin, kluesen@htw-berlin.de

² Fraunhofer Institut für Offene Kommunikationssysteme (FOKUS), Kaiserin-Augusta-Allee 31, 10589 Berlin, wojciech.konitzer@fokus.fraunhofer.de

³ HTW Berlin, Wilhelminenhofstraße 75A, 12459 Berlin, forte@htw-berlin.de

überprüft und Werte validiert werden.

Die zweite visuelle Analyse stellt Merkmale der Lernenden, welche als Daten in Diskussionsforen vorhanden sind, oder aus den Daten abgeleitet werden können, dar. Das Problem hierbei ist, Ausschnitte aus dem Netzwerk-Graphen darzustellen, welche Strukturen erkennen lassen. Eine wesentliche Rolle spielt hierbei der Begriff der Zentralität.

Zwei wesentliche Features des Tools LEMO sind die Unabhängigkeit von der Plattform, auf welcher die Aktivitätsdaten der Lernenden gesammelt werden, und eine interaktive intuitive Visualisierung der Analyseergebnisse [Be13]. Die Plattformunabhängigkeit wird durch die Übernahme der Daten in ein LEMO-Datenmodell erreicht [FKS14]. Dadurch war es möglich, Analysen und Visualisierungen für verschiedene Lernumgebungen, von Moodle-Kursen über sehr große MOOCs bis hin zu dem Diskussionsforum Stack Overflow, welches eine stark frequentierte Plattform für Fragen aus dem Bereich der Informatik ist, zu unterstützen.

2 Erkundung höherdimensionaler Merkmalsräume mit Hilfe von Scatterplots

In [K115] wurde zur Vorhersage der Studienleistung in Iversity MOOCs ein Klassifikator entwickelt, welcher auf Aktivitätsdaten in den MOOC-Foren basiert. Das Ergebnis des Klassifikators wurde zur Verdeutlichung des Volumenflusses als Sankey Diagramm (siehe Abbildung 1) dargestellt. Um die Ergebnisse des Klassifikators zu bewerten, wurde eine grafische Darstellung mit einem Scatterplot (dt. Streudiagramm) gewählt.

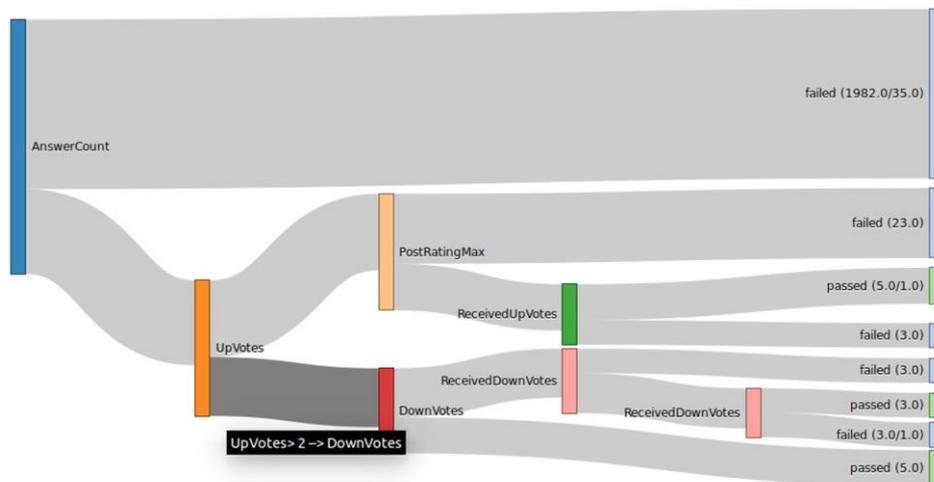


Abb. 1: Sankey-Diagramm zur Beschreibung des Volumenflusses

Bei Scatterplots können unterschiedliche Merkmale für die Darstellung auf der x- und y-Achse ausgewählt werden, und interaktiv alle Merkmale eines Datensatzes untersucht werden [Ve88]. In der Anordnung der Instanzen des Datensatzes können sich Muster ergeben, die Informationen über die Abhängigkeitsstruktur der beiden Merkmale erkennen lassen. Bei komplexeren Datensätzen und zunehmender Anzahl an darzustellenden Variablen wird die Interpretierbarkeit jedoch schwieriger. Sedlmair et al. haben empirisch untersucht, wie Probanden die Klassen in 2D Scatterplots, interaktiven 3D Scatterplots und Scatterplot-Matrizen (SPLOMs) mit Dimensionsreduzierung trennen konnten. Sie kamen zu dem Fazit, dass 2D Scatterplots ausreichend zur Separierung der Klassen seien [SMT13].

Ein Dozent kann mit dem Scatterplot eine explorative Analyse durchführen, durch Auswertung aller möglichen Merkmalskombinationen, oder durch Einschränkung auf Kombinationen von für die Klassifikation wichtigen Merkmalen (siehe Abbildung 2). Dabei können Hypothesen über die Ursache und den Grund der beobachteten Daten gebildet werden [He15]. Eine Gruppenbildung der Teilnehmer, welche die untersuchten Klassen separiert, deutet darauf hin, dass die gewählte Merkmalskombination gut für die Klassifikation geeignet ist.



Abb. 2: Scatterplot zur Darstellung der erfolgreichen Studierenden (blau) und der nicht so erfolgreichen Studierenden (gelb)

In dem LEMO-Scatterplot werden die Klassen der Studierenden farblich unterschiedlich dargestellt, wobei das Problem die große Anzahl der Instanzen darstellt. Die Lösung dafür besteht in einer Darstellung einer Instanz (eines Studenten) durch einen kleinen Kreis, welcher transparent mit der Klassenfarbe gefüllt wird. Viele Instanzen, welche nahe zusammenliegen, können als intensiver Farbton erkannt werden. Je besser die Klassen in einer gewählten Merkmalskombination separiert werden, desto deutlicher sind die Farben zu erkennen, Mischfarben deuten auf eine ungenügende Separation hin.

Durch die Kombination der beiden Visualisierungen kann ein Dozent jetzt visuell den

Klassifikator verifizieren. Er kann nachvollziehen, dass diejenigen Merkmale, die laut Sankey-Diagramm für die Klassifikation besonders relevant sind, die im Scatterplot dargestellten Instanzen am besten in Gruppen teilen. Klassifikationsfehler können durch das in der Größe der Punkte dargestellte Klassenattribut (Performance) erkannt und bewertet werden. Ein als bestehend klassifizierter Student mit einem kleinen Radius kann als falsch klassifiziert identifiziert werden, falls die Performance des Studenten unter dem Schwellwert zum Bestehen des Kurses liegt. Über einen Tooltip können die Merkmale angezeigt werden, und ein Dozent hat die Möglichkeit, mit zusätzlichem Wissen über diesen Studenten den Klassifikationsfehler zu bewerten. Wird der Klassifikator auf einen laufenden Kurs angewendet, kann der Dozent an Hand der farblichen Einteilung erkennen, welche Studenten laut Klassifikation vermutlich bestehen werden.

Die im Scatterplot und im Sankey Diagramm dargestellten Merkmale wurden als Indikatoren für Forenbeteiligung aus der Datenbasis extrahiert. Die Merkmale konnten zum Teil direkt aus den Daten abgeleitet werden (Upvotes / Downvotes) oder wurden durch Analysen berechnet (Anzahl der Bilder). Im Scatterplot in Abbildung 2 sind die laut Sankey-Diagramm relevantesten Merkmale Answercount und Upvotes aufgetragen. Die Farbe entspricht dem Klassifikationsergebnis und die Größe dem Klassenattribut. Über den Tooltip hat der Nutzer die Möglichkeit, alle verfügbaren Merkmale anzuzeigen.

3 Darstellung von Merkmalen ausgewählter Studierender in großen Netzwerken

In [Ko15] wurde auf Basis von Forenaten aus der Iversity MOOC-Plattform und des Diskussionsforums Stack Overflow eine soziale Netzwerkanalyse (SNA) durchgeführt, um die soziale Netzwerkstruktur der Studierenden und deren Aktivitäten im Lernnetzwerk abzubilden und verständlich zu machen. Die visuelle Analyse wird in das Tool LEMO integriert.

Die Visualisierung basiert auf großen Mengen von Lernerdaten, wie sie auf Lernplattformen, in sozialen Netzen oder Diskussionsforen gesammelt werden, und dient dem besseren Verständnis komplexer Lernvorgänge. Der Entwicklung lagen folgende Fragestellungen zu Grunde [Sc13]:

- Wer spricht mit wem?
- Zu welchem Kursthema entstehen Lerngemeinschaften, und wie lassen sich diese darstellen?
- Wie entstehen Beziehungen zwischen den Akteuren in einem Forum?
- Wie intensiv sind die Beziehungen zwischen den Nutzern?
- Wer ist ein Experte oder nur Konsument von Wissen?

- Wer ist am aktivsten? Wie aktiv ist ein Netzwerk?
- In welchen Kursen haben die meisten Studenten Verständnisprobleme?

Die realisierte interaktive Visualisierung soll einige dieser Fragen beantworten helfen, und es dem Dozenten ermöglichen, seine Lehre an die Bedürfnisse der Studierenden anzupassen.

Die SNA vereint Analyseverfahren und Informationsvisualisierung. In einer formalen Analyse werden die sozialen Beziehungsstrukturen und das soziale Verhalten von Akteuren in Foren untersucht. Die Akteure betreiben einen Informationsaustausch und verfügen über Gemeinsamkeiten. Das Netzwerk wird mit Hilfe eines Soziogramms abgebildet, das die Nutzer als Knoten und die Beziehungen zwischen den Nutzern als Kanten darstellt. Die Wahl und Festlegung von Darstellungsmerkmalen ausgewählter Studierender in einem Netzwerk beschränkt sich dabei nicht nur auf einfarbige Netzwerknoden, sondern jeder Knoten erhält weitere wichtige, visuelle Informationen über die Nutzeraktivität.

Um möglichst viele Informationen über einen Akteur im Netzwerk zu erhalten, wurde als Darstellungsform für einen Knoten ein Kreisdiagramm gewählt. Das Kreisdiagramm besteht aus maximal fünf Teilwerten (siehe Abbildung 3). Dazu zählen die Anzahl der gestellten Fragen, geschriebenen Antworten und Kommentare auf eigene und fremde Beiträge zu einem bestimmten Kurskapitel im Forum. Außerdem besitzt ein Knoten Informationen über den letzten Aktivitätszeitpunkt. Gerichtete Kanten geben Informationen über die Kommunikationsrichtung und lassen erkennen, von welchem Nutzer das Handeln ausgeht.

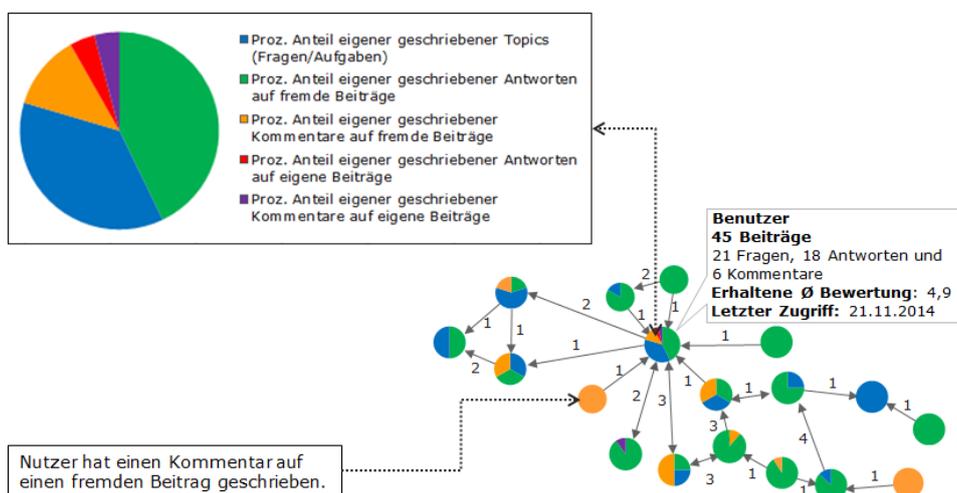


Abb. 3: Entwurf eines Forenaktivitätsgraphen für LEMO

Die interaktive Visualisierung gibt dem Anwender die Möglichkeiten der Lernanalyse und bringt neues Wissen hervor. Zusätzliche Filter erlauben es dem Anwender, die zu visualisierende Datenmenge einzuschränken. Einer dieser Filter erlaubt die Auswahl bestimmter Nutzer. Es können der aktivste Forennutzer, die 10 aktivsten Forennutzer oder bekannte aktive Nutzer ausgewählt werden. Abhängig von dieser Auswahl entstehen verschiedene Nutzernetzwerke (siehe Abbildung 5). Die SNA verfügt über verschiedene Verfahren zur Analyse eines sozialen Netzwerks und der Akteure eines Netzwerks. Dazu zählen u.a. die Netzwerkdichte (engl. density), Extraktion von Lerngemeinschaften und Identifizierung von besonders engagierten Akteuren (Experten) innerhalb eines Netzwerks. Die Netzwerkdichte (siehe Abbildung 4) beschreibt, wie intensiv die Kommunikation in einem Netzwerk ist. Ein Netzwerk, in dem jeder Knoten mit jedem anderen Knoten über Kanten verbunden ist, entspricht einer Dichte von 100%. Die berechnete Netzwerkdichte wird oberhalb des visualisierten Netzwerkgraphen ausgegeben.

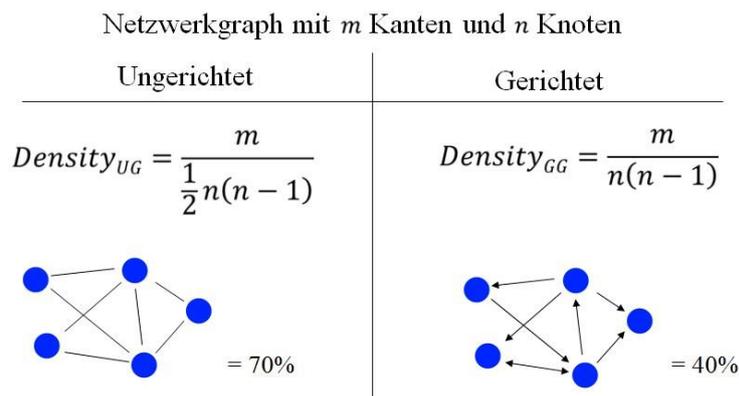


Abb. 4: Berechnung der Netzwerkdichte

Mit Hilfe der Zentralitätsberechnung kann bestimmt werden, welche die wichtigsten und aktivsten Akteure in einem sozialen Netzwerk sind. So kann beispielsweise mit der Zwischenzentralität berechnet werden, über welchen Knoten die meisten kürzesten Pfade in einem Netzwerk verlaufen. Ein Knoten mit einer hohen Zwischenzentralität befindet sich auf einem hohen Anteil von kürzesten Pfaden und verbindet häufig zwei Teilnetze zu einem Netzwerk. Er dient als Kommunikationsvermittler. Abhängig der gewählten Zentralitätsart der berechneten Zentralitäten verändern sich alle Knotenradien interaktiv im dargestellten Netzwerk. Je wichtiger ein Akteur ist, desto größer ist sein Knoten. Statt der errechneten Zentralität kann auch die Anzahl geschriebener Beiträge im Forum eines Nutzers zur Knotengröße berücksichtigt werden. Je mehr Beiträge verfasst wurden, desto aktiver ist ein Nutzer.

Netzwerkdichte: 0,42421 %, Knoten: 273, Kanten: 315

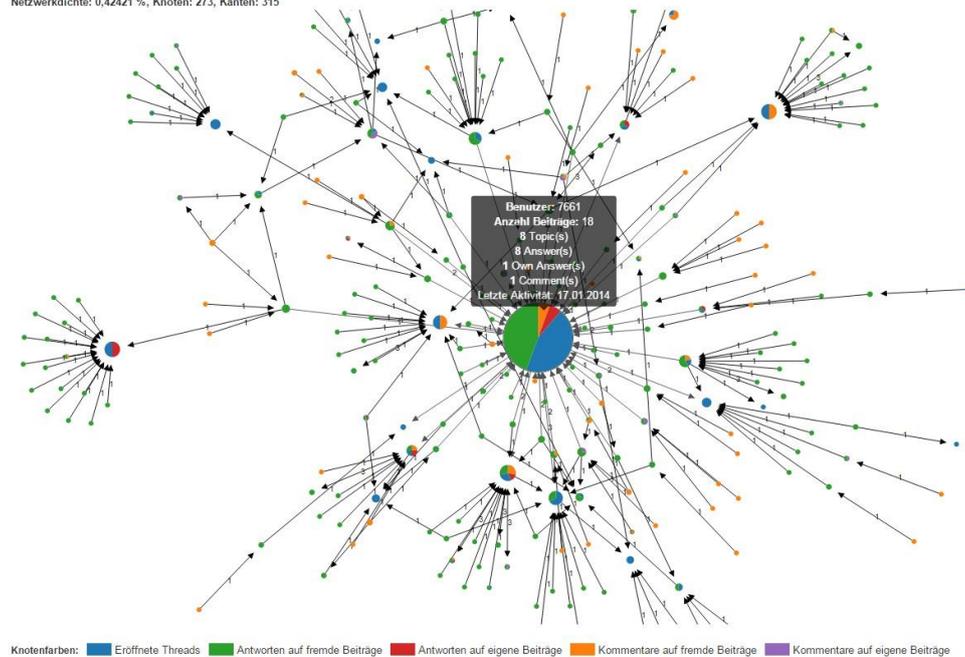


Abb. 5: Netzwerkausschnitt des aktivsten Benutzers mit ID 7661 zu einem bestimmten Thema im Forum, gradbasierte Zentralität (die Knotengröße ist abhängig von der Anzahl direkter Kanten)

4 Bewertung und Ausblick

Beide vorgestellten Visualisierungen bieten interessante Einblicke in das Lernverhalten sehr vieler Teilnehmer, basierend auf ihrem Kommunikationsverhalten in Diskussionsforen. Im ersten Fall war es das Q&A-Forum in Iversity MOOCs, welches primär die Kommunikation Dozent/in und Lernende abbildet. Im zweiten Fall (Visualisierung des Kommunikationsverhaltens auf der Plattform Stack Overflow) war dagegen der Begriff Zentralität, bzw. Zwischenzentralität, ein geeignetes Merkmal, um beispielsweise aktive Studierende oder Strukturen des Lernenden-Netzwerks zu identifizieren.

Bei der Visualisierung der Klassifikationsergebnisse zur Performance der Lernenden mit Hilfe von Scatterplots und Sankey Diagrammen konnten nicht nur die Ergebnisse verifiziert, sondern auch nicht-offensichtliche Zusammenhänge zwischen Merkmalen und Performance(-Vorhersage) erkannt werden. Durch Verbesserungen der Klassifikation, beispielsweise durch Einschränkung der Datenbasis, oder durch eine differenzierte Klasseneinteilung, können auch bessere Visualisierungsergebnisse erwartet werden [KPS13].

Die neue Versions LEMO2, welche gegenwärtig in Entwicklung ist, soll durch eine veränderte Systemarchitektur, ein neues Datenmodell und durch eine neue Analysestruktur obige Analysen und Visualisierungen umsetzen, und insbesondere den Anforderungen an Learning Analytics in Lernumgebungen mit sehr vielen Teilnehmern (MOOCs) Rechnung tragen.

Literaturverzeichnis

- [Be13] Beuster, Liane; Elkina, Margarita; Fortenbacher, Albrecht; Kappe, Leonard; Merceron, Agathe; Pursian, Andreas; Schwarzrock, Sebastian; Wenzlaff, Boris: Learning Analytics und Visualisierung mit dem LeMo-Tool. In: DeLFI. S. 245–250, 2013.
- [FEM13] Fortenbacher, Albrecht; Elkina, Margarita; Merceron, Agathe: The Learning Analytics Application LeMo–Rationals and First Results. *International Journal of Computing*, 12(3):226–234, 2013.
- [FKS14] Fortenbacher, Albrecht; Klüsener, Marcus; Schwarzrock, Sebastian: Ein generisches Datenmodell für Learning Analytics. In: C. Rensing & S. Trahasch, *Proceedings of DeLFI Workshops*. 2014.
- [He15] He, Jiazhen; Bailey, James; Rubinstein, Benjamin IP; Zhang, Rui: Identifying At-Risk Students in Massive Open Online Courses. 2015.
- [KI15] Klüsener, Marcus: Vorhersage der Studienleistung durch Forenanalyse und Klassifikationsverfahren im Learning-Analytics-Tool LEMO. Masterarbeit, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, 2015.
- [Ko15] Konitzer, Wojciech: Learning Analytics und Interaktive Visualisierung von Social Media Daten. Masterarbeit, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, 2015.
- [KPS13] Kizilcec, René F; Piech, Chris; Schneider, Emily: Deconstructing disengagement: analyzing learner subpopulations in massive open online courses. In: *Proceedings of the third international conference on learning analytics and knowledge*. ACM, S. 170–179, 2013.
- [Sc13] Schön, Martin; Ebner, Martin et al.: Das Gesammelte interpretieren. *Educational Data Mining und Learning Analytics*. In: L3T. *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. 2013.
- [SMT13] Sedlmair, Michael; Munzner, Tamara; Tory, Melanie: Empirical guidance on scatterplot and dimension reduction technique choices. *Visualization and Computer Graphics*, *IEEE Transactions on*, 19(12):2634–2643, 2013.
- [Ve88] Verboon, Peter: *Graphical Tools in Multivariate Analysis*. Department of Data Theory, University of Leiden, 1988.

Design für eine Plattform zum Schreibenlernen im Grundschulalter

Markus Ebner¹, Behnam Taraghi¹, Martin Ebner¹, Christian Aspalter², Susanne Biermeier³, Konstanze Edtstadler⁴, Sonja Gabriel⁴, Gabriele Goor⁵, Michael Gros⁶, Anneliese Huppertz⁵, Susanne Martich², Nina Steinhauer⁶, Marianne Ullmann² und Kathrin Ziegler³

Abstract: Viele Jugendliche haben mit Lese- und Schreib- oder Rechtschreibproblemen zu kämpfen. Werden diese nicht erkannt und gefördert, wirkt sich das im Erwachsenenalter negativ aus [SMH08]. In diesem Beitrag beschreiben wir ein Informationssystem für den deutschsprachigen Raum, das sich derzeit im Aufbau befindet und mit Hilfe von Learning Analytics versucht personalisiertes Lernen zu fördern. Die Zielgruppe des Forschungsprojekts sind Kinder im Alter zwischen 8 und 12 Jahren. Schülerinnen und Schüler können Texte in Form von Blogeinträgen verfassen, welche automatisiert auf orthografische Fehler ausgewertet werden. Die qualitative Analyse wird mit Hilfe eines eigens dafür entwickelten Wörterbuches umgesetzt und den Lehrkräften zur Verfügung gestellt.

Keywords: Blog, e-Learning, Orthographie

1 Einleitung

Eine der grundlegenden Fertigkeiten, die in den ersten Schuljahren vermittelt werden, ist neben Lesen und Rechnen, das Schreiben. Diese Schlüsselqualifikation ist für eine erfolgreiche Teilnahme am Unterricht wie auch später als Erwachsener für die Teilnahme am gesellschaftlichen Leben unentbehrlich [SMH08]. Das frühzeitige Erkennen von systematischen Problemen mit der Rechtschreibung ist notwendig um geeignete Maßnahmen setzen zu können. Das Schreiben selbst teilt sich in drei Kompetenzfelder auf: (a) Über Schreibfertigkeiten verfügen; (b) Texte verfassen; (c) Richtig schreiben (vgl. Baurmann/Pohl in [Gr09]). Der Schwerpunkt dieses Forschungsprojektes liegt dabei auf dem Verfassen und richtigen Schreiben von Texten. Schwierigkeiten beim Rechtschreiben werden schon lange erforscht. Zahlreiche Trainingskonzepte und Förderprogramme werden dazu in [Am06] beschrieben.

¹ Technische Universität Graz, Vernetztes Lernen, Münzgrabenstraße 35a, 8010 Graz, Österreich, markus.ebner@tugraz.at

² Pädagogische Hochschule Wien, IBS, Grenzackerstraße 18, 1100 Wien, Österreich

³ Albert-Weisgerber-Schule, Robert-Koch-Straße 4, 66386 St. Ingbert, Deutschland

⁴ Kirchliche Pädagogische Hochschule Wien/Krems, Mayerweckstraße 1, 1210 Wien, Österreich

⁵ Gemeindegemeinschaft Raeren, Hauptstraße 45, 4730 Raeren, Belgien

⁶ Landesinstitut für Pädagogik und Medien, Beethovenstraße 26, 66125 Saarbrücken, Deutschland

Die Zunahme der Nutzung von Geräten wie Computern/Laptops [We14] und Tablets ermöglicht es Schülerinnen und Schülern einen neuen Zugang zum Schreiblernprozess zu erfahren. In diesem Beitrag beschreiben wir eine neue Möglichkeit zur automatisierten Analyse von Texten von Schülerinnen und Schülern der Primar- und Sekundarstufe auf. Diese werden gebeten auf einer zur Verfügung gestellten Plattform Texte über definierte Themen oder Erlebnisse in Form von Blogeinträgen zu verfassen. Eine weitestgehend automatisierte Auswertung und Rückmeldung ermöglicht es den Schülern, den Text selbst zu verbessern. Gleichzeitig erhalten die Lehrerin und der Lehrer eine handhabbare, qualitative Analyse der Rechtschreibfehler der/des jeweiligen Schülerin oder Schülers. Auf Grundlage dieser Analyse werden der Schülerin und dem Schüler entsprechende Übungen zum orthographischen Problembereich auf der Plattform zur Verfügung gestellt. Vorgeschlagene Übungen können von der Lehrerin und vom Lehrer zur Unterstützung der Schülerinnen und Schüler herangezogen oder selbst entwickelt werden.

2 Analyse Plattform

Den Schülerinnen und Schülern solle eine einfach zu bedienende Webplattform zur Verfügung gestellt werden, auf der sie Texte zu ausgewählten Themen oder ihre täglichen Erlebnisse schreiben können. Diese Texte werden in einem ersten Schritt orthographisch analysiert und mit Hilfe eines Wörterbuchs, das speziell für diese Plattform entwickelt wird, gegengeprüft. In diesem sind die häufig falsch geschriebenen Wörter [Br11] dieser Altersgruppe von Kindern enthalten und entsprechen kategorisiert: auf phonologische, morphologische, lexikalische, syntaktische und morphosyntaktische Ebene. Anschließend wird eine automatisierte Rückmeldung über die gemachten Fehler, mit Hinweisen zur Korrektur, generiert. Daraufhin können die Schülerinnen und Schüler nochmals ihren Text korrigieren und abgeben. Dieser Zwischenschritt fördert die Kompetenz der selbstständigen Korrektur [Ba13]. Eine Übersicht der selbst gemachten Fehler steht auch dem/der jeweiligen Schüler/in zur Verfügung.

Bevor der Text öffentlich oder teil-öffentlich auf einem Blog zugänglich gemacht wird, muss eine abschließende Korrektur und folglich eine Freigabe durch die Lehrerin bzw. dem Lehrer erfolgen. Die abgegebenen Texte werden anhand von Methoden des Forschungsbereichs Learning Analytics untersucht [Si12]. Die Ergebnisse werden grafisch bzw. textuell aufbereitet und geben der Lehrkraft einen Überblick über die häufig und eventuell auch systematisch gemachten Fehler der jeweiligen Kategorien ihrer Schülerinnen und Schüler bzw. der ganzen Klasse. Über einen längeren Zeitraum hinweg können so Veränderungen in den Leistungen erfasst werden [SEK12].

Neben der qualitativen Fehleranalyse durch das Wörterbuch wird den Lehrkräften eine Übungsdatenbank mit Online Übungen und Arbeitsblättern angeboten, in der sie Rechtschreibübungen zu den jeweiligen Kategorien finden. Dies ermöglicht es gezielt und individuell auf die Bedürfnisse des jeweiligen Kinds einzugehen.

3 Interface Design

Da die Plattform für Kinder im Grundschulalter (8 bis 12 Jahre) konzipiert wird, liegt das Augenmerk auf einer grafisch ansprechenden, altersentsprechenden Entwicklung des Webinterfaces [LE11]. Die verwendeten Grafiken wurden nach der Zeichnung von Rohentwürfen durch eine Grafikerin, Schülern von verschiedenen Schulen vorgelegt, die diese begutachten konnten. Die von den Schülern mehrheitlich favorisierten Zeichnungen wurden in einem zweiten Schritt von der Grafikerin weiterentwickelt und dann in die Plattform integriert.



Abb. 1: Skizze der Ansicht für die Texteingabe für Schülerinnen und Schüler

Dabei ist beim Aufbau der Plattform neben der grafischen Ausgestaltung auf die einfache Bedienung zu achten, um technische Probleme im Umgang mit dem Webinterface zu vermeiden. Die Schüler sollen nach maximal fünf Klicks zum eigentlichen Ziel kommen, um möglichst viel Zeit für die eigentliche Arbeit zu haben. Alle Teile der Plattform werden durch die Rückmeldung von Schülern in Usability Tests [LE11] überprüft und entsprechend angepasst, um den Umgang mit der Internetseite altersentsprechend zu ermöglichen. In mehreren Zyklen (eXtreme Usability nach [HS06]) wird so möglichst zielorientiert und schnell die geeignete Oberfläche gefunden.

4 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde eine Möglichkeit vorgestellt, wie individuelle Probleme in der Orthographie von Schülerinnen und Schülern erkannt werden können. Die aufgrund der verfassten Texte erstellte Fehleranalyse wird der Lehrkraft zur Verfügung gestellt und

ermöglicht eine zielgerichtete Förderung aufgrund der abzulesenden individuellen Fehlerschwerpunkte jedes einzelnen Schülers ganz im Sinne von Learning Analytics [Si12]. Die vorgeschlagenen Übungen können dazu verwendet werden Schwächen auszugleichen. Das System wird im Frühjahr nächsten Jahres an den Partnerschulen in Betrieb genommen und im Vorfeld helfen Usability-Tests das Interfacedesign kindgerecht zu gestalten. Weitere Verbesserungen und Auswertungen sind geplant und werden in zukünftigen Beiträgen diskutiert.

5 Danksagung

Diese Arbeit wird im Rahmen des Projekts IDeRBlog⁷ des Erasmus+⁸ Programms der Europäischen Kommission umgesetzt.

Literaturverzeichnis

- [Am06] Amorosa, Hedwig. Therapie der Lese-Rechtschreib-Störung (LRS): traditionelle und alternative Behandlungsmethoden im Überblick. W. Kohlhammer Verlag, 2006.
- [Ba13] Bartnitzky, H.; Hecker, U.; Lassek, M.: Band 135 Individuell fördern - Kompetenzen stärken. Grundschulverband - Arbeitskreis Grundschule, 2013.
- [Br11] Brysbaert, M. et. al.: The word frequency effect: A review of recent developments and implications for the choice of frequency estimates in German. In *Experimental Psychology*, 58, S. 412-424, 2011.
- [Gr09] Granzer, D.; Behrens, U.; Köller, O.: Bildungsstandards für die Grundschule: Deutsch konkret: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen. Cornelsen Scriptor, 2009.
- [HS06] Holzinger, A.; Slany, W.: XP+ UE→ XU Praktische Erfahrungen mit eXtreme Usability. *Informatik-Spektrum*, 2006, 29. Jg., Nr. 2, S. 91-97, 2006.
- [LE11] Liebal, J.; Exner M.: Usability für Kids: Ein Handbuch zur ergonomischen Gestaltung von Software und Websites für Kinder. Vieweg+Teubner Verlag, 2011 edition.
- [SEK12] Schön, M.; Ebner, M.; Kothmeier, G.: It's just about learning the multiplication table. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '12)*, ACM, S. 73-81, 2012.
- [Si12] Siemens, G.: Learning analytics: envisioning a research discipline and a domain of practice. *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. New York, USA: ACM, S. 04-08, 2012.

⁷ IDeRBlog <http://iderblog.eu/> zuletzt besucht: 21. Juni 2015

⁸ Erasmus+ http://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/index_de.htm zuletzt besucht: 21. Juni 2015

- [SMH08] Schneider, W.; Marx, H; Hasselhorn M.: Diagnostik von Rechtschreibleistungen und -kompetenz. Hogrefe Verlag, 2008.
- [We14] Welche Geräte besitzt Du? In Statista - Das Statistik-Portal. Zugriff am 21. Juni 2015, von <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167839/umfrage/geraetebesitz-von-jugendlichen-in-deutschland/>.

Learning Analytics Evaluation – Beyond Usability

Vlatko Lukarov¹, Mohamed Amine Chatti¹, Ulrik Schroeder¹

Abstract: Learning analytics tools should be useful, i.e., they should be usable and provide the functionality for reaching the goals attributed to learning analytics. We present a short summary of the learning analytics goals, and the importance of evaluation of learning analytics while trying to attain these goals. Furthermore, we present three different case studies of learning analytics evaluation, and in the end provide a short outlook about the necessity of systematic way of learning analytics evaluation.

Keywords: learning analytics, evaluation, HCI

1 Introduction

Over the past two decades learning has been extensively influenced by technology. Learning is a dynamic activity, which should constantly be monitored, evaluated, and adjusted to the demands of changing social contexts and needs of the different involved stakeholders, to ensure quality and the best possible outcomes. The incorporation of educational technologies created new prospects and opportunities to gain insight into student learning [GDS01]. One area of these educational technologies or technology-enhanced learning that is specifically concerned with improving the learning processes is learning analytics.

During the past decade the field of learning analytics (LA) has been defined in several ways; see [DV12], [El11], [JAC12], [Si10]. In the context of our research, we understand learning analytics as development and exploration of methods and tools for visual analysis and pattern recognition in educational data to permit institutions, teachers, and students to iteratively reflect on learning processes and, thus, call for the optimization of learning designs [LD12] on the one hand and aid the improvement of learning on the other [CDS+12]. In our understanding, learning analytics thus subsumes research areas of educational data mining (methods and tools), and teaching analytics, as well as academic (or organizational) analytics, when all are applied to optimize learning opportunities. In this paper we will present a short summary of the learning analytics goals, provide three case studies of learning analytics tools' evaluation in correlation with the goals, and conclude with the challenges and the outlook of the evaluation of learning analytics tools.

¹ Informatik 9 (Learning Technologies), RWTH Aachen University, Ahornstr. 55, 52074 Aachen,
lukarov@cil.rwth-aachen.de, chatti@cs.rwth-aachen.de, schroeder@cil.rwth-aachen.de

2 Learning Analytics Goals

Intrinsically, learning analytics has the noble goal of improving learning and has a pedagogical focus. It puts different analytics methods into practice for studying their actual effectiveness on the improvement of teaching and learning (learner-focused analytics) [CLT+15]. As Clow [C113] puts it “Learning analytics is first and foremost concerned with learning”. Table 1 presents a collection of the overall goals of LA from various literature published in the respective field. The goals of LA can be divided into goals that:

- a) explicitly inform the design of learning analytics tools
- b) involve a behavioral reaction of the teacher
- c) involve a behavioral reaction of the student

a. Learning analytics tools are supposed to	b. Educators are supposed to	c. Learners are supposed to
<ul style="list-style-type: none"> • track user activities 	<ul style="list-style-type: none"> • monitor learning process / way of learning / students' effort 	<ul style="list-style-type: none"> • monitor own activities / interactions / learning process
<ul style="list-style-type: none"> • capture the interaction of students with resources / the interactions among students 	<ul style="list-style-type: none"> • explore student data / get to know students' strategies 	<ul style="list-style-type: none"> • compare own behavior with the whole group / high performing students
<ul style="list-style-type: none"> • gather data of different systems 	<ul style="list-style-type: none"> • identify difficulties 	<ul style="list-style-type: none"> • become aware
<ul style="list-style-type: none"> • provide educators / students with feedback/information on students' activities 	<ul style="list-style-type: none"> • discover patterns 	<ul style="list-style-type: none"> • reflect / self-reflect
<ul style="list-style-type: none"> • provide an overview 	<ul style="list-style-type: none"> • find early indicators for success / poor marks / drop-out 	<ul style="list-style-type: none"> • improve discussion participation / learning behavior / performance
<ul style="list-style-type: none"> • highlight important aspects of data 	<ul style="list-style-type: none"> • draw conclusions about usefulness of certain learning materials and success factors 	<ul style="list-style-type: none"> • become better learners
<ul style="list-style-type: none"> • provide different perspectives 	<ul style="list-style-type: none"> • become aware / reflect / selfreflect 	<ul style="list-style-type: none"> • learn
<ul style="list-style-type: none"> • offer possibilities for (peer) comparison 	<ul style="list-style-type: none"> • better understand effectiveness of learning environments 	
<ul style="list-style-type: none"> • draw the users attention 	<ul style="list-style-type: none"> • intervene / supervise / 	

to interesting correlations	advice / assist
<ul style="list-style-type: none"> • pinpoint problematic issues 	<ul style="list-style-type: none"> • improve teaching / resources / environment
<ul style="list-style-type: none"> • establish an early warning system • provide decision support 	

Tab. 1: Goals of learning analytics concerning tools, educators, and students [DLM+13]

Gašević et. al [GDS15] in a recent publication focused on critical goals, topics, and aspects that require immediate attention in order for LA to make sustainable impact on the research and practice of teaching and learning. In their work, they provide a summary of critical points and discuss a growing set of issues that need to be addressed and strongly point out that learning analytics are about learning [GDS15]. Their work focuses on specific points which encompass the LA goals provided in Table 1. One point they provide is that LA resources should be aligned to well-established research on effective instructional practice. To argue this point they point out that observations and analyses suggested that instructors preferred tools and features which offered insights into the learning processes and identified student gaps, rather than simple performance measures.

Additionally, teachers should be aware of what their students i.e. learners are doing within a course, reflect and draw conclusions about the quality of the learning content they are providing, how are the students interacting with the learning materials, the pedagogical practices, the level of collaboration and interaction among the students, while supporting them within a course [DLM+13]. Likewise, LA can stimulate and motivate students to self-reflect on their learning behavior, become aware of their actions, learning practices and processes [SDS+14]. This, in turn, could initiate change in the learners' behavior in order to become better learners, improve their communication skills, improve their performance, etc. [DLM+13]. In order to check whether the learning analytics tools attain and support these goals, we need conclusive evidence. Learning analytics evaluation practice could help in providing conclusive evidence and showing that the tools are not only usable, but also useful for the teaching and learning processes.

3 Learning Analytics Evaluation

According to the research, learning analytics provides added value to both learners and educators [DLM+13], [LS11]. However, very little research has been done to actually confirm and reassure that LA studies and the tools have the desired effect and positive impact on the involved parties [SDS+14]. Surprisingly, there are very few publications that report about findings related to the behavioral reactions of teachers and students, i.e.

few studies measure the impact of using LA tools. This raises several questions: What are the effects of usage of LA? How do LA systems influence practical learning situations? How does an indicator, or a set of indicators help the user to reflect and change his behavior? If there are behavioral changes, how do we see them? [DLM+13].

In order to answer these questions (and more questions that will arise) we need to implement evaluation techniques and carry out effective evaluation. Effective evaluation is difficult and is problem-prone, but it is essential to support the LA tasks. LA tools (as most information visualization interfaces) are in essence, generative artefacts. They do not have value in themselves, but they generate results in a particular context. In essence, an LA tool is used for a particular reason by a particular user, on a particular dataset. Hence, the evaluation of such tool is very complicated and diverse [CLT+15]. Ellis and Dix [ED06] argue that to look for empirical evaluation of validation of generative artefacts, is methodologically unsound. Any empirical evaluation, cannot tell you, in itself, that the LA tool works, or does not work [CLT+15].

3.1 Evaluation Case Studies

In this section, three different case studies will demonstrate different evaluations carried out on LA tools. Early on, the research on evaluation of LA tools focused on functionality and usability issues (comprehensibility, the design of indicators, terminology) and perceived usefulness of specific indicators [DLM+13]. For this purpose, well defined methods from the HCI field had been applied in these three different case studies.

LOCO Analyst Evaluation

LOCO-Analyst is a learning analytics tool that was developed to provide educators with feedback on the learning activities and performance of students. The researchers have done the evaluation of their tool in two iterations. The first iteration they conducted was a formative evaluation aimed to investigate how educators perceive the usefulness of such a tool to help them improve the content in their courses, and to which extent the user interface of the tool impacted this perceived value. Additionally, they used the evaluation as chance to elicit additional requirements for improvement of the tool. The study design was implemented with focus on collection of quantitative data and perceived qualitative data from a larger sample of educators. During the study, 18 participants from different higher education received the tool, and a questionnaire with guidelines how to evaluate the tool. The researchers analyzed and coded the results in three different categories: Data Visualization, GUI, and Feedback. The results of the first evaluation of the tool influenced the enhancement of the tool's data visualization, user interface, and supported feedback types [AHD+12].

The second evaluation iteration, conducted on the improved LA tool, was summative evaluation. The main goal of it was to reassess the perceived usefulness of the improved tool, focusing on assessing how the changes influenced the perceived value of the LA

tool and determining the extent of interconnection between the variables that characterized this perceived usefulness. The design of the study and the artifacts used, were the same as in the previous iteration i.e. the participants received the tool, a questionnaire and guidelines how to evaluate the tool. Additionally, the participants received video clips which introduced the tool, and described how each individual feature works. The researchers analyzed and coded the results of the second evaluation in the same way as in the first one [AHD+12].

The results of the second evaluation provided information how the implemented improvements to the tool affected the users' perception of the tool's value. In the end, the evaluation showed that educators find the kinds of feedback implemented in the tool informative and they valued the mix of textual and graphical representations of different kinds of feedback provided by the tool [AHD+12].

Student Activity Meter (SAM) Evaluation

Student Activity Meter (SAM) is a LA tool that visualizes collected data from learning environments. The researches incorporated the evaluation in the development of the tool, i.e. applied design-based research methodology which relied on rapid prototyping in order to evaluate ideas in frequent short cycles. They did four iterations over the course of 24 months. The results of each evaluation iteration were put into two major groups: positive and negative. The results and the provided feedback were incorporated to improve the tool [GVD+12].

The methodology for the first iteration were task based interviews coupled with think-aloud strategy, and usage of System Usability Scale, and Microsoft Desirability Toolkit on Computer Science students. The negative results were the identification of usability issues, and points for improvement. The positive results revealed that learnability was high, the error rate was low. The user satisfaction and usability were decent, and preliminary usefulness was regarded as positive. The study also revealed which LA indicators were considered as most useful [GVD+12].

The methodology for the second iteration was conducting an online survey with Likert items on teachers in order to assess and evaluate teacher needs, extract information about use and usefulness, and whether SAM can assist them in their everyday work. The most prominent result that was considered negative was that teachers did not find resource recommendation useful. On the positive side, the results showed that SAM provided awareness to the teachers, that all of the indicators were useful, and that 90% of them wanted to continue using SAM [GVD+12].

The third iteration was also an online survey with Likert items, but the demographics was LAK course participants (teachers and visualization experts). The goal was also similar like in the second iteration, to assess the teacher needs, improve the use and usefulness, and enhanced to collect feedback from the experts in the field. The negative results of the evaluation was the failure to find which needs needed more attention. On

the positive side, the results from the second iteration were strengthened, with the addition that resource recommendation could be useful [GVD+12].

The fourth iteration was conducted with Computer Science teachers and teaching assistants. The methodology was conducting structured face-to-face interviews with tasks and open ended questions with the goal to assess the user satisfaction, the use and usefulness of SAM. The fourth iteration revealed that there are conflicting visions of what were students who were doing well, or what were student who were at risk. Furthermore, it revealed which indicators were good and useful, provided different insights from the teachers, and also further use cases for SAM were discovered [GVD+12].

Overall, the conducted evaluation discovered that the most important feature that SAM addresses was to help teachers provide feedback to the students. Another important provision was the methodology of the evaluation which could be applied/used from other researchers when creating a visualization tool [GVD+12].

Course Signals

Course Signals is an early intervention solution for higher education faculty, allowing instructors the opportunity to use analytics in order to provide real-time feedback to a student. The development team had closely tracked the student experience from the introduction of the tool (the pilot phase), and at the end of every additional semester. Furthermore, they conducted an anonymous student survey to collect feedback at the end of each semester, and had held focus groups. In general, students reported positive experience with the feedback they received from Course Signals. The students felt supported, and the feedback provided by the system was labeled as motivating. Some students had concerns that the system did over penetration (e-mails, text messages, LMS messages) all of them conveying the same message [AP12].

In general, the faculty and instructors had positive response, but still approached it with caution. The main points the development team extracted from the faculty feedback were that the students might create a dependency on the system, instead of developing their own learning traits. Furthermore, the evaluation discovered that there was a clear lack of best practices how to use Course Signals. This was also confirmed by the students. The most important point here was that this tool with its evaluation provided actual impact on teaching and learning [AP12].

3.2 Challenges

The three different evaluation case studies show that there is no standardized approach how to effectively evaluate learning analytics tools. Measuring the impact and usefulness of LA tools is a very challenging task. LA tools try to support both learners and educators in their respective tasks, and fulfil the goals mentioned in section 2. Although much work has been done on visualizing learning analytics results – typically in the form of

dashboards, their design and use is far less understood [VDK12]. So far not many have conclusive evaluation and strong proof for beneficial impact on either educators, or students. These LA tools should not only be usable and interesting to use, but also useful in the context of the goals: awareness, self-reflection, and above all, improvement of learning.

In order to do effective evaluation, there are several things that need to be taken into account. First and foremost, one has to consider the purpose and the gains of the evaluation. The evaluators need to carefully design the goals and attempt to meet them with the evaluation. Once the goals are set, the next step is to think about the measures and tasks that will be included in the evaluation. It is very important to define the appropriate indicators and metrics. Wherever possible, the evaluators should also collect qualitative data, and use qualitative methods in pair with the quantitative evaluation. Mixed-method evaluation approach that combines both quantitative and qualitative evaluation methods can be very powerful to capture when, why, and how often a peculiar behavior happens in the learning environment [CLT+15].

While usability is relatively easy to evaluate, the challenge is to investigate how LA could impact learning and how it could be evaluated. Measuring the impact of LA tools is a challenging task, as the process needs long periods of time, as well as, a lot of effort and active participation from researchers and participants [CLT+15]. Moreover, the analysis of the qualitative data from the evaluation is always prone to personal interpretations and biased while making conclusions [DLM+13].

4 Research Directions

As the research field matures, there is a continuous increase in research about systematic evaluation of learning analytics. Impact remains especially hard to determine in evaluation studies and further research is also required to investigate effective mixed- method evaluation approaches that focus on usability and usefulness of the Learning Analytics tools [VDK12]. To enhance the work in capturing and measuring impact, collaboration with cognitive sciences is necessary in order to develop methods how to attain this qualitative information. This means that asking the right questions, selecting elements of the environment and the tool to examine, and processing, visualizing, and analyzing the data become the challenges for researchers. There already has been literature and community based research that empirically tries to identify quality criteria and quality indicators for LA tools to form an evaluation framework [SDS15]. This evaluation framework has five criteria, and each criteria contains different quality indicators. The main limitation is that the participants who helped create this evaluation framework were more research than practice oriented. More importantly, the researchers should strive to a common goal, which is to unify and standardize the different evaluation methods into a structured tool that can help researchers and developers to build better Learning Analytics tools.

5 Conclusion

In this paper we presented a short summary about the goals in learning analytics. Furthermore, we argued that learning analytics evaluation will provide the necessary and conclusive evidence that LA tools help both teachers and students in their work. We have provided three different case studies from learning analytics evaluation where the respective researchers evaluated their LA tools with successful outcomes. Additionally, we presented a summary of the challenges that are yet to be resolved by the research community in order to do effective evaluation. Finally, we gave concrete directions which need to be investigated into details in order to help in overcoming the evaluation challenges. There is still a lot of work to be done in the direction of standardizing and structuring the evaluation of LA tools, and hence providing enough evidence that LA tools are assisting and valuable asset for the learning and teaching processes. However, the true test for learning analytics is demonstrating a longer term impact on student learning and teaching practices.

References

- [AHD+12] Ali, L.; Hatala, M.; Gašević, D.; Jovanović, J.: "A qualitative evaluation of evolution of a learning analytics tool" in *Computers&Education*, 2012, pp.470-489
- [AP12] Arnold, K.; Pistilli, M.: "Course Signals at Purdue: Using Learning Analytics to Increase Student Success," in *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, Vancouver, 2012.
- [CDS+12] Chatti, M. A.; Dyckhoff, A. L.; Schroeder, U.; Thüs, H.: "A reference model for learning analytics," *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 2012, pp. 318-331.
- [CLT+15] Chatti, M. A.; Lukarov, V.; Thüs, H.; Muslim, A.; Yousef, A. M. F.; Wahid, U.; Greven, C.; Chakrabarti, A.; Schroeder, U.: "Learning Analytics: Challenges and Future Research Directions," *Eleed*, 2014.
- [CI13] Clow, D.: "An overview of learning analytics," *Teaching in Higher Education*, 2013, pp. 683-695.
- [DLM+13] Dyckhoff, A. L.; Lukarov, V.; Muslim, A.; Chatti, M. A.; Schroeder, U.: "Supporting action research with learning analytics," in *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, Leuven, 2013.
- [DV12] Duval, E.; Verbert, K.: "Learning Analytics," *Eleed*, no. 8, 2012.
- [ED06] Ellis, G; and Dix, A.: "An explorative analysis of user evaluation studies in information visualisation," in *Proceedings of the 2006 AVI workshop on BEyond time and errors: novel evaluation methods for information visualization*, Venice, 2006.

- [EI11] Elias, T.: "Learning Analytics: Definitions, Processes and Potential," 2011.
- [GDS15] Gašević, D.; Dawson, S.; Siemens, G.: "Let's not forget: Learning analytics are about learning," In TechTrends, 2015, pp. 64-71.
- [GVD+12] Govaerts, S.; Verbert, K.; Duval, E.; Pardo, A.: "The student activity meter for awareness and self-reflection," in CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, Austin, 2012.
- [JAC12] Johnson, L.; Adams, S.; Cummins, M.: "NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition.," 2012.
- [LD12] Lockyer, L.; Dawson S.: "Where learning analytics meets learning design," in Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge, Vancouver, 2012.
- [LS11] Long, P.; Siemens, G.: "Penetrating the Fog, Analytics in Learning and Education," Educase, 2011.
- [Si10] Siemens, G.: "What are Learning Analytics?," 2010.
- [SDS+14] Scheffel, M.; Drachsler, H.; Stoyanov, S.; Specht, M.: "Quality Indicators for Learning Analytics," Educational Technology & Society, 2014, pp. 117-132.
- [SDS15] Scheffel, M.; Drachsler, H.; Specht, M.: "Developing an evaluation framework of quality indicators for learning analytics," in Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge, Poughkeepsie, 2015.
- [TAC+13] Thompson, K.; Ashe, D.; Carvalho, L.; Goodyear, P.; Kelly, N.; Parisio, M.: "Processing and Visualizing Data in Complex Learning Environments," American Behavioral Scientist, 2013, p. 1401–1420.
- [VDK12] Verbert, K.; Duval, E.; Klerkx, J.; Govaerts, S.; Santos, J. L.: "Learning Analytics Dashboard Applications," American Behavioral Scientist, 2013.

ConceptCloud – Entwicklung einer Applikation zur Unterstützung von Reflexionsprozessen im Online-Lernportal Go-Lab

Kristina Angenendt¹, Jeanny Bormann¹, Tim Donkers¹, Tabitha Goebel¹, Anna Kizina¹, Timm Kleemann¹, Lisa Michael¹, Hifsa Raja¹, Franziska Sachs¹, Christina Schneegass¹, Lisa-Maria Sinzig¹, Juliane Steffen¹, Sven Manske², Tobias Hecking² und H. Ulrich Hoppe²

Abstract: Heterogene Online-Lernumgebungen wie Go-Lab bieten unterschiedliche Repräsentationen von Wissensobjekten zur Unterstützung der kognitiven und metakognitiven Fähigkeiten von Lernenden. Verschiedene „Inquiry Learning Apps“ unterstützen dabei eigenständiges Explorieren und Aneignen von Domänenwissen. Geeignete Repräsentationsformen wie z.B. Concept Maps oder Wiki-Texte können den Lernprozess unterstützen. In dieser Arbeit wird die ConceptCloud-App vorgestellt, mit deren Hilfe Lernobjekte verschiedener Typen aggregiert dargestellt werden. Mittels semantischer Analysen werden relevante Konzepte aus den verschiedenen Lernobjekten extrahiert und in Anlehnung an eine Tag Cloud visualisiert. Durch Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Schülern sowie Reflexionsfragen hilft die App, Lernende zum kritischen Denken anzuregen. Lehrende werden durch die Aggregation von Konzepten über einen gesamten Kurs hinweg in der Supervision der Schüleraktivitäten unterstützt.

Keywords: Inquiry Learning, Content Analysis, Reflexion, Monitoring, Supervision

1 Einleitung

Das Online-Lernportal Go-Lab³ bietet eine Möglichkeit für interaktives forschend-entdeckendes Lernen im Klassenraum. Neben dem eigenständigen Experimentieren mit Online-Labs zielt die Anwendung von Learning Analytics auf die Unterstützung von Lernenden ab. Durch das Erzeugen von Lernobjekten und die Interaktion mit Online-Labs und anderen Apps hinterlassen Lernende Spuren. Bei der Analyse und Visualisierung stellt sich die Herausforderung, geeignete Repräsentationsformen für deren individuelle Bedürfnisse zu gestalten und die Lernaktivitäten zu unterstützen. Eine wichtige Hürde, insbesondere bei aggregierten oder verdichteten Repräsentationen, stellt die Interpretation der Daten im Kontext dar, damit Lernsituationen ex-post nachvollziehbar sein können [Wi14]. In Go-Lab bietet sich aufgrund der Heterogenität im Sinne unterschiedlicher Artefakttypen eine applikationsübergreifende Analyse der gesammelten

¹ {vorname}.{nachname}@stud.uni-due.de

² Universität Duisburg-Essen, Abteilung für Informatik und Angewandte Kognitionswissenschaft, Lotharstr. 63
47057 Duisburg, {nachname}@collide.info

³ Das Go-Lab Projekt: <http://www.go-lab-project.eu/project>

Lernobjekte an. Selbstständiges Lernen kann durch adaptive Unterstützungsmechanismen gefördert werden, indem Hinweise auf Zielsetzungen oder Hilfestellungen zu Reflexion eingearbeitet werden. Eine Aggregation gesammelter Lernartefakte kann sowohl Lernenden Hinweise auf relevante und nicht-beachtete Konzepte liefern, als auch Lehrende bei der Analyse der Klassenaktivitäten unterstützen.

2 Theoretischer Hintergrund

Eine gebündelte Visualisierung der nutzergenerierten Objekte, z. B. in Form von Dashboards, kann Reflexions- und Überwachungsprozesse unterstützen [Du12]. Besonders das Inquiry Learning fokussiert einen forschend-entdeckenden Ansatz, welcher in Go-Lab durch einen Inquiry Learning Space (ILS) realisiert wird. Der ILS ist eine Online-Lernumgebung, welche die Einbindung von Lernmaterialien, Applikationen und virtuellen Laboren ermöglicht. Dieser leitet in der Online-Lernumgebung durch fünf Phasen des Inquiry Cycles: *Orientation, Conceptualization, Investigation, Conclusion* and *Discussion* [dSG14]. Für die Unterstützung der Lernenden in deren Rolle als Forscher eignen sich Anwendungen, die zur Reflexion über den Lerngegenstand, die Lernhandlung wie auch das Lernvermögen anregen [Sc83]. Hierbei kann die Qualität der Reflexion durch Instruktionen beeinflusst werden [Ko13], was die Entwicklung der Fertigkeiten Lernender im Lernprozess beeinflusst [KMP14]. Instruktionen können ergänzend zur Reflexion auch als Anreiz zum kritischen Denken genutzt werden, da hierbei eine Betrachtung der zur Urteilsbildung notwendigen Vorgehensweise gefordert wird [Fa07]. Die Herausforderung einer Visualisierung aggregierter Lernobjekte, z.B. durch Tag Clouds [Ri07], liegt in der Übersichtlichkeit und Verständlichkeit der Darstellung [Du11]. Die Rückführung der Resultate in die Lernumgebung kann als pädagogische Intervention verstanden werden. Dabei ist unter anderem auf eine geeignete Darstellung, Einbettung in den Lernprozess, so wie Vergleichsmodelle (*Reference Frame*) zu achten (vgl. [Wi14], [HG14]).

3 ConceptCloud-Konzept

Aus den verschiedenen Applikationen zur Erstellung von Wissensartefakten wird das Vokabular in Form der vom Lernenden verwendeten Konzepte zur ConceptCloud zusammengefasst. Hierzu werden aus den von Lernenden erstellten Inhalten, welche in verschiedenen Artefakten (z. B. Wiki-Texte, Concept Maps oder Hypothesen) vorliegen, themenbezogene Konzepte mittels semantischer Analyse automatisiert extrahiert. Dies wird mit DBpedia Spotlight⁴ erreicht, welches auf Basis der DBpedia und konfigurierbarer Qualitätsmerkmale Konzepte hervorhebt [Me11]. Die erhaltenen Daten werden normalisiert, aggregiert und in einem inhärenten Datenmodell zusammengefasst, wel-

⁴ Die Dokumentation von DBpedia Spotlight: www.spotlight.dbpedia.org, abgerufen am 8.7.2015.

ches Rückschlüsse auf die individuellen Daten zulässt. Dieses Modell wird mit kontextuellen Metadaten des ILS angereichert.

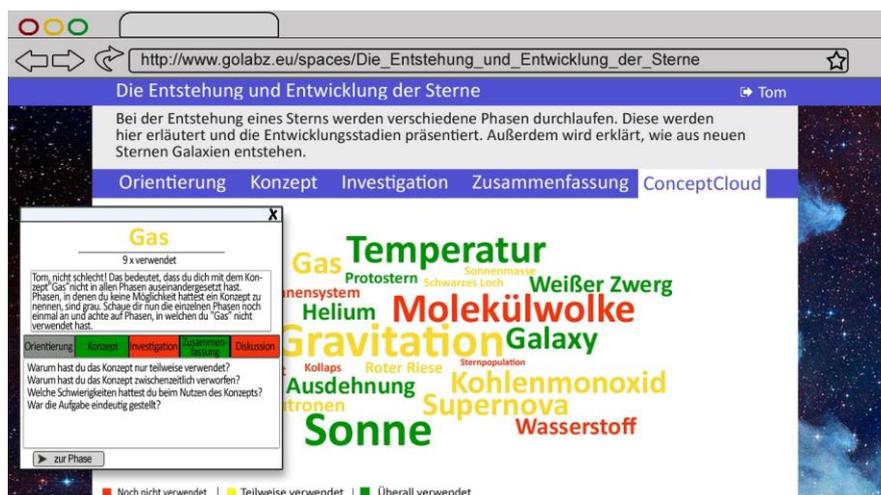


Abb. 1: Die ConceptCloud eingebettet in einem ILS

Abbildung 1 zeigt die Sicht des Lernenden auf die ConceptCloud mit eigenen Konzepten im Vergleich zu den aggregierten Daten der Gesamtgruppe. Die Visualisierung der Konzepte in der ConceptCloud hängt von drei Faktoren ab: (1) Ein Konzept wird in der Cloud gezeigt, wenn es zu den am häufigsten verwendeten in der Gesamtgruppe gehört;

(2) Die Schriftgröße der Konzepte ist abhängig von der Häufigkeit der Verwendung durch alle Lernenden; (3) die Farbe zeigt, ob der Schüler das Konzept in allen möglichen Applikationen verwendet hat. Die Farbgebung erfolgt anhand der Ampelfarben. Rote Konzepte wurden in keiner Phase verwendet, grüne in allen und gelbe wurden in mindestens einer, aber nicht in allen Phasen verwendet. Durch Anklicken eines Konzepts öffnet sich, wie in Abbildung 1 gezeigt, eine Infobox, welche die generelle Häufigkeit des Konzepts, einen Erklärungstext, das Vorkommen in den einzelnen Phasen des ILS, und Reflexionsfragen zeigt. Diese Fragen beziehen sich abhängig von der Farbe des Konzepts sowohl auf den Lernprozess (z. B. „Wie hast du dir bei Unklarheiten Hilfe verschafft?“) als auch auf den Lerninhalt (z. B. „Wie würdest du anderen Schülern den Inhalt des Konzeptes vermitteln?“). Lehrende hingegen können in der ConceptCloud zusätzliche Vergleichs-, Selektions- und Filterwerkzeuge zur Supervision nutzen, wie etwa die Auswahl einzelner Phasen oder Applikationen des ILS. Ebenso lassen sich bereits beim Filtern der Concept Clouds einzelner Schüler durch ein nebenstehendes Ausrufezeichen jene erkennen, die im Vergleich mit der Gruppe häufige Konzepte nicht verwendet haben. Bei Auswahl eines Schülers wird dem Lehrer die ConceptCloud von ebendiesem angezeigt (identisch mit der Ansicht im ILS des Schülers selbst), sodass er genauere Informationen über den Fortschritt des Lernenden erhält.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die hier vorgestellte ConceptCloud ist eine Applikation zur Aggregation von Lernobjekten verschiedener Typen im Online-Lernportal Go-Lab. Die Nutzung einer Tag Cloud zur Visualisierung und die Einbettung von Reflexionsfragen soll kritisches Denken bei Schülern anregen, sowie Lehrende bei der Superversion der Schüler unterstützen. Hierbei werden einige der von Wise beschriebenen pädagogischen Interventionsprinzipien umgesetzt [Wi14]. Zur Evaluation dieser Applikation ist eine Feldstudie im Unterricht geplant, die inhaltliche Aspekte und den Umgang der Lernenden mit der ConceptCloud fokussiert. Um zu prüfen, ob die angestrebte Unterstützung auch bei Lehrenden erzielt werden kann, werden Interviews mit Lehrenden geführt. Gleichzeitig soll die Evaluation auch dazu dienen, Interpretationsschwierigkeiten und Schwachstellen der Applikation aufzudecken, die den Nutzen des Werkzeugs negativ beeinflussen könnten.

Literaturverzeichnis

- [Du11] Duval, E.: Attention please! Learning analytics for visualization and recommendation. In Proc.: LAK. ACM, S. 9-17, 2011.
- [Du12] Duval, E.; Klerkx, J.; Verbert, K., et al.: Learning dashboards & learnscapes. Educational Interfaces, Software, and Technology, S. 1-5, 2012.
- [dSG14] de Jong, T.; Sotiriou, S.; Gillet, D.: Innovations in STEM education: the Go-Lab federation of online labs. Smart Learning Environments, 1(1), 1-16, 2014.
- [Fa07] Facione, P.A.: Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Insight Assessment, S. 1-23, 2007.
- [HG15] Harrer, A.; Göhnert, T.: Integrated representations and small data: towards contextualized and embedded analytics tools for learners. In Proc. LAK, S. 406-407, 2015.
- [KMP14] Kori, K.; Mäeots, M.; Pedaste, M.: Guided reflection to support quality of reflection and inquiry in web-based learning. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 112, S. 242- 251, 2014.
- [Ko13] Kori, K.; Pedaste, M.; Leijen, Ä., et al.: Supporting reflection in technology-enhanced learning. Educational Research Review, 11, S. 45-55, 2014.
- [Me11] Mendes, P. N.; Jakob, M.; García-Silva, A., et al.: DBpedia Spotlight: Shedding light on the web of documents. In Proc. 7th Int. Conf. on Sem. Systems. ACM, S. 1-8, 2011.
- [Ri07] Rivadeneira, A. W. et al.: Getting our head in the clouds: Toward evaluation studies of tagclouds. In Proc. SIGCHI Conf. ACM, S. 995-998, 2007.
- [Sc83] Schon, D. A.: The reflective practitioner: How professionals think in action. Basic books, 1983.
- [Wi14] Wise, A. F.: Designing pedagogical interventions to support student use of learning analytics. In Proc. LAK, S. 203–211, 2014.

Brigitte Grote
Gerald Haese
Cristina Szász
Athanasios Vassiliou

**Lernräume erweitern – Lehrangebote verbreiten:
Didaktische Szenarien und digitale Technologien für
standortübergreifende Studienangebote**

Workshop im Rahmen der DeLFI 2015,
1. September 2015 in München

Preface

Expanding learning spaces – disseminating courses offered: Didactic settings and digital technologies for study programmes across locations

The DeLFI 2015 workshop "Expanding learning spaces – disseminating courses offered: Didactic settings and digital technologies for study programmes across locations" aims at bringing together players from higher education and continuing education in order to share and discuss experiences with and studies on employing digital technologies for expanding learning spaces. The contributions describe academic programmes and courses that enable teachers and students to bridge geographical distances or to share learning content and make them available to international, interdisciplinary or interprofessional student groups.

Due to the international and networking profile of higher education institutions as well as the growing mobility of students, the need for teaching and learning arrangements across locations other than MOOCs is increasing: dual or joint degree programmes, teaching cooperations between universities, student exchange and internship semesters, and also continuing education master's programmes need feasible solutions. Prototypical solutions are, among others, webinars, online lectures, collaborative learning arrangements, lecture recordings and mobile applications.

Students not only attend lectures at one location, i.e. their home university, they are also taking advantage of digital lectures in different places (expanding the learning space). Universities open their courses (or even entire programmes) to students of other universities (as a "service"), or offer joint-courses developed with other universities (disseminating course offers). This can be done out of necessity, as in small disciplines or specialized master programmes, within cooperating programmes, in order to vary and increase the attractiveness of a programme, or even in the course of internationalisation and networking efforts of the universities. Implementating such flexible course offerings requires not only providing the technological infrastructure (including setting up virtual teaching and learning spaces, lecture recordings), and describing learning arrangements (for instance for video-based teaching/learning, online courses or webinars), but also flexible supervision models; computer-assisted (self-) assessment, and clarifying the legal framework.

Two continuing education master programmes at the University of Heidelberg feature a high degree of digitisation: In their paper, *Schaefer et. al.* describe a few of the methods developed and lessons learned in these programmes since 2010. The part-time degree programmes offer courses which enabled professionals to study independent of time and location. Digital teaching materials have been combined with flexible online-tutoring. Especially, the "Online Study Sessions" allow students to play an active role, and to learn with and from each other.

Knuth's contribution focusses on the active participation of students who wrote blog posts and thus had the opportunity to learn from each other in an international, intercultural and interdisciplinary context. The paper shows how a social science seminar benefits from attending an English blog network. In their submission, *Koenigstein-Lüdersdorff & Jeschke* depict another example of collaborative learning: Interprofessional student groups work collaboratively on case studies using a wiki in a bachelor's degree programme in Health Care Studies at the Hamburger Fern-Hochschule.

By using a shared set of teaching materials, teachers are addressing different groups of students from different places or from different subjects. *Pfennig & Böge* and *Faber & Dahn* illustrate practical examples from the fields of Material Technology and Mathematics. *Pfennig & Böge* describe the experience with micro teaching/learning modules for the basic course on Material Technology. Teachers developed the teaching units in a modular manner, making use of them in various degree programmes. The Online Network Mathematics (NetMath) described by *Faber & Dahn* is an offer for the Rhineland-Palatinate universities. The article points to the experiences of community-based development and use of the digital Math resources.

Hybrid course formats that rely on i.e. video conferencing systems, try to overcome physical/geographical distance: In the example described by *Schulze et. al.*, students from Kent were connected by video conference to a course held in Dresden, where their fellow students were having an internship semester. The article examines the underlying organizational and technical framework and shows some teaching and learning activities that had taken place. According to *Katzlinger* most of the courses in Economics at the Johannes Kepler University Linz are e-learning courses. In order to increase the independence of the students from the university locations in Linz, two off-site locations have been set up for examinations and lectures in cooperation with schools and distance learning centers.

We hope that the readers gain new insights from the contributions compiled in this volume. And last but not least, we like to thank the authors for their inspiring contributions, the reviewers for commenting on the papers, and the organising committee of the DeLFI 2015 conference for their cooperativeness and support all through organising and conducting the workshop.

Vorwort

Lernräume erweitern – Lehrangebote verbreiten: Didaktische Szenarien und digitale Technologien für standortübergreifende Studienangebote

Ziel des Workshops "Lernräume erweitern – Lehrangebote verbreiten: Didaktische Szenarien und digitale Technologien für standortübergreifende Studienangebote" auf der DeLFI 2015 ist es, Akteure aus Hochschulen und (Weiter-)Bildungsinstitutionen zusammenzubringen und Erfahrungen und Untersuchungen zum Einsatz von digitalen Technologien zur Erweiterung von Lernräumen zu teilen und zu diskutieren. Die eingereichten Beiträge berichten von Lehrangeboten, die es Lehrenden und Studierenden ermöglichen, geografische Entfernungen zu überbrücken, oder Lehrinhalte zu teilen und sie internationalen, interdisziplinären oder interprofessionellen Studierendengruppen anzubieten.

Der Bedarf nach standortübergreifenden Lehrangeboten jenseits von MOOCs steigt mit zunehmender Vernetzung und Internationalisierung der Hochschullandschaft sowie mit wachsender Mobilität der Studierenden: dual bzw. joint degree Programme, Lehrkooperationen zwischen Hochschulen, Auslandsaufenthalte und Praxissemester, aber auch weiterbildende Masterprogramme, verlangen nach praktikablen Lösungen. Webinare, Online-Vorlesungen, kollaborative Lernsettings, Vorlesungsaufzeichnungen und mobile Anwendungen sind hier exemplarisch zu nennen. Studierende belegen nicht nur Lehrveranstaltungen an einem Standort, der Heimatuniversität, sondern nutzen über digitale Wege Lehr-/Lernangebote an unterschiedlichen Standorten (Stichwort: Lernraum erweitern). Hochschulen öffnen ihre Lehrveranstaltungen (oder auch ganze Studiengänge) für Studierende anderer Universitäten (als „Service“), oder bieten gemeinsam mit anderen Hochschulen entwickelte Lehrveranstaltungen an (Stichwort: Lehrangebote verbreiten). Dieses kann aus der Not heraus geschehen, wie bei kleinen Fächern oder spezialisierten Masterprogrammen, im Rahmen einer Kooperation zwischen Studiengängen, um das Angebot vielfältiger und attraktiver zu gestalten, oder auch im Zuge der Internationalisierungs- und Vernetzungsbestrebungen der Hochschulen. Die Umsetzung solcher Angebote erfordert neben der Bereitstellung der entsprechenden technologischen Infrastruktur (u.a. Einrichtung virtueller Lehr- und Lernräume, Veranstaltungsaufzeichnung) und der Beschreibung didaktischer Szenarien für z. B. videobasierte Lehr-/Lernformen, Online-Vorlesungen oder Webinare darüber hinaus flexible Betreuungskonzepte und Formen elektronisch gestützter Selbstkontrollen und Prüfungen, sowie die Klärung der rechtlichen Rahmenbedingungen.

Ein hohes Maß an Digitalisierung weisen zwei weiterbildende Online- Studiengänge an der Universität Heidelberg auf. Schäfer *et. al.* beschreiben in ihrem Beitrag die seit 2010 in diesen Studiengängen entwickelten Methoden und gesammelten Erfahrungen. Die berufsbegleitenden Studiengänge haben Angebote geschaffen, die es Berufstätigen ermöglichen, sich ort- und zeitunabhängig mit dem Lernstoff zu befassen. Digitale Lehrmaterialien wurden mit flexiblen Betreuungsangeboten kombiniert. Mit den "Online Study Sessions" wurde ein Format gefunden, dank dessen die Studierenden sich aktiv

einbringen, miteinander und voneinander lernen konnten.

Die aktive Teilnahme der Studierenden in Form von Blog-Beiträgen und damit auch die Möglichkeit, in diesem Fall in einem internationalen, interkulturellen und interdisziplinären Rahmen voneinander zu lernen, ist der Fokus des Beitrags von *Knoth*. In diesem werden die Vorteile der Teilnahme eines sozialwissenschaftlichen Seminars an einem englischsprachigen Blog-Netzwerk erläutert. Ein weiteres Beispiel für gemeinsames Lernen schildern *Königstein-Lüdersdorff & Jeschke* in ihrem Beitrag: An der Hamburger Fern-Hochschule im Bachelorstudiengang Health Care Studies lösten interprofessionelle Studierendengruppen gemeinsam Case Studies mithilfe eines Wikis.

Durch den Einsatz einer gemeinsamen Sammlung von Lehrmaterialien können Lehrende aus verschiedenen Orten oder aus verschiedenen Fächern unterschiedliche Studierenden-
gruppen erreichen. *Pfennig & Böge* und *Faber & Dahn* erläutern Praxisbeispiele aus den Fächern Werkstofftechnik bzw. Mathematik. *Pfennig & Böge* beschreiben die Erfahrungen mit Mikro Lehr-/Lernmodulen für das Grundlagenfach Werkstofftechnik, die von Lehrenden baukastenartig nach Bedarf zusammengestellt und in verschiedenen Studiengängen eingesetzt wurden. Mit dem von *Faber & Dahn* vorgestellten Netzwerk Online-Mathematik (NetMath) wurde ein Angebot für die rheinland-pfälzischen Hochschulen geschaffen. Der Beitrag zeigt die Erfahrungen mit der community-basierten Erstellung und Nutzung dieser onlinebasierten Mathematik-Ressource auf.

Mit hybriden Lehrveranstaltungsformaten, die zum Beispiel mithilfe von Videokonferenzsystemen umgesetzt werden, wird versucht, räumliche Distanz zu überwinden: In dem von *Schulze et. al.* beschriebenen Beispiel befanden sich Kursleitung und die Studierenden, die ihr Praktikum derzeit vor Ort absolvierten, in Dresden, während die Studierenden aus Kent per Videokonferenz zugeschaltet wurden. Der Beitrag beleuchtet die organisatorischen und technischen Rahmenbedingungen und zeigt einige Lehr-/Lernaktivitäten auf, die stattgefunden haben. An der Johannes Kepler Universität Linz machen laut *Katzlinger* E-Learning-Veranstaltungen den Großteil der Lehrveranstaltungen im Fach Wirtschaftswissenschaften aus. Um die Unabhängigkeit der Studierenden vom Standort Linz zu stärken, wurden zwei Außenstandorte für Prüfungen und Präsenzveranstaltungen in Kooperation mit Schulen und Fernlehrzentren eingerichtet.

Wir wünschen allen Leserinnen und Lesern neue Erkenntnisse und viel Freude bei der Lektüre. Unser Dank geht an alle Autoren/innen für die interessanten Beiträge, an alle Gutachter/innen für die Bewertung der Beiträge sowie an das DeLFI-Organisationsteam für die konstruktive Zusammenarbeit und Unterstützung in allen Phasen des Workshops

Berlin, den 20.07.2015

Brigitte Grote, Gerald Haese, Cristina Szász, Athanasios Vassiliou

Programmkomitee

Nicolas Apostolopoulos (Leitung CeDiS, Freie Universität Berlin)

Nicole Engelhardt (ZMI, FernUniversität Hagen)

Brigitte Grote (CeDiS, Freie Universität Berlin)

Gerald Haese (CeDiS, Freie Universität Berlin)

Jürgen Handke (Institut für Anglistik und Amerikanistik, Philipps Universität Marburg)

Angela Peetz (ZeB, Universität Hamburg)

Cristina Szasz (CeDiS, Freie Universität Berlin)

Anne Thilloßen (e-teaching.org, Leibniz-Institut für Wissensmedien iwmlkmc)

Athanasios Vassiliou (CeDiS, Freie Universität Berlin)

Liste der Beiträge

Erfolgreiche Lehr/Lernmethoden in zwei Online-Studiengängen der Universität Heidelberg. Schäfer, Marcel; Barthold-Beß, Simone; Debus, Jürgen; Gebauer- Hötzel, Lena; Niedermaier, Ina; Jäkel, Oliver; Schlegel, Wolfgang; Organisation: Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Deutschland. - **ID: 259**

Perspektivenverschränkung: Interdisziplinäres, internationales und interkulturelles Lernen mit „networked Weblogs“. Knoth, Alexander; Organisation: Universität Potsdam, Deutschland. - **ID:264**

Verschieden, verstreut, vernetzt - Onlinekurs 'Zusammenarbeit im Gesundheitswesen' als Beispiel für standortübergreifendes Lernen. Königstein-Lüdersdorff, Katja; Jeschke, Tanja; Organisation: Hamburger Fern-Hochschule, Deutschland. - **ID: 263**

Studienfachübergreifende Lehre im Fach Werkstofftechnik an der HTW Berlin – ein Praxisbeispiel. Pfennig, Anja; Böge; Astrid; Organisation: Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin, Deutschland. - **ID: 255**

Institutionenübergreifende Zusammenarbeit im Netzwerk Online-Mathematik - Net-Math. Dahn, Ingo; Faber, Konrad; Organisationen: Universität Koblenz- Landau, Koblenz; Virtueller Campus Rheinland-Pfalz, Kaiserslautern, Deutschland. - **ID: 265**

Erweiterung des Lernraumes: Regionalisierung des Lernangebotes als Beitrag zum Life-Long-Learning. Katzlinger, Elisabeth; Höller, Johann; Organisation: Johannes Kepler Universität Linz, Österreich. - **ID: 262**

Standortübergreifende Lehramtsausbildung durch Hybridmeetings. Schulze, Frank; Gommlich, Klaus; Liebscher, Sebastian; Grohmann, Undine; Wünsch, Wolfgang; Organisationen: TU Dresden, Dresden, Deutschland; Kent State University, Kent, USA. - **ID: 258**

Erfolgreiche Lehr/Lernmethoden in zwei Online-Studiengängen der Universität Heidelberg

Marcel Schäfer¹, Simone Barthold-Beß², Jürgen Debus³, Lena Gebauer-Hötzel⁴, Ina Niedermaier⁵, Oliver Jäkel⁶ und Wolfgang Schlegel⁷

Abstract: Der Beitrag thematisiert erfolgreiche online Lehr/Lernmethoden, welche in zwei berufsbegleitenden und weiterbildenden Online-Studiengängen der Universität Heidelberg seit 2010 eingesetzt werden. Die einzelnen Lehr/Lernmethoden werden vorgestellt und der Meinung der Studierenden gegenübergestellt, basierend auf den regelmäßig stattfindenden Evaluationen und Feedback-Runden der Online-Studiengänge. Am Ende stehen Good-Practise-Beispiele mit ihren Vor-/Nachteilen für Studierende und Lehrende.

Keywords: Lehr/Lernmethoden, Online-Studiengang, Weiterbildung, berufsbegleitend

1 Einleitung

An der Universität Heidelberg gibt es zwei berufsbegleitende und weiterbildende Masterstudiengänge im Bereich Medizin-Physik. Im Jahr 2010 startete der englischsprachige Studiengang Master Online “Advanced Physical Methods in Radiotherapy” (APMR; Web: www.apmr.uni-hd.de) als erster Online-Studiengang der Universität Heidelberg. Er richtet sich an berufstätige Studierende aus der ganzen Welt, welche bereits einen Bachelor- oder Master-Abschluss im Bereich Medizin-Physik oder Physik erworben haben, umfangreiche Grundkenntnisse in Medizin-Physik besitzen und sich auf dem Gebiet der neuesten Behandlungsmethoden der Strahlentherapie (wie Intensity Modulated Radiotherapy oder Image Guided Radiotherapy) weiterbilden möchten. Zusätzlich ist Berufserfahrung von mindestens einem Jahr erforderlich. Bei erfolgreichem Abschluss erhalten die Studierenden einen „Master of Science“ (120 ECTS) der Universität Hei-

¹ Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Abt. Medizinische Physik in der Strahlentherapie, Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg, marcel.schaefer@dkfz-heidelberg.de

² Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Abt. Medizinische Physik in der Strahlentherapie, Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg

³ Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie, Universitätsklinikum Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg

⁴ Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Abt. Medizinische Physik in der Strahlentherapie, Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg

⁵ Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Abt. Medizinische Physik in der Strahlentherapie, Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg

⁶ Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Abt. Medizinische Physik in der Strahlentherapie, Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg

⁷ Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, Abt. Medizinische Physik in der Strahlentherapie, Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg

delberg.

In den ersten drei Semestern studieren die Teilnehmer/innen 5 Online-Module (M1-M5), welche durch insgesamt drei verpflichtende Präsenzphasen (Dauer: 4-14 Tage) am Ende des Semesters in Heidelberg ergänzt werden. Die letzte und längste Präsenzphase beinhaltet zusätzlich das Praktikumsmodul (MI). Im vierten Semester fertigen die Studierenden ihre Master-Arbeiten an (siehe Abbildung 1).

Semester	Modules/Attendance Phases	ECTS/ Module	ECTS/ Semester
Semester 1	M1: Anatomy and Imaging for Radiotherapy	7,5	15
	M2: Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT)	7,5	
	M1 & M2 Attendance Phase in Heidelberg (4 days)		
Semester 2	M4: Image Guided Radiotherapy (IGRT) and Adaptive Radiotherapy (ART)	7,5	15
	M5: Advanced Dosimetry and Quality Assurance	7,5	
	M4 & M5 Attendance Phase in Heidelberg (4 days)		
Semester 3	M3: Ion Therapy	7,5	15
	M3 Attendance Phase & MI: Internships in Heidelberg (14 days)	7,5	
Semester 4	T: Master Thesis	30	30
	Online	On-site	Σ 75
	Entry Requirements:		Σ 45
	Total:		Σ 120

Abb. 1: Übersicht Studienverlauf APMR

Seit 2012 wird der zweite Studiengang International Master „Clinical Medical Physics“ (CMP) an der Universität Heidelberg angeboten (Web: http://www.uni-heidelberg.de/studium/interesse/faecher/clin_med_physics.html). Dieser Studiengang ist ein Double Degree Master-Studiengang der Universität Heidelberg und der Pontificia Universidad Catolica de Chile (PUC) in Santiago de Chile. Im Gegensatz zu APMR richtet sich CMP an Einsteiger/innen aus Lateinamerika mit einem Abschluss in Physik oder Medizin-Physik, welche darüber hinaus über eine mind. einjährige berufliche Praxis im Bereich Medizin-Physik verfügen und sich mithilfe des Studiengangs in den Bereich der Strahlentherapie vertiefend einarbeiten möchten. Den Absolvent/innen wird der „Master of Science“ (120 ECTS) von beiden Universitäten verliehen.

Im ersten und zweiten Semester belegen die Studierenden Kurse vor Ort an der Partneruniversität PUC in Chile (Unterrichtssprache Spanisch). Das dritte Semester wird online von der Universität Heidelberg (UHD) angeboten in Kooperation mit APMR, ergänzt um Präsenzphasen in Chile, welche von Heidelberger Dozent/innen durchgeführt werden. Im vierten Semester kann die Masterarbeit in Santiago oder in Heidelberg geschrieben werden (siehe Abbildung 2).

Semester	Module	ECTS/ Module	ECTS/ Semester
Semester 1	M1: General Anatomy and Physiology	6 ECTS	30 ECTS
	M2: Physics of Radiation and Dosimetry	6 ECTS	
	M3: Radiobiology, Radiation Protection and Legal Framework	6 ECTS	
	M4.1: Optional Course*	6 ECTS	
Semester 2	M4.2: Optional Course*	6 ECTS	30 ECTS
	M5: Physics and Special Techniques of Radiotherapy	6 ECTS	
	M6: Physics of Medical Imaging	6 ECTS	
	M7: Introduction into Statistics	6 ECTS	
Semester 3	M8.1: Optional Course*	6 ECTS	30 ECTS
	M8.2: Optional Course*	6 ECTS	
	M9: Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT)	7.5 ECTS	
	M10: Image Guided Radiotherapy (IGR) and Adaptive Radiotherapy (ART)	7.5 ECTS	
Semester 3	M11: Advanced Dosimetry and Quality Assurance	7 ECTS	30 ECTS
	P: Practical Work	8 ECTS	
Semester 4	T: Master Thesis	30 ECTS	30 ECTS
			Σ120 ECTS
PUC on-site		UHD online	PUC or UHD

Abb. 2: Übersicht Studienverlauf CMP

Die Online-Module beider Studiengänge sind nach dem Konzept des “blended learning” aufgebaut. Neben lehrerzentrierten Methoden kommen während den ca. 6-monatigen Online-Phasen lernerzentrierte Ansätze zum Einsatz, die den Studierenden eine aktive Mitwirkung ermöglichen. Die Präsenzphasen in Heidelberg (bei APMR) und Chile (bei CMP) erlauben den Studierenden den Zugang zu klinischen Geräten, um dort unter Anleitung praktische Workshops durchzuführen und Lernaufgaben zu bearbeiten. Fokussieren die Online-Phasen die Erarbeitung der Theorie, so bieten die Präsenzphasen die Möglichkeit, das Gelernte vor Ort praktisch anzuwenden.

2 Material und Methode

Die nun folgenden Abschnitte geben in einem ersten Schritt einen Überblick über die Lehr/Lernmethoden und das Betreuungskonzept der Studiengänge. Darauf folgend wird die Meinung der Studierenden über die Lehr/Lernmethoden und das Betreuungskonzept wiedergegeben, basierend auf den Ergebnissen der regelmäßig durchgeführten anonymen Evaluationen und den sogenannten Feedback-Runden, welche am Ende eines jeden Semesters mit den Projektkoordinatoren stattfinden. Zusätzlich werden die Meinungen der Lehrenden ausschnittshaft gegenübergestellt.

2.1 Lehrerzentrierte Methoden

In beiden Studiengängen kommen Vortragsaufzeichnungen zum Einsatz. Neben der Software „Camtasia“ wurden eine hochauflösende Webcam sowie ein Funkmikrofon angeschafft. Darüber hinaus steht ein LCD-Monitor zur Verfügung, welcher mit einem Laptop verbunden ist, um dessen Bildschirmanzeige zu duplizieren. Über die Tasten des LCD-Monitors kann die Lehrkraft die eigene Power-Point-Präsentation bedienen und mithilfe eines elektronischen Stifts handschriftliche Notizen oder Hervorhebungen ein-

fügen. Zusätzlich steht die eigene Power-Point-Präsentation als „Tele-Prompter“ zur Verfügung (siehe Abbildung 3). Die Anzeige der eigenen Vortragsnotizen auf diesem „Tele-Prompter“ ist ebenfalls nach Wunsch möglich.



Abb. 3: Aufzeichnungssetting mit „Tele-Prompter“ im Hintergrund

Während der Aufnahme ist neben der Lehrkraft eine weitere Person im Raum, um das Equipment vorzubereiten und die Lehrperson in das Aufzeichnungssetting einzuweisen. Damit kann gewährleistet werden, dass die Dozent/innen sich auf ihre zu vermittelnden Inhalte konzentrieren können und sich nicht mit technischen Problemen auseinandersetzen müssen.

Im Anschluss an die Vortragsaufzeichnung wird die Aufzeichnung mit der Software „Camtasia“ nachbearbeitet und als HTML5 Video exportiert. Diese Videos werden über die Plattform Moodle den Studierenden zur Verfügung gestellt und können jederzeit angehört werden. Außerdem stehen den Studierenden die Power-Point-Folien im PDF-Format zur Verfügung.

Außerdem werden ca. alle 2-3 Wochen sogenannte „Online expert lectures“ durchgeführt mit nationalen und internationalen Dozent/innen bspw. aus den USA, den Niederlanden oder der Schweiz. Hierbei nutzen wir die Software „Adobe Connect“, welche durch das „Deutsches Forschungsnetz“ (DFN) zur Verfügung gestellt wird. Die Studierenden und die Lehrenden sind während dieser Sitzungen mit Webcam und Headset online. Die Lehrperson hält einen Power-Point-Vortrag und die Studierenden können während oder nach der Vorlesung Fragen direkt an die Lehrperson stellen.

2.2 Lernerzentrierte Methoden

Der Fokussierung auf aktiv Lernende [Ke13] [No12] werden die sogenannten „Online study sessions“ gerecht. Diese Sitzungen werden ebenfalls mit der Software Adobe Connect durchgeführt. Die Rollenverteilung zwischen Dozierenden und Studierenden ist hierbei jedoch umgekehrt, d.h. die Studierenden übernehmen die Rolle der Vortragenden, die Lehrkräfte fungieren als Tutor/innen. Basierend auf dem „Case based learning“ Ansatz erhalten die Studierende kurze einführende Video- oder Tondokumente (ca. 5-20 Minuten), aufgezeichnet durch die jeweilige Lehrperson. Diese führt in die Thematik ein und erläutert die zu bearbeitenden Fälle. Außerdem erläutert die Lehrkraft die von den Studierenden zu leistenden Aufgaben, benennt gegebenenfalls erforderliche Grundlagenliteratur und erläutert den vorgeschlagenen Bearbeitungsprozess (Einzel- oder Gruppenarbeit). Die Studiengruppe hat daraufhin im Anschluss ca. 3-4 Wochen Zeit, die Fälle zu bearbeiten und bspw. eine Power-Point-Datei mit ca. 5 Folien vorzubereiten. Mithilfe dieser Präsentation erläutern die Studierenden ihre jeweiligen Ergebnisse während einer „Online study session“, stellen diese der Gruppe zur Diskussion und benennen Probleme, welche während des Selbststudiums auftraten. Die inhaltlich verantwortliche Lehrperson kommentiert und korrigiert die Ergebnisse, falls dies erforderlich ist.

Außerdem werden schriftliche online Forendiskussionen durchgeführt [KM10]. Hierbei erhalten die Studierenden inhaltlichen Input durch die Lehrperson und im Anschluss offene Diskussionsfragen, welche die Studierenden gemeinsam mit der Lehrperson auf der Plattform Moodle diskutieren.

2.3 Betreuungskonzept

Pro Modul steht den Studierenden und den Lehrenden ein/e Haupttutor/in zur Verfügung, welche/r per E-Mail täglich bei Rückfragen und Problemen jedweder Art kontaktiert werden kann. Zu den weiteren Aufgaben einer/s Haupttutors/in zählen die Organisation und Bereitstellung der Lehr/Lernmaterialien auf der Plattform Moodle, die Terminkoordination der Online-Meetings (Online expert lectures oder study sessions) in Absprache mit den Lehrkräften sowie die Moderation dieser Online-Meetings. Um einen technisch problemlosen Ablauf dieser Online-Meetings zu gewährleisten, sind die Tutor/innen jeweils 30 Minuten vor Beginn online, um mit Studierenden und Lehrenden die Technik individuell zu testen und um etwaige Probleme vor Beginn der eigentlichen Veranstaltung zu lösen. Darüber hinaus moderieren die Tutor/innen die Online-Meetings, damit die Lehrperson sich auf den inhaltlichen Ablauf konzentrieren kann. Die Funktion der/s Haupttutors/in wird entweder von einer wissenschaftlichen Hilfskraft oder von einem der zwei Projektkoordinator/innen übernommen.

Außerdem durchlaufen alle Studierenden zu Beginn des Studiums einen Einführungskurs, welcher sie auf alle technischen Werkzeuge und deren Verwendung vorbereitet und wiederum von einer/m Tutor/in betreut wird. Dieser Einführungskurs beinhaltet mindes-

tens ein individuelles Online-Meeting über Adobe Connect mit einer/m Tutor/in, um die individuellen Settings der Studierenden zu überprüfen und gegebenenfalls zu verändern. Getestet werden hierbei die reibungslose Funktion der Software (Webbrowser), der Hardware (Webcam, Headset & Computer (Desktops oder mobile Endgeräte)) sowie der Internetverbindung (Kabelverbindung oder WLAN).

2.4 Evaluationen und Feedback-Runden

Am Ende eines jeden Semesters werden formative anonyme Evaluationen [Re11] zu jedem Modul durchgeführt. Hier wird gezielt nach den oben beschriebenen Methoden und der Betreuung gefragt. Zusätzlich finden sogenannte offene Feedback-Runden mit allen Studiengruppen und den Projektkoordinator/innen statt, ohne Anwesenheit der beteiligten Lehrkräfte. Diese Gesprächsrunden werden bewusst nicht dokumentiert und bieten den Studierenden so die Möglichkeit, offen auch kritische Rückmeldung zu den Modulen geben zu können.

Grundlage für diesen Beitrag sind die im März 2015 durchgeführten Evaluationen und Gespräche mit APMR Studierenden der Gruppe 4 (5 Studierende) und Gruppe 5 (9 Studierende). Gruppe 4 befand sich am Ende des 3. Semesters und wurde zu den Modulen 4 & 5 befragt. Gruppe 5 hatte das erste Semester vollendet und dabei die Module 1 & 2 besucht. Aufgrund der zu geringen Studierendenzahl bei CMP im Jahr 2015 konnten hier keine Evaluationen durchgeführt werden.

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Evaluationen zeigen deutlich eine hohe Zufriedenheit der Studierenden mit den Vortragsaufzeichnungen. Alle Studierenden stimmen der Aussage „The video lectures of Module xxx were a valuable part of my learning experience.“ „zu“ oder sogar „sehr zu“. Die Feedbackrunden unterstreichen dieses positive Bild zusätzlich. Bei den Vortragsaufzeichnungen ist es deren zeitlich flexible Verwendung und dauerhafte Verfügbarkeit, welches die Studierenden schätzen. Gleichzeitig wird im Gegenzug die fehlende direkte Interaktion mit der Lehrperson akzeptiert und nicht als negativ empfunden. Gerade diese fehlende Interaktion wird von den Lehrkräften selbst als störend oder ungewohnt bei der Vortragsaufzeichnung beschrieben, da sie ihre Vorträge ohne Publikum nur vor einer Person, die die Aufzeichnung verantwortet, vortragen.

Bei den „Online expert guest lectures“ wird in den Feedback-Runden die direkte Interaktion mit den Lehrenden positiv hervorgehoben. Trotz der verschiedenen Zeitzonen, in welchen sich die Studierenden während des Studiums aufhalten (von Singapur über Europa bis nach Süd-Amerika), und trotz der damit einhergehenden zeitlichen Inflexibilität schätzen sie diese Sitzungen sehr. Die Evaluationen unterstreichen dieses positive Bild zusätzlich, da mehrheitlich der Aussage „The online lectures of Module xxx were a

valuable part of my learning experience.“ zugestimmt wird. Ein ähnliches Bild ergibt sich aufseiten der Dozierenden. Auch sie schätzen den direkten Kontakt zu ihren Studierenden und die Möglichkeit der direkten Interaktion untereinander während dieser Online lectures.

Ebenfalls positiv werden die „Online study sessions“ bewertet. Die Mehrheit der Studierenden stimmt der Aussage „The online study sessions of Module xxx represent a valuable part of my learning experience.“ „zu“ oder „sehr zu“. Besonders unterstrichen wird in den Feedback-Runden die Möglichkeit der eigenen aktiven Mitwirkung und die Möglichkeit, die eigenen beruflichen Erfahrungen während dieser „Online study sessions“ miteinzubringen. Die Lehrkräfte selbst berichten ebenso positiv über diese Sitzungen. Sie erhalten während der „Online study sessions“ einen detaillierten Einblick in die beruflichen Erfahrungen der Studierenden und schätzen den Austausch mit ihnen sehr.

Anders sieht es bei den schriftlichen Forendiskussionen aus. Hier ist kein einheitlich positives Bild aus den Evaluationen und den Rückmeldungen der Lehrpersonen herauslesbar. Einige Studierenden sind sich „unsicher“, ob die Diskussionen hilfreich seien zum tieferen Verständnis der behandelten Thematik, andere berichten genau gegenteilig. Die verantwortlichen Lehrkräfte bewerten diese Diskussionen als tiefgehend und interessant, andere hingegen beklagen einen fehlenden inhaltlichen Gehalt.

Wiederum mehrheitlich positiv bewertet wird der Einführungskurs und die darin enthaltene technische Vorbereitung und Unterstützung. Der Aussage „The online introduction (introduction to the Moodle platform and Adobe Connect) before the formal start of the program helped me to become confident in the use of relevant online technologies.“ stimmen die Studierenden „zu“ oder „sehr zu“. Außerdem zeigen die Evaluationen und die Feedback-Runden, wie positiv die intensive Betreuung durch die Tutor/innen bewertet wird. Der Aussage „The formal academic feedback I receive from the teaching team and the program coordinating team supported me well in my learning.“ stimmt die Mehrheit der Studierenden „zu“ oder „sehr zu“. Die Feedback-Runden machen zusätzlich deutlich, dass diese intensive Betreuung es den berufstätigen Studierenden ermöglicht, die Anforderungen zu erfüllen, gerade im Spannungsfeld von Beruf, Studium und privaten Verpflichtungen.

4 Diskussion

In der Gesamtschau werden die interaktiven „Online expert lectures“ und die „Online study sessions“ von Studierenden positiv bewertet. Vergleichbares gilt auch für die Lehrkräfte. Die Rolle als Vortragende/r während der „Online expert lectures“ knüpft an die Vorerfahrung der Lehrenden an, weshalb es ihnen leicht fällt, sich hierauf einzulassen. Die veränderte Rolle der Lehrpersonen als inhaltlich verantwortliche/r Tutor/in während der „Online study sessions“ ist anfangs für viele Lehrkräfte ungewohnt, da der Verlauf dieser Sitzungen nicht vorhersehbar oder planbar ist. Die Unterstützung im

Bereich Technik und Didaktik durch die Projektmitarbeiter/innen bieten ihnen die erforderliche Sicherheit, sich auf dieses andere Rollenverständnis einzulassen. Die positiven Beurteilungen der Studierenden stellen eine weitere Motivation dar.

Die Vortragsaufzeichnungen werden von den Studierenden sehr geschätzt, für die Lehrpersonen stellen sie allerdings eine anfangs ungewöhnliche und fremde Situation dar aufgrund der fehlenden Interaktion. Sie sind jedoch meist der erste Schritt, die Dozent/innen mit ihrer bisherigen Lehrerfahrung in die Online-Studiengänge zu integrieren, flankiert durch die intensive Betreuung durch die Projektmitarbeiter/innen. Die Präsentationen können gut vorbereitet und auftretende Fehler bei der Aufzeichnung im Anschluss überarbeitet und korrigiert werden.

Vor allem die Feedback-Runden geben Klarheit darüber, weshalb die schriftlichen Diskussionen sowohl positiv als auch negativ bewertet werden. Zum einen schätzen die Studierenden wieder die zeitliche Flexibilität, die ihnen eine solche textbasierte Foren-Diskussion bietet. Zum anderen wird in den Gesprächen deutlich, dass bei manchen Studierenden eine Unsicherheit darüber herrscht, die eigene Meinung ggf. auch in den Kontrast zur Meinung der Lehrenden zu stellen und diese schriftlich festzuhalten.

5 Zusammenfassung

Nach fünfjähriger Erfahrung im Bereich Online-Lehre für berufstätige Studierende aus der ganzen Welt ist die Kombination aus flexiblen lernerzentrierten und lehrerzentrierten Lehr/Lernmethoden der Schlüssel zum Erfolg. Dies zeigen die regelmäßig durchgeführten Evaluationen deutlich. Hinzu kommt die von den Studierenden in den Feedback-Runden positiv hervorgehobene intensive Betreuung, die einen weiteren Baustein für einen erfolgreichen Studienverlauf darstellt. Gleichbedeutend ist hierbei die regelmäßige Betreuung der Lehrkräfte, welche zusätzlich den Erfolg der Studiengänge und ihrer Lehr/Lernmethoden sicherstellt.

Literaturverzeichnis

- [KM10] Keith, S.; Mainka, C.: Pedagogy and learning technology: a practical guide. Edinburgh, 2010. http://staff.napier.ac.uk/services/vice-principal-academic/academic/TEL/Documents/epedagogy_guide_WEBCOPY.pdf, Stand: 09.07.2015.
- [Ke13] Kerres, M.: Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote. 4. Aufl. München, 2013.
- [No12] Nolda, S.: Einführung in die Theorie der Erwachsenenbildung. 2. Aufl. Darmstadt 2012.
- [Re11] Reimann, G.: Studententext Evaluation. München 2011. http://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2013/05/Studententext_2012_Evaluation.pdf, Stand 09.07.2015

Perspektivenverschränkung: Interdisziplinäres, internationales und interkulturelles Lernen mit „networked Weblogs“

Alexander Knoth¹

Abstract: Der Beitrag thematisiert anhand einer Lehrkonzeption zum Thema „Changing Welfare, Changing States? Comparative Social Policies revisited by Gender“ den Einsatz von „networked Weblogs“ – also miteinander vernetzte Blogs auf einer genuin akademische Plattform. Genauer geht es darum, inwiefern diese dafür geeignet sind, blended learning Kurse aus verschiedenen Teilen der Welt zu versammeln und interdisziplinäre und speziell internationale Lehrveranstaltungen zu organisieren. Es wird gezeigt wie Studierenden dabei unterstützt werden wissenschaftliche Fragen zu formulieren, sie diese schriftlich umsetzen zu können und wie zugleich Interdisziplinarität, Internationalität und Interkulturalität selbst zu reflexiven Gegenständen des Seminars werden. Der Schwerpunkt liegt auf der didaktischen Einbettung und den intendierten Lerneffekten von „networked Weblogs“ als spezieller Gruppe von e-teaching Werkzeugen sowie den Möglichkeiten, die diese Plattform bietet, um Lernräume international zu erweitern und die eigene Lehrveranstaltung zu bereichern.

1 Einleitung²

"Radical changes are occurring in what democratic societies teach the young, and these changes have not been well thought through. Thirsty for national profit, nations and their systems of education, are heedlessly discarding skills that are needed to keep democracies alive. If this trend continues, nations all over the world will soon be producing generations of useful machines, rather than complete citizens who can think for themselves, criticize tradition, and understand the significance of another person's sufferings and achievements. The future of the world's democracies hangs in the balance" (Nussbaum, 2010, S. 2).

Eine der zentralen Herausforderungen akademischer Lehre besteht darin, didaktische Szenarien zu entwickeln, die den studentischen Kompetenzerwerb (Jung 2010) in Form von methodisch-theoretischen Fähigkeiten, aber auch als Metakompetenzen, die kulturell-soziale Reflexionsfähigkeiten umfassen, unterstützt, sodass Studierende zu mündi-

¹ Universität Potsdam, Lehrstuhl für Geschlechtersoziologie, August-Bebel-Str. 89, 14482 Potsdam

² Der Beitrag entstand in enger Kooperation mit dem Gründer der Blogplattform newsactivist.com, Gabriel Flacks, vom Champlain College Saint-Lambert (Kanada). Mit ihm zusammen habe ich einen Workshop auf der COIL Konferenz „The Expanding Landscape of COIL Practitioners, Networks and Hubs: What's Next?“ im März diesen Jahres (2015) in New York City durchgeführt, ihm danke ich für wertvolle Tipps und anregenden Austausch.

gen, kritisch-reflektierten Gesellschaftsmitgliedern im Sinne von Giddens' „knowledgeable actors“ – kompetente Akteure – (Giddens 1988) ausgebildet werden. Darauf macht das an den Anfang dieses Beitrags gestellte Zitat von Martha Nussbaum in zugespitzter Weise aufmerksam. Gerade hierfür werden vermehrt Weblogs eingesetzt, die ursprünglich als onlinebasierte Tagebücher angelegt wurden, nunmehr aber zunehmend auch als Dokumentations-, Kollaborations- und Reflexionsplattform zum Einsatz kommen (Totter & Hermann 2014).

In diesem Beitrag wird die kanadische Blogplattform newsactivist.com des Champlain Colleges Saint-Lambert vorgestellt. Sie wurde im Kontext eines internationalen (standortübergreifenden) und interdisziplinären blended learning Seminarkonzepts eingesetzt, das an der Universität Potsdam entwickelt wurde. Das Seminar selbst wurde von Oktober 2014 bis April 2015 durchgeführt; die Ergebnisse werden im Folgenden vorgestellt. Es wird gezeigt, wie Aktivitäten auf dieser Plattform dazu beitragen Studierende zu professionalisieren, indem sie kontinuierlich daran arbeiten praxisbezogene und gesellschaftsrelevante (Forschungs-)Fragen zu entwickeln und diese argumentativ als Blogbeiträge zu verschriftlichen. Diese Blogbeiträge und die Auseinandersetzung mit den „networked Weblogs“ dienen als Bezugspunkte, um die heterogene Lerngruppe(n) bestehend aus internationalen Studierenden der Universität Potsdam und nordamerikanisch/kanadischen Partnerstudierenden zusammenzubringen und wissenschaftliche Diskussionen anzustoßen, in denen die jeweiligen nationalen (akademischen) Sozialisationskontexte reflektiert und damit als Lernressource nutzbar gemacht werden.

Zunächst werden das Seminarkonzept und dessen didaktische Zielstellung erläutert, bevor die „networked Weblogs“ von newsactivist.com näher betrachtet werden. Zum Schluss werden die Stärken und Schwächen dieses e-Learning Werkzeugs zur Umsetzung solcher internationalen Lehrkooperationen und zur Erschließung transnationaler Lernräume abgewogen sowie ein Ausblick auf dessen weitergehende Verwendung gegeben.

2 Das Seminarkonzept: international & interdisziplinär

Das Potsdamer Seminarkonzept beruht auf vier Säulen:

- (4) **(Inter-)nationale Studierende:** Das Seminarkonzept adressierte vorwiegend internationale und vor allem ERASMUS Studierende unterschiedlicher Fachrichtungen. Zwar sind Soziologie, Politik- und Verwaltungswissenschaft am stärksten vertreten gewesen, jedoch nahmen auch Studierende der Kommunikationswissenschaft, Rechtswissenschaft, Psychologie, Betriebswirtschaftslehre und auch vereinzelt aus den Naturwissenschaften an diesem Bachelorseminar teil, da es universitätsweit auch über das Zusatzzertifikat Interdisziplinäre Geschlechterstudien belegt werden konnte (N=34).

- (5) **Thema & theoretische Basis:** Thematisch ging es darum, Geschlechterkonzepte und -verhältnisse sowie deren Beeinflussung durch unterschiedliche Wohlfahrtsstaatspolitiken ausgewählter Nationalstaaten zu untersuchen. Auf der Lehragenda standen die Reflektion des zum Modewort avancierenden Terminus Gender, dessen kulturelle Färbungen bzw. kontextabhängigen Deutungen sowie dessen analytisches Potential zur Erklärung gesellschaftlicher Strukturen und Prozesse. Theoretische Grundlage wie auch interdisziplinäre Anschlussfähigkeit ist das internationale, geschlechtersoziologische Standardwerk „The Sociology of Gender“ von Amy S. Wharton gewesen, mit dem zugleich eine disziplinenübergreifende, wissenssoziologische Perspektive eingenommen werden konnte, die gleichsam internationale Anschlussfähigkeit gewährleistete. Diese Grundlagenliteratur wurde in unterschiedlichen Formaten während der Präsenzsitzungen aufbereitet: in Form von round table Diskussionen, Pro-Contra Gegenüberstellungen oder in thematischen Kleingruppenarbeiten, bspw. um die Argumentation auf Flipcharts zu visualisieren. Ergänzt wurden diese Formate durch individuelle Beiträge der Studierenden, die für jede Sitzung vergeben wurden und unter dem Motto „Being an Expert, preparing the Session“ standen. Die Studierenden konnten frei wählen, welche Sitzung sie vorbereiten wollten wie auch die Art des zu erwartenden Beitrags. Das Aufgabenspektrum reichte dabei von Literaturrecherchen, Kurzpräsentationen zu Ergänzungstexten, Zusammenstellen von Länderinformationen bis hin zum Aufbereiten von aussagekräftigem Material zur Situation und Diskussion von Geschlechterverhältnissen in unterschiedlichen kulturellen Kontexten. Bei allen Beitragsformaten stand die individuelle, studentische Selektionsleistung und damit die Verarbeitung eines eher weit gefassten Themenbereichs im Vordergrund.
- (6) **Guest Lectures:** Nicht nur die unterschiedlichen disziplinären Hintergründe, auch die verschiedenen kulturellen Verortungen sind für die angesprochene, heterogene Studierendenschaft charakteristisch gewesen. Um die Kontextabhängigkeit von Geschlechterverhältnissen und deren wohlfahrtstaatlicher Prägung herauszuarbeiten beschränkte sich das Seminar nicht allein auf internationale Diskussionen innerhalb des eigenen Seminarraums. Die Perspektiven wurden dahingehend geweitet, dass Gastdozierende aus verschiedenen Teilen der Welt im virtuellen Klassenraum, vermittelt über Adobe Connect³, Vorträge hielten und zum Austausch zur Verfügung standen. So gelang es u.a. Lehrende vom MIT Boston, vom Gender and Development Center der Sana'a University (Jemen), der Kansai University Osaka (Japan) oder University of Tokio (Japan) zu gewinnen. Ergänzt wurden die virtuellen Veranstaltungen durch Präsenzvorträge u.a. vom Direktor der Nichtregierungsorganisation „Envision Zimbabwe Womens Trust“ oder der Pressesprecherin der deutsch-äthiopischen Nichtregie-

³ Adobe Connect erlaubt aber nicht nur Gastdozierende in das Seminar einzubeziehen, sondern unterstützt ebenso die synchrone Arbeit und Austausch mit den internationalen Partnerklassen im virtuellen Klassenzimmer (Wieschowski, 2014).

rungsorganisation „Menschen für Menschen“ aus Addis Abeba. Teilweise wurden diese Vorträge aufgenommen und allen am Kurs beteiligten Studierenden zur Verfügung gestellt.

- (7) **Collaborative Online International Learning (COIL):** Um eine kulturelle, disziplinäre Reflexion nicht nur unter den internationalen Studierenden in Potsdam anzuregen, wurde das Seminar als blended learning Konzept, zusammen mit zwei Partnerklassen jenseits des Atlantiks, der SUNY Delhi State University New York (USA) und dem Vanier College Montréal (Kanada) realisiert. Beide Kooperationen entstammen dem Netzwerk „Collaborative Online International Learning“⁴ (COIL), dem E-Learning Verbund der State Universities von New York, in dem auch die Universität Potsdam Mitglied ist. Beide Partner eint das Interesse an der Geschlechterthematik, wenngleich SUNY Delhi diese aus einer politikwissenschaftlichen Warte heraus betrachtete und Vanier Geschlechterbilder und -stereotype im deutschen Film, im Rahmen eines multikulturellen „Language und Movie“ Kurses untersuchte. Gemeinsames Kennenlernen wie auch gemeinsame Diskussionen wurden synchron im virtuellen Klassenraum organisiert (und später beim Bloggen vertieft), somit hatten alle Gelegenheit an den Guest Lectures teilzunehmen und wechselseitig in persönlichen Austausch miteinander zu treten. Insgesamt fanden fünf solcher Partnering-Treffen im virtuellen Klassenraum statt. Hierfür sollten die Studierenden unterschiedliche Dinge vorbereiten: Entweder galt es Fragen zu einem vorher festgelegten Themenbereich unter Einbeziehung von Seminarliteratur zu formulieren oder Blogbeiträge bspw. in Form von Filmreviews zu verfassen, sodass im gemeinsamen Gespräch darauf zurückgegriffen und die Diskussion anschließend virtuell bspw. durch Kommentierung dieser Beiträge im Blog fortgesetzt werden konnten. Treibendes Moment des Seminars war also eine doppelte Reflexion, einmal in der Bewusstmachung des eigenen kulturellen Hintergrunds, wie auch der reflexiven Durchdringung fremdkultureller Kontexte und deren Eigenarten.

Um die Seminarziele umzusetzen arbeiteten die Studierenden der drei unterschiedlichen Seminare asynchron auf der kanadischen Blogplattform newsactivist.com zusammen, die dadurch zum Dreh- und Angelpunkt der kooperativen Perspektivenverschränkung wurde. Diese virtuelle Klammer des Seminars und dessen didaktische Relevanz werden nun genauer betrachtet.

⁴ <http://coil.suny.edu>.

3 „Networked Weblogs“: newsactivist.com als didaktisches Instrument



Abb. 1 Screenshot der newsactivist-com Startseite (Mai 2015)

Die Blogplattform newsactivist.com⁵ wurde 2011 von Gabriel Flacks, einem Lehrenden am Humanities Department des Champlain College Saint-Lambert in Montréal (Kanada), ins Leben gerufen. Newsactivist wurde entwickelt, um Studierende bei der Ausbildung von wissenschaftlichen Schreibkompetenzen zu unterstützen. Hierfür wurde eine umfassende Web 2.0 Plattform geschaffen, die auf vernetzten Weblogs basiert und so verschiedenste u.s.-amerikanische und internationale Hochschulen miteinander verbindet. Damit unterscheidet sich newsactivist.com grundlegend von anderen Plattformen wie bspw. Wordpress oder Mahara, da nicht individuell bzw. institutionenspezifisch ein eigener Raum gefüllt werden muss, sondern eine institutionenübergreifende Plattform, die bisher 50 Hochschulen miteinander verbindet und insgesamt 6000 Studierende in 176 Klassen organisiert und so eine niedrigschwellige Basis für die eigene Blogarbeit sowie (internationale) Kollaborationen bereitstellt. Kernidee ist es den Studierenden eine kollaborative (Konrad & Traub, 2010) und informelle Lernprozesse (Brodowski et. al., 2009) ermöglichende Umgebung zur Verfügung zu stellen, in der sich Studierende wechselseitig beobachten sowie sich als Teil einer Gemeinschaft von Studierenden verstehen und erfahren (Flacks & Reid, 2014). Hierfür arbeiten die Kurse in ihrem jeweiligen eigenen, aber gemeinsamen Kursblog, vernetzen sich jedoch zugleich mit ihren Partnerklassen, wodurch zum einen virtuelle, interinstitutionelle Verbindungen zwischen den Kursen hergestellt werden und so zum anderen transnationale Lernräume (vgl. Pilch Ortega & Schröttner, 2012) entstehen.

Newsactivist ermöglicht es den Studierenden selbstmotiviert und auf akademischem Niveau und in einem genuin akademischen Umfeld (da nur registrierte Lehrende Studierende als Mitglieder von newsactivist zulassen können) sich über die Relevanz und Diskursivierung von Geschlechterverhältnissen ihres jeweiligen Kontextes auszutauschen, indem bspw. gemeinsame Materialien wie Texte oder Filme innerhalb des Blogs diskutiert werden. Die Entwicklung eigener, praxisbezogener und gesellschaftspolitischer Fra-

⁵ Selbige wurde bis jetzt vor allem im Zusammenhang der „educational technology“ (Mayrberger & Kumar 2014) diskutiert.

gestellungen der Studierenden steht dabei im Vordergrund, die diese in Form von Blogeinträgen artikulieren (Flacks & Kaldor, 2015). Der Austausch im Sinne eines konstruktiven Feedbacks erfolgt mittels einer Kommentarfunktion. Die Studierenden sind über den gesamten Prozess hinweg Eigner ihrer schriftlichen Produkte, da sie dem E-Portfolio-Gedanken folgend, selbst entscheiden können in welcher Form sie von ihnen erstellte Inhalte teilen möchten: als unveröffentlichtes Exzerpt an den Dozierenden, als Beitrag innerhalb der eigenen Klasse und/oder Partnerklasse(n) sowie als Artikel der allen angemeldeten Nutzern von newsactivist zugänglich ist.

Lernziele von newsactivist sind es, Studierende als reflektierte Praktiker (Schön, 1983) in die Lage zu versetzen Themen wie Kontextabhängigkeit von Geschlechterverhältnissen unter unterschiedlichsten gesellschaftspolitischen Bedingungen kritisch zu hinterfragen und zugleich die Schreibkompetenzen der Studierenden zu verbessern. Methodisch-didaktisch soll das Lernen der Studierenden dadurch in Gang gesetzt werden, dass sie im gemeinsamen virtuellen (Lern-)Raum zusammentreffen und dort mit ihrer Heterogenität (Herkunft, Ethnizität, Geschlecht, disziplinärer Hintergrund, Studienphase usw.) konfrontiert werden. Die Seminarthemen dienen damit als Kristallisationspunkte des eigenen wie auch der fremdkulturellen Kontexte.

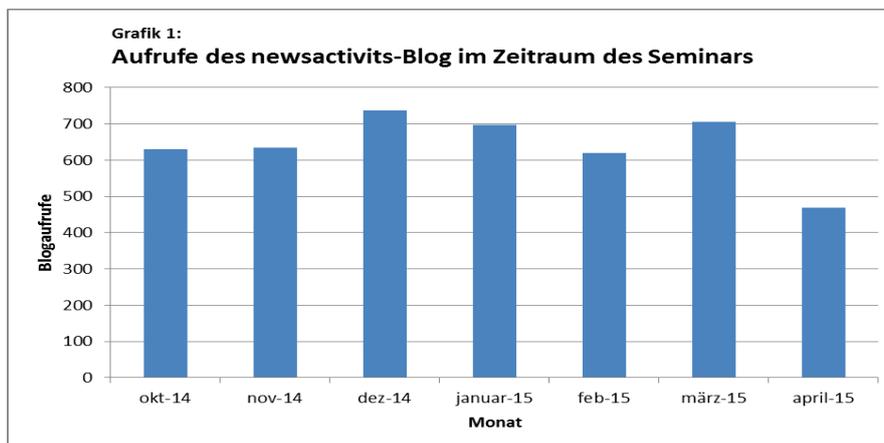
Produktive Irritationen, die im gemeinsamen Austausch (mündlich wie schriftlich) entstanden, wurden so zum *Movens* des Lernens, denn die Studierenden arbeiteten daran, die emergierten Handlungsproblematiken zu überwinden, indem sie ihre Handlungsmöglichkeiten erweiterten (Hilzensauer, 2008: 3). Konkret bedeutet das, dass wiederholt auftretende *clashes of cultures*, die sich bspw. an Fragen der Menschenrechte, der Rolle des Islam in verschiedenen Gesellschaften oder auch des eigenen politischen Selbstverständnisses überaus kontrovers und gleichsam intensiv entzündeten, sowohl im eigenen, lokalen Seminar als auch in der Auseinandersetzung mit den Partnerstudierenden – unabhängig von der persönlichen Ebene – professionell verarbeitet werden mussten. Innerhalb dieses Prozesses wurde sogar der Abbruch der Kollaboration als eine mögliche Form der Situationsbewältigung diskutiert. Doch im Gegensatz dazu, entschieden sich die Studierenden beider Seiten dafür, weiterzumachen und sich genau über diese unterschiedlichen Wahrnehmungen und Betrachtungsweisen zu verständigen. Das wirkte beiderseits als kognitiver Öffner bzw. als Horizonterweiterung und ebnete damit nicht nur den Weg zu erhöhter kultureller Sensibilität, sondern ebenso zur systematischen Berücksichtigung von theoretischen Begriffen und Konzepten, mit denen empirische Phänomene konstruktiv beschrieben, untersucht und die eigene „Sicht“ methodisch kontrolliert werden konnten. Anders formuliert: Konfrontationen mit kulturellen Stereotypen konnten dahingehend kanalisiert werden, dass diese sozialen Erfahrungen schriftlich verarbeitet und mit dem erforderlichem Abstand virtuell ausdiskutiert wurden. Die Studierenden wuchsen gewissermaßen an jeder Form des interkulturellen Austauschs und konnten dadurch nicht nur ihre sozialen Kompetenzen, sondern ebenso ihre akademischen Grundfähigkeiten wissenschaftlichen Schreibens ausbauen.

Spannend für diese Art der Lernprozessgestaltung und didaktischen Rahmung von cam-

pusübergreifenden Lehrveranstaltungen ist, dass es nicht unbedingt notwendig ist, dass sich die auf newsactivist engagierten Lehrenden untereinander abstimmen. Die thematisch diversen und zugleich vielen aktiven Kurse bieten allerhand Möglichkeiten mit anderen Personen und deren geposteten Inhalten zu arbeiten. So forderte bspw. im Laufe des Kurses Flacks seine Studierenden eines Ethics Kurses auf, Nichtregierungsorganisationen zu recherchieren, sich deren Tätigkeitsprofil anzuschauen und diese Informationen in Form von konstruktiven Kommentaren an andere Newsaktivisten weiterzugeben. Dieser Arbeitsauftrag wurde jedoch ohne Kenntnis des Potsdamer Kurses erteilt. Das hatte aber zur Folge, dass Potsdamer Studierende, die über soziale Bewegungen und deren Kampf um Frauenrechte schrieben, thematisch vertiefende Hinweise bekamen, welche NGO sich in diesem Feld besonders betätigen. Die Kommentare evozierten wiederum Antworten und nicht selten entspannten sich so interessante Diskussionen, in denen sich die Studierenden als Teil einer größeren und dynamischen Gruppe verstanden (im Sinne der Selbstbeschreibung von newsactivist als „global network of collaborating student writers“), die nicht nur Artikel als Teil der Leistungserfassung, als Element zwischen Lehrenden und Studierenden produzieren, sondern um gesellschaftliche Grundfragen nachhaltig zu erörtern. Das Beispiel demonstriert anschaulich, wie bilaterale Kooperationen hin zu tri- oder multilateralen Kollaborationen ausgebaut werden können, um ganz unterschiedliche Ziele zu verfolgen: die inhaltliche Anreicherung der eigenen Lehrveranstaltung, den Aufbau von Netzwerken oder die Internationalisierung der eigenen Lehre. Ebenso können lediglich bestimmte Aspekte der eigenen Veranstaltung vertieft werden. Das ist bspw. dann der Fall, wenn Studierende eines English Language Kurses geschlechtersoziologische Artikel von Potsdamer Studierenden auf Rechtschreibung, Ausdruck und Satzbau hin überprüfen und auf horizontaler Ebene, von Student/in zu Student/in Rückmeldung geben. Komplementär hierzu lässt sich an eine Vielzahl weiterer Anschluss- und inhaltlicher Kontaktpunkte denken. Wichtig für die eigene Kursorganisation ist dabei aber, dass sich Lehrende und Studierende bewusst machen, dass es auf newsactivist.com zu diesen beschrieben und auch teilweise nicht abgesprochenen Kommunikationen kommen kann. Gleichzeitig sollten bestimmte Verhaltensregeln, eine Blognetiquette, diskutiert und von allen Teilnehmenden akzeptiert werden, um einen respektvollen, konstruktiven Umgang miteinander zu pflegen.

4 Fazit & Ausblick

Die Beschäftigung mit den vernetzten Weblogs auf newsactivist.com führte dazu, dass die Studierenden kontinuierlich und das gesamte Semester hindurch Themen auf der Plattform bearbeiteten. Grafik 1 zeigt, dass von Oktober bis April durchschnittlich ca. 610 Aufrufe des Seminarblogs auf newsactivist.com pro Monat erfolgten und jede/r Studierende im Schnitt 2 bis drei Mal pro Woche am Blog arbeitete. Die Intensität der Beteiligung und Auseinandersetzung mit dem Seminar ist damit als Erfolg zu werten, zumal anderweitige Kollaborationen in sozialen Netzwerken, per Videokonferenz oder Mail, überhaupt nicht erfasst wurden.



Aufgrund der technischen Beschaffenheit der Blogplattform beziehungsweise den Möglichkeiten verschiedenste Nutzeraktivitäten deskriptiv auszuwerten, würde es sich für zukünftige Szenarien anbieten, Komponenten der Learning Analytics, deren Einsatz aus hochschuldidaktischer Perspektive u.a. auf der GML2 Tagung⁶ oder der DeLFI Tagung 2014 intensiv diskutiert wurden, systematischer als hier geschehen als didaktisches Mittel zu berücksichtigen. Das könnte bspw. die Erhebung einzelner Aufrufe bestimmter Artikel betreffen, um im Seminar über deren Relevanz und Spezifika zu diskutieren oder auch auf die komplette Verweildauer auf newsactivist.com zielen, um mehr darüber zu erfahren, mit welchen dort geposteten Inhalten sich die Studierenden, über den Radius des eigenen Seminars hinaus, auseinandersetzen.

Die Evaluation des Seminars an der 24 der 34 Potsdamer Studierenden teilgenommen haben und die am Seminarendende erfolgte, ergab darüber hinaus, dass 85% der Studierenden mit dem Seminarkonzept völlig zufrieden waren. Die Teilnehmer/innen lobten vor allem die internationale, interdisziplinäre (Online-)Kollaboration wie auch den großen Anteil selbstständigen, eigenverantwortlichen Arbeitens. Eine Teilnehmerin bemerkt dazu: „Die experimentale Art und Weise der Lehrveranstaltung war sehr erfrischend verglichen mit anderen Lehrveranstaltungen, die sonst angeboten werden. Die Tatsache, dass die Veranstaltung auf Englisch war und der interkulturelle Kurs war eine super Erfahrung“ (sic). Ein/e andere Teilnehmer/in hebt „kulturelle Unterschied und wissenschaftliche Perspektive über das Thema“ (sic) als lernförderliche Aspekte hervor. Eine dritte Teilnehmerin lobt, „es war toll so viele Menschen aus verschiedene Länder zu treffen – schließlich auch aus Deutschland, wie ein Paradox“ (sic), womit sie darauf aufmerksam macht, dass im Verlauf des Seminars, aufgrund der unterschiedlich gelagerten Perspektivenverschränkungen, jeder einmal aus der Sicht des „Anderen“ als „international“ betrachtet wird.

⁶ <http://www.gml-2014.de/beitraege/salden.html>

Eine hohe Themen-Motivation und aktive Beteiligung sind ebenso sehr positive Merkmale des Seminarkonzepts, denn 62% der Teilnehmer/innen fühlen sich aufgrund der Veranstaltung darin bestärkt, ihr Studium fortzusetzen. 84% empfanden die behandelten Themen interessant und über die Hälfte der Studierenden (54%) beschäftigt sich aus Spaß über die Veranstaltung hinaus mit diesem Themengebiet. 64% der Teilnehmer/innen gaben an, sie hätten sich aktiv eingebracht. Bezogen auf die erwähnten kulturellen Irritationen lässt sich festhalten, dass alle Studierenden (100%) ausgesagt haben, im Seminar hätte ein respektvoller Umgang miteinander geherrscht.

Insgesamt schätzen 93% der Teilnehmer/innen ihren Erkenntniszuwachs als sehr hoch bzw. eher hoch ein. Weniger gut wurden die technische Auseinandersetzung mit Adobe Connect sowie die temporär schwankende Qualität der Übertragungsleistungen innerhalb der virtuellen Klassenräume durch fünf offenen Antworten bewertet, wenngleich beide Aspekt nicht dazu geführt haben, dass der Kurs insgesamt negativ bewertet wurde.

Resümierend lässt sich festhalten, dass das hier vorgestellte Konzept als Blaupause für andere Seminare fungieren kann und dazu einlädt, die Potentiale von newsactivist.com als zentralem didaktischen Instrument weiter auszuloten. Lernräume werden durch den Einsatz von networked Weblogs in zweierlei Hinsicht erweitert: einmal, indem physische Distanzen virtuell überbrückt werden und so eine Vielzahl von Personen in das Seminargeschehen mit einbezogen werden (können), die sonst nur schwerlich erreichbar wären. Und zum anderen, indem die eigene Lehrveranstaltung um disziplinäre, interdisziplinäre oder kulturelle Komponenten erweitert werden kann, was ebenso zur Erweiterung des lokalen Lehrangebots beiträgt. Dabei muss jedoch bedacht werden, dass der organisatorische Aufwand für die Realisierung eines solchen Vorhabens, was newsactivist.com betrifft, zwar relativ gering ist, der Gesamtaufwand, jedenfalls des präsentierten Szenarios, jedoch ziemlich hoch ist. Sicher könnte die Bedienungsfreundlichkeit von newsactivist.com noch erhöht werden, indem bspw. registrierte Blogger/innen per E-Mail über virtuelle Kursaktivitäten benachrichtigt werden würden oder erweiterte Möglichkeiten bestünden, Grafiken und andere Materialien in Blogposts einzubetten. Insgesamt hat sich die genuin akademische kostenfreie non-profit-Blogplattform jedoch als sehr motivierendes Werkzeug für Studierende und Lehrende gleichermaßen erwiesen.

Literaturverzeichnis

- Brodowski, M., Devers-Kanoglu, U., Overwien, B., Rohs, M., Salinger, S. & Walser, M. (Hrsg.) (2009). *Informelles Lernen und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung Beiträge aus Theorie und Praxis*. Leverkusen: Opladen.
- Flacks, G. & Reid, L. (2014). NewsActivist.com: Reconsidering Community Engagement with Web 2.0. *Proceedings of INTCESS14*, 1519-1525.
- Flacks, G. & Kaldor, E. (2015). *Creating Interactive Audiences For Student Writers In Large Classes: Blogging On The Newsactivist Social Network*. *Educational Technology Sys-*

- tems, 43(2),173-182.
- Giddens, A. (1988). Die Konstitution der Gesellschaft. Grundzüge einer Theorie der Strukturierung. Campus: Frankfurt/New York.
- Hilzensauer, W. (2008). Theoretische Zugänge und Methoden zur Reflexion des Lernens. In T. Häcker, W. Hilzensauer, G. Reinmann, Hrsg., bildungsforschung, Schwerpunkt „Reflexives Lernen“, abgerufen unter: <http://bildungsforschung.org/index.php/bildungsforschung/issue/view/10> (05.04.2015)
- Jung, E. (2010). Kompetenzerwerb. Grundlagen, Didaktik, Überprüfbarkeit. Oldenburg: Oldenburg Wissenschaftsverlag.
- Konrad, K. & Traub, S. (2010). Kooperatives Lernen: Theorie und Praxis in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.
- Mayrberger, K. & Kumar S. (2014). Mediendidaktik und Educational Technology. Zwei Perspektiven auf die Gestaltung von Lernumgebungen mit digitalen Medien. In K. Rummler, Hrsg., Lernräume gestalten – Bildungskontexte vielfältig denken. Seiten 44-56. Münster/New York: Waxmann.
- Nussbaum, M. (2010). Not for Profit: Why Democracy Needs the Humanities. Princeton: University Press.
- Pilch Ortega, A. & Schröttner B. (Hrsg.) (2012). Transnational Spaces and Regional Localization. Social Networks, Border Regions and Local-Global Relations. Münster/New York: Waxmann.
- Schön, D. (1983). The reflective practitioner: how professionals think in action. Hampshire: Arena.
- Totter, A. & Hermann, T. (2014). Dokumentations- und Austauschräume. Der Einsatz von Blogs in der berufspraktischen Ausbildung von Lehrpersonen. In K. Rummler, Hrsg., Lernräume gestalten – Bildungskontexte vielfältig denken. Seiten 187-200. Münster/New York: Waxmann.
- Wieschowski, S. (2014). Hochschullehre im virtuellen Klassenzimmer. Veranstaltungsformen und Methoden für den Einsatz von „Adobe Connect“. In K. Rummler, Hrsg., Lernräume gestalten – Bildungskontexte vielfältig denken. Seiten 550-555. Münster/New York: Waxmann.

Verschieden, verstreut, vernetzt - Onlinekurs *Zusammenarbeit im Gesundheitswesen* als Beispiel für standortübergreifendes Lernen

Katja Königstein-Lüdersdorff¹ und Tanja Jeschke²

Abstract: In diesem Workshop wird zur Diskussion gestellt, wie standortübergreifendes Lernen und Lehren gelingen können. Als Beispiel dient das Modul Zusammenarbeit im Gesundheitswesen, das an der HFH Hamburger Fern-Hochschule im Bachelorstudiengang Health Care Studies als Online-Learning-Konzept umgesetzt wird. Ziel des interprofessionellen Studiengangs ist, die Zusammenarbeit zwischen den Gesundheitsfachberufen zu fördern und die Akademisierung der Gesundheitsfachberufe zu unterstützen. Derzeit sind im Studiengang Health Care Studies bundesweit ca. 900 Studierende immatrikuliert. Um den Studierenden Raum zum interprofessionellen Austausch und zum gemeinsamen Lernen zu ermöglichen, werden auch standortübergreifende Angebote bereitgestellt.

Keywords: standortübergreifend, Online-Learning, interprofessionell, Rahmenbedingungen, kollaborativ, virtuell, synchron, asynchron, Zusammenarbeit

1 Einleitung

Der Bachelorstudiengang Health Care Studies ist ein ausbildungsintegrierender und berufsbegleitender sowie interprofessioneller Studiengang der HFH Hamburger Fern-Hochschule (www.hamburger-fh.de). Die derzeit ca. 900 Studierenden sind bundesweit an 14 regionalen Studienzentren verortet. Es handelt sich um eine heterogene Gruppe, bezogen auf

- vier Fachrichtungen (Verteilung: Logopädie 11%, Ergotherapie 14 %, Physiotherapie 27 %, Pflege 48%),
- das Alter der Studierenden (20- bis 50-Jährige),
- die vorhandene Berufserfahrung (Studierende mit und ohne Berufserfahrung).

Das Studienprogramm beinhaltet sowohl berufsspezifische als auch berufsübergreifende Module; die interprofessionelle Zusammenarbeit ist Leitidee und zentrales Qualifikationsziel (vgl. Kohler et al. 2013). Jedoch sind nicht an jedem Studienort Studierende aus

¹ Hamburger Fern-Hochschule, Fachbereich Gesundheit und Pflege, Alter Teichweg 19, 22081 Hamburg, katja.koenigstein-luedersdorff@hamburger-fh.de

² Hamburger Fern-Hochschule, Abteilung E-Learning, Alter Teichweg 19, 22081 Hamburg, tanja.jeschke@hamburger-fh.de

allen vier Fachrichtungen vertreten. Daher wird ein reines Onlinemodul für den standortübergreifenden interprofessionellen Austausch und das gemeinsame Lernen im Studiengang eingesetzt. Im Folgenden wird das Konzept für das Onlinemodul Zusammenarbeit im Gesundheitswesen vorgestellt, das im sechsten Semester angeboten wird und als Good-Practice-Erfahrung die Basis für den Workshop darstellt.

2 Das Onlinemodul Zusammenarbeit im Gesundheitswesen

Bereits das Curriculum des Moduls Zusammenarbeit im Gesundheitswesen (ZIG) wurde unter der Prämisse entwickelt, es als Onlinemodul umzusetzen. Anliegen des Moduls ist, dass die Studierenden in interprofessionellen Kleingruppen zum einen Anlässe des gemeinsamen Handelns in der Gesundheitsversorgung diskutieren und zum anderen die Aktionen und Interaktionen während der Gruppenarbeit reflektieren. Die in der Gruppe sich entwickelnden Gruppendynamiken sollen im geschützten Raum erfahren werden. Darüber hinaus sollen Schlüsselkompetenzen wie Methoden- und Digitalkompetenz sowie virtuelle Teamarbeit hinsichtlich der Möglichkeiten ortsunabhängiger Zusammenarbeit erworben werden (vgl. auch Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2015).

Das Onlinemodul wird als Onlinekurs ZIG auf der Lernplattform OLAT (Online Learning And Training) (vgl. BPS 2015) angeboten (Kursstruktur siehe Abbildung 1). Der Kurs wird seit 2012 eingesetzt, aktuell zum vierten Mal. Pro Kurs nehmen durchschnittlich 155 Studierende und 13 Lehrende teil, bundesweit verteilt und unabhängig vom Studienstandort. Es werden interprofessionelle Kleingruppen mit 12 Studierenden gebildet. In jeder Kleingruppe muss mindestens eine Person aus jeder Fachrichtung vertreten sein. Jede Kleingruppe wird von einer bzw. einem Lehrenden begleitet. Weitere Mitglieder des Kurses sind eine wissenschaftliche Mitarbeitende (Modulverantwortliche) sowie zwei Mitarbeitende der Abteilung E-Learning (E-Koordination und OLAT-Support) der HFH. Sie unterstützen, schulen und beraten die Studierenden und Lehrenden.

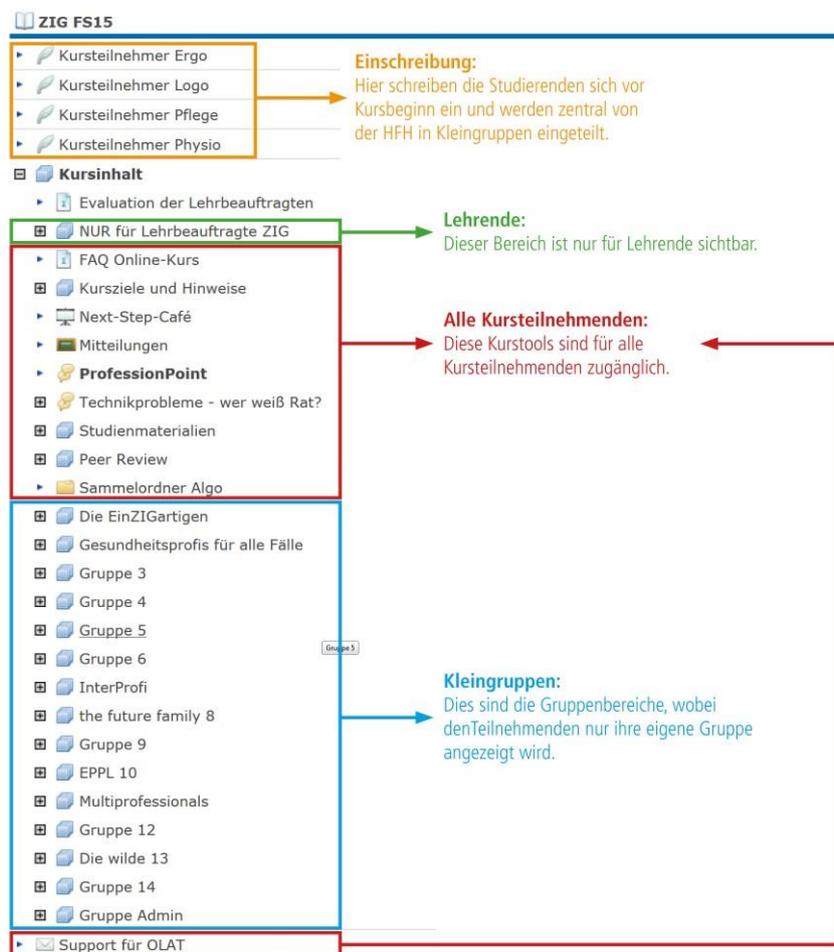


Abb. 1: Die Kursstruktur des HFH Moduls Zusammenarbeit im Gesundheitswesen unterteilt in die Bereiche Einschreibung, Lehrende, Alle Kursteilnehmenden und Kleingruppen

Mithilfe der Kurstools dieses Onlinekurses entwickelt jede Kleingruppe in Form einer Projektarbeit eine systematische Ablaufbeschreibung für die gemeinsame Versorgung eines Menschen mit einem komplexen Gesundheitsproblem (vgl. Königstein-Lüdersdorff, Warnke 2013). Bei der Ablaufbeschreibung handelt es sich um einen interprofessionellen Behandlungsalgorithmus. Über logische Wenn-Dann Bedingungen werden in endlich vielen Schritten die jeweiligen pflegerischen und therapeutischen Interventionen der Gesundheitsfachberufe aufeinander abgestimmt. Für alle Gruppen ist die Zusammenarbeit mit den Tools des Onlinekurses verbindlich.

Im Vordergrund des Lehr-Lernszenarios steht die aktive Zusammenarbeit in einer teilautonomen, interprofessionellen Kleingruppe. Alle Arbeitsgruppenmitglieder agieren gleichberechtigt und bringen ihr Fachwissen ein. Es gibt Vorgaben, an die alle Kursteilnehmenden gebunden sind: die asynchronen und synchronen Kommunikationsmedien, die Projektaufgabe und einige Onlineaktivitäten. Autonom sind die Gruppen z. B. bezüglich der Organisation und der Herangehensweisen an das Projekt, in der Gestaltung des Gruppenprozesses sowie der Wahl der Methoden. Daraus ergeben sich unterschiedliche **Aufgaben und Rollen** für die Studierenden und die Lehrenden.

Die **Studierenden** haben die Aufgabe sich aktiv in die Entwicklung ihres interprofessionellen Algorithmus sowie der kontinuierlichen Reflexion der Gruppenprozesse einzubringen. Um die jeweils aktuelle Projektphase zu koordinieren, übernimmt ein Gruppenmitglied für einen zweiwöchigen Zeitraum die Rolle der Teamleitung. Zudem nehmen die Studierenden die Rolle der Fachexpertin bzw. des Fachexperten in ihrer Gruppe ein. Sie geben innerhalb der eigenen Gruppe Feedback zu den jeweiligen Arbeitsweisen sowie Arbeitsergebnissen und einer anderen Gruppe Feedback zu deren erstellten Behandlungsalgorithmus.

Für die gemeinsame Arbeit steht jeder Kleingruppe innerhalb der Struktur des gesamten Onlinekurses (siehe Abbildung 1) ein eigener Bereich (siehe Abbildung 2) zur Verfügung. Jede Gruppe arbeitet mit den Tools Forum, Wiki, virtuelles Klassenzimmer und Dateiordner.



Abb. 2: Exemplarisch die Gruppe „Die EinZIGartigen“ mit den Kleingruppen-Tools

Die Vorstellung der Gruppenteilnehmer(innen), die Vereinbarung von Gruppenregeln und der informelle Austausch (Smalltalk) findet beispielsweise im Forum Come2gether statt. Im Forum Teamwork wird fachlich diskutiert und die Arbeit organisiert. Die Gruppenmitglieder suchen zu den fachlichen Aspekten des Behandlungsalgorithmus einen Konsens bzw. argumentieren die Diskrepanzen und leiten die Übergabe von einer Teamleitung zur nächsten ein. Das Wiki dient der asynchronen gemeinsamen Generierung von projektrelevanten Themen, wie die Entwicklung eines Patientenfalls als Grundlage für den Algorithmus, das Festhalten von berufsspezifischen Aufgaben und Schnittstellen. Alle Studierenden haben das Recht die Inhalte im Wiki zu löschen, zu bearbeiten oder neue Inhalte zu erstellen. Für die synchrone Kommunikation steht jeder Kleingruppe ein

Virtuelles Klassenzimmer (VC) zur Verfügung. Dies wird sowohl für gemeinsame Treffen unter Moderation der Lehrenden als auch für selbst organisierte Treffen von Gruppenmitgliedern genutzt. Die Kommunikation erfolgt per VoIP und Chat. Zur Interaktion stehen Whiteboard, Hinweise, Abstimmungstool, Bildschirm- und Dateifreigabe etc. zur Verfügung.

Über die Kleingruppe hinaus haben die Gruppenmitglieder die Chance, sich mit Kommiliton(inn)en der anderen Gruppen auszutauschen, heißt, die kollektive Intelligenz zu nutzen und sich breiter zu vernetzen. Hierzu stehen allen Kursteilnehmenden die Tools virtuelles Klassenzimmer, Forum und Dateiordner für die gesamte Semesterzeit zur Verfügung (siehe Abbildung 1: Kurstools, die für alle Kursteilnehmenden zugänglich sind). Im VC, dem Next Step-Café, findet die gemeinsame Einführungs- und Abschlussveranstaltung statt, die von der Modulverantwortlichen organisiert und moderiert werden. Im Forum Profession Point können die Studierenden gruppenübergreifende Fachdiskussionen führen, die allerdings von einem Kursteilnehmer oder einer Kursteilnehmerin initiiert werden müssen. Dies tritt u. a. dann auf, wenn in einer Kleingruppe aus einer Fachrichtung nur eine Vertreterin bzw. ein Vertreter aktiv ist und die- bzw. derjenige fachlichen Rat sucht. Im Forum Technikprobleme – wer weiß Rat? sollen die Studierenden sich gegenseitig bei Technikfragen helfen. Die Mitarbeitenden des OLAT- Supports moderieren das Forum und unterstützen, wenn die gegenseitige Hilfe nicht greift. Das Feedback zu einem erstellten Behandlungsalgorithmus wird über das Tool Peer-Review geregelt; die Abteilung E-Learning organisiert über dieses Tool welcher Algorithmus welcher Gruppe zur Verfügung gestellt wird. Darüber hinaus wird die jeweils finale Version der interprofessionellen Behandlungsalgorithmen allen Kursteilnehmenden über einen Sammelordner Algo bereitgestellt. So können die Studierenden an den Ergebnissen der anderen Gruppen partizipieren.

Die **Lehrenden** haben die Aufgabe, die von ihnen betreute Lerngruppe zu unterstützen, die Studierenden in der Nutzung der Onlinetools anzuleiten, den Fortschritt der Projektarbeit zu beobachten und mit der Gruppe zu reflektieren sowie die Leistung der Studierenden zu bewerten. Primär nehmen sie die Rolle der Coachin bzw. des Coachs sowie der Moderatorin bzw. des Moderators ein. Als Gruppencoach(in) haben die Lehrenden die Gruppenprozesse und Gruppendynamiken, insbesondere das verlässliche Arbeiten aller Gruppenmitglieder im Blick. Hierfür agieren sie ebenfalls mittels der Tools ihrer Kleingruppe (siehe Abbildung 2), vorrangig in den Foren Come2gether und Teamwork. Die Lehrenden achten auf das Einhalten der Netiquette und ermutigen die Studierenden, sich in die Onlinekommunikation zu begeben und aktiv dabei zu bleiben. Im virtuellen Klassenzimmer (VC) ihrer Gruppe führen sie regelmäßig und über das Semester verteilt Onlinepräsenzen durch. In diesen Onlinepräsenzen vertiefen die Lehrenden die folgenden Themen: das persönliche Kennenlernen der Gruppenmitglieder, die Auseinandersetzung mit dem Zeitmanagement (eigenes wie Gruppe), die Reflexion der Geschehnisse innerhalb der Gruppe sowie den fachlichen Diskurs. Außerdem werden die Studierenden nach und nach mit der technischen Bedienung im VC vertraut gemacht, sodass sie auch eigenständig gemeinsame VC-Treffen durchführen können.

Alle im Kurs beteiligten Lehrenden gehen ein Bündnis ein, das heißt, in allen Gruppen wird gleichsam ein gemeinsames Curriculum umgesetzt, das u. a. das Outcome des Moduls und das Kommunizieren und Interagieren mit festgelegten Onlinetools vorgibt. Die Lehrenden wie die Studierenden müssen sich darauf einlassen, mit unbekanntem Personen für ein Semester lang ein intensives Arbeitsbündnis einzugehen. Diese Situation ist für die Studierenden mit Irritationen und Gruppendynamiken verknüpft. Entsprechend sind Lehrende tätig, die sich auf dem Gebiet des Coachings und der Moderation von Gruppen qualifiziert haben. Eine Qualifikation im Bereich des E-Learnings ist nicht Voraussetzung. Daher werden die Lehrenden durch die genannten Mitarbeitenden der HFH unterstützt und geschult. Sie erhalten das Angebot sich sowohl zu Gruppensituationen als auch bezüglich der Anwendung von Tools beraten zu lassen (Coaching der Coachs). Die Lehrenden tauschen sich mit den Mitarbeitenden der HFH und untereinander in einem für die Lehrenden eingerichteten Kursbereich aus, mit den Tools virtuelles Klassenzimmer (VC), Forum, Wiki und Ordner (siehe Abbildung 1). Im Forum für Lehrbeauftragte werden Fragen und Informationen von und für Lehrende eingebracht und didaktische Themen diskutiert, die für die Gruppenzusammenarbeit und für die Leistungsbewertung relevant sind. Zuletzt diskutierten die Lehrenden das Thema, inwieweit die Gruppe die Zusammenarbeit autonom in die Hand nehmen kann, auch in Bezug auf die Aufgabe der „aktiven“ Mitarbeit von Gruppenmitgliedern. Im Forum Technikfragen von Lehrbeauftragten werden spezielle Fragen der Lehrenden zu der Technik von Tools von den Mitarbeitenden des OLAT-Supports beantwortet. Das Wiki für Lehrbeauftragte steht u. a. für eine gemeinsame Sammlung von E-Seminarmethoden zur Verfügung

Die **wissenschaftliche Mitarbeitende (Modulverantwortliche)** der HFH ist die erste Ansprechpartnerin für die Lehrenden bei didaktischen und organisatorischen Themen. Sie ist für die inhaltliche Ausarbeitung sowie für die Weiterentwicklung des Moduls bzw. des Onlinekurses verantwortlich und hat daher eine zentrale Rolle. Die Modulverantwortliche hat zu allen Kurstools Zugang, auch um bei einem Ausfall einer/s Lehrenden vertretungsweise deren/dessen Aufgaben zu übernehmen. Die Kommunikation und Interaktion zwischen den Lehrenden und ihr erfolgt ebenfalls standortübergreifend und online mit den Tools im Kursbereich für die Lehrenden (s. o.). Im virtuellen Klassenzimmer organisiert und moderiert die Modulverantwortliche für die Lehrenden semesterbegleitend drei bis vier Onlinekonferenzen. Die erste Konferenz dient beispielsweise dem Einstimmen der Lehrenden auf ihren Lehrauftrag, dem Austausch von E-Seminarmethoden und der Anleitung von Tools. Die Dokumentation von Ideen und Ergebnissen aus den gemeinsamen Onlinekonferenzen erfolgt über das Wiki für Lehrbeauftragte. Die Modulverantwortliche agiert in enger Abstimmung mit den Mitarbeitenden der Abteilung E-Learning.

Die **Mitarbeitenden der Abteilung E-Learning (E-Koordinatorinnen und OLAT Support)** haben die Aufgabe die Studierenden, die Lehrenden und die Modulverantwortliche bei Anfrage zu unterstützen und zu beraten. Sie stellen einen technischen Support bereit und die Kursteilnehmenden können bei Bedarf individuell ihr Anliegen direkt an den OLAT-Support (siehe Abbildung 1) schreiben. Der technische Support hat eine

wichtige Funktion und es bedarf einer institutionellen Anlaufstelle, die zeitnah kompetente Hilfe leistet.

Zudem stellt die E-Learning Abteilung die Infrastruktur des Kurses bereit. Für jedes Kurstool werden die entsprechenden Beschreibungen erstellt und es erfolgt eine Rechtevergabe. Das Editieren und Publizieren des Kurses sowie die optische Gestaltung der Inhalte liegt in der Hand der Mitarbeitenden der Abteilung. Darüber hinaus organisieren sie die Zuordnung der Studierenden zu ihren Kleingruppen: Die Studierenden schreiben sich zunächst in den Kurs ein und ordnen sich ihrer Berufsgruppe zu. Anschließend werden sie einer Gruppe zugeordnet. Kriterium für die Zusammenführung der Studierenden zu Kleingruppen ist, dass in jeder Gruppe alle vier Fachrichtungen mit mindestens einer Person vertreten sind. Eine Zuordnung zu einer Gruppe nach dem Kriterium „Studienstandort“ erfolgt nicht. Ebenso wird jeder Gruppe eine Lehrende bzw. ein Lehrender zugeordnet. Damit die Navigation im Kurs für die Studierenden und Lehrenden übersichtlich bleibt, bekommen sie nur ihre Gruppe und die gruppenübergreifenden Tools angezeigt. Auf Wunsch können die Kleingruppen im Laufe des Semesters die Gruppennummerierung mit einem eigenen Namen austauschen (siehe Beispiel aus Abbildung 2). Dies kann die Identität der Einzelnen mit der Gruppe verstärken.

Das Onlinemodul Zusammenarbeit im Gesundheitswesen wird stets weiterentwickelt. Ansatzpunkte hierfür ergeben sich aus den Rückmeldungen der Studierenden und Lehrenden sowie aus einem begleitenden Forschungsprojekt (2013–2014, Mit Blended-Learning Handlungskompetenzen fördern – BlendKom, Königstein-Lüdersdorff, Veröffentlichung geplant). Eine systematische Modulevaluation startet in diesem Jahr.

3 Anforderungen an die Formate standortübergreifender Angebote

Der Workshop bietet Gelegenheit sich darüber auszutauschen, welche Rahmenbedingungen mit welchen Formaten standortübergreifender Lehrangebote insbesondere für die Lehrenden verknüpft sind. Im Kapitel 2 wurde ein bundesweites und ausschließlich webbasiertes Format vorgestellt, das von einem zentralen Ort aus koordiniert, organisiert und strukturiert wird sowie technische Unterstützung erfährt. Dieses Format soll als Good-Practice-Erfahrung die Basis für die Auseinandersetzung mit den Herausforderungen und möglichen Lösungen für standortübergreifende Hochschulangebote sein. Die folgenden beiden Themen und die damit verbundenen Fragestellungen bieten sich für den Workshop an:

1. Thema: Das Commitment der beteiligten Lehrenden
2. Thema: Die Unterstützungsbedarfe und Qualifikationen der Lehrenden

Fragestellungen:

Sind mit einem standortübergreifenden Konzept zentrale Koordinations- und Entschei-

dungsstellen für die Entwicklung des Lehr-Lern-Konzepts und der Online-Umgebung verbunden? Wie ausgeprägt sollte die Verbindlichkeit sein?

Wie können vergleichbare Bedingungen für alle Beteiligten hergestellt werden? Sind vergleichbare Bedingungen notwendig?

Welche Auswirkungen hat ein solches Format auf die Lehrenden? Welche Auswirkungen auf die Studierenden?

Welche Rollen können Lehrende in standortübergreifenden Formaten einnehmen?

Welche Qualifikationen sind von den Lehrenden in einem Onlineformat mit fachlich heterogenen Studierendengruppen zu erwarten? Wie können Lehrende während des Lehr-Lernprozesses unterstützt werden, darüber hinausgehende Kompetenzen aufzubauen?

Sollten Unterstützungsstrukturen grundsätzlich angeboten werden? Wenn ja, wie sind diese auszugestalten, wie und in welcher Ausprägung sollten diese Strukturen aufgebaut werden?

Wie können Erkenntnisse aus Kursdurchläufen zusammengeführt und transparent gemacht werden?

Literaturverzeichnis

- [BPS15] BPS Bildungsportal Sachsen GmbH: OPAL: Handbuch für Autoren. <https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/2309914627/CourseNode/8862918844074>, Stand: 05.06.2015.
- [Bü15] Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg: Digitales Lehren und Lernen an den staatlichen Hochschulen. B. Digitalisierungsstrategie der staatlichen Hamburger Hochschulen. 3. Elemente der strategischen Zielsetzung und konzeptionellen Ausrichtung. Drucksache 20/1 42 62, S. 3-5, <https://www.buergerschaft-hh.de/ParlDok/dokument/47665/%E2%80%9Edigitales-lehren-und-lernen-an-den-staatlichen-hamburger-hochschulen%E2%80%9C.pdf>, Stand: 13.01.2015.
- [Ko13] Kohler, S.; Königstein-Lüdersdorff, K.; Herder, C.; Warnke, A. (2013): Welche Bedeutung messen Studierende eines interprofessionellen Studiengangs der Zusammenarbeit in den Gesundheitsfachberufen bei? – Erste Ergebnisse einer Studiengangsbeleitforschung. In: *ergoscience* 8/4: 170–174.
- [KLW13] Königstein-Lüdersdorff, K.; Warnke, A.: Förderung von Kompetenzen für die Zusammenarbeit von Gesundheitsfachberufen am Beispiel der Entwicklung eines interdisziplinären Behandlungsalgorithmus. In: (Estermann, J.; Page, J.; Streckeisen, U., Hrsg.): *Alte und neue Gesundheitsberufe: Soziologische und Gesundheitswissenschaftliche Beiträge zum Kongress „Gesundheitsberufe im Wandel“*, Winterthur 2012. Wien, Zürich: LIT, 2013.

Studienfachübergreifende Lehre im Fach Werkstofftechnik an der HTW Berlin – ein Praxisbeispiel

Anja Pfennig¹ und Astrid Böge¹

Abstract: Seit dem Wintersemester 2012/13 werden an der HTW Berlin die Lehrinhalte des Grundlagenfaches Werkstofftechnik des Studienganges Maschinenbau in eigenständige Mikro-Lehr-/Lernmodule (also in Themenkomplexe, die nicht aufeinander aufbauen) „zerlegt“ und den Studierenden auf der Lernplattform moodle zur Verfügung gestellt. Basis des Präsenzunterrichts ist das moderne Lehrformat des sog. „Design-led-approaches“ [MAT13]. Gelehrt wird hierbei nicht in klassischer Weise vom „Atom bis zum Bauteil“ sondern im sog. Blended-Learning werden ausgewählte Bauteile vorgestellt, die Werkstoffe identifiziert, deren Eigenschaften erläutert und die wissenschaftlichen Hintergründe in projektbasierter Arbeit erforscht. Dieses Konzept und die Qualität der Arbeitsmaterialien beruht auf einer starken Einbeziehung der Studierenden bei der Entwicklung sowie Erstellung von Lehr-/Lernmaterialien, wie z.B. WBTs, moodle-Lektionen, Tests, auf den Unterrichtsinhalt zugeschnittene Lehrfilme uvm. Ziel des Projekts ist es, den Kurs „Werkstofftechnik“ HTW-weit zur Verfügung zu stellen, so dass die Inhalte von interessierten Lehrenden aller Studiengänge zentral abgerufen und individuell zugeschnitten und eingesetzt werden können.

Keywords: Werkstofftechnik, moodle, design-led approach, inverted classroom.

1 Einleitung

Der Fachbereich Ingenieurwissenschaften- Technik und Leben an der HTW Berlin entwickelt seit dem Wintersemester 2012/13 im Rahmen des Qualitätspakt Lehre - Projektes „excelLuS“ [EXC21] für Maschinenbaustudierende des 1. und 2. Semesters ein flexibles und kompatibles lehrunterstützendes Online-Modulsystem für das Grundlagen- Pflichtfach Werkstofftechnik 1 und 2. Neu ist, dass dabei alle Themen zu kleinen Einheiten gebündelt und unabhängig voneinander (also nicht aufeinander aufbauend) gelehrt und gelernt (Abbildung 1) werden können. Aufgrund der Vielzahl der bereitgestellten Lernangebote (s. 3.3) gestaltet sich die Lehrveranstaltung abwechslungsreich. Jeder Student/jede Studentin entscheidet selbst – je nach Lerntyp und -neigung – am Unterricht teilzunehmen oder Abschnitte im Eigenstudium zu erarbeiten.

Entscheidende Vorteile dieses Blended-Learning-Konzeptes ergeben sich zum einen aus einer größtmöglichen Flexibilität, mit der auf die Bedürfnisse eines Kurses reagiert wer-

¹ HTW Berlin, Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin, Fachbereich 2 Ingenieurwissenschaften Technik und Leben, Studiengang Maschinenbau, Wilhelminenhofstraße 75A, 12459 Berlin, anja.pfennig@htw-berlin.de

den kann. Darüber hinaus bietet die Kooperation mit Lehrenden anderer Studiengänge und Fachbereiche der Hochschulde die Chance, eine verbindliche Grundlage für das Fach Werkstofftechnik zu schaffen.

Je nach Bedarf können die entwickelten Mikro-Lehr-/Lerneinheiten in unterschiedlichen Studiengängen der HTW Berlin eingesetzt werden. Zweckdienlich ist dabei der modulare Aufbau (Abbildung 1), der es den Lehrenden ermöglicht, genau die Themen und Lektionen, die für ihre Kurse relevant sind auszuwählen und neu in einem eigenen Kurs zusammenzustellen. Damit soll nicht nur der wissenschaftliche Anspruch der Lehrveranstaltung erhöht und dauerhaft gewahrt werden. Vielmehr besteht die Möglichkeit, kooperative Projektarbeiten verschiedener Studiengänge, wie z.B. Maschinenbau und Industrial Design, durchzuführen, ohne dass zunächst ein gemeinsamer Wissensstand erarbeitet werden muss.

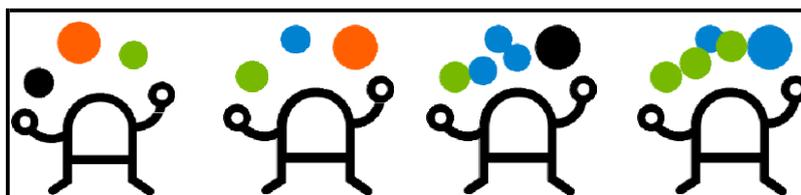


Abb. 1: Individuelle Zusammenstellung der Module (dargestellt als verschiedenfarbige Kreise)

In diesem Zusammenhang erweist sich die Methode des „inverted classroom“ [FIS12], [BER12], [VAN12], [BRA12] als erfolgreiches didaktisch erprobtes Lehrzenario. Dabei bauen die Präsenzveranstaltungen explizit auf dem im Selbststudium erarbeiteten Wissen der Studierenden auf und werden ausschließlich für Detailerläuterungen und anwendungsorientierte Aufgabenstellungen genutzt.

Eckpfeiler der Lehrinnovation ist die Einbindung der Studierenden in die Erstellung des Lern- und Lehrmaterials (z.B.: Werkstoffkarten mit CES-EduPack [CES14], Mindmaps, Glossare, Lernseiten), da die Unterrichtsinhalte von den Studierenden oft anders gewichtet werden, als der/die Dozierende es täte.

Die wichtigsten Aussagen sind:

- Alle Themen werden unabhängig voneinander als Mikroeinheiten (Module) aufbereitet und als eigenständige Lehr- und Lerneinheiten konzipiert.
- Die Einheiten dienen der Vertiefung des Stoffes und tragen darüber hinaus zum Verständnis des Zusammenhangs der Einzelmodule bei.
- Das vielgestaltige Lehrmaterialangebot wird den unterschiedlichen Lerntypen und Lerngeschwindigkeiten gerecht. Es unterstützt das selbständige Lernen und ermöglicht ein „Lernen nach persönlichen Neigungen“.
- Einzelne Themenfelder können mehrfach belegt bzw. bearbeitet werden (z.B. im Online-Lehrmodul, in der Präsenzlehre oder durch eigene Recherche)

2 Studiengänge mit dem Grundlagenfach Werkstofftechnik an der HTW Berlin

Studiengänge, in denen Werkstofftechnik im Grundlagenbereich und auch im Bereich der Aufbaustudiengänge gelehrt wird und die in das modulare Konzept einbezogen werden sollen, sind:

Fachbereich 1: Ingenieurwissenschaften - Energie und Information

Bachelor- und Master-Studiengänge

- Elektrotechnik
- Mikrosystemtechnik
- Regenerative Energien

Fachbereich 2: Ingenieurwissenschaften - Technik und Leben

Bachelor- und Master-Studiengänge

- Bauingenieurwesen
- Fahrzeugtechnik
- Life Science Engineering
- Maschinenbau

Fernstudiengänge

- Entwicklungs- und Simulationsmethoden im Maschinenbau (Master)
- Maschinenbau (Bachelor)

Fachbereich 4: Informatik, Kommunikation und Wirtschaft

Bachelor- und Master-Studiengänge

- Wirtschaftsingenieurwesen Berufsbegleitender Bachelor-Fernstudiengang
- Wirtschaftsingenieurwesen

Fachbereich 5: Gestaltung und Kultur

Bachelor- und Master-Studiengänge

- Bekleidungstechnik/Konfektion
- Industrial Design
- Konservierung und Restaurierung/Grabungstechnik
- Museumskunde

3 Konzept

Unter „Werkstofftechnik“ können sich erfahrungsgemäß nur die Studierenden konkret etwas vorstellen, die bereits aus einer –meist metallverarbeitenden– Ausbildung an die Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin HTW kommen. Abiturienten/innen müssen sich oft überraschen lassen und wähen sich eher im Nachteil gegenüber den Studierenden mit bereits abgeschlossener Berufsausbildung, da „Werkstofftechnik“ für sie bis zum Beginn der Lehrveranstaltung eine „Black-Box“ bleibt.

Um unterschiedliche Werkstoffe und deren Eigenschaften sowie Verhalten in Konstruktionen kennenzulernen, erhalten die Studierenden die Möglichkeit, einem Präsenzunterricht zu folgen. Die jeweiligen wissenschaftlichen Hintergründe der Themenmodule sollen sie sich aber bereits vor der Lehrveranstaltung im Selbststudium erarbeiten. Wie dann der aktuelle Lernstand des/der Lernenden ist, kann z.B. mittels Kurzarbeitsblätter oder über „invote“ sowie Präsentationen, Handouts, Wiki-Beiträge und Glossareinträge ermittelt werden.

3.1 Herausforderungen

Eine große Herausforderung ist die unterschiedliche Vorbildung der Studierenden des 1. Semesters, insbesondere in den Studiengängen Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Wirtschaftsingenieurwesen. Bei vielen liegt die Schulzeit bereits mehrere Jahre zurück, die Lernbiografien sind divergent, die Lernerfahrungen mehr oder minder positiv. Diese Heterogenität (Abiturienten, beruflich qualifizierte Studierende, First Generation Students etc.) erfordert eine dem Einzelnen gerecht werdende Vermittlung von Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Es gilt, innerhalb von zwei Semestern einen möglichst homogenen Wissensstand zu erreichen und die Stärken der/des Einzelnen für den Lernfortschritt des gesamten Kurses zu nutzen. Ziel sollte sein, die unterschiedlichen Lerntypen immer möglichst gleichermaßen anzusprechen. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, eine große Auswahl unterschiedlichen Lernmaterials anzubieten. Hierzu zählen u.a.: Lektionen mit integrierten Testfragen zur Selbstkontrolle und zur Bewertung durch Lehrende, Folien, Skripte, Screencasts, Lehrfilme, web-based-trainings (WBTs), Animationen, filmische Demonstrationen, Mindmaps, vernetzte Mindmaps, Merkblätter mit wesentlichen „Pflicht“-Inhalten, sowie online Selbsttests, die in moodle zur Lernstandskontrolle bereitgestellt werden. Damit hat jede/r die Möglichkeit, den besten Lernweg zu ermitteln und die eigenen Fähigkeiten zielführend einzusetzen. Dieses Vorgehen ist zeitaufwendig und erfordert Kreativität.

3.2 Lehransatz

Im Allgemeinen ist es in der Werkstofftechnik eine Vorgehensweise vom „Atom zu Bauteil“ üblich. Das bedeutet, dass die Studierenden theoretische Ansätze lernen, aber

oft den Zusammenhang zu den maschinenbaulichen Herausforderungen vermissen. Viel größere Begeisterung für die Thematik und damit ein besseres Verständnis für das Fach kann erreicht werden, wenn der umgekehrte Weg beschriftet wird: vom „Bauteil zum Atom“. Dem sog. „design-led-approach“ [MAT13] (Abbildung 2).

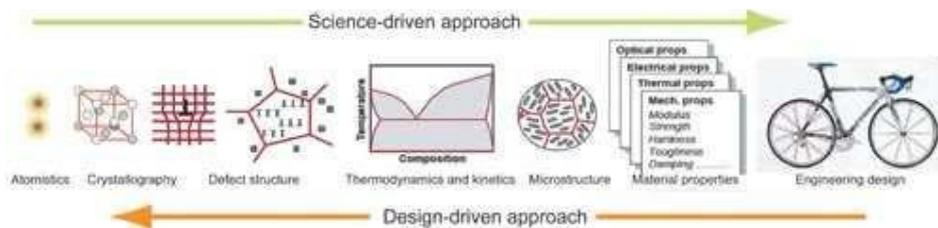


Abb. 2: „science-led-approach“ und „design-led-approach“ [MAT13]

Die Ausrichtung des Werkstofftechnik-Unterrichts basiert auf dem direkten Zusammenhang zwischen Theorie, praktischem Beispiel und realer Fragestellung. Die wissenschaftlichen Hintergründe können in den einzelnen Themen (hier insbesondere in den Lektionen, Lehrfilmen und Screencasts sowie Mindmaps und Merkblättern) jederzeit nachgearbeitet aber vor allem für das „inverted classroom“ Format auch vorbereitet werden, in dem Aufgaben mit präzisen Aufforderungen gestellt werden (Abbildung 3):

AUFGABE 4_WT2 zum 6.5.2015 Dauerfestigkeitsdiagramme

Liebes 2. Semester,

bitte erarbeiten Sie sich zur nächsten Unterrichtseinheit die folgenden Lektionen. Notieren Sie alle Fragen, die Sie sich nicht während des Lernens erschließen können.

Lektion 3: Abschätzung der Schwingfestigkeit - Schwingfestigkeitsdiagramme - Lebensdauerabschätzung

Lektion 4: Erhöhung der Schwingfestigkeit und Lebensdauer

Sie sind nach der heutigen Vorlesung in der Lage, die Aufgaben auf dem Übungsblatt 5-7, das heute in der Vorlesung ausgeteilt wurde, zu lösen. Sollten Sie dies im Unterricht nicht haben erarbeiten können, widmen Sie sich bitte den folgenden Aufgaben

- 5-7.1 a und b
- 5-7.2
- 5-7.3 a
- sowie Aufgabenblatt 5-8. die Aufgaben: 1, 2, 4

Dieses sind typische Klausuraufgaben und dienen für Sie auch als Vorbereitung!

Viel Spaß

Abb. 3: Typische Aufgaben zur Vorbereitung einer Werkstofftechnik- Lehrveranstaltung im 2. Semester Maschinenbau.

3.3 Lehrmittel

Herzstück der geplanten Lehrinnovation ist die zentrale Bereitstellung der unterschiedlicher Lehr- und Lernmaterialien, für alle Lehrenden des Faches Werkstofftechnik an der HTW Berlin. Die Idee ist, dass die neu gewonnenen Nutzer/-innen das vorhandene Material in ihren Lehrveranstaltungen einsetzen, diese um spezifische Fachthemen ergänzen und zu den Themen in den Austausch treten. Auf diese Art ließe sich mittelfristig eine HTW-Werkstofftechnik-Community gründen.

Für die einzelnen fachspezifischen Module werden jeweils Materialien bereitgestellt, wie z.B. englischsprachige Demonstrationen oder WBTs, verlinkte Mindmaps zum Schnellüberblick, Animationen oder Demonstrationsfilme (Abbildung 4). Den Lehrenden bietet sich ein Pool aus folgenden Lehrmitteln, Formaten und Methoden:

- Seminaristischer Unterricht, abwechselnd in Form regulärer Präsenzveranstaltungen und „inverted classroom“Einheiten
- Aktivierung durch Übungen in Präsenz (Plenum, Kleingruppen, Lehrspiele)
- Lektionen, in denen sich Wissensabschnitte mit Lernstandstests und Videodemonstrationen abwechseln
- Lernvideos: (konzipiert und erstellt von Studierenden für Studierende im Sinne des peer to peer – Gedankens unter fachlicher filmtechnischer Begleitung im Rahmen des Projektes OLP (Online-Lehre Plus) der HTW Berlin (Abbildung 4)
- Ansprache des visuellen und textorientierten Lerntyps durch Folienskripte und ausführliche Unterrichtsmaterialien
- Ortsungebundenheit beim Lernen durch die Bereitstellung des Unterrichtsmaterials auf der Lehrplattform moodleOnline-Übungen (Lernstandsprüfung, Anwendung, Gruppenarbeiten)
- Web-Based-Trainings (WBT) zur Überprüfung des Gelernten Klausurvorbereitung, Wiederholen einzelner Themenmodule und als Alternative zum Präsenzünterricht
- Online-Tests zur Überprüfung des Gelernten, Klausurvorbereitung, Wiederholen einzelner Themenmodule
- Glossare (Stichwortkataloge zur Klärung von Fachbegriffen)
- Blog ((freiwillige Dokumentation des Lernfortschritts analog Lerntagebuch)
- Wiki und Forum (Kommunikation der Studierenden untereinander und Stoffsammlung, selbständiges Erarbeiten von Fragenstellungen)
- Chat (Klausur- und Prüfungsvorbereitung)



Abb. 4: Von Studierenden des 6. Sem. Maschinenbau erstellte Lehrfilme zum Einstieg in die Laborübungen des 2. Semesters Maschinenbau im Fach Werkstofftechnik

4 Erste Erfahrungen aus dem Sommersemester 2015 Werkstofftechnik an der HTW 1. und 2. Semester Maschinenbau

Die Dozentin hat festgestellt, dass ca. ein Drittel der Kurse die Lektionen stetig erarbeiten. Die Lernstanderhebungen mittels „invote“, Kurzarbeitsbögen, Fragerunden und Selbsttests werden mit einer großen Bandbreite an Lösungsvorschlägen eingereicht. Besonders Merkblätter, auf denen die Quintessenzen der Mikrothemen zusammengefasst sind, werden verstärkt heruntergeladen, wobei zu beobachten war, dass Studierende, die sich einen Lehrfilm anschauten i.d. Regel auch das weiterführende Material bearbeiteten oder herunterluden. Als nachteilig aus Sicht der Lehrenden erweist sich der hohe Vorbereitungsaufwand sowie die Zeit, die für das Überlegen und Erarbeiten im Unterricht eingeräumt werden muss. Studierenden, die zügig arbeiten, mussten immer Diskussionsanregungen gegeben werden oder sind aufgefordert worden, andere Gruppen zu unterstützen. Bei Gruppenarbeiten sind tatsächlich gerade die Studierenden des 1. Semesters aufmerksam und bestrebt eine zufriedenstellende Lösung zu erarbeiten.

Die Lehrende konnte die Lehrveranstaltung offener gestalten, auf Vertiefungen in den jeweiligen Lektionen in moodle verweisen und anwendungsorientierter arbeiten. Voraussetzung dafür ist aber, dass die Dozierende „gut und sicher im Stoff“ ist, um komplexe Zusammenhänge zu verdeutlichen. Die inhaltlich in sich geschlossenen Lektionen erleichterten den Studierenden, dem Stoff zu folgen („heute kam ich gut mit, da ich wusste, worum es geht“). Auch ein Nachbereiten war zielsicherer gestaltbar.

Aufgrund der ersten Umsetzung des Konzeptes im Studiengang Maschinenbau und die ausstehende Erprobung in anderen Studiengängen, erfolgte hier außer der Kursinternen Befragung noch keine Evaluierung. Die Erarbeitung eines Evaluierungsplans soll, wenn möglich, in den Diskussionen des Tagungsworkshops angeregt werden.

5 Zusammenfassung

An der HTW soll für das Pflichtfach Werkstofftechnik, das in 15 Studiengängen unterrichtet wird, ein hochschulübergreifendes Lehrkonzept zur Verfügung gestellt werden. Dabei werden die Lehr- und Lerneinheiten als unabhängige Module erarbeitet, so dass diese in allen Studienfächern, in denen Werkstofftechnik gelehrt wird, variabel eingesetzt werden können. Je nach Semesterwochenstunden und Studiengang können dann Themen „baukastenartig“ zusammengestellt werden. Die Unterrichtsmaterialien, Lektionen und Lehrfilme werden auf der Lernplattform „moodle“ zur Verfügung gestellt und dienen zur Vorbereitung und Durchführung von projektorientiertem fachübergreifenden und studiengangübergreifenden Lehrveranstaltungen, die unter anderem mit dem „inverted classroom“ Konzept umgesetzt werden können. Die Implementierung des „design-led-approach“ ermöglicht eine breite Einstiegsmöglichkeit in verschiedene Themen. Damit wird unterschiedlichen Voraussetzungen und Lernwegen, gerade von Studienanfängern, begegnet und so die Leistung des gesamten Kurses verbessert. Die unterschiedlichen werkstofftechnischen Ausrichtungen an der HTW finden in dem vorgestellten Konzept vielfältiges Material für eine eigene Vorlesungsgestaltung und eine zukünftige Mitgestaltung des zentralen HTW Kurses.

Literaturverzeichnis

- [MAT13] Ashby, M., Shercliff, H., Cebon, D.: Materials Engineering, Science, Processing and Design, 2013: ISBN-13: 978-0080994345 (3rd edition)
- [ExC12] Qualitätspakt Lehre – Teil-Projekt „excelluS“ HTW-Berlin: "Studieren an der HTW Berlin – exzellente Lehre und hervorragender Service", Förderprogramm "Bund- Länder-Programm für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) mit Förderkennzeichen: 01 PL 11034 und Förderzeitraum vom 01.11.2011 - 30.06.2016
- [FIS12] Fischer, M und Spannagel, C: Lernen mit Vorlesungsvideos in der umgedrehten Mathematikvorlesung, in Desel, J., Haake, J.M. und Spannagel, C. (Hrsg.), DELFI 2012, Die 10. E-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V., S. 225-236, Bonn: Köllen Druck + Verlag, Copyright © Gesellschaft für Informatik
- [BER12] Berrett, D.: How 'flipping' the classroom can improve the traditional lecture, The Chronicle of Higher Education (2012)
- [VAN12] Brame, C.J.: Flipping the Classroom, <http://cft.vanderbilt.edu/files/Flipping-the-classroom.pdf>, 2015-6-3
- [BRA12] Braun, I. et al., Inverted Classroom an der Hochschule Karlsruhe - ein nicht quantisierter Flip, Beitrag zu „Das Inverted Classroom Model: Begleitband zur ersten deutschen ICM-Konferenz“, Jürgen Handke, Alexander Sperl (Hrsg.), erschienen im Oldenbourg Verlag, 2012
- [CES14] Pfennig, A.: "Materials Science comes to life for engineering students", <http://www.grantadesign.com/education/reviews/>, 2015-6-3

Institutionenübergreifende Zusammenarbeit im Netzwerk Online-Mathematik - NetMath

Ingo Dahn¹ und Konrad Faber²

Abstract: Der folgende Beitrag stellt das rheinland-pfälzische Netzwerk Online-Mathematik (NetMath) vor. Eingegangen wird dabei auf die Ziele und Mehrwerte für die Akteure, die durch die communitybasierte Erstellung und Nutzung von onlinebasierten Mathematik-Ressourcen entstehen. Beschrieben werden die Zielsetzungen und Mehrwerte, die Service- und Strukturkomponenten des institutionenübergreifenden Netzwerks. Eingegangen wird zudem auf Beispiele, Anwendungsszenarien und abschließend auf die bisherigen Erfahrungen.

Keywords: E-Learning, Online-Mathematik, institutionen-übergreifende Zusammenarbeit, Open Education Resources (OER), Mathematik-Testsysteme, Computer-Algebrasysteme, Creative Commons.

1 Einleitung

Das Netzwerk Online-Mathematik (NetMath) ist eine vom Virtuellen Campus Rheinland-Pfalz (VCRP) koordinierte, gemeinsame Initiative und Kooperation rheinland-pfälzischer Hochschullehrender zur Förderung, nachhaltigen Unterstützung und dem Ausbau der Online-Mathematik. Betrieben wird das community-orientierte Netzwerk in Zusammenarbeit mit dem Institut für Wissensmedien (IWM) der Universität Koblenz-Landau als inhaltlicher Supportpartner.

Im Folgenden wird NetMath in seinen wesentlichen Merkmalen dargestellt. Beschrieben werden aber auch Beispiele und Anwendungsszenarien sowie erste Erfahrungen.

2 Zielsetzung und Mehrwerte

NetMath wendet sich in erster Linie an die Mathematik-Lehrenden der Hochschulen des Landes Rheinland-Pfalz, ist jedoch offen für alle Interessierten. Neben der Koordination eines Erfahrungsaustauschs der Hochschulakteure in der Online-Mathematik zielt NetMath auf die Bereitstellung von Unterstützungsleistungen sowie von digitalen Mathematik-Lehrmaterialien ab, die den rheinland-pfälzischen Hochschulen in der Durchführung und Ergänzung ihrer Lehrangebote dienen können. Dies hat – neben der unmittelbaren

¹ Institut für Wissensmedien, Universität Koblenz-Landau, Universitätsstraße 1, 56070 Koblenz, dahn@uni-koblenz.de

² Virtueller Campus Rheinland-Pfalz, Erwin-Schrödinger-Straße, 67663 Kaiserslautern, faber@vcrp.de

Auswirkung auf die Verbesserung der Mathematik-Lehre – indirekt Einfluss auf die Lehre in allen Fächern, für deren Lehre gute Mathematik-Kenntnisse der Studierenden eine unentbehrliche Voraussetzung sind. Ein wesentliches Grundprinzip bei dem Angebot von NetMath-Diensten und -Ressourcen ist, dass die Lehrenden die Verantwortung für ihre Lehre uneingeschränkt behalten.

In der letzten Dekade hat sich der Einsatz von eLearning an den rheinland-pfälzischen Hochschulen von innovativen Einzelangeboten zum Standardangebot im Regelbetrieb entwickelt. An vielen Hochschulen gibt es eLearning-Supporteinheiten, die vom VCRP [Ar10] unterstützt und vernetzt werden. In diesen Supporteinheiten hat sich über die Jahre eine beachtliche Kompetenz entwickelt, so dass sich nunmehr Möglichkeiten ergeben, diese Kompetenz zu bündeln und hochschulübergreifend zu nutzen. Das kommt insbesondere an den Stellen zum tragen, an denen eine Hochschule über spezielle eLearning-Support-Kompetenzen verfügt, während an anderen Hochschulen nicht die Möglichkeit besteht, diesen Kompetenzbereich selbst aufzubauen.

Im Falle von NetMath handelt es sich um ein institutionenübergreifendes, auf dem Einsatz digitaler Medien basierendes Kooperationsmodell [HOR15, S. 10 ff] in einem speziellen Gebiet – der Mathematik. Die gesammelten Erfahrungen sollen aus strategischer Perspektive des VCRP auch für andere Bereiche und Disziplinen wertvolle Anregungen liefern.

Die verbundenen Mehrwerte können wie folgt beschrieben werden. Durch NetMath

- erhält der VCRP die Möglichkeit, den Hochschulen des Landes zusätzliche Dienste anzubieten, ohne selbst in größerem Umfang Kapazitäten für Pilotierung und Support vorzuhalten,
- wird es für eLearning-Einheiten einzelner Hochschulen attraktiver, spezielle Supportangebote aufzubauen, da diese Anstrengungen durch die Einbringung in hochschulübergreifende Angebote leichter refinanziert werden können,
- erhalten alle rheinland-pfälzischen Hochschulen zusätzliche Angebote zu Bedingungen, zu denen sie diese Angebote nicht selbst aufbauen könnten.

Dafür werden unter dem Dach von NetMath konkrete Angebote, Arbeitsabläufe und Organisationsmodelle erprobt. Das Gebiet der Mathematik ist für die Entwicklung eines solchen Angebots aus mehreren Gründen von besonderem Interesse:

- Die Mathematik stellt an eLearning-Dienste spezielle Anforderungen, insbesondere durch
 - die Notwendigkeit, komplexe Formeln sowohl in Lehrmaterialien als auch in Tests einzugeben und zu verarbeiten,

- die außerordentlich große syntaktische Vielfalt der Lösungsmöglichkeiten für mathematische Aufgaben (z.B. durch Setzen oder Weglassen von Klammern in mathematischen Ausdrücken),
 - die etablierte Praxis, in der Mathematik große Tafelflächen zu benutzen, die sich auf dem Bildschirm nur sehr eingeschränkt darstellen lassen,
 - die verbreitete Verwendung von Spezialwerkzeugen, wie Formeleditoren oder Computeralgebrasystemen.
- Mathematische Institute an den Hochschulen verfügen in der Regel nur über begrenzte Ressourcen, haben jedoch oft umfangreiche Service-Aufgaben für die Ausbildung in den MINT-Fächern.
 - Jüngste Analysen haben eine große Überlappung in den Mathematik-Angeboten der rheinland-pfälzischen Hochschulen gezeigt. So ist der Inhalt der von den Hochschulen angebotenen Mathematik-Vorkurse für Studienanfänger zu etwa 80% identisch, was eine gute Voraussetzung für die Entwicklung landesweit nutzbarer Dienste darstellt.
 - eLearning-Support-Einheiten verfügen in der Regel nicht über die mathematische Kompetenz, die zur Nutzung spezieller Mathematik-Werkzeuge benötigt wird.
 - Für die Mathematik, insbesondere für die Mathematik-Grundausbildung, gibt es im Internet eine Fülle an freien und kommerziellen Angeboten. Allein deren Sichtung oder auch die ggf. nötige Anpassung übersteigen in der Regel die Möglichkeiten des einzelnen Lehrenden.

eLearning-Innovationen, wie z.B. das Konzept des Flipped Classroom oder der Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz, werden oft gerade für den Bereich der Mathematik in Einzelprojekten vorangetrieben, benötigen jedoch für die Einführung in den Regelbetrieb einen beträchtlichen Entwicklungs- und Supportaufwand.

Die aktuelle Entwicklung digitaler Medien erschließt in rascher Folge neue Technologien. Video, mobile Technologien, Cloud-Dienste, HTML5, CSS3, unterschiedlichste Javascript-Frameworks usw. Diese Entwicklungen auch nur zu verfolgen, geschweige denn sie für die eigene Lehre zu erschließen, übersteigt die Möglichkeiten einzelner Dozenten und kleinerer Hochschulen. Hier ist die Unterstützung durch Kompetenzzentren wie den VCRP erforderlich, die die Lehrenden durch Beratung, aber auch durch konkrete Service-Leistungen unterstützen. In diesem Kontext erprobt die NetMath-Initiative neue Organisations- und Geschäftsmodelle wobei sie die an den Hochschulen vorhandenen Kompetenzen gezielt für alle Hochschulen des Landes erschließt. So erhalten Lehrende aller Hochschulen zu günstigen Bedingungen einen Zugang zu neuen Technologien für die Lehre, den ihnen die eigene Hochschule so nicht zur Verfügung stellen könnte.

Gerade im Bereich der Mathematik gibt es – neben hochwertigen kommerziellen Ange-

boten – eine unüberschaubare Fülle an frei nutzbaren Videos, interaktiven Materialien und Systemen. Hier bietet die NetMath-Initiative den Lehrenden durch den Erfahrungsaustausch Orientierung und Hilfe beim Einsatz in der eigenen Lehre. Auf dem NetMath-Server werden eigene Materialien bereitgestellt, die von Lehrenden – i.Allg. auch außerhalb der NetMath-Initiative – frei genutzt werden können. Mitglieder der Initiative werden darüber hinaus dabei unterstützt, diese Materialien nach Bedarf anzupassen und sie ganz oder in Teilen in ihrer Lernumgebung zu nutzen, was wiederum durch die vom VCRP bereit gestellte zentrale Lernplattform erleichtert wird.

Auch wenn sich die NetMath-Initiative in erster Linie an die Lehrenden wendet, so zielt sie doch letztlich auf den Nutzen für die Studierenden, die so über die Lehre freien Zugang zu hochwertigen interaktiven Materialien erhalten. NetMath ist auch bemüht, in Zusammenarbeit mit den Lehrenden studentische Initiativen zur tutoriellen Begleitung der Mathematik-Ausbildung einzubeziehen und zu unterstützen.

3 Service- und Strukturkomponenten

3.1 NetMath-Angebote

Im Rahmen von NetMath werden derzeit die folgenden Angebote zur Verfügung gestellt.

- Das spezielle Mathematik-Testsystem IMathAS. IMathAS ist ein Open Source System, das in den USA von David Lippman für die Washington Mathematics Assessment and Placement Organization entwickelt. Es enthält eine umfangreiche Bibliothek von Mathematik-Aufgaben, deren Lösungen automatisch bewertet werden können. Das Angebot wird ergänzt durch einen Support für die Erstellung von Aufgaben, deren Austausch und Anpassung sowie für den Austausch von Tests.
- Eine Plattform für die Bereitstellung anpassbarer Mathematik-Lehrmaterialien. Das Angebot wird ergänzt durch einen Support für die Erstellung neuer Materialien, für die nachnutzungsfreundliche Aufbereitung vorhandener Materialien sowie für die aktive Nachnutzung in Kursen an Hochschulen des Landes.
- Einen zentralen Zugang für die Nutzung von Computeralgebrasystemen für die Lehre.
- Eine Möglichkeit zur Erprobung hochschulübergreifender Online-Kursangebote.
- Regelmäßige Möglichkeiten für den Erfahrungsaustausch (face to face und online) zum Einsatz digitaler Medien in der Mathematik-Lehre an den Hochschulen des Landes.

NetMath unterscheidet sich in einer Reihe von grundlegenden Aspekten von anderen eMathematik-Projekten. Vor allem ist hier das integrierte, über den VCRP vermittelte, hochschulübergreifende Supportkonzept zu nennen. Ziel des Projekts ist nicht die Entwicklung eines neuen Systems, vielmehr geht es darum, den Einsatz existierender, an einzelnen Stellen erprobter Lösungen in den Regelbetrieb durch entsprechende Supportmaßnahmen zu unterstützen. Eine weitere Besonderheit ist die Stärkung der Rolle der Lehrenden.

Die Absicht von NetMath ist nicht die Erstellung von Musterkursen, die dann überall eingesetzt werden sollen. Angestrebt wird hingegen, die Lehrenden in die Lage zu versetzen, ihre eigenen Kurse durch Nutzung freier, oft aufwändig erstellter Medien weiterzuentwickeln. Dementsprechend konzentriert sich das Projekt auf die Förderung der Entwicklung, Bereitstellung und Nutzung kleiner, leicht integrierbarer Mathematik-Materialien, wie z.B. Testaufgaben, die von den Dozenten des Landes mit überschaubarem Aufwand zunächst für den eigenen Bedarf erstellt und dann Anderen über NetMath als OER (Open Education Resources) zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig sollen durch NetMath die Lehrenden der Hochschulen des Landes von hochschulfremden Arbeiten, insbesondere Mathematik-Vorkursen, entlastet bzw. die Umsetzung dieser Arbeiten effektiver gestaltet werden.

Hinsichtlich der Qualitätssicherung verfolgt NetMath einen community-basierten und wiki-ähnlichen Ansatz. Grundlegendes Prinzip bleibt die volle Verantwortlichkeit der Lehrenden für ihre Lehrveranstaltung und für die darin eingesetzten Materialien sowie für die Materialien, die sie zur Nutzung zur Verfügung stellen. Eine redaktionelle Prüfung ist deshalb nicht vorgesehen. Sie wäre auch nur sehr aufwändig zu realisieren ohne dabei den Qualitätskriterien der unterschiedlichen Einsatzbedingungen gerecht werden zu können. Es sind jedoch Möglichkeiten eingerichtet um über einzelne Materialien und Konzepte zu diskutieren und sie zu bewerten.

3.2 Ressourcen

Die mit NetMath und seinen Services verbundenen Ressourcen umfassen aktuell

- (Interaktive) Skripte, bspw. zu Linearer Algebra, Analysis oder Statistik sowie zu Mathematik-Vorkursen.
- Werkzeuge, untergliedert in
 - Systeme, wie IMathAS, Computeralgebrasysteme (Sage, Maxima, R) oder wissenschaftliche Taschenrechner (aus dem Math Open Reference Project). In IMathAS sind aktuell ca. 3.500 deutschsprachige Aufgaben im System enthalten. Zusätzlich kann auf ca. 30.000 englische Aufgaben im US-System zurückgegriffen werden.
 - Funktionsrechner und –darstellungen,

- Grafische Darstellung von Gleichungssystemen,
- Matrizenrechner und
- Ungleichungsrechner.

Im Rahmen der Gestaltung von Lernumgebungen kommt an dem überwiegenden Teil der Hochschulen das landesweite Learning Management System des VCRP (OpenOlat) [Hem12] zum Einsatz. In OpenOlat ist auch die Austausch- und Arbeitsumgebung von NetMath angelegt. Aktuelle Informationen zu Inhalten, Diensten und Infrastrukturen sind unter Ressourcen der NetMath-Website www.netmath.de zu finden.

3.3 Community

Die NetMath-Community besteht aktuell aus 56 Mitgliedern (Stand Mai 2015). Diese sind (bis auf wenige administrative oder für Support zuständige) an den Hochschulen in der Mathematiklehre tätig. Seit Gründung des Netzwerks am 28.03.2013 [Ar11] [Jü09] haben weitere fünf Netzwerktreffen mit im Durchschnitt 20 Teilnehmenden stattgefunden, davon ein Online-Treffen (im VCRP Virtual Classroom).

Die gemeinsamen Aktivitäten umfassen den Austausch und die gemeinsame Nutzung von Fazilitäten (Server, digitale Lernumgebungen und Mathematik-Systemen), Bildungsinhalten (Content sowie Instruktion), Services, Tools und nicht zuletzt auch der Erfahrungsaustausch in der mit digitalen Medien unsterstützten Mathematik-Lehre. Im Vorkurs- und Studieneinstiegsbereich (und hier besonders in den MINT-Fächern) ist eine zunehmende Verbreitung von Online-Mathematik-Ressourcen festzustellen, die immer mehr mit Mehrwerten verbunden wahrgenommen wird.

Die in den Netzwerktreffen behandelten Problem- und Themenstellungen sind bspw. die Verwendung von Instruktionstools (IMathAS, eTrainer, MathCoach), der Einsatz von Computeralgebrasysteme, die Gestaltung von Blended Learning Konzepten und Mathe-Online-Umgebungen oder die Durchführung von Mathe-eKlausuren und die Entwicklung von eBeweisaufgaben. Weiterhin sind die Erfahrungen bei der Entwicklung und dem Angebot von Mathematik-Vorkursen, Möglichkeiten der Motivation für Mathematik in (online) Vor- und Einführungskursen (inkl. Anrechnung von Leistungen), oder der Austausch von Mathematik-Inhalten, die Präsentation anpassbarer Mathematik- Lehrmaterialien diskutiert worden. Auch konkret handlungspraktische Fragestellungen in Workshopform waren Bestandteil der Treffen, wie Wir bauen Mathe-(Vorkurs-) Skripte oder die Handhabung von Werkzeugen und Arbeitsumgebungen (für Lehrende) zur Online-Mathematik. Ausgelotet wurden auch Kooperationsmöglichkeiten mit weiteren Online-Mathematik-Initiativen und -Verbänden (ausserhalb RLP und international).

In den NetMath-Treffen werden zudem Schwerpunkte des weiteren Ausbaus des Netzwerks zur Diskussion gestellt. Dezeit stehen bspw. der Ausbau von eMathe-Services/-Tools und -umgebungen (für Lehrende) sowie die Entwicklung und Pflege von wieder-

verwendbaren und anpassbaren Mathematikmaterialien (Content, Aufgaben, begleitende Videos) als Zielrichtungen im Mittelpunkt. Ebenso im Fokus der Weiterentwicklung steht das Ausloten von Kooperationsmöglichkeiten mit weiteren Online-Mathematik-Initiativen (bundesland-/hochschulübergreifend, wie bspw. MUMIE³ und OMB+⁴ oder VE& MINT⁵ sowie anderer Bundesländer).

Die folgende Abbildung zeigt die Struktur von NetMath in einer zusammenfassenden Übersicht.

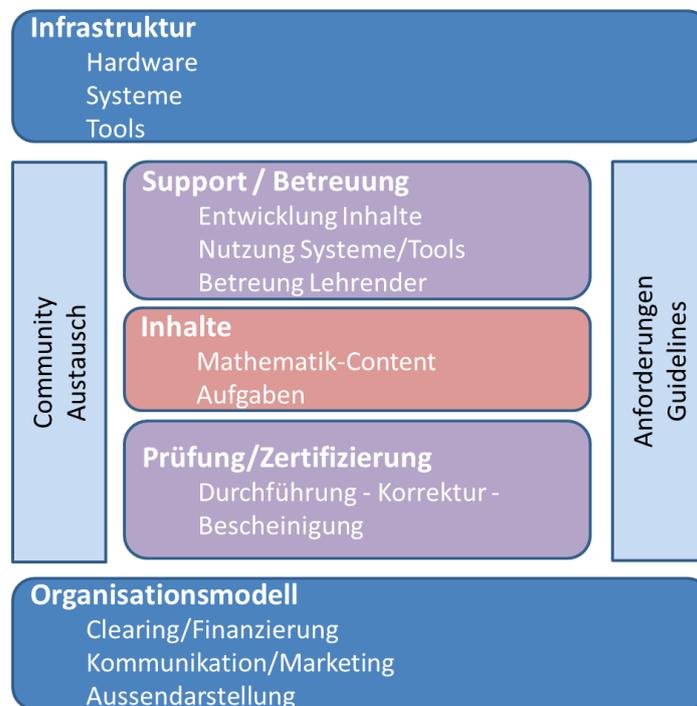


Abbildung 1: Struktur NetMath

4 Beispiele und Szenarien

Reale, durch NetMath-Ressourcen und -Angebote unterstützte Szenarien sind bspw.:

³ <https://www.mumie.net> (6.06.2015)

⁴ <https://www.ombplus.de> (6.06.2015)

⁵ <http://www.vemint.de> (6.06.2015)

- Umsetzung eines Flipped-Classroom-Konzepts mit hochwertigen, interaktiven Online-Mathematik-Materialien,
- ein Dozent sucht Aufgaben für das Selbststudium im Vorkurs oder in der Studieneingangsphase. Er nutzt Aufgaben anderer Hochschulen und stellt seine Aufgaben und Tests anderen zur Verfügung,
- ein Dozent hat Lehrmaterial in LaTeX und wird durch NetMath unterstützt, es nach HTML zu konvertieren und mit interaktiven Elementen (IMathAS-Aufgaben, Videos, Geogebra-Arbeitsblättern, Computeralgebrasystemen) anzureichern,
- wissenschaftliche Untersuchung der Mathematik-Kenntnisse von Schülerinnen und Schülern durch Diagnostik mit IMathAS-Aufgaben,
- Lehrer wollen Schülerinnen und Schülern ein realistisches Bild von den Mathematik-Anforderungen an der Hochschule vermitteln (dazu ist auf Anregung einer Lehrerin unter <https://netmath.vcrp.de/downloads/Skripte/Vorkurs/Dahn/Querschnittstest> auf die Website gestellt worden,
- ein Dozent will in seine Aufgaben Hilfsmittel wie Taschenrechner, Computeralgebrasystem oder Geogebra-Arbeitsblätter integrieren,
- ein Dozent entwickelt Möglichkeiten, das Verständnis von Beweisen zu prüfen,
- IMathAS-Tests in sicherer Klausurumgebung durchführen.

5 Erfahrungen

eLearning sinnvoll einzusetzen erfordert technische und pädagogische Kompetenzen. Neue technische Möglichkeiten erscheinen in schneller Folge und müssen geprüft und erschlossen werden. Aktuelle Beispiele sind Mobile Learning, Videobasierte Lehre, Cloudbasiertes Lernen, ePortfolios, Badges, Software as a Service, HTML5, CSS, Javascript-Frameworks usw.

Neue Systeme müssen bereitgestellt und gepflegt werden. Studierende und vor allem Lehrkräfte brauchen funktionierende Systeme als auch qualifizierte Unterstützung für den Einsatz. Das zieht einen Aufwand nach sich, der von den Hochschulen oft nicht erbracht werden kann. Eine für die Zukunft als immer tragfähiger zu betrachtende Lösung wurde in dem vorliegenden Beitrag vorgestellt: die Investition in nachhaltige Supportstrukturen und institutionenübergreifende Zusammenarbeit. Dabei kann die Mischung aus zentralen (hier VCRP) und dezentralen Komponenten (hier inhaltlicher Support durch IWM plus hochschulübergreifende Community) ein Erfolgsfaktor sein.

Literaturverzeichnis

- [Ar11] Arnold, R./Faber, K. (Hrsg.): Vernetzung schafft Perspektiven, Band 67 der Reihe Grundlagen der Erwachsenenbildung, hrsg. v. Rolf Arnold, Schneider Verlag Hohengarten 2011
- [Hem12] Hemsing, S./Faber, K./Clemenz, S.: Fallbeispiel Auswahl, Anpassung und Integration von CSCL-Systemen, in: CSCL-Kompendium 2.0 – Lehr und Handbuch zum computerunterstützten, kooperativen Lernen, hrsg. von Jörg Haake, Gerhard Schwabe, Martin Wessner, 2. Auflage, München 2012, S. 376 - 384
- [Hor15] The NMC Horizon Report 2015 Higher Education Edition (Hochschulausgabe). Eine gemeinsame Veröffentlichung von The NEW MEDIA CONSORTIUM und der EDUCAUSE Learning Initiative, ins deutsche übersetzt vom Multimedia Kontor Hamburg. © 2015 The New Media Consortium
- [Ar10] Arnold, R.; Faber, K.; Hemsing, S.; Menzer, C.: Der Virtuelle Campus Rheinland-Pfalz – im Zentrum hochschulübergreifender Netzwerke in: Claudia Bremer, Marc Göcks, Paul Rühl, Jörg Stratmann (Hrsg.): Landesinitiativen für E-Learning an deutschen Hochschulen, Waxmann, Münster 2010, S. 123-136
- [Jü09] Jütte, W.: Vernetzung und Kooperation – zwischen Modernisierungsmetapher und fachlicher Gestaltungsaufgabe, in: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) Hrsg., BWP 2/2009, S. 10 - 12

Erweiterung des Lernraumes: Regionalisierung des Lern- angebotes als Beitrag zum Life-Long-Learning

Elisabeth Katzlinger¹ und Johann Höller²

Abstract: Im Rahmen der Multimedia Studien Services Sozial- und Wirtschaftswissenschaften (MUSSS) werden ungefähr zwei Drittel des Bachelor-Curriculum Wirtschaftswissenschaften in einem E-Learning Format parallel zu Präsenzlehrveranstaltungen angeboten. Eine der Zielsetzungen bei der Konzipierung des Projektes ist die Studienmöglichkeit für Studierende, für die Zeit- und Ortsunabhängigkeit essentiell ist, wie berufstätige Studierende, Studierende mit Betreuungsaufgaben sowie Studierende, die nicht am Universitätsstandort wohnen, zu verbessern. Um die Ortsunabhängigkeit besser zu gewährleisten, werden an zwei Außenstandorten Prüfungen und Präsenzveranstaltungen angeboten.

Keywords: E-Learning, Regionalisierung, elektronische Prüfung

1 Einleitung

Studierende, die sich voll und ganz auf ihr Studium konzentrieren können und am Studienort wohnen, sind in der Zwischenzeit ein Minderheitenprogramm. Die sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Studienrichtungen sind von dieser Entwicklung besonders betroffen. Wie eine Reihe von Untersuchungen belegen [Un12], [Mö02], [Ka14], ist die Erwerbsquote bei den Studierenden in Österreich relativ hoch, 63% der Studierenden sind zumindest in Teilzeit während des Semesters erwerbstätig [Un12], an der Johannes Kepler Universität Linz liegt der Anteil bei 75%, insbesondere bei den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften [Mö02]. Für die Studierenden ergibt sich daraus oft eine Dreifachbelastung aus Studium, Beruf und Privat- und Familienleben, diese Überbeanspruchung kann zu gesundheitlichen Problemen und zu Studienunterbrechungen bzw. zum Studienabbruch führen [Un07]. Die hohe Erwerbsquote bringt es mit sich, dass für die Studierenden die Zeitunabhängigkeit des Lehrangebotes ein entscheidender Faktor für den Studienerfolg sein kann.

Ein weiterer Faktor für das Zeitbudget der Studierenden ist die Entfernung zwischen Wohn- und Studienort, die ebenfalls eine bedeutende Rolle für den Studienerfolg spielt. In der Studierendensozialerhebung [Un12] wurde diese Entfernung ebenfalls erhoben und so zeigt sich, dass mehr als die Hälfte der Studierenden mehr als 30 Minuten, 8%

¹ Johannes Kepler Universität Linz, Institut für Datenverarbeitung in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, Altenberger Straße 69, A-4040 Linz, Österreich, elisabeth.katzlinger@jku.at

² Johannes Kepler Universität Linz, Institut für Datenverarbeitung in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, Altenberger Straße 69, A-4040 Linz, Österreich, johann.hoeller@jku.at

länger als 60 Minuten zwischen Wohn- und Studienort unterwegs sind.

Für Personen, die in der Region verwurzelt sind oder aus anderen Gründen den Uni-versitätsstandort nur schwer erreichen können, ist der Zugang zu einer tertiären Bildung nur eingeschränkt möglich, eine berufliche Qualifizierung auf Universitätsniveau ist damit schwer zugänglich. Das Stadt-Landgefälle bei den Bildungsabschlüssen wird so noch verstärkt [We06]. Die politisch Verantwortlichen in den regionalen Zentren sind daher an alternativen Zugängen zu tertiärer Bildung interessiert, weil die Region durch das höhere Bildungsniveau für Unternehmen attraktiver wird.

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Erweiterung des Lernraumes in regiona-len Außenstellen im Rahmen des E-Learning Formats MUSSS der Johannes Kepler Universität Linz. Dabei werden an zwei Standorten in eher strukturschwachen Regionen Präsenzveranstaltungen und Prüfungen parallel zu dem Angebot an der Universität an-geboten.

2 Didaktisches Konzept MUSSS

Ausgangspunkt für das Projekt MUSSS (Multimedia Studien Services SoWi) ist das Angebot mit Hilfe von E-Learning einerseits berufstätigen Studierenden und Studieren-den mit Betreuungsaufgaben die Chance auf ein universitäres Studium und damit ein Life Long Learning zu ermöglichen und andererseits auch jene Personen anzusprechen, die örtlich disloziert von der Universität sind.

Das Projekt ist als Blended Learning Programm konzipiert und verbindet E-Learning Komponenten mit Präsenzphasen. Es sieht einerseits die Verminderung der Anwesenheit vor und andererseits wird das selbstgesteuerte, tutoriell unterstützte E-Learning geför-dert. Damit wird zeit- und ortsunabhängiges Lernen ermöglicht.

MUSSS sieht gerade bei den großen Massenlehrveranstaltungen ein Kurskonzept vor, bei dem die Inhalte online zur Verfügung gestellt werden; die Betreuung dafür erfolgt individuell beispielsweise durch Tutoren. Durch die sinnvolle Integration von E- Learn-ing-Elementen sollen speziell die Einführungslehrveranstaltungen der Bachelorstudien entlastet werden. MUSSS wird in zwei Formaten angeboten, als kostenpflichtige MUSSS-Kurse mit tutorieller Betreuung und (verpflichtenden) Präsenzphasen sowie als MUSSS Open Content, bei dem alle Kursinhalte mit digitalen Medien angeboten werden und keine Präsenzphasen vorgesehen sind. Der Schwerpunkt dabei liegt auf der Verwen-dung von Vorlesungsaufzeichnungen, audiokommentierte Folien, Wikis, aber auch Test-klausuren. Bei den kostenpflichtigen MUSSS- Lehrveranstaltungen erfolgt die Online-Betreuung über Videokonferenzen oder in Foren, des weiteren wird in den Sprachlehr-veranstaltungen ein Sprachlernprogramm verwendet. Abgerechnet werden die kosten-pflichtigen Lehrveranstaltungen mit 12,- € je ECTS; für die Buchung und Zahlung wur-de ein Online-Shop eingerichtet, über den auch Studienmaterialien wie Lehrbücher und

Skripten bezogen werden können.

Das Medienkonzept sieht unterschiedlichste E-Learning Komponenten vor. Je nach Fachbereich und Lehrveranstaltungstyp kommen dabei verschiedenste Medien, Werkzeuge und didaktische Konzepte zum Einsatz. So werden etwa Sprachen mittels Webkonferenztools, Sprachsoftware und Supervision vermittelt. Andere Kurse wiederum stellen einen Wiki mit den Lehrinhalten (z.B. mit Videos) sowohl offline auf einem USB-Stick als auch online zur Verfügung oder verwenden kommentierte Folien sowie zahlreiche Übungsbeispiele. Fragen der Studierenden werden von Tutoren im Forum beantwortet bzw. an die Lehrenden weiter geleitet.

Eine weitere Neuerung in der Studienorganisation ergibt sich durch das Angebot von Sommerkursen in den Ferien, die über MUSSS angeboten werden. Dadurch kommt es einerseits zu einer Studienbeschleunigung und andererseits wird ein Aufbrechen der Semesterstrukturen erreicht. Diese wird auch dadurch aufgebrochen, dass die einzelnen Lehrveranstaltungen bzw. Module im Halbjahrestakt geblockt angeboten werden. Dies führt zu einer sehr intensiven Beschäftigung mit einem Fachbereich. Die Studierenden belegen zwei bzw. drei Module zu je sechs ECTS, die zur Mitte des Semesters abgeschlossen werden. In der zweiten Semesterhälfte werden weitere Module belegt. Wo es didaktisch sinnvoll ist, werden die Module weiterhin semesterweise angeboten, wie beispielsweise in den Sprachen.

Für die Universitätsorganisation wird durch die Verringerung der Präsenzzeiten bzw. durch das alternative Angebot in den Außenstellen die prekäre räumliche Situation an der Universität, wie beispielsweise die Verfügbarkeit großer Hörsäle oder die Parkplatzengpässe, entschärft.

Im Studienjahr 2013/14 wurden in MUSSS je Semester 57 bzw. 52 Lehrveranstaltungen angeboten, im Studienjahr 2014/15 stieg das Angebot auf 58 bzw. 69 Lehrveranstaltungen (siehe Tabelle 1). Ungefähr zwei Drittel fallen auf das kostenfreie Angebot ohne verpflichtende Präsenz. 2600 bzw. 1745 Studierende belegten 2013/14 zumindest eine Lehrveranstaltung in MUSSS; 2014/15 sind es bereits 3100, wobei die Anmeldung zu den Sommerkursen noch nicht abgeschlossen ist. Die Anzahl der Studierenden je Lehrveranstaltung schwankt stark nach Fach und Verpflichtung im Curriculum, im WS 2014/15 lag bei MUSSS OC Kursen die Belegung zwischen 10 und 500, bei MUSSS Kursen zwischen 7 und 100 Studierenden je Lehrveranstaltung. 540 Studierende buchten zumindest einen kostenpflichtigen Kurs. Die Anzahl der gebuchten Kurse je Studierenden schwankt ebenfalls sehr stark, von nur einem Kurs bis elf Kurse je Semester.

	WS 13	SS 14	WS 14	SS 15
Anzahl LVA	57	52	58	69
Kostenpflichtige LVA	19	17	16	26
Regionale LVA	4	6	4	8
Belegung	5998	3560	6248	6696
Studierende	2608	1745	3102	3100
ø Belegung	105,23	68,46	107,72	97,0

Tabelle 1: Übersicht MUSSS und MUSSS OC-Angebot Studienjahr 2013/14, 2014/15

3 Regionalisierung

Um die Zielgruppe der dislozierten Studierenden besser zu erreichen, wurde bereits bei der Konzeption von MUSSS die teilweise Regionalisierung des Studienangebotes überlegt und nach der Pilotphase realisiert. Für die Regionalisierung konnten zwei Standorte, 75 km (Gmunden) bzw. 120 km (Rottenmann) von der Universität entfernt, etabliert werden. In Gmunden erfolgt die Kooperation über die Stadtgemeinde bzw. eine höhere Schule, die die Infrastruktur zur Verfügung stellen. Der zweite Standort in Rottenmann ist ein Studienzentrum, das auch von der Universität Graz bzw. von der Fernuniversität Hagen verwendet wird. Die Außenstandorte stellen Infrastruktur in Form von Räumlichkeiten wie Seminarräume oder PC-Labors sowie administratives Personal (auch für Prüfungsaufsichten) zur Verfügung.

In der Konzeptphase wurden noch weitere Standorte im Umkreis von 100 km bis 150 km angedacht, die aber zurzeit nicht weiter verfolgt werden. Wie die Erfahrungen mit den beiden Standorten gezeigt haben, stellt die Etablierung der Außenstandorte vor allem eine organisatorische Herausforderung für alle beteiligten Seiten dar.

3.1 Präsenzlehre

In den Außenstandorten werden Präsenztermine zu ausgewählten Lehrveranstaltungen im Rahmen des Blended Learning Konzeptes angeboten. Diese Lehrveranstaltungen finden meist parallel zum Lehrveranstaltungsangebot in Linz statt. Das Angebot gilt vor allem für Lehrveranstaltungen mit intensiven Präsenzphasen wie beispielsweise Sprachen, wissenschaftliches Arbeiten oder Gender Studies. Des Weiteren werden einzelne Lehrveranstaltungen abgehalten, bei denen auf Grund der Teilnehmerzahlen Parallelveranstaltungen angeboten werden und die verpflichtende Präsenzphasen vorsehen.

Das Fach Informationsverarbeitung bietet die Präsenztermine in den Außenstandorten an, um den Studierenden die für MUSSS nötigen IT-Kompetenzen zu vermitteln. Im

Rahmen dieser Lehrveranstaltung arbeiten die Studierenden von Beginn an in Zweier- bzw. Vierergruppen zusammen. Insbesondere für Studierende, die nicht so viel Zeit an der Universität verbringen, ist es wichtig, die Zusammenarbeit in Lerngruppen zu fördern, um sozialer Isolation [Dö03, S. 411ff] vorzubeugen. Studierende finden sich etwa in Lerntandems zusammen und unterstützen sich gegenseitig beim Wissenserwerb. So wird versucht, einem Studienabbruch entgegenzuwirken. Im Rahmen der Einführungsveranstaltung, bei der die verschiedenen Module vorgestellt werden, lernen sich die Studierenden kennen und ein Gruppengefühl entsteht.

3.2 Abhaltung von Prüfungen

An den beiden Außenstandorten können die Studierenden von allen MUSSS- und MUSSS OC-Lehrveranstaltungen die Prüfungen ablegen, auch wenn keine Präsenzphasen vor Ort abgehalten wurden, dies gilt auch für alle nicht kostenpflichtigen Lehrveranstaltungen. Voraussetzung dafür ist, dass sich zumindest drei Studierende zur jeweiligen Prüfung anmelden. Die Anmeldung Studierenden in den Außenstandorten erfolgt gesondert zu der Prüfungsanmeldung an der Universität. Die Prüfungen finden zeit- und prüfungsgleich mit den Prüfungen an der Universität statt. Im Studienzentrum nimmt eine Gruppe von ungefähr 20 Studierenden an zumindest einer Prüfung im Semester am Außenstandort teil.

Für die elektronischen Prüfungen wurde im Studienzentrum ein PC-Labor mit der gleichen Ausstattung wie der elektronische Prüfungsraum in Linz eingerichtet. Es werden PCs mit Tastatur und integriertem Chipkartenleser verwendet, damit die Prüfungen elektronisch signiert werden können. [Ka15] Rechner des PC-Labors an der Schule wurden mit ähnlicher Hardware ausgestattet.

Bei anderen schriftlichen Prüfungen werden die Prüfungsangaben an die Außenstelle weiter geleitet. Die Prüfungen finden dann in den Außenstellen unter Aufsicht der Mitarbeiterinnen vor Ort statt. Die Prüfungsaufsicht wurde in die Prüfungsregelungen eingeführt. Für eventuelle fachliche Rückfragen stehen die Prüfer telefonisch in Kontakt.

4 Erfahrungen

Im Wintersemester 2009 wurde die erste Lehrveranstaltung in einem der Außenstandorte abgehalten, es handelte sich dabei um Informationsverarbeitung I. In dieser Lehrveranstaltung wurde neben den fachlichen Inhalten auch Wert auf die Vermittlung von Medienkompetenz gelegt, um die Studierenden auf das Format MUSSS mit einem hohen Anteil an mediengestützten Online-Inhalten vorzubereiten. Auf Grund der guten Erfahrungen mit dieser Lehrveranstaltung als Einstieg für MUSSS-Studierende wird sie jeden Sommer angeboten. Die Lehrveranstaltungen in den Regionen werden im Sommer aber auch von Studierenden, die während des Semesters in studieren, gebucht.

4.1 Lerngruppen

Die Institutionalisierung von Lerngruppen an den jeweiligen Standorten war einer der Eckpfeiler bei der Etablierung der Regionalisierung. Dies wurde von den Studierenden nur teilweise angenommen. Aus der ersten Lehrveranstaltung heraus bildeten sich aber informelle Lerngruppen, die teilweise über den weiteren Studienverlauf Bestand gehabt haben. Die Lerngruppen sind für den Informationsaustausch über das Studium und der gegenseitigen Stärkung bei Höhen und Tiefen im Studienverlauf von Bedeutung.

Im Außenstandort mit dem Studienzentrum ist vor Ort eine Ansprechperson verfügbar, die in administrativen und organisatorischen Dingen Auskunft geben kann. Dadurch wird auch eine Koordinationsfunktion ausgefüllt, die am anderen Standort eher die informellen Lerngruppen übernehmen. Es hat sich gezeigt, dass eine Ansprechperson vor Ort ein Erfolgsfaktor für die nachhaltige Etablierung eines Standortes ist. Das Vorhandensein der Infrastruktur allein sichert nicht den Erfolg eines Standortes.

4.2 Studienabbruch

Wie Schätzungen der Fernuniversität Hagen zeigen, findet man in den Fernstudien eine extrem hohe Studienabbruchrate, so schätzt die Fernuni Hagen ihre Abbruchquote auf 70% [No10]. Als Grund für die hohe Dropout-Quote wird die Anonymität im Fernstudium genannt. Dem wird mit der Institutionalisierung der Lerngruppen entgegengewirkt.

In der Arbeit von Hummer [Hu14] wird ersichtlich, dass die wichtigsten Gründe für den Studienabbruch berufliche Neuorientierung, Unvereinbarkeit von Studium und Beruf und familiäre Gründe sowie die falsche Studienrichtung sind. Bezüglich der Studienwahlentscheidung bietet das Angebot in den Regionen die Möglichkeit, beispielsweise im Vorfeld eine Fachrichtung genauer kennen zu lernen.

In der von Hummer [Hu14] durchgeführten Befragung bei den Studienabbrechern, die ein MUSSS-Angebot in Anspruch genommen haben, zeigt sich, dass die Studierenden mit dem Angebot zufrieden waren, andere Gründe aber für den Abbruch entscheidend waren.

5 Fazit

Die Kooperation mit den beiden Außenstandorten hat sich auf Grund von regionalen Interessen angebahnt. In beiden Fällen gab es ein starkes Interesse von den regionalpolitisch Verantwortlichen universitäre Institutionen in die Region zu bringen, weil eine Erhöhung des Qualifikationsniveaus eine Region für Investoren interessanter macht. Die regionale Verankerung ist eine Grundvoraussetzung für das Gelingen der Etablierung von Studienstandorten außerhalb der Universität.

Für die Bevölkerung einer Region ist das Bildungsangebot ein Faktor für die Lebensqualität. Das Angebot in den Regionen richtet sich in erster Linie an berufstätige Studierende oder Studierende mit Betreuungsaufgaben, die nicht so einfach eine Region verlassen können. Studierende, die unmittelbar nach der Schule mit einem Studium beginnen, ziehen den Ortswechsel in eine Universitätsstadt vor.

Für die berufstätigen Studierenden stellt ein Universitätsstudium neben dem Beruf eine besondere Herausforderung dar. Im Rahmen von MUSSS sind die Präsenzzeiten zwar eingeschränkt, die Erarbeitung der Lerninhalte fällt in das Selbststudium. Hier können Zeit und Ort selbst gewählt werden, weniger zeitintensiv ist das Studium allerdings nicht. So zeigt sich, dass ein hohes Maß an Selbstdisziplin notwendig ist, um ein Studium in diesem Format zu beenden.

Um einen Außenstandort sinnvoll betreiben zu können, ist eine „kritische Masse“ an Studierenden erforderlich. Auf der einen Seite ist dies notwendig, um Präsenzphasen und Prüfungen mit einer sinnvollen Anzahl von Studierenden abhalten zu können. Auf der anderen Seite profitieren die Studierenden von formellen und informellen Lerngruppen. Da die Zahl jener, die ihr Studium nicht abschließen (können) relativ hoch ist, ist es von Vorteil, wenn sich zu Studienbeginn eine größere Gruppe bildet.

Um eine entsprechende kritische Masse zu bilden, sind regionale Werbemaßnahmen und regionale Verankerung notwendig. Dazu zählt auch die mittelfristige institutionelle Verankerung des Standortes. Die Studierenden werden über Diskussionen über den Standort sehr verunsichert.

Von Seiten der Universität bedeuten die Außenstandorte organisatorische und studienrechtliche Herausforderungen, die vor allem bei der Etablierung eines Standortes ein angepasstes Prozedere verlangen. Probleme ergeben sich unter anderem daraus, dass sich einige Rechte aus dem Dienstverhältnis zur Universität ableiten wie beispielsweise der Zugang zu den administrativen Systemen oder der Lernplattform.

Literaturverzeichnis

- [Dö03] Döring, N.: Sozialpsychologie im Internet. Die Bedeutung des Internet für Kommunikationsprozesse, Identitäten, soziale Beziehungen und Gruppen, 2003.
- [Hu14] Hummer, E.: Studienabbruch unter besonderer Betrachtung der MUSSS-Variante im Vergleich mit dem Präsenzstudium. Analyse der Studienabbruchgründe, der Motive, der Zufriedenheit mit dem Angebot, der Persönlichkeitsmerkmale der Studierenden. Linz 2014.
- [Ka14] Katzlinger, E.: MuSSS – Multimedia Studien Service SoWi als Beitrag zur Vereinbarkeit von Studium und Berufstätigkeit. In: WISO Sonderheft 2014, 144 – 153.
- [Ka15] Katzlinger, E.; Höller, J.: Verwendung der Bürgerkarte (Digitale Signatur) für E-Assessment. Vortrag GML2 2015 Grundfragen Multimedialen Lehrens und Lernens:

- E-Examinations: Chances and Challenges, 19./20. März 2015.
- [Mö02] Mörth, I.; Watzinger, M.; Brunner, M.; Blumberger, W.: Inskriptionsverhalten, Studiensituation und Studiererfahrungen an der JKU Linz, 2002, <http://soziologie.soz.uni-linz.ac.at/sozthe/staff/moerthpub/Inskriptionsverhalten.pdf>, Stand: 08. 05. 2015
- [No10] Nolte, J.: Zeit Online. <http://www.zeit.de/2010/52/C-Fernuni>
- [Un12] Unger, M.; Dünser, L.; Fessler, A.; Grabner, A.; Hartl, J.; Laimer, A.; Thaler, B.; Wejwar, P.; Zaussinger, S.: IHS - Studierenden-Sozialerhebung 2011. Bericht zur sozialen Lage der Studierenden. Band 2: Studierende, Wien 2012.
- [Un07] Unger, M.; Wroblewski, A. Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung. Projektbericht. 2007.
- [We06] Weber, I.; Weber, S.: Auf der Suche nach dem katholischen Arbeitermädchen auf dem Land. Eine empirische Studie zu den Bildungsentscheidungen im Vergleich Stadt-Land, Norderstedt 2006.

Standortübergreifende Lehramtsausbildung durch Hybridmeetings

Frank Schulze¹, Klaus Gommlich², Sebastian Liebscher³, Undine Grohmann⁴ und Wolfgang Wunsch⁵

Abstract: Im folgenden Artikel wird ein Best-Practice-Beispiel für verteiltes Lernen beschrieben. Es fand in den Jahren 2014 und 2015 in der Ausbildung von Lehramtsstudenten statt. Sie waren an der TU Dresden (BRD) und der Kent State University (USA) eingeschrieben und nutzten die Möglichkeiten der audiovisuellen Kommunikation zum gemeinsamen Erarbeiten von Lehr- und Lerninhalten. Das geschah sowohl gemeinsam als auch zeitweise in örtlich getrennten Arbeitsgruppen. Über die verschiedenen Aspekte dieser Unterrichtsform wird berichtet. Er endet mit einem Ausblick auf mögliche zukünftige Erweiterungen der Zusammenarbeit.

Keywords: verteiltes Lernen, digitale audiovisuelle Kommunikation, Videokonferenzen in der Ausbildung

1 Einleitung

Die Möglichkeit der technisch vermittelten Kommunikation durchdringt immer stärker den Alltag und somit auch den Bereich der Forschung und Lehre an den universitären Einrichtungen. Neben Telefon oder E-Mail sind durch den rasanten Ausbau der breitbandigen Netze inzwischen weitere Technologien als Basis verfügbar. Dazu gehört auch die Videokonferenz. Ihre Integration in die herkömmliche Studienpraxis erweitert die Möglichkeiten der Ausbildung um neue Aspekte und trägt zur Ausprägung neuer Lehrformen bei.

Ein Beispiel für den Einsatz digital gestützter Lehre findet seit zwei Jahren an der TU Dresden in Zusammenarbeit mit der Kent State University (USA) statt. Im Rahmen der Lehrerausbildung werden Onlineseminare in den Räumen des Kompetenzzentrums für Videokonferenzdienste (VCC) durchgeführt.

Das VCC ist ein Projekt des Deutschen Forschungsnetzes (DFN-Verein), das an der TU Dresden angesiedelt ist. Es unterstützt und berät als Dienstleister alle Mitglieder des DFN-Vereins bei der Einsatzplanung, Installation und dem Betrieb von Videokonferenzdiensten.

¹ TU Dresden, ZIH, Helmholtzstr.10, 01062 Dresden, frank.schulze@tu-dresden.de

² Kent State University, Department of English, 113 Satterfield Hall, kgommlie@kent.edu

³ TU Dresden, ZIH, Helmholtzstr.10, 01062 Dresden, sebastian.liebscher@tu-dresden.de

⁴ TU Dresden, ZIH, Helmholtzstr.10, 01062 Dresden, undine.grohmann@tu-dresden.de

⁵ TU Dresden, ZIH, Helmholtzstr.10, 01062 Dresden, wolfgang.wuensch@tu-dresden.de

2 Organisatorische und technische Grundlagen

Die TU Dresden ist eine Volluniversität mit zur Zeit ca. 40.000 Studenten, die Kooperationen und Forschungsbeziehungen zu Einrichtungen in nahezu der gesamten Welt unterhält. Auch zur Kent State University existieren solche Beziehungen. Es gibt gegenseitige Verbindungsbüros und gemeinsame Lehr- und Forschungsprojekte.

Seit vielen Jahren kommen Lehramtsstudenten für die englische Sprache aus Kent für ein Gastsemester an die TU Dresden, um in der Praxis deutscher Gymnasien ihr erworbenes Wissen zu testen und auszuprobieren. Die in Dresden anwesenden Studenten hatten jeweils einen Tag in der Woche eine Unterrichtsstunde in einer Dresdner Schule durchzuführen. Für die Kenter Studenten stand diese Möglichkeit der Praxiserprobung im Ausland nicht zur Verfügung. Die eigene Lehramtsausbildung wurde auf beiden Seiten während dieser Zeit parallel fortgesetzt.

Seit zwei Jahren wird das betreffende Semester durch die audiovisuelle Kommunikation zwischen Dresden und der Heimatuniversität der Studenten angereichert. Auf die Vor- und Nachteile der räumlich und teilweise auch inhaltlich geteilten Semesterarbeitsinhalte soll im Artikel näher eingegangen werden.

Für die technische Realisierung der Verbindungen steht mit dem Videokonferenzraum der TU Dresden am Zentrum für Informationsdienste (ZIH) eine geeignete Umgebung zur Verfügung. Sie wird im Rahmen des VCC als deutschlandweiter Referenzraum genutzt. Mit 15 Arbeitsplätzen, zwei Beamerflächen, vielfältigen Anschlussmöglichkeiten weiterer externer Signalgeber (z.B. Presenter) sowie guter Akustik ist er für solche Szenarien prädestiniert. Nicht zuletzt hilft im Sommer die Klimaanlage für die notwendige Kraft zu längeren Sitzungen.

Für Videokonferenzen mit ca. 10 Teilnehmern pro Standort bietet sich trotz neuer Entwicklungen immer noch das bewährte ITU-Protokoll H.323 als Grundlage an. Es ist eine sogenannte Regenschirmnorm, die unter anderem Festlegungen wie den Verbindungsaufbau, die Verschlüsselung der Kommunikation, die Synchronisation von Daten und den Einsatz eines zusätzlichen Präsentationskanals beschreibt. Der Standard setzt auf das Internet auf und gewährleistet weltweit mittels des sogenannten Global Dialing Scheme (GDS) die audiovisuelle Kommunikation zwischen den universitären Einrichtungen.

Die technische Infrastruktur wird in einer Reihe von Ländern durch die jeweiligen nationalen Forschungsnetze bereitgestellt. Sie sind besonders auf die Anforderungen von Forschung und Lehre ausgelegt und bieten eine hohe Performance und Verfügbarkeit. In Deutschland hat der DFN-Verein diese Aufgabe übernommen.

Die Anwender benötigen für die Durchführung von Videokonferenzen vor Ort noch Geräte, die dieses Protokoll beherrschen. Eine Reihe von Herstellern bieten Systeme unterschiedliche Ausstattung an, die untereinander kompatibel und für verschiedene Gruppengrößen geeignet sind. Für 10 Personen sind sogenannte Settopsysteme gut ge-

eignet. Bei ihrer Nutzung in einem Videokonferenzraum können sie in eine vorhandene Raumsteuerungsanlage integriert werden.

Die notwendigen Absprachen mit den Technikern in Kent ergaben das Vorhandensein eines solchen Gerätes in einem geeignet umgebauten Seminarraum in der dortigen Universität. Der Testlauf war mit guter Audio- und Videoqualität zufriedenstellend und bewies die Eignung für einen praktischen Einsatz. Daneben wurden noch die wichtigsten Fragen in Zusammenhang mit eventuellen technischen Problemen besprochen. Falls es zu einer Unterbrechung der Verbindung wegen technischer Störungen kommen sollte, wurde vereinbart, dass Dresden die erneute Kontaktaufnahme vornimmt, damit der inhaltliche Fluss so kurz wie möglich beeinträchtigt wird. Natürlich mussten trotzdem die Telefonnummern der jeweiligen Konferenzräume vor der ersten Sitzung ausgetauscht werden.

Am Anfang wurden die Veranstaltungen noch technisch durch Kollegen des VCC betreut. Der Seminarleiter wurde aber nach und nach in die selbstständigen Nutzung der Technik eingewiesen, wodurch er die Hilfe der Kollegen des VCC immer weniger benötigte.

Diese Schulung beginnt mit einer grundsätzlichen Einweisung von ca. 60 Minuten Dauer einige Tage vor Veranstaltungsbeginn, die dann vor jeder Sitzung in den wichtigsten Punkten mit abnehmender Dauer wiederholt wird. Besonderer Wert wird dabei stets auf die Verbindungsaufnahme, die Möglichkeiten der Audiosteuerung und die Erläuterung der wichtigsten Fehlerquellen gelegt. Das Einbinden weiterer Medien wird dagegen erst unmittelbar bei wirklicher Nutzungsabsicht am betreffenden Tag gezeigt, weil sich „Lernen auf Vorrat“ bei diesen Fragen in der Vergangenheit als nicht sinnvoll erwies.

3 Durchführung

Die Seminare waren sogenannte Hybridmeetings. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass ein Teil der Teilnehmer vor Ort präsent ist und ein anderer Teil per digital vermittelter Kommunikation zugeschaltet ist. Im konkreten Fall waren 10 Studenten in Dresden und 8 Studenten in Kent jeweils als gemeinsame Gruppe in ihrem Raum anwesend. Die technische Umsetzung wurde als Direktverbindung auf Grundlage des schon oben erwähnten Protokolls H.323 realisiert.

Auf Grund der Zeitverschiebung von sechs Stunden konnten die Seminare in Dresden erst am späten Nachmittag stattfinden. In Kent war es jedoch früher Morgen, was inhaltlich manchmal auch am Anfang der Session spürbar war.

Die Veranstaltungen hatten ausnahmslos Seminarcharakter mit viel Diskussion und Dialog. Es wurden fast ausschließlich nur der Video- und Audiostrom verwendet, weitere Hilfsmittel kamen nur selten zum Einsatz. Wenn überhaupt, wurden noch kurze Prä-

sentationsübertragungen vorgenommen. Die interne Gruppenkommunikation wurde auf jeder Seite (außer nach vorheriger spezieller Ankündigung) weitestgehend unterlassen, so dass immer alle Teilnehmer am Gesprächsverlauf partizipieren konnten.

Während der Sitzung war der Gesamtleiter immer auf der Dresdner Seite und der Co-Teacher auf der Gegenseite anwesend. Die Dresdner Seite hatte stets sowohl die organisatorische als auch inhaltliche Führung der Veranstaltung inne.

Im Laufe der Seminare hielten die Teilnehmer Vorträge von jeweils 10 Minuten Dauer, die anschließend in eine Frage-Antwort-Runde mündeten. Dabei zeigte es sich, dass die Antwortbereitschaft prinzipiell auf jener Seite höher war, wo auch zuvor die Frage gestellt wurde.

Im Laufe der Veranstaltungen von jeweils 90 Minuten Länge wurde es bald sehr deutlich, dass die gute inhaltliche Vorbereitung der Studenten für die Durchführung des Seminars wichtig war. Je besser diese vorgenommen wurde, desto höher waren die Qualität der Diskussion und die Disziplin der Teilnehmer.

Es zeigte sich auch, dass die Studenten in Dresden auf Grund ihrer zunehmenden Praxiserfahrung einen Erkenntnisgewinn erzielten, der in den Diskussionen immer deutlicher zum Ausdruck kam. Die rein theoretischen Überlegungen konnten so besser geprüft und inhaltlich bewertet werden. Dadurch gewannen auch die Kenter Teilnehmer neue Einsichten in den Lehrstoff.

4 Unterschiede zur reinen Präsenzveranstaltung

Die gewählte Form des Hybridmeetings führte zu einigen Unterschieden gegenüber gewohnten Präsenzseminaren. Es gibt Komponenten eines realen Seminars vor Ort, aber auch Besonderheiten der digital vermittelten Kommunikation.

Einerseits kann die Kapazität eines Raumes erhöht werden, weil entfernte Teilnehmer zugeschaltet werden. Andererseits fielen die Sitzungen ganz aus, wenn auch nur auf einer der beiden Seiten ein Feiertag war. In Kent gibt es außerdem bei besonders strengen Wintern die Regelung, dass bei dichtem Schneefall die Universität geschlossen bleibt. Diese sogenannten „Snow Days“ werden vor Ort jeweils erst früh bekannt gegeben. Das hatte auch in Dresden den Ausfall des Seminars zur Folge, was aber dann erst mitten am Studientag dort als Nachricht eintraf.

Im Gegensatz zu Präsenzveranstaltungen hat der Seminarleiter nie den ganzen Raum im Blick. Von der Gegenseite sieht er nur den technisch vermittelten Eindruck, den ihn diese zeigen will. Auch die Darstellung aller Teilnehmer in einem gemeinsam übertragenen Gruppenbild vergrößert den ohnehin vorhandenen Abstand für die jeweils andere Seite noch einmal.

Der Seminarleiter muss trotzdem darauf achten, dass alle auditiven und visuellen Beiträge gleichermaßen auf beiden Seiten wahrgenommen werden können. Dazu muss gegebenenfalls auch die Kamera geschwenkt oder gezoomt werden, um einen Redner besser darstellen zu können. Diese Doppelrolle kann nur durch eine erhöhte Konzentration erfüllt werden, was auf Dauer die notwendige mentale Anstrengung verstärkt.

Es hat sich daher als gut erwiesen, bestimmte Kameraeinstellungen als Preset vorher zu definieren, was das Umschalten mit einem Knopfdruck erlaubt. Noch besser ist der Einsatz von zwei Kameras, die verschiedene Raumperspektiven abdecken können. Dadurch kann eine gewisse Abwechslung in die Übertragung eingebracht werden.

Aber alle diese Komponenten verändern die Beziehung des Dozenten zu den Studenten. Er kann nonverbale Reaktionen und Gesten (wie z.B. Körpersprache und Augendruck) nicht genau so wie unmittelbar vor Ort verfolgen und dadurch nicht entsprechend darauf reagieren. Der Seminarleiter kann jedoch durch geeignete Übungen oder auch einfache Umfragen sicherstellen, dass alle Teilnehmer des Hybridmeetings noch inhaltlich teilnehmen.

Der andere Medienkanal bekommt somit eine noch größere Bedeutung. Das Audio ist nachgewiesenermaßen sowieso wesentlich stärker am Erfolg einer Videokonferenz beteiligt als das Bild [Me08]. Durch die eingeschränkte nonverbale Kommunikation und die technisch bedingte Verzögerung der Übertragung (was hauptsächlich mit der notwendigen Synchronisation der Kanäle beim Empfänger zusammenhängt) verlangt das Audio insgesamt eine wesentliche höhere Konzentration. Sprechpausen sind schlechter als gewohnt als solche erkennbar und können deshalb nur mit erhöhter Konzentration wahrgenommen werden. Das ist schnell anstrengend und wirkt ermüdend. Trotzdem ist die Möglichkeit einer Videokonferenz aus kommunikationstheoretischer Sicht einer reinen Telefonkonferenz immer vorzuziehen.

Bei ungeübten Teilnehmern tritt außerdem der Effekt ein, dass die Darstellung mittels eines Beamers oder eines Bildschirms die Illusion eines Fernsehbildes erzeugt. Die schon oben erwähnte Verzögerung ist aber größer als beim TV, was immer wieder für Verwirrung sorgt.

Da das Seminar benotet wurde, wurden die Seminararbeiten ausschließlich digital kontrolliert und bewertet werden (Blackboard Learn). Die Zensuren mussten am Ende in das interne Bewertungssystem der Universität Kent eingegeben werden. Dieser gesamte Prozess der Notenvergabe dauerte für den Seminarleiter im Gegensatz zur sonst üblichen Papier-Stift-Methode etwa dreimal so lange.

Ein großer Vorteil der verteilten Arbeit sind die einfließenden Perspektiven zweier Gruppen. Die Dresdner Seite hat Erfahrungen aus deutschen Gymnasien, die andere Seite aus der Unterrichtstätigkeit in den USA. Diese unterschiedlichen Impulse durch die praktische Arbeit gestalten die Seminare wesentlich interessanter und interkultureller.

5 Diskussion

Die Durchführung von Seminaren als Hybridmeetings bietet viele Chancen als auch einige Risiken. Die einfache Übertragung von Präsenzveranstaltungen in die digitale Welt kann nur begrenzt stattfinden.

Die Seminare sollten letztlich in der Vorbereitung wie zwei getrennte Veranstaltungen behandelt werden, die zeitweise zusammengeführt werden. Die besonderen Anforderungen und Erwartungen jeder Seite müssen vorher aufgenommen und in den Ablauf einbezogen werden.

Als hilfreich hat sich eine sowohl didaktisch als auch technisch abwechslungsreiche Gestaltung des Seminars gezeigt. Hier sollten kleine Übungen, Diskussionen oder kurze Vorträge einbezogen werden. Das kann durch die Nutzung aller potentiell möglichen Kanäle gewährleistet werden. Aber auch ein digitales Whiteboard, eine Dokumentenkamera oder externe Signalquellen wie Audio und Video von einem Laptop können einbezogen werden.

Weiterhin sollten beide Seiten gleichmäßig in den Ablauf eingebunden werden. Die Variante in Dresden und Kent, dass auf beiden Seiten ein Verantwortlicher zugegen ist, gewährleistet außerdem, dass auch kleine Übungen vor Ort durchgeführt werden können und Verständnisprobleme bzw. technische Probleme schnell geklärt werden können.

Als hilfreich hat es sich in der Praxis außerdem erwiesen, eventuelle Lehrmaterialien in Form von Präsentationen oder ähnlichem vorab der anderen Seite schon zur Verfügung zu stellen. Dadurch kann die Abhängigkeit vom technischen Übertragungssystem etwas abgemildert werden.

Ein bisher nicht beachteter Aspekt der durchgeführten Seminare wäre die Möglichkeit der Aufzeichnung von Veranstaltungen. Dieser kann entweder den Teilnehmern zur Verfügung gestellt werden oder auch vom Dozenten ausgewertet werden. Dabei müssen allerdings die datenschutzrechtlichen Aspekte für alle beteiligten Personen stets gewahrt werden.

Literaturverzeichnis

- [Me08] C. Meyer, F. Schulze, W. Wunsch, H. Donker: Kosten und Nutzen von Videokonferenzen, In Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation (PIK), Ausgabe 3/2008, Seite 153-160, ISSN 0930-5157, K.G. Saur Verlag München, 2008

Hendrik Thüs
Dirk Börner
Birgit Schmitz

Mobile Learning

Workshop im Rahmen der DeLFI 2015,
1. September 2015 in München

Vorwort

Workshop Mobile Learning

Das moderne mobile Endgerät ist zu einem ständigen Begleiter in Alltagsbelangen und in gewissen Teilen auch in Lernsituationen geworden. Während die unterstützenden Funktionalitäten, wie die Möglichkeit des schnellen Informationsabrufes oder der Inanspruchnahme von Hilfestellungen, wahrscheinlich noch lange die Nutzung dieser Geräte dominieren werden, drängen mehr und mehr Lernmöglichkeiten auf den mobilen Sektor. Leistungsfähigkeit, Ausstattung und Bedienbarkeit mobiler Endgeräte werden immer besser. Präzisere, in den Endgeräte integrierte oder extern angebundene Sensoren und neue Geräte des Wearable Computing, wie Datenbrillen oder Smartwatches, erlauben neue Möglichkeiten und Dimensionen der Datenerfassung die Auswirkungen haben für das Lernen und Lehren mit Unterstützung mobiler Technologien.

Mittlerweile liegen umfangreiche Erfahrungen aus dem Einsatz mobiler Anwendungen in Forschung und Praxis vor. Tablets, Smartphones und ähnliche mobile Endgeräte unterstützen das Lehren und Lernen durch die Bereitstellung neuer Interaktionsformen, die personalisiertes, selbstreguliertes Lernen ebenso ermöglichen wie Peer-to-peer Lernen. Personalisierung, Kontextualisierung, Reflexion oder die Einbindung sozialer Komponenten nehmen einen immer größeren Stellenwert in der aktuellen Forschung ein. Das Thema Mobile Learning gewinnt dadurch nicht zuletzt auch im Bereich des e-Learning weiter an Bedeutung.

In diesem Workshop wurden aktuelle technologische Fragestellungen sowie Praxiserfahrungen mit dem Einsatz von mobilen Endgeräten und Anwendungen adressiert. Dabei wurden Szenarien, Anwendungen und Technologien in den Mittelpunkt gestellt, die einen wirklichen Mehrwert aus der Mobilitätsunterstützung erzielen bzw. erlauben.

Wir danken allen Autoren für ihre Beiträge zum Workshop, dem Programmkomitee und den Gutachtern für die sorgfältige Begutachtung, die konstruktiven Anmerkungen und die Unterstützung bei der Auswahl von interessanten Beiträgen und den Chairs der Gesamtkonferenz DeLFI für das in uns gesetzte Vertrauen.

Aachen, Heerlen (Niederlande) und Bonn, im September 2015

Hendrik Thüs
Dirk Börner
Birgit Schmitz

Workshopleitung und Organisation

Hendrik Thüs, RWTH Aachen

Dirk Börner, Welten Institute, Open University of the Netherlands

Birgit Schmitz, Deutsche Telekom Stiftung

Programmkomitee

Dr. Lars Bollen (Universiteit Twente)

Prof. Dr. Andreas Breiter (Universität Bremen)

Dr. Mohamed Amine Chatti (RWTH Aachen)

Prof. Dr. Claudia de Witt (Fernuniversität Hagen)

Prof. Dr. Christoph Igel (DFKI CeLTech – Saarbrücken)

Prof. Dr. rer. nat. Marc Jansen (Hochschule Ruhr-West)

Dr. Marco Kalz (Open University of the Netherlands)

Dr. Johannes Konert (TU Darmstadt)

Prof. Michael Mielke (FH Kiel)

Prof. Dr. Markus Peschel (Universität des Saarlandes)

Dr. Christoph Rensing (TU Darmstadt)

Prof. Dr.-Ing. Ulrik Schroeder (RWTH Aachen)

Prof. Dr. Marcus Specht (Open University of the Netherlands)

Prof. Dr. Karsten D. Wolf (Universität Bremen)

Dr. Raphael Zender (Universität Potsdam)

Konzepte und Verfahren zur Visualisierung von Kontextinformationen und Adaptionenmechanismen in mobilen adaptiven Lernanwendungen

Tobias Moebert¹, Martin Biermann¹, Helena Jank¹ und Ulrike Lucke¹

Abstract: Damit kontextsensitive mobile Lernanwendungen ihre Inhalte an die Situation und die Vorlieben des Lernenden anpassen können, werden unbemerkt Kontextinformationen erfasst und ausgewertet. Bedingt durch technische Einschränkungen, sind diese Informationen jedoch nicht immer akkurat. Dies kann dazu führen, dass das Verhalten der Anwendung nicht mehr nachvollziehbar ist. Um dies zu vermeiden, müssen Konzepte für Benutzeroberflächen entwickelt werden, die die gesammelten Kontextinformationen und die auf der Basis dieser Informationen durchgeführten Anpassungen für den Benutzer transparent machen.

Keywords: E-Learning, Mobiles Lernen, Kontexterfassung, Kontextsensitivität, Adaptierung, Benutzerfreundlichkeit, User-Interfacedesign

1 Einleitung

Auf Smartphones zum Einsatz kommende adaptive Mikrolernanwendungen können Kontextinformationen erfassen und dadurch den Lernprozess an den Nutzer und sein Verhalten anpassen (vgl. [SAW94]). Kontext umfasst hierbei alle Informationen, die die Situationen charakterisieren, in der sich der Benutzer gerade befindet und welche für die Interaktion mit der Anwendung relevant sind [De01]. Vorwiegend findet die Erfassung von Kontextinformationen unauffällig im Hintergrund statt. Jedoch ist diese oft eingeschränkt, hinsichtlich Genauigkeit und Verlässlichkeit der Daten. Dadurch kann das Verhalten der Lernanwendung für den Benutzer nicht mehr nachvollziehbar oder sogar befremdlich wirken. Zudem birgt die Erfassung von Kontextinformationen die Gefahr eines Einschnitts in die Privatsphäre des Benutzers.

Eine noch offene Fragestellung ist die nach der Sicherstellung einer hinreichenden Informationsversorgung und der gleichzeitigen Vorbeugung von Datenschutzverletzung durch den möglichen Mangel an transparenter Kontexterfassung. Hierzu müssen, basierend auf etablierten Designprinzipien, neue Entwurfsmuster für die Benutzerfreundlichkeit von mobilen adaptiven Mikrolernanwendungen erarbeitet werden. Der weitere Verlauf dieses Papers soll einen Vorschlag für solche Entwurfsmuster vorstellen.

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik und Computational Science, August-Bebel-Str. 89,
14482 Potsdam, vorname.nachname@uni-potsdam.de

2 Benutzerfreundlichkeit

Benutzerfreundlichkeit umfasst die Konzepte Usability und User Experience (UX): Usability bezeichnet die effektive, effiziente und zufriedenstellende Gebrauchstauglichkeit einer Software, UX darüber hinaus das ganzheitliche Erlebnis des Nutzers vor, während und nach der eigentlichen Nutzung (EN ISO 9241-210:2010 [EN10]). In früheren Arbeiten wurden die “acht goldene Regeln” [Sh86] bzw. “zehn Heuristiken” [Ni94] für User Interface Design erarbeitet, mit Hilfe derer es möglich werden soll, ein hohes Maß an Benutzerfreundlichkeit gewährleisten zu können. Von diesen, sich teilweise überdeckenden, Designprinzipien waren für diese Arbeit folgende sechs im Hinblick auf das Ziel einer transparenten Kontextverarbeitung von besonderem Interesse:

- Informatives Feedback soll angeboten werden.
- Aktionen sollen einfach rückgängig gemacht werden können.
- Der Nutzer soll das Gefühl der Kontrolle über das System behalten.
- Das Kurzzeitgedächtnis des Nutzers soll entlastet werden.
- Der Systemzustand soll jederzeit sichtbar sein.
- Das Design soll ästhetisch und minimalistisch (auf die nötigsten Informationen beschränkt) sein.

Zusätzlich zu diesen allgemeingültigen Empfehlungen für benutzerzentriertes Interface Design gilt es, die Besonderheiten zu beachten, die vor allem Smartphones mit sich bringen, und die neue Herausforderungen, aber auch Chancen für die Benutzerfreundlichkeit [Ni15][Ba07] bergen.

3 Konzeption

Basierend auf einem Beispiellehrscenario für mobile adaptive Lernanwendungen wurde ein digitaler Paper-Prototype erstellt und später als Grundlage für die Studie der entwickelten Prinzipien genutzt. Dieser zeichnet sich durch die folgenden Schlüsselmerkmale aus:

1. *Verwendung von üblichen Benutzerschnittstellenkomponenten:* Es wurden lediglich Benutzeroberflächenkomponenten verwendet, die zum Standard-Set des Betriebssystems gehören. Da diese Komponenten den Schnittstellenrichtlinien der Plattform entsprechen, kann davon ausgegangen werden, dass sie sich bewährt haben und von den meisten Benutzern verstanden werden.
2. *Simulation von realistischen Kontextveränderungen:* Die simulierten Adaptierungen basieren auf Kontextveränderungen, die jeden Tag für die meisten mobilen Be-

nutzer geschehen.

3. *Realistisches Beispielszenario*: Es wird ein Szenario verwendet, das auf Lehrinhalten aufbaut, die bereits in gewöhnlichen Lehrformen eingesetzt wurden. Diese Lehrinhalte wurden für das Szenario als Mikrolerninhalte umgesetzt.

Um die Bereiche zu identifizieren, die maßgeblich für die Entwicklung neuer Entwurfsmuster sind, wurde der charakteristische Programmablauf innerhalb des Beispiellehrszenarios betrachtet. Dieser beginnt mit dem ersten Starten der Anwendungen, dem typischerweise die Navigation durch die verschiedenen Lerninhalte folgt. Da die Lerninhalte in solchen Anwendungen häufig in alternativen Präsentationsformen vorliegen, kommt es regelmäßig zur Auswahl dieser Alternativen durch das System oder den Nutzer. Zudem werden während der gesamten Nutzung der Anwendung in regelmäßigen Abständen Kontextinformationen erfasst und Inhalte basierend auf diesen Informationen ausgewählt oder angepasst. Basierend auf diesen Abläufen wurden die folgenden Entwurfsmuster für die Benutzerfreundlichkeit entwickelt:

3.1 Onboarding

Mittels eines sogenannten Onboarding-Prozesses wird der Benutzer mit Interaktionsmustern vertraut gemacht, die ihm durch seine bisherige Nutzung oder aus anderen Anwendungen noch nicht vertraut sind. Das Onboarding besteht aus mehreren informatorischen Ansichten, die mit dem ersten Anwendungsstart angezeigt werden. Sie bieten eine kurze Einführung in die Anwendung und erläutern die wichtigsten Funktionen. Besonderer Fokus wurde auf situatives Lernen gelegt, auf die explorative "Honeycomb"-Navigationsansicht (Abb. 1) und die Art und Weise, wie neu erfasste Kontextinformationen angezeigt werden.

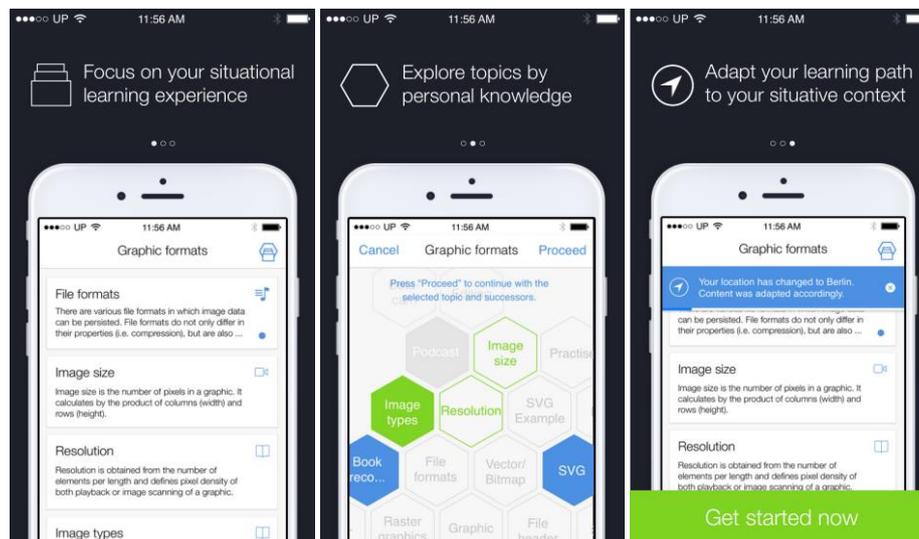


Abb. 1: Der Onboarding-Prozess hebt den Fokus auf situatives Lernen, die explorative “Honeycomb”-Navigationsansicht und die Erfassung von Kontextdaten hervor.

3.2 Navigation in Lerninhalten

Vergangene Forschung hat gezeigt, dass Lehr- / Lernstile sich dahingehend unterscheiden, wie Lerninhalte präsentiert bzw. diese vom Lernenden aufgefasst werden [FS02]. Eine dieser Unterscheidungen differenziert zwischen einem sequentiellen und einem globalen Lehr- / Lernstil. Hierbei umfasst sequentielles Lehren “[...] die Präsentation von Lehrmaterial in einem logisch geordneten Fortschritt” [FS02] Um diese klassische Lehr- / Lernmethode abzubilden, wurde der “Learning Card Stream” entworfen (Abb. 2). Jede Karte repräsentiert eine Mikrolearningeinheit. Neue Karten werden dem Strom von oben hinzugefügt, wenn entweder ein Mikrolearninginhalt konsumiert wurde oder neue bzw. aktualisierte Kontextinformationen verfügbar werden. Eine neu hinzugefügte Karte wird als solche markiert, um besser erkennbar zu sein. Um dem Lernenden eine allgemeine Vorstellung davon zu geben, welcher Inhalt sich hinter jeder Karte verbirgt, haben diese einen Titel, eine kurze Beschreibung und ein Symbol, das auf den Inhaltstyp hindeutet. Obwohl hier ein linearer Lernstil im Fokus steht, ist ein gewisser Grad an Freiheit beim Abarbeiten der Karten gegeben. Beispielsweise können jederzeit ältere Karten oder alternative Lerninhalte aufgerufen werden.

Im Gegensatz zu einem sequentiellen Lernstil, wo Lernende “[...] linearen Denkprozessen beim Lösen von Problemen folgen [...] am besten lernen, wenn das Lernmaterial einem stetigen Anstieg von Komplexität und Anforderung folgt.”[FS02], neigen Lernende, die einem eher globalen Lernstil folgen, dazu “[...] stoßweise zu lernen [...] intuitive

Sprünge im Stoff zu vollführen [...] manchmal erfolgreicher zu sein, wenn sie direkt zu komplexerem oder schwererem Material springen.”[FS02] Um einen solchen globalen Lernstil zu unterstützen, wurde die “Honeycomb”-Navigationsansicht entwickelt (Abb. 2). Hierbei werden alle Lerneinheiten eines Szenarios als Wabenstruktur dargestellt, in der verwandte Lerneinheiten in unmittelbarer Nähe positioniert sind. Dies ermöglicht es dem Lernenden, einen Blick auf zukünftige Lerneinheiten zu nehmen. Gerade erreichbare Lerneinheiten sind blau gefärbt und die Auswahl einer solchen Lerneinheit zeigt die direkt nachfolgenden Lerneinheiten an. Dies ermöglicht dem Lernenden, den weiteren Verlauf des Lernpfades abzuschätzen und so einen umfassenderen Überblick über den zu lernenden Stoff zu erhalten. Welche Lerneinheiten folgen, basiert auf den erfassten Kontextinformationen und den vom Autor festgelegten Beziehungen zwischen den Lerneinheiten.

Die unterschiedlichen Navigationsansichten geben dem Lernenden mehr Möglichkeiten, die Lerninhalte an seine eigenen Bedürfnisse anzupassen und erleichtern es ihm individuelle Lernpfade zu finden. Da es schwierig ist, ohne Weiteres vorherzusehen, welchen Lernstil der Lernende momentan bevorzugt, sollte es möglich sein, zu jeder Zeit zwischen den beiden Navigationssystemen zu wechseln.

3.3 Alternativen

In einem adaptiven Lernszenario ist es sehr wahrscheinlich, dass unterschiedliche Versionen desselben Lerninhalts existieren. Diese Versionen können sich beispielsweise in den verwendeten Medientypen unterscheiden oder unterschiedliche Kontextinformationen voraussetzen. Auch wenn eine adaptive Lernanwendung anfänglich Annahmen darüber tätigen wird, welche Version für die aktuelle Situation, in der sich der Lernende befindet, optimal ist, ist es dennoch von großer Wichtigkeit, dass der Lernende manuell zwischen den Alternativen wechseln kann. Eine Liste der alternativen Darstellungen (falls vorhanden), kann durch ein Tippen auf das Symbol, das den aktuellen Inhaltstyp der Karte darstellt, geöffnet werden. In der Liste werden für jede Alternative die Kontextinformationen, die als Voraussetzung festgelegt wurden, sowie der Inhaltstyp angezeigt. Zudem soll ein Vorschaubild des Karteninhalts es dem Lernenden erleichtern, die Inhalte zu finden, die für ihn am besten geeignet sind.

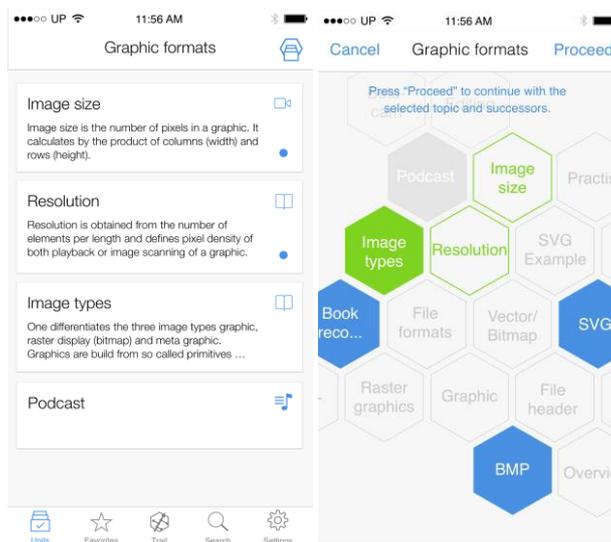


Abb. 2: Der “Card Stream” (links) unterstützt sequentielles Lernen, die “Honeycomb”-Navigationsansicht (rechts) fokussiert einen globalen Lernstil.

3.4 Kalibrierung

Ein bedeutender Bedarf für die Kalibrierung der adaptiven Lernanwendung geht aus dem Fakt hervor, dass Kontextinformationen subjektiv vom Lernenden aufgefasst werden können. So werden beispielsweise Umgebungsgeräusche von Lernenden unterschiedlich stark als störend empfunden. Die Kombination von Kontextinformationen und dem Nutzerverhalten liefert bereits einige Hinweise, die für die Erkennung von Situationen genutzt werden können, welche besonders gut für das Lernen geeignet sind. Eine weitere Möglichkeit ist, die aktuell erfassten Kontextinformationen zu nutzen und gelegentlich den Lernenden zu fragen, ob dieser das Gefühl hat, dass die aktuelle Situation seine Konzentration beim Lernen behindert. Dies bietet eine direkte Rückmeldung durch den Lernenden dahingehend, welche Situationen für ihn persönlich ideal für das Lernen sind und welche nicht.

3.5 Benachrichtigung über Kontextänderungen

Wesentlich ist, dass der Lernende über neu erfasste oder aktualisierte Kontextinformationen informiert wird. Allem voran soll dies ein Bewusstsein für die von der Anwendung

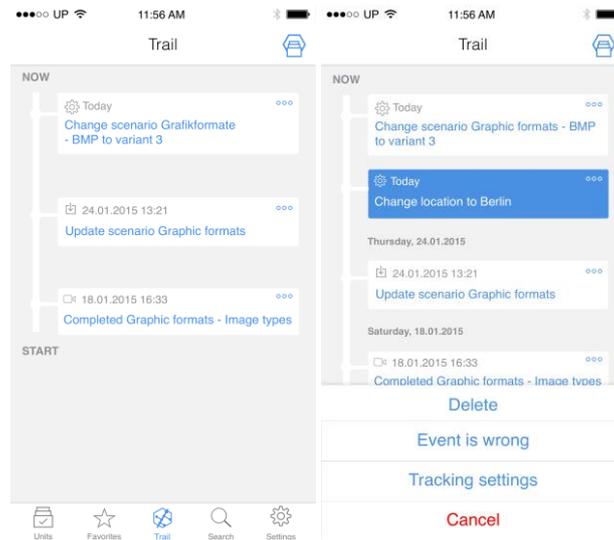


Abb. 3: Die “Trail”-Funktionalität hält in chronologischer Reihenfolge vergangene Ereignisse und erfasste Kontextinformationen fest. Zusätzlich gibt sie dem Lernenden die Möglichkeit, von der Kontexterfassung getätigte Annahmen zu revidieren.

gesammelten Kontextinformationen schaffen. Im Gegenzug wird dem Lernenden ermöglicht, Verletzungen seiner Privatsphäre, aber auch fehlerhafte Informationen zu identifizieren. Um den Lernenden nicht von seiner eigentlichen Lernaufgabe abzulenken, versperren Meldungen so wenig wie möglich vom Bildschirm, liefern gleichzeitig jedoch eine geeignete Menge an Informationen. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass jeder Benutzer benachrichtigt werden möchte, weshalb Nachrichten nach kurzer Zeit ohne Zutun des Lernenden verschwinden und ihm gleichzeitig die Möglichkeit bietet, zukünftige Benachrichtigungen vollständig abzustellen. Was noch ausgewertet werden muss, ist, welche Arten von Kontextinformationen sich für diese Art von Benachrichtigungen eignen und welche Meldefrequenz akzeptabel für den Benutzer ist. So kann beispielsweise sicher davon ausgegangen werden, dass in den meisten Lernszenarien eine sekundliche Benachrichtigung über die Änderung der Umgebungslautstärke schnell als störend empfunden werden wird.

3.6 Ereignishistorie

Ebenso wie das Bewusstsein über sich ändernde Kontextinformationen, ist entscheidend, dass dem Benutzer eine einfach zu verstehende Übersicht über erfasste Kontextinformationen oder vergangene Ereignisse zur Verfügung steht. Eine solche Historie wird durch die “Trail”-Funktionalität bereitgestellt (Abb. 3). Zusätzlich zur Übersicht über die gesammelten Daten, kann der Benutzer einzelne Ereignisse oder Informationen auswählen

und Annahmen der Kontexterfassung revidieren (z.B. Informationen löschen, Informationen als falsch markieren oder die Erfassung bestimmter Informationen anpassen).

4 Untersuchungsergebnisse

Um eine erste Untersuchung der hier aufgestellten Konzepte durchzuführen, wurden mehrere Usability-Tests in Form von Experteninterviews durchgeführt. Dazu wurden Experten aus den Bereichen Produktvermarktung, Design und akademische Lehre befragt. Diese haben in einem Interview, teilweise geführt und teilweise explorativ, verschiedene Anwendungsfälle mit dem entwickelten digitalen Paper-Prototypen durchgespielt. Dabei konnten sowohl allgemeine als auch konzeptspezifische Erkenntnisse gewonnen werden:

1. Generelle Erkenntnisse
 - Probanden mit sporadischem oder situativem Lernverhalten, lernen auf Basis von Lernmaterialien mit atomarem Lernfokus, d.h. nicht aufeinander aufbauenden Elementen. Im Vordergrund steht direkt erreichbarer Lernerfolg.
 - Nutzer jedweder Herkunft und Profession empfinden mangelhaftes Durchhaltevermögen und abnehmende Konzentration beim langfristigen Lernen.
 - Experten erhoffen sich integrative Lerninteraktion mit extern geplanter Lernpfadoptimierung für lang-, sowie kurzfristige Lernziele. Diese sollen in Form von Meilensteinen und unären Zielen explizit auswählbar sein.
2. Für das Lösungskonzept spezifische Erkenntnisse
 - Die Experten haben bestätigt, dass die Verwendung von plattformspezifischen Benutzeroberflächenelementen eine intuitive Nutzerinteraktion ermöglicht.
 - Die inhärente Verknüpfung von “Card Stream”- und “Honeycomb”-Navigation war oft nicht intuitiv ersichtlich und die Einfärbung der Waben wurde vermehrt missverstanden.
 - Für die “Trail”-Ansicht der vergangenen Sensordatenerfassung und Ereignisprotokollierung wünschen sich die Mehrzahl der Experten die Möglichkeit einer Filterung, um sich auf jeweilige Einträge in diesen Kategorien konzentrieren zu können.
 - In der Stichwortsuche oder bei Referenzen innerhalb einer Karte war unklar, inwiefern Karten, welche nicht auf dem aktuellen Lernpfad enthalten sind, verfügbar gemacht werden können. Die Experten waren jedoch in der Mei-

nung gespalten, ob eine vollständige oder eine gefilterte Ergebnisliste in Bezug auf den aktuellen Lernpfad notwendig ist.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Erfassung von Kontextinformationen und die Adaptierung von Lerninhalten basierend auf diesen Informationen hat das Potential, die Lernerfahrung an die Bedürfnisse und die Situation des Lernenden anzupassen. Werden Kontexterfassung und Adaptierung jedoch nicht klar genug vermittelt, kann das Verhalten der Lernanwendung für den Lernenden nicht mehr nachvollziehbar oder sogar befremdlich wirken. Zudem kann die unbewusste Erfassung von Kontextinformationen einen Einschnitt in die Privatsphäre des Lernenden darstellen.

Dieses Paper präsentiert erste Konzepte, um die Mechanismen von Kontexterfassung und Adaptierung für den Lernenden bewusst zu machen, ohne ihn jedoch durch kognitive Überlastung von der eigentlichen Lernaufgabe abzulenken. Innerhalb von Experteninterviews wurde versucht, die entwickelten Entwurfsmuster für die Benutzerfreundlichkeit von kontextsensitiven Lernanwendungen zu verifizieren. Es hat sich dabei gezeigt, dass einige der für die Konzeption getroffenen Annahmen (z.B. Verwendung von üblichen Benutzerschnittstellenkomponenten oder die Unterstützung von irregulärem Lernverhalten) sich als richtig erwiesen haben, genauso ist aber auch ersichtlich geworden, dass bestimmte Konzepte (z.B. "Honeycomb"-Navigation oder das Onboarding) die erhofften Effekte noch nicht im vollen Umfang befriedigen. Was die Erfüllung der Kernanforderung, der Verbesserung der Transparenz von Kontexterfassung und Adaption, angeht, so kann noch keine endgültige Aussage getroffen werden. Hierfür bedarf es umfangreicherer Tests mit "echten" Lernenden und "echten" Lerninhalten. Aus den Experteninterviews geht jedoch hervor, dass Kontexterfassung und Adaptierung weder positiv noch negativ aufgefallen sind. Dies lässt jetzt schon den Schluss zu, dass, um das Ziel der Bewusstmachung dieser Mechanismen zu erreichen, weitere Anpassungen an den Konzepten nötig sein werden. Dies könnte beispielsweise durch ein weiterentwickeltes primäres Onboarding mit klarerem Fokus auf Adaptivität und Kontexterfassung, sowie einem sekundären Onboarding auf Lernszenario-Ebene zur Einführung in erweiterte Adaptionsmethodik und Szenariostruktur, ermöglicht werden. Auch die Verwendung von eingebetteten "Coach Mark"²- Hilfestrukturen zum interaktiven Erlernen der applikationsspezifischen Navigationsstruktur und zur Lokalisierung der unterschiedlichen Funktionen, sind als zielführend einzustufen.

² engl. Trainermarkierung; ursprünglich: Markierungen auf einem Spielplan, um den Spielern die vom Trainer geplanten Spielzüge zu erklären.

Literaturverzeichnis

- [Ba07] Ballard, Barbara: Designing the mobile user experience. John Wiley & Sons, 2007.
- [De01] Dey, A.: Understanding and using context. *Pervasive and Mobile Computing*, 5(1):4–7, 2001.
- [EN10] EN ISO 9241-210:2010: Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems. Standard, International Organization for Standardization, 2010.
- [FS02] Felder, Richard M.; Silverman, Linda K.: LEARNING AND TEACHING STYLES IN ENGINEERING EDUCATION. 78(June):674–681, 2002.
- [Ni94] Nielsen, Jakob: Heuristic evaluation. *Usability inspection methods*, 17(1):25–62, 1994.
- [Ni15] Nielsen Norman Group: User Experience for Mobile Applications and Websites. Bericht, 2015.
- [SAW94] Schilit, B.; Adams, N.; Want, R.: Context-Aware Computing Applications. Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, S. 85–90, 1994.
- [Sh86] Shneiderman, Ben: Designing the User Interface: Strategies for Effective Human–Computer Interaction. Addison-Wesley, 1986.

Smart Experience Sampling in Android

Hendrik Thüs¹, Markus Soworka², Philipp Brauner³ und Ulrik Schroeder⁴

Abstract: Experience Sampling beschreibt die Aufzeichnung und Auswertung von manuell in Fragebögen eingetragenen Daten. Diese Methode ermöglicht die Betrachtung und Auswertung von subjektiven und schlecht automatisch messbaren Lernerinformationen, die über einen längeren Zeitraum aufgenommen wurden. Mit Hilfe von Smartphones und ihren eingebauten Sensoren kann diese Methode weiter verfeinert werden. In diesem Projekt wird gezeigt, wie mittels Sensoren und zusätzlichen Informationen über einen Lernenden genaue Zeitpunkte für die Präsentation von Fragebögen gewählt werden können und wie die Auswahl der Fragen möglichst so gewählt wird, dass die Lernenden auch über einen längeren Zeitraum hinweg nicht die Motivation an der Beantwortung der Fragebögen verlieren.

Keywords: Experience Sampling, Motivation, Android, Sudaco, Sensorik

1 Einleitung

Mit Hilfe von Smartphones und zusätzlichen mobilen Gadgets können Interessierte diverse Informationen über sich selbst aufzeichnen und in einer meist zusammengefassten Übersicht zur Selbstreflexion darstellen. Diese Daten können recht einfach messbare Werte sein, wie etwa die Pulsfrequenz, die Schrittzahl oder auch der Schlafrhythmus. Es können aber auch komplexere Informationen aufgezeichnet werden, wie etwa die Stimmung oder die Motivation eines Lernenden. Um an solche Art von Daten zu gelangen, kann die Experience Sampling Methode (ESM) herangezogen werden [CLP14]. Hierbei werden die Lernenden durch einen regelmäßigen Alarm daran erinnert, Notizen zu ihrer aktuellen persönlichen Situation anzufertigen oder ein paar kurze Fragen zu beantworten. Diese Informationen werden somit zu verschiedenen Tageszeiten und immer im Kontext der aktuellen Situation aufgezeichnet. Mit Hilfe von Aufzeichnung über mehrere Tage oder Wochen können wertvolle Informationen über Änderungen oder Korrelationen zu anderen Datensätzen abgeleitet werden, welche bei der Verbesserung des eigenen Lernverhaltens Hilfestellung leisten können.

Wenn es darum geht, die aktuelle Motivation oder den Gemütszustand eines Lernenden aufzuzeichnen, so soll sich der Status rein durch die Messung nur unwesentlich verändern. Es macht wenig Sinn, einen Lernenden aus einer Lernsituation herauszureißen um beispielsweise Fragen zur aktuellen Konzentrationsfähigkeit zu stellen. Mit Hilfe von

¹ RWTH Aachen, Ahornstrasse 55, 52074 Aachen, thues@cs.rwth-aachen.de

² RWTH Aachen, Ahornstrasse 55, 52074 Aachen, markus.soworka@rwth-aachen.de

³ RWTH Aachen, Campus-Boulevard 57, 52074 Aachen, brauner@comm.rwth-aachen.de

⁴ RWTH Aachen, Ahornstrasse 55, 52074 Aachen, schroeder@cs.rwth-aachen.de

heutigen Smartphones, ihren eingebauten Sensoren und ihren zusätzlichen Informationen über den Besitzer kann das Experience Sampling weniger aufdringlich und mit einer größeren Ausrichtung auf den Tagesablauf der Lernenden umgesetzt werden.

Zusätzlich zu einer unaufdringlichen Art, den Lernenden nach Informationen zu fragen, sollten die Lernenden auch bezüglich der Menge und Art der Fragen dauerhaft motiviert bleiben, da solche Studien einiges an Zeit in Anspruch nehmen können [SPD09]. Demzufolge gibt es Bedarf an intelligentem Experience Sampling, oder auch Smart Experience Sampling, welches sich an die Gewohnheiten des Lernenden anpasst und die Momente abpasst, in denen der Lernende am ehesten dazu bereit ist, einen kurzen Fragebogen auszufüllen.

Im Verlauf dieses Papers wird die Entwicklung der Android-basierten Anwendung Sudaco beschrieben, die den Anspruch erhebt, die Lernenden möglichst wenig von ihren täglichen Tätigkeiten abzulenken und gleichzeitig die Motivation zur langfristigen Beantwortung vieler Fragebögen hoch hält.

2 Theoretischer Hintergrund

Mit Hilfe der Experience Sampling Methode können subjektiv wahrgenommene Erfahrungen aufgezeichnet werden. Menschen sind meist nicht dazu im Stande, subjektive Informationen nachträglich exakt zu beschreiben [Be84]. Mittels ESM können die Nutzereingaben zusätzlich auch noch in den Kontext der aktuellen Situation gesetzt werden: ein Lernender kann sich an bestimmten Orten besser konzentrieren oder fühlt sich dort eher wohl als an anderen. Damit solche Informationen regelmäßig aufgezeichnet werden können, muss ein Lernender regelmäßig daran erinnert werden, sein aktuelles Verhalten effektiv zu beschreiben. Das Intervall für diese Signalisierungen sollte nicht zu groß und auch nicht zu klein gewählt werden um auf der einen Seite die Reliabilität der Daten zu gewährleisten und auf der anderen Seite den Lernenden nicht von wichtigen Aufgaben abzuhalten. Für die Signalisierung haben sich drei Methoden herauskristallisiert: Intervall-bedingt, Event-bedingt und Signal-bedingt [RG00]. Bei ersterem wird der Alarm zu vorher festgelegten Tageszeiten ausgelöst, bei der zweiten Methode müssen bestimmte, vorher festgelegte Ereignisse stattfinden und bei der letzten Methode löst der Alarm jeweils nach einem vorher festgelegten oder randomisierten Intervall aus.

3 Vergleichbare Arbeiten

Es existieren einige vergleichbare Arbeiten, die sich mit dem Thema Experience Sampling beschäftigen. Barret und Barret [BB05] haben beispielsweise als eine der ersten ein System entwickelt, das mittels Palm Pilots und Windows CE-Geräten regelmäßige Fragebögen bereitstellt. Diese können entweder durch manuelles Starten der Anwendung

ausgefüllt werden oder die Anwendung wird automatisch zu zufälligen Zeitpunkten gestartet.

Das Projekt Context-Aware Experience Sampling (CAES) von Intille et al. [In03] ermöglicht Experience Sampling auf einem PocketPC. Hier wurden Sensorwerte des Geräts genutzt, um mögliche Zeitpunkte für das Bereitstellen eines Fragebogens zu finden. Leider wurden zuerst nur die Positionsdaten des Geräts in Betracht gezogen. Weitere Sensordaten wurden angedacht, jedoch nicht umgesetzt.

Einen Schritt weiter geht das Projekt MyExperience von Froehlich et al. [Fr07]. Es werden zusätzliche Sensordaten ausgewertet, wie etwa der aktuelle Verbindungsstatus des Windows Mobile-Geräts, die täglichen Kalendereinträge oder auch Informationen von zusätzlichen Geräten, wie etwa die aktuelle Herzfrequenz des Nutzers.

Es ist zu erkennen, dass Experience Sampling sich vorzugsweise an dem spezifischen Tagesablauf eines Lernenden orientiert und diesen nicht negativ beeinflussen sollte. Die hier vorgestellten Projekte nutzen teilweise die gegebenen Sensoren der jeweiligen Geräte, dies ist zum Teil jedoch noch sehr rudimentär und kann noch weiter vorangetrieben werden. Ziel dieses Projekts ist es, die Lernenden möglichst wenig abzulenken und die Zeitpunkte zu finden, in denen von einer Aktivität zu einer anderen gewechselt wird.

Viele der vorhandenen Anwendungen werden von Wissenschaftlern eingesetzt um Daten von Probanden aufzunehmen. Im Zuge der Quantified-Self-Bewegung [LDF10] und um die Lernenden zur freiwilligen Nutzung solcher Anwendungen zu motivieren, sollten die aufgenommenen Daten zur Selbstreflexion visualisiert werden. Ein zu langer Fragebogen kann zusätzlich demotivieren. In diesem Projekt soll eine mögliche Grenze für die Anzahl an Fragen gefunden werden, die in einem Fragebogen präsentiert werden sollen.

4 Konzept

Das Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung einer Anwendung, welche subjektive Daten eines Lernenden, wie etwa Gedanken, Gefühle oder Motivation, basierend auf ESM aufnehmen kann. Um dies über einen längeren Zeitraum zu ermöglichen, sollten die Auswahl der Fragen, deren Anzahl, sowie der jeweilige Zeitpunkt und die Frequenz so gewählt werden, dass der Lernende möglichst lange motiviert bleibt, diese Anwendung zu nutzen. Die Formulierung der Fragen wird hierbei dem jeweiligen Autor überlassen, so dass diese an das entsprechende Szenario angepasst werden können.

Bei der Erstellung eines Fragenkatalogs sollen den Autoren zusätzliche Möglichkeiten geboten werden. Durch eine Kategorisierung der Fragen und durch eine zusätzliche Gewichtung kann die während der Durchführung automatisch getroffene Auswahl an Fragen möglichst gut bestimmt werden. Kategorien können beispielsweise bezüglich der Stimmung oder bezüglich des Lernfortschritts angelegt werden. Weitere Kategorisierun-

gen können bezüglich der Zielzeit festgelegt werden. Einige Fragen machen am Morgen eher weniger Sinn, wie beispielsweise eine nach dem Lernfortschritt an diesem Tag, solch eine Frage sollte eher am Abend ausgewählt werden. Die Gewichtung einer Frage legt - zusammen mit der Frequenz dieser Frage - fest, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass sie in eine Auswahl aufgenommen wird.

Neben solchen Fragen, deren Antwort sich regelmäßig ändern kann, gibt es auch Fragen, die immer gleich beantwortet werden, wie beispielsweise das Geschlecht oder das Geburtsdatum. Diese Art von Fragen werden einmal während des ersten Startvorgangs gestellt und tauchen nicht wieder in den wiederkehrenden Fragensätzen auf. Die Antworten auf diese Fragen können die Auswahl der regelmäßigen Fragen beeinflussen um eine unpassende Auswahl zu vermeiden.

Neben der Auswahl der Fragen ist der Zeitpunkt und die Frequenz der Fragebögen essentiell. Die Lernenden sollten auf der einen Seite möglichst nicht von ihrer aktuellen Tätigkeit abgelenkt werden, auf der anderen Seite sollte gewährleistet werden, dass genügend Daten gesammelt werden. Mit Hilfe verschiedener Sensoren eines Smartphones und mit Hilfe einiger bekannter Daten über den Lernenden kann ein möglichst guter Zeitpunkt zumindest annähernd bestimmt werden. Diesem Konzept liegt ein bestimmter, vom Lernenden selbst festgelegter, Zeitrahmen zugrunde. Dieser Zeitrahmen ermöglicht, dass die Anwendung sich beispielsweise nicht in der Nacht meldet. Während der restlichen Zeit gibt es einen minimalen zeitlichen Abstand zwischen zwei Fragebögen, der durch Sudaco nicht unterschritten werden soll. Nach dem Ablauf dieser Ruhephase werden mehrere Trigger aktiviert, die auf Grund von Sensordaten, Aktionen des Lernenden oder Daten über den Lernenden die Bereitstellung eines neuen Fragebogens anstoßen können. Im Idealfall geschieht dies zwischen zwei Aktionen des Lernenden. Die Trigger werden im Folgenden einzeln beleuchtet.

Der mobile Kalender eines Lernenden gibt einen Einblick in den Tagesablauf. Dieser sollte nicht unterbrochen oder beeinträchtigt werden. Aus diesem Grund werden keine Fragebögen während Terminen gestartet um diese nicht zu stören. Außerhalb von Terminen können beispielsweise mittels Mikrofon, GPS-Sensor oder Schritterkennung Situationsänderungen wahrgenommen werden. Eine Person kann etwa aus einem eher Lernraum in die Mensa gehen oder in einen Bus einsteigen. Auch wenn sich nur die reine Umgebungslautstärke drastisch erhöht oder der Lernende aufsteht und sich bewegt, bedeutet dies eine Statusänderung der Konzentrationsmöglichkeit eines Lernenden. Zusätzlich zur Nutzung von Daten und Sensoren kann auf Aktivitäten eines Nutzers reagiert werden. Wird beispielsweise das Smartphone eingeschaltet oder ein Anruf entgegengenommen, so kann auch auf Basis dieser Handlungen ein neuer Fragebogen ausgelöst werden. Die Auswahl dieser Trigger wurde so gewählt, dass entweder eine aktive Handlung des Lernenden notwendig ist, oder die Konzentration durch eine Situationsänderung erheblich vermindert wird.

5 Umsetzung

Die Grundlage des Projekts Sudaco bilden Fragebögen, welche im JSON-Format vorliegen müssen. Auf Basis der vorher beschriebenen grundlegenden Fragen über den Lernenden werden nun bei jedem Auslösen eines neuen Fragebogens eine Teilmenge an Fragen ausgewählt, dies geschieht etwa abhängig von dem Geschlecht, Alter oder Beruf des Lernenden. Diese Teilmenge wird durch die aktuelle Tageszeit weiter verfeinert, es werden die Fragen aussortiert, die speziell nicht für die aktuelle Uhrzeit gedacht sind. Als nächstes wurde festgelegt, dass möglichst jede Frage mindestens einmal am Tag erscheint - falls die Menge der Fragen es zulässt. Aus der übrig gebliebenen Menge an Fragen werden nun abhängig von der Kategorie und der Gewichtung die endgültigen Fragen ausgewählt. Dies geschieht auf Basis der folgenden Formel:

$$rg = (1 - fb) * g * r - fb * (ab + mg) * r$$

Das resultierende Gewicht rg errechnet sich durch die Differenz zweier Produkte, wobei der Minuend durch einen Faktor $1 - fb$, dem Gewicht der Frage g und einer Zufallszahl r errechnet wird. Der Subtrahend errechnet sich wieder aus einem Faktor fb , der Summe aus der Anzahl wie oft diese Frage schon beantwortet wurde ab und dem maximalen Gewicht einer Frage mg , sowie wieder aus einer Zufallszahl r . Der Faktor fb bzw $1 - fb$ gibt an, ob dem Minuenden oder dem Subtrahenden mehr Gewicht zugemessen werden soll. In Sudaco ist aktuell ein Wert von $fb = 0,4$ gesetzt. Der Grund für die Addition von mg zu ab liegt an der Größenordnung der jeweiligen Variablen. Ein Gewicht wird stets durch eine Zahl zwischen 0 und 100 repräsentiert. Sollte eine Frage erst selten beantwortet worden sein, so würde der Subtrahend ohne die Addition von mg um einiges kleiner sein als der Minuend und damit keinen wirklichen Einfluss haben. Durch die Verwendung dieser Formel können auch Fragen ausgewählt werden, die relativ kleine Gewichte haben aber eventuell erst selten ausgewählt wurden. Fragen mit hohem Gewicht werden generell öfters gewählt, was sich jedoch wiederum negativ auf zukünftige Auswahlverfahren auswirkt.

Nach der Auswahl der Fragen müssen diese dem Lernenden in einem nächsten Schritt präsentiert werden. Hierfür wird zunächst auf den Fragebogen aufmerksam gemacht. Dies geschieht mittels einer einfachen Benachrichtigung (siehe Abbildung 1).



Abb. 1: Einfache Benachrichtigung mit der Bitte, einen Fragebogen auszufüllen

Das User Interface von Sudaco ist gewollt sehr hell, einfach und in großer Schrift gehalten

worden. Im oberen Bereich befindet sich jeweils die Fragestellung, direkt darunter kann die Antwort mittels Auswahl oder Slider angegeben werden. Sollte eine Frage nicht beantwortet werden wollen, kann diese durch einen Klick auf den Button links unten übersprungen werden. Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, werden in diesem Beispiel nur vier kurze Fragen gestellt um den Lernenden dauerhaft zu motivieren, diese Anwendung zu nutzen.

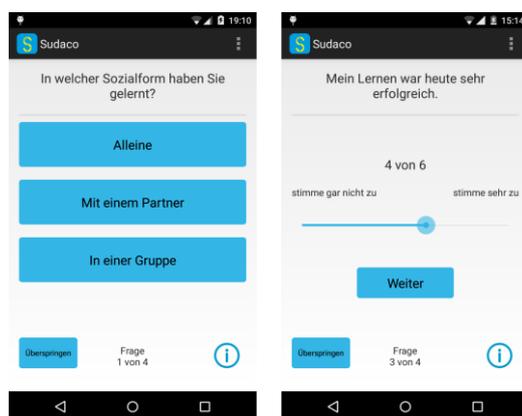


Abb. 2: Zwei beispielhafte Fragen eines Sudaco-Fragebogens



Abb. 3: Links: Übersicht der beantworteten Fragen, rechts: Visualisierung einer Frage

Um einen Mehrwert für das Beantworten der Fragen zu erreichen, müssen die Antworten für den Lernenden am Ende grafisch aufbereitet werden. Bei geschlossenen Fragestellungen ist dies mit relativ wenig Aufwand möglich. Nach dem Beantworten eines Fragebogens oder durch manuelles Starten der Anwendung gelangt der Lernende in eine Übersicht der schon beantworteten Fragen (siehe Abbildung 3 links). Durch Auswahl einer dieser Fragen gelangt der Lernende zu der Visualisierung der schon gegebenen Antworten (siehe Abbildung 3 rechts).

6 Evaluation

Zur Evaluation der Anwendung wurde diese an 10 Personen verteilt, die Sudaco für eine Woche testeten. Diese 10 Personen waren alle zwischen 22 und 29 Jahren alt, 4 von ihnen weiblich und 6 männlich. 8 Personen gaben an, ihren Lernfortschritt bisher nicht zu dokumentieren, wobei 9 Personen angaben, dies gerne (zukünftig) zu tun.

Zur Erfassung der Benutzerfreundlichkeit wurde die System Usability Scale (SUS) eingesetzt [Br96]. Diese Methode zielt darauf ab, das gesamte System bezüglich Effektivität, Effizienz und Nutzerzufriedenheit zu evaluieren. Auf einer Skala von 0 bis 100 erreichte Sudaco einen Wert von 87,5. Der Großteil der Testenden gab an, keine Probleme mit der Anwendung gehabt zu haben, sie hatten auch keine Vorschläge für etwaige Verbesserungen.

Bezüglich Funktionalität wurden den Testenden am Ende des Testzeitraums eine Reihe von Fragen gestellt, die jeweils auf einer Skala von 1 (keine Zustimmung) bis 6 (volle Zustimmung) zu beantworten waren. Auf die Frage, ob die Benachrichtigungen zu häufig auf dem Smartphone erschienen, wurde durchschnittlich mit 3,8 geantwortet. Um zu testen, wie die Länge der Ruhezeiten gewählt werden sollte, wurden zwei verschiedene Versionen an die Testpersonen ausgeteilt: eine Version mit einer Ruhezeit von 2 Stunden und eine mit einer Ruhezeit von 4 Stunden. Die Nutzer der ersten Version gaben auf diese Frage durchschnittlich eine 5,0, während die zweite Gruppe durchschnittlich eine 3,3 gab. Die Ruhezeit sollte somit nicht kürzer als 4 Stunden sein, optional sollte es zukünftig möglich sein, die Erkennung und die Ruhezeiten manuell zu beeinflussen.

Auf die Frage, ob zu viele Fragen pro Fragebogen gestellt wurden, wurde im Schnitt mit einer 1,4 geantwortet. Auch für diese Frage wurden zwei Versionen herausgegeben: eine mit 4 Fragen und eine mit 6. Selbst bei der Version mit 6 Punkten lag der Durchschnitt nur unwesentlich höher. Ein oberes Limit an Fragen müsste somit in einer zukünftigen Evaluation erneut gesucht werden.

Bezüglich des Zeitpunkts der Benachrichtigungen gaben die Testpersonen mit einer Bewertung von 2,7 an, dass diese recht gut gewählt wurden und nur selten von der aktuellen Tätigkeit ablenken würden. Bei der Auswertung der Trigger-Daten stellte sich heraus, dass der Trigger für Umgebungsgeräusche recht häufig auslöste, mit einer feineren Einstellung könnte dieser Wert noch verbessert werden. Einhergehend mit dieser Bewertung wurde die Aufdringlichkeit Sudacos mit einer 2,4 bewertet.

Zum Schluss wurden die Testpersonen gefragt, ob sie die statistische Auswertung als nützlich empfinden. Diese Frage erhielt im Schnitt eine 4,4. Nur eine Person gab an, dass diese Funktionalität eher nicht nützlich sei.

7 Zusammenfassung

Das Ziel der hier vorgestellten mobilen Anwendung Sudaco ist die regelmäßige manuelle Aufnahme von Informationen bezüglich eines Lernenden, die auf automatische Weise nur schwer oder gar nicht zu erheben sind. Hierfür wurde ein System entwickelt, wie die Lernenden möglichst wenig von ihrer alltäglichen Arbeit und dem Lernen abgehalten werden und nur in Pausen zwischen zwei Aktivitäten gestört werden. Diese Anwendung wurde mit 10 Personen evaluiert und es hat sich gezeigt, dass der Großteil der vorher getroffenen Annahmen bezüglich der Erkennung von Situationen und der Dauer zwischen zwei Fragebögen korrekt war. Die Evaluation hat weiterhin gezeigt, dass es noch Verbesserungsbedarf an einigen Punkten gibt. Die Erkennung von möglichen Aktionswechseln könnte noch etwas verfeinert beziehungsweise bei Bedarf durch den Nutzer angepasst werden. Es sollte den Nutzern zusätzlich frei stehen, die Ruhezeiten zwischen zwei Fragebögen und die Anzahl der präsentierten Fragen selber zu bestimmen. Hierdurch kann eine höhere Nutzerzufriedenheit erzielt werden.

Literaturverzeichnis

- [BB05] Barrett, D. J.; Barrett, L. F.: ESP, the experience sampling program. 2005.
- [Be84] Bernard, H. R.; Killworth, P.; Kronenfeld, D.; Sailer, L.: The problem of informant accuracy: The validity of retrospective data. *Annual review of anthropology*, S. 495–517, 1984.
- [Br96] Brooke, J.: SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194):4–7, 1996.
- [CLP14] Csikszentmihalyi, M.; Larson, R.; Prescott, S.: The Ecology of Adolescent Activity and Experience. In: *Applications of Flow in Human Development and Education*, S. 241–254. Springer, 2014.
- [Fr07] Froehlich, J.; Chen, M. Y.; Consolvo, S.; Harrison, B.; Landay, J. A.: MyExperience: a system for in situ tracing and capturing of user feedback on mobile phones. In: *Proceedings of the 5th international conference on Mobile systems, applications and services*. ACM, S. 57–70, 2007.
- [In03] Intille, S. S.; Rondoni, J.; Kukla, C.; Ancona, I.; Bao, L.: A context-aware experience sampling tool. In: *CHI'03 extended abstracts on Human factors in computing systems*. ACM, S. 972–973, 2003.
- [LDF10] Li, I.; Dey, A.; Forlizzi, J.: A stage-based model of personal informatics systems. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, S. 557–566, 2010.
- [RG00] Reis, H. T.; Gable, S. L.: Event-sampling and other methods for studying everyday experience. *Handbook of research methods in social and personality psychology*, S. 190–222, 2000.

- [SPD09] Scollon, C. N.; Prieto, C.-K.; Diener, E.: Experience sampling: promises and pitfalls, strength and weaknesses. In: *Assessing well-being*, S. 157–180. Springer, 2009.

Mobile Learning mit kontextbezogenen mobilen Diensten: Umsetzung in konkreten Szenarien und erste Erfahrungen

Urs Sonderegger¹, Christian Merschroth² und Martin Zimmermann³

Abstract: Die Vermittlung von Handlungs- und Prozesswissen in der industriellen Produktion erfordert neue Ansätze, insbesondere eine Flexibilisierung und Integration von Lernprozessen in reale Arbeitssituationen. Der vorliegende Beitrag beschreibt das Zwischenergebnis eines größeren Forschungsvorhabens im Bereich Mobile Learning mit kontextbezogenen mobilen Diensten im betrieblichen Umfeld. Er stellt Anforderungen, Lösungsansätze und einen Prototypen zur Realisierung von kontextbezogenen mobilen Diensten im Bereich der Unfallverhütung und Sicherheitsanweisungen in Fertigungsprozessen vor. Die zu unterstützenden kontextbezogenen Prozesse eines Industriepartners werden analysiert und unter Verwendung eines Domänenmodells, generischer Prozessmodelle und kontextbezogenen mobilen Anwendungen realisiert. Im Beitrag werden außerdem Lösungsansätze für plattformunabhängige mobile Applikationen, sowie die Integration von Persistenzmechanismen und Gerätefunktionen mittels hybrider Ansätze vorgestellt. Ergebnis der Arbeit ist ein erster Prototyp einer hybriden mobilen Applikation der im realen Betrieb systematisch getestet und weiterentwickelt wird.

Keywords: Kontext, Mobile Learning, Industrielle Fertigungsprozesse, Mobile Geräte, Sensoren, Lernszenarien, Unfallverhütung, hybride Apps, IntelliJ, PhoneGap.

1 Einführung

Existierende Ansätze für kontextbezogenes mobiles Lernen wurden meist für schulische Lehr- und Lernszenarien entwickelt, insbesondere für verschiedene Arten von "outdoor"-Aktivitäten. So stellen Rogers et al. Szenarien vor, in denen mobile Endgeräte das Lernen bei mobilen Aktivitäten unterstützen, etwa für Studenten im Umweltbereich, die Daten zu Experimenten mobil abrufen können [Ro10]. Im Projekt ARLearn [Te12] erhalten Lernende während sie sich innerhalb einer Stadt bewegen, Hinweise auf Lernressourcen, die in Bezug zu Objekten wie Bauwerken oder Kunstdenkmälern in ihrer direkten Umgebung stehen. In [Re11] wird eine Erweiterung des Systems docendo um einfache Location-based Services vorgestellt, die Lehrenden erlaubt, ortsabhängige Lernmaterialien für „field trips“, z.B. im Rahmen des Biologieunterrichts zu erstellen.

¹ FHS St.Gallen Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Institut für Informations- und Prozessmanagement, Rosenbergstrasse 59, 9001 St.Gallen, urs.sonderegger@fhsg.ch

² Hochschule Offenburg, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Klosterstr. 14, 77723 Gengenbach, christian.merschroth@hs-offenburg.de

³ Hochschule Offenburg, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Klosterstr. 14, 77723 Gengenbach, m.zimmermann@hs-offenburg.de

Ziel des kontextbezogenen mobilen Lernens in der Produktion und Fertigung ist es, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bedarfsgerecht Handlungs- und Prozesswissen bereitzustellen, um die wachsende Komplexität von Fertigungsvorgängen zu beherrschen. Prozessbezogenes Informieren und Lernen in wechselnden Arbeitsumgebungen ist ein noch relativ neues Forschungsfeld, das insbesondere von den Aktivitäten im Umfeld Industrie 4.0 beeinflusst wird [En13]. So werden im Projekt APPsist [Ap15] Wissens- und Assistenzsysteme entwickelt, die die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei der Interaktion mit Produktionsmaschinen unterstützen sollen. Das Projekt PRiME (Professional Reflective Mobile Personal Learning Environments) vereint Lern- und Arbeitsprozesse und ermöglicht, neben dem mobilen Zugriff auf vorhandenes, auch das Festhalten und Teilen von implizitem Wissen [Gr14].

Zielsetzungen unserer Forschungsarbeit sind Analyse, Design und Realisierung eines kontextsensitiven, adaptiven M-Learning Systems zur Wissens- und Handlungsunterstützung in Fertigungsprozessen. Aufbauend auf dem Beitrag zum Mobile Workshop, DeLFI 2014 „Mobile Learning mit kontextbezogenen mobilen Diensten in der KMU Smart Factory: Szenarien und Lösungsansätze für Fertigungsprozesse“ wurden in den vergangenen Monaten konkrete Szenarien in einem realen betrieblichen Umfeld analysiert und auf ihre Eignung zur Erstellung eines Prototypen untersucht. Zusammen mit einem Industriepartner wurde das Thema Sicherheitseinweisung und Unfallverhütung als erstes Testfeld für kontextbezogene mobile Dienste evaluiert. Die Sicherheitseinweisungen erfolgen prozessorientiert und stellen insbesondere Anforderungen an den Orts- und Objektkontext. Im Bereich der Unfallverhütung sollen Gefahrensituationen ad-hoc im Arbeitsprozess ermittelt und die entsprechenden Sicherheitsanweisungen kontextbezogen zur Verfügung gestellt werden. Mit diesem Vorhaben soll überprüft werden, ob und wie sich die im Vorprojekt ermittelten Kontextdimensionen für das vorliegende Szenario einsetzen lassen. Die Kombination aus Top-Down und Bottom-Up-Ansatz erlaubt eine laufende Überprüfung und Optimierung der erarbeiteten Konzepte und Modelle.

Basierend auf Diskussionen mit Domänen-Experten aus dem Bereich Produktion und Fertigung und ersten Erkenntnissen aus der Zusammenarbeit mit dem Industriepartner wird das Kontextmodell präzisiert und um die Dimension User ergänzt. Der Benutzer beeinflusst den Kontext der Lernsituation maßgeblich durch sein Vorwissen im Zusammenhang mit dem Lerngebiet, seiner Rolle und den damit zusammenhängenden Kompetenzen und Pflichten. Damit rückt das Modell eine Dimension näher an dasjenige von Rensing und Tittel [RT13].

Wir führen zunächst in Kapitel 2 die verschiedenen M-Learning Szenarien im Bereich der Unfallverhütung und Sicherheitseinweisungen ein und erläutern jeweils die relevanten Kontextinformationen. Dynamische Modelle für den Ablauf von Lernaktivitäten und darauf aufbauend ein Domänenmodell, das die Objekte und Beziehungen zwischen Anlagen, Anlagenbereichen und entsprechenden Lernaktivitäten zeigt, sind Gegenstand von Kapitel 3. In Kapitel 4 dieses Beitrags stellen wir die von uns umgesetzten Szenari-

en vor, in denen wir Lösungen für einzelne technologische Herausforderungen erarbeitet haben. Dabei gehen wir auch auf die praktischen Erfahrungen in der Umsetzung ein. Außerdem bewerten wir verschiedene Lösungsstrategien für ortsbezogenen Dienste unter Verwendung von QR-Codes sowie Beacons.

2 Einsatzszenarien

In den hier vorgestellten M-Learning Szenarien und dem darauf aufbauenden Prototypen einer kontextbezogenen mobilen Anwendung konzentrieren wir uns auf das Thema „betriebliche Sicherheit“. Innerhalb dieses überschaubaren Bereichs sind im untersuchten Unternehmen drei Haupt-Einsatzszenarien vorhanden. Allgemeine Sicherheitseinweisungen stellen eine Folge von Handlungsanweisungen dar. Spezifische Sicherheitsanweisungen zu Gefahrensituationen im Arbeitsprozess werden ad-hoc abgerufen. Ebenfalls ad-hoc können neue Sicherheitsprobleme erfasst werden.

Während die Sicherheitseinweisung einem klar definierten Prozess (Ablauf) folgt, beziehen sich die spezifischen Sicherheitsanweisungen auf ad-hoc-Situationen bei der täglichen Arbeit. Dies wirkt sich auf den jeweiligen Kontextbezug und das daraus resultierende Kontextmuster aus.

2.1 Allgemeine Sicherheitseinweisung und spezifische Sicherheitsanweisungen

Eine Sicherheitseinweisung besteht im Kern aus einer strukturierten Abarbeitung aller bekannten Gefahrenherde an einer Anlage. Sämtliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, welche an einer Anlage eine Arbeit verrichten, müssen diesen Prozess mindestens einmal jährlich durchlaufen. Abbildung 1 (zweite Spalte) zeigt die für Sicherheitseinweisungen relevanten Kontextinformationen basierend auf der Typologie in Sonderegger et al. [So14]. Die folgenden Kontextinformationen sind relevant: Zur Ermittlung der notwendigen Informationen muss die Anlage bekannt sein (Ortskontext und/oder Objektkontext). Eine mitarbeiterspezifische Einweisung findet nicht statt, jedoch wird sichergestellt, dass eine Mitarbeiterin bzw. ein Mitarbeiter sämtliche Anweisungen abgearbeitet hat (Userkontext). Gegebenenfalls muss bei Unklarheiten ein Fachexperte oder eine Fachexpertin beigezogen werden (Kooperationskontext).

Innerhalb des Arbeitsprozesses müssen Sicherheitsanweisungen zu Gefahrensituationen auch situativ und ad-hoc an einem spezifischen Anlagebereich ermittelt werden können. Beispielsweise muss beim Ersatz eines defekten Anlageteils bestimmt werden können, welche Risiken dabei zu beachten sind. Wie in Abbildung 1 (dritte Spalte) ersichtlich, muss dazu die Gefahrensituation kontextbezogen für das zu ersetzende Anlageteil im entsprechenden Anlageabschnitt ermittelt werden können (Ortskontext und/oder Objektkontext). Die auftretenden Risiken stehen in Abhängigkeit zu den ausgeführten Arbeiten (Aktionskontext Montage eines Ersatzteils) und den ausführenden Personen (Userkon-

text Betriebsmechaniker). Neben dem geschilderten Beispiel zur Reparatur eines defekten Anlageteils sind weitere Arbeiten wie das Einrichten/Umrüsten einer Produktionsanlage, Betreuung einer Produktionsanlage im Fertigungsprozess und Wartung einer Produktionsanlage denkbar.

Kontext	Kontextbezug für Sicherheitseinweisung	Kontextbezug für spezifische Sicherheitsanweisungen
Lokationskontext	Werkhalle mit Produktionsanlage	Werkhalle mit Produktionsanlage
Objektkontext	Produktionsanlage und/oder Anlagebereich	Produktionsanlage und Anlagebereich
Kooperationskontext	Sicherheitsexperte für Rückfragen	Sicherheitsexperte für Rückfragen, Maschinenführer
Aktionskontext	Sicherheitseinweisung	Spezifische Tätigkeit an der Anlage (Reparatur, Montage, Umrüstung etc.)
Userkontext	Erledigungsverhalten der einzelnen Mitarbeitenden	Protokollierung neuer Sicherheitsprobleme

Abbildung 1: Kontextbezug für Sicherheitseinweisung und spezifische Sicherheitsanweisungen

2.2 Erfassen von neuen Sicherheitsproblemen

Im Arbeitsprozess können neue, bisher unbekannte Gefahrensituationen auftreten. Mit Hilfe einer Assistenzfunktion haben Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter die Möglichkeit solche Vorkommnisse kontextbezogen und strukturiert zu erfassen und zwar durch entsprechende Fotos, Texte und ggf. eigenen Audioannotationen. Basierend auf diesen Annotationen können später neue Handlungsanweisungen erstellt werden.

3 Modelle

Im Folgenden werden zunächst Verhaltens-Modelle für den Ablauf von Lernaktivitäten entwickelt. Darauf aufbauend stellen wir ein Domänenmodell vor, das die Objekte und Beziehungen zwischen Anlagen, Anlagenbereichen und entsprechenden Lern-Aktivitäten zeigt.

3.1 Aktivitätsdiagramme

Zur Modellierung der Lern-Szenarien verwenden wir UML Aktivitätsdiagramme, die die einzelnen Tätigkeiten und deren Verbindungen mit Kontroll- und Datenflüssen zeigen. Objektknoten repräsentieren beteiligte Objekte und sind insbesondere dazu geeignet, relevante Kontextinformationen für ein Szenario zu modellieren.

In unseren Einsatz-Szenarien für kontextbezogene Dienste können zwei wiederkehrende

Muster identifiziert werden.

Folgen von Handlungsanweisungen werden für Sicherheitseinweisungen mit verschiedenen Betriebsanweisungen zu einzelnen Anlagen bzw. Anlagebereichen verwendet. Darunter ist eine systematische Begehung einer bestimmten Anlage, unterstützt durch die mobile Anwendung, zu verstehen. Die Anwendung stellt die korrekte Auswahl der Anlage, die entsprechende Abfolge der Sicherheitsanweisungen und die Überprüfung der Vollständigkeit der Abarbeitung durch den Benutzer sicher. Denkbar sind auch Konfigurationsanweisungen mit zu erledigenden Arbeiten für bestimmte Anlagebereiche.

Zur zweiten Kategorie gehören die Dokumentation von Fehlersituationen, Beinahe-Unfällen oder Material- oder Werkzeugschäden. Der Benutzer hat hier die Möglichkeit, neu auftretende, bisher unbekannte Sicherheitsrisiken strukturiert mit allen relevanten Kontext-Informationen zu erfassen. Das folgende Aktivitätsdiagramm (Abbildung 2, links) zeigt den generischen Prozess für eine Folge von Anweisungen. Relevante Kontexte sind Anlage, Anlagebereich, Tätigkeit, Experte sowie Status des Benutzers.

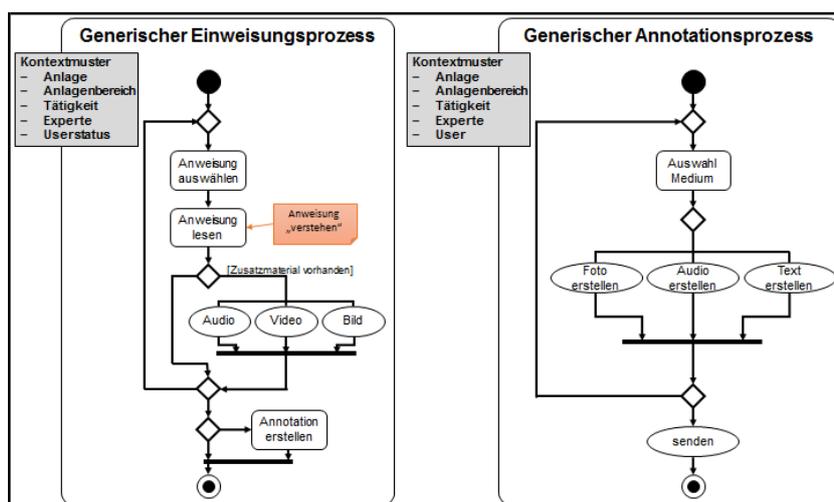


Abbildung 2: Generischer Einweisungsprozess und generischer Annotationsprozess

Abbildung 2 rechts zeigt das Prozessmuster zur Dokumentation von Ereignissen und/oder Zuständen. Ein Benutzer erstellt dazu ein oder mehrere Text-Annotationen, Bilder und/oder Audioannotationen. Abschliessend werden diese übermittelt, z.B. an die Qualitätssicherung.

3.2 Domänenmodell

Für die vorliegende Situation muss ein Domänenmodell komplexe Produktionsanlagen

mit mehreren Anlagebereichen und Unterbereichen abbilden können. Handlungsanweisungen, z.B. Sicherheitsanweisungen müssen in einer bestimmten Abfolge bearbeitet werden können (als Teil eines Einweisungsprozesses). Welche Anweisungen ein Mitarbeitender bereits abgearbeitet hat, muss durch einen entsprechenden Status festgehalten werden. Jeder Anweisung können zusätzliche Medien zur Veranschaulichung zugeordnet werden.

Abbildung 3 zeigt das zugehörige Domänenmodell. Anlagen bestehen aus Anlagenbereichen, die ihrerseits wiederum aus Anlagenbereichen zusammengesetzt sein können. Dieses als Kompositionsmuster (composite pattern) bekannte Pattern [Ga96] gilt auch für Anweisungen, die ebenfalls hierarchisch strukturiert werden können. Das Kompositionsmuster wird konsequent angewendet, um so Teil-Ganzes-Hierarchien zu repräsentieren, indem Objekte zu Baumstrukturen zusammengefügt werden.

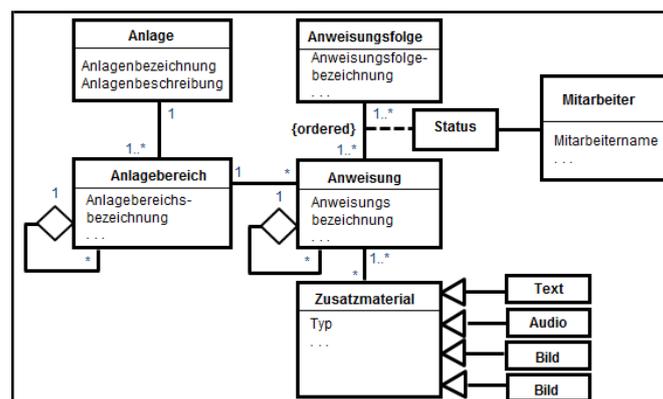


Abbildung 3: Domänenmodell

4 Implementierung und Prototyp

Besondere Herausforderungen resultieren aus den Hauptanforderungen für die kontextbezogenen mobilen Dienste. Dazu gehört die Verfügbarkeit für alle gängigen Betriebssystemplattformen, allenfalls auch im Offline-Betrieb. Außerdem muss eine einfache Bestimmung des Lokations- und Objektcontextes gewährleistet werden und nicht zuletzt ist für den betrieblichen Einsatz ein robustes User Interface notwendig.

4.1 Plattformunabhängigkeit und Verfügbarkeit im Offline-Betrieb

Die Anforderung nach Plattformunabhängigkeit wurde durch das Konzept einer hybriden Applikation umgesetzt. Hybride Applikationen sind eine Kombination von nativen

Apps und Web-Applikationen. Innerhalb des nativen "App-Rahmens" werden die Inhalte der mobilen Web-App angezeigt, d.h. aus Entwicklersicht werden typische Web-Technologien verwendet, insbesondere HTML-, CSS- und JavaScript-Code. Der Zugriff auf Gerätefunktionen, z.B. Kamera oder Mikrofon erfolgt über das Framework phoneGap. Als Entwicklungsumgebung wurde IntelliJ IDEA [In15] verwendet, die Generierung einer hybriden App erfolgte über den cloud-basierten Service PhoneGap Build [Ph15].

4.2 Kontextbestimmung mit QR-Codes und Beacons

Im Projekt werden zwei alternative Ansätze für die Ermittlung des Lokations- bzw. Objektkontext erprobt: QR-Codes und Beacons, die in einer Anlage in den verschiedenen Maschinenbereichen positioniert werden. Beacons sind Bluetooth Low Energy Sender (BLE), welche in regelmäßigen Abständen IDs aussenden. Anhand der Entfernung eines mobilen Endgerätes zu den in seiner Umgebung vorhandenen Beacons kann man dessen Position relativ genau bestimmen und dadurch vordefinierte, kontextabhängige Inhalte anzeigen lassen. Im Projekt kommen Estimote Beacons [Es15] und Onyx Beacons [On15] zum Einsatz. Als Programmierschnittstelle zur Konfiguration und zum Zugriff auf Beacon-Funktionen wird ein phoneGap Plugin verwendet [Cp15]. Die Integration der verschiedenen Alternativen zur Objektkontextbestimmung mittels QR-Code bzw. Beacons erfolgt unter Verwendung des Strategiemusters [Ga96]. Dieses Pattern ermöglicht, Algorithmen unabhängig von ihm nutzenden Clients zu variieren, insbesondere auch flexibel neue Algorithmen zu integrieren. Aus den Erfahrungen im Projekt resultieren für beide Technologien folgende Vor- und Nachteile (Abbildung 4):

	Beacons	QR-Codes
Vorteile	Keine Benutzerinteraktion zur Auslösung eines Events nötig, arbeitet im Hintergrund	Vorhandensein eines Events / einer Interaktion wird visualisiert
	Benutzer lassen sich verfolgen, da Positionen der Beacons bekannt und Verweildauer der Benutzer errechenbar ist	Günstig
	Indoor-Navigation möglich	Einfache Installation
Nachteile	Stromversorgung nötig (per Batterie: Wartungsaufwand, per Kabel Montageaufwand)	Sichtverbindung & rel. gute Beleuchtungssituation nötig
	Höhere Kosten als QR-Codes	Exakte Position der Codes muss bekannt sein
	Programmierung für kontextbezogene Dienste ist komplex	Höherer Zeitaufwand zum Auslösen eines Events & Nutzerinteraktion nötig

Abbildung 4: Vor- und Nachteile Beacons und QR-Codes

4.3 Benutzerschnittstelle

Die Benutzerschnittstelle basiert auf dem Domänenmodell und den vorgestellten generischen Prozessen. Sie visualisiert einerseits die Objekte des Domänenmodells und unterstützt andererseits die Aktivitäten der Prozessmodelle. Der Prototyp unterstützt Bestimmung des Objektcontextes über QR-Codes und Beacons (d.h. Feststellen des aktuellen Maschinenbereichs an dem sich eine Mitarbeiterin oder ein Mitarbeiter befindet). Die ontextbezogenen Handlungsanweisungen für die verschiedenen Anlagebereiche werden visualisiert und mit Verhaltensregeln in Textform ergänzt. Der Status der Abarbeitung von Sicherheitsanweisungen wird in einer Übersicht laufend visuell nachgeführt. Die Benutzer haben zusätzlich die Möglichkeit, Ereignisse und Zuständen, insbesondere von Störungen/Unterbrechungen (mittels Fotos, Audiokomentaren sowie Text-Annotationen) festzuhalten und per email zu senden.

Abbildung 5 zeigt wesentliche Aspekte der Benutzerschnittstelle. Die verschiedenen Anlagebereiche (z.B. Abrollung) werden zusammen mit dem Status der Abarbeitung von Handlungsanweisungen visualisiert. Die Ermittlung des Objektcontexts kann sowohl über QR-Codes als auch über Beacons ausgelöst werden (rechter Teil der Abbildung).

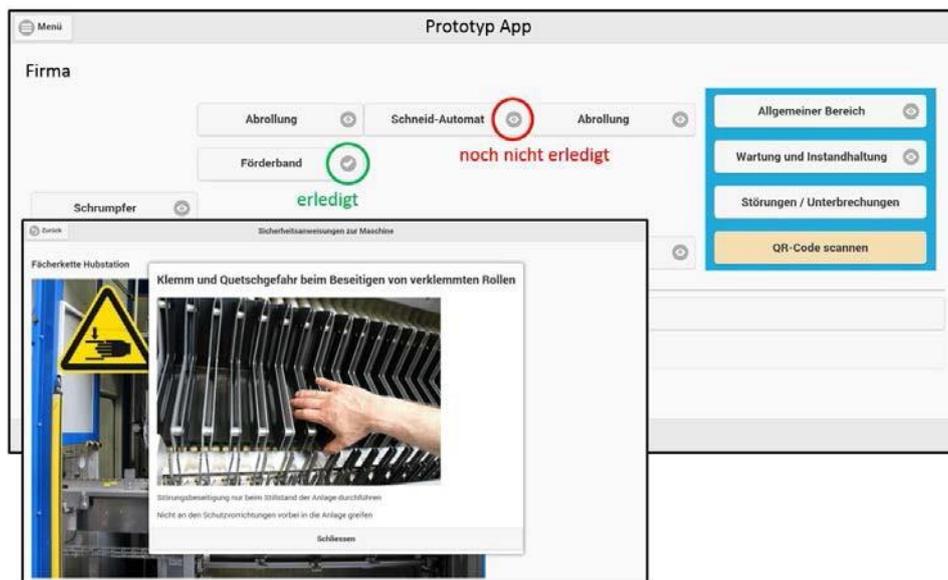


Abbildung 5: Startbildschirm Sicherheitseinweisung

5 Ausblick

Nach Begutachtung des Prototyps durch die Werksverantwortlichen, beginnen im Herbst 2015 erste standardisierte Tests im Betrieb. Basierend auf den Erfahrungen bei der Er-

stellung des Prototyps und den weiterführenden Recherchen bezüglich Kontext- Ausprägungen wird der Fokus bei der Weiterentwicklung des Domänenmodells und der generischen Prozesse liegen. Eine Herausforderung liegt hier in der Aktualisierung der Handlungsanweisungen im Offline-Betrieb. Ein zweiter Schwerpunkt liegt auf der Kontextverarbeitung, Kontextermittlung und den kontextorientiert gespeicherten Daten. Für die weitere Arbeit werden laufend neue Einsatzszenarien analysiert, um die erarbeiteten Ergebnisse zu überprüfen, zu generalisieren und weiterzuentwickeln.

Literaturverzeichnis und Quellennachweise

- [En13] Engert, V.: Mobile Lernmöglichkeiten in der Automobilindustrie. In (de Witt, C., Sieber, A., Hrsg.): Mobile Learning Potenziale, Einsatzszenarien und Perspektiven des Lernens mit mobilen Endgeräten, Springer 2013
- [Ga96] Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J.: Entwurfsmuster, Addison-Wesley, 1996, ISBN 3-8273-1862-9, S. 239
- [Gr14] Christoph Greven, Mohamed Amine Chatti, Hendrik Thüs, Ulrik Schroeder: Mobiles Professionelles Lernen in PRiME, In (Rensing C.; Trahasch, S. Editors): Proceedings of DeLFI Workshops 2014 co-located with 12th e-Learning Conference of the German Computer Society, 2014
- [Re11] Rensing, C; Tittel, S.; Anjorin, M.: Location based Learning Content Authoring and Content Access in the docendo platform, 7th IEEE International Workshop on Pervasive Learning, Life, and Leisure, 2011, IEEE Digital Library
- [Ro10] Rogers, Y.; Connelly, K.; Hazlewood, W.; Tedesco, L.: Enhancing learning: a study of how mobile devices can facilitate sensemaking, Personal and Ubiquitous Computing Journal, Volume 14, Number 2, Februar 2010
- [RT13] Rensing, C; Tittel, S.: Situiertes Mobiles Lernen – Potenziale, Herausforderungen und Beispiele. In (DeWitt, C.; Sieber, A. Hrsg.): Mobile Learning Potenziale, Einsatzszenarien und Perspektiven des Lernens mit mobilen Endgeräten, Wiesbaden, Springer, S. 121-142, 2013.
- [So14] Sonderegger, U.; Weber, K.; Zimmermann, M.; Becker, B.: Mobile Learning mit kontextbezogenen mobilen Diensten in der „KMU Smart Factory“: Szenarien und Lösungsansätze für Fertigungsprozesse. In (Rensing C.; Trahasch, S. Editors): Proceedings of DeLFI Workshops 2014 co-located with 12th e-Learning Conference of the German Computer Society, 2014
- [Te12] Ternier, S.; Börner, D.: ARLearn – interaktive Unterstützung ortsbasierter, mobiler Lernaktivitäten. <http://www.httc.de/ws-mobile-learning/boerner.pdf>, 2011 Zugegriffen: 28. Februar 2012.
- [Ap15] Appsist Projekt, appsist.de, Stand: 20.7.2015
- [Cp15] Cordova Plugin. <https://github.com/petermetz/cordova-plugin-ibeacon>, Stand: 28.6.2015

- [Es15] Estimote Beacons, estimote.com, Stand: 28.6.2015
- [In15] IntelliJ IDEA, www.jetbrains.com/idea, Stand: 28.6.2015
- [On15] Onyx Beacon, www.onyxbeacon.com, Stand: 28.6.2015
- [Ph15] PhoneGap, build.phonegap.com, Stand: 28.6.2015

²SIMPLE – Symbiotic Interrelated Seamless Integrated Mobile Personalizable Learning Environments

Christoph Greven¹ und Ulrik Schroeder²

Abstract: The concept of Personal Learning Environments (PLEs) is increasingly gaining importance in academic teaching, private life and occupational settings. The learner is put into focus and offered general conditions for self-organized learning. At the same time mobile technology is becoming omnipresent and an essential part of today's learning. Although many (web) frameworks have been developed allowing the user to create his own PLE the mobile learner is not really reached. Although the mobile application architecture supports the PLE concept in general in the sense of aggregating different independent tools, the missing interrelations cause losses of contexts while switching between them. At the same time, necessary additional information cannot be presented in context as an enhancement creating added value.

This paper introduces a concept for symbiotic interrelation and seamless integration of mobile applications as mobile personalizable learning environments where the user is in control of shaping his mobile learning environment seamlessly. Services and features of applications can be used inside one another and even across the borders of a single device. Thereby, contexts of one application can be used in further services and additional information can be visualized directly embedded where it is needed. Moreover, the seamless design comes with additional benefits such as advanced navigation and improves the learning process in its entirety.

Keywords: symbiotic interrelation, seamless integration, mobile, personalizable learning environment

1 Personal Learning Environments

Although the general trend of Personal Learning Environments (PLEs) seems to be decreasing, its realizations are increasingly gaining importance. In academic teaching, private life as well as occupational settings the concept's application is slow and implemented by and by. The concept of Personal Learning Environments can be understood as the whole environment that supports the learner in his or her learning process [Ca10]. Although this also includes tools in the physical environment, there are many concrete realizations or frameworks in form of software systems. In connection with the Web 2.0 the terminology Mashup emerged. It describes the (re)combination of different contents or services and is hence one important aspect of PLEs. Mashups can be distinguished via

¹ RWTH Aachen University, Learning Technologies Research Group, Ahornstraße 55, 52074 Aachen, greven@cs.rwth-aachen.de

² RWTH Aachen University, Learning Technologies Research Group, Ahornstraße 55, 52074 Aachen, schroeder@cs.rwth-aachen.de

their composition, either by aggregation or integration [Ca11]. Aggregation describes a collection of independent parts like in personal start pages from iGoogle³, Netvibes⁴, etc. In contrast, mashups by integration allow the exchange of data between two components and can hence be deduced in a new functionality. As one of the finest examples the ROLE (Responsive Open Learning Environments) project⁵ can be named. Users can avail themselves of an enormous repertoire of gadgets to be added to their individual learning environment [KMW14]. Like many other examples, this is restricted to a web application. Unlike these extensive systems, today's realizations of especially mobile PLEs are limited to simple tools to access the web frameworks via a mobile device, offering mobile applications for special learning purposes or reworking learning material and adapting it for a mobile visualization.

2 Mobile Ubiquitous Learning

Mobile technology is progressively changing everybody's daily life. The embedment, which was not conceivable in the last decades, got possible due to the tremendous increase in computational power of mobile devices on the one hand and due to the mass production and resulting low costs on the other hand. The market is booming while people tend to use several different devices like smartphones, tablets, etc. at once [Av15]. While mobile devices could be well established in the private life, formal educational facilities and also professional education are yet more skeptical. In many schools, for example, mobile devices still have to be turned off or are not allowed at all. Nevertheless the slow transfer, first pilot projects could show the benefit of mobile devices in such scenarios. In principle, the general application architecture on mobile devices already supports the idea of Personal Learning Environments. The user is able to install different applications or widgets according to his current needs and by removing them he is also able to react to changes. So far, applications are autarkic and cover several mixed features. Primarily, access to these is possible from a central navigational anchor point, namely the home screen. From there the user needs to start the right app, navigating to the right functionality and calling it afterwards to solve the current problem. This learning environment is depicted in figure 1. The original context, in which the user's problem occurred, is obviously lost. Moreover, the app made use of is started in a whole new window commonly covering the whole screen of the device. Consequentially, the result cannot be visualized along with the user's problem. The outcome of this is a suboptimal assistance of the learning process on the whole.

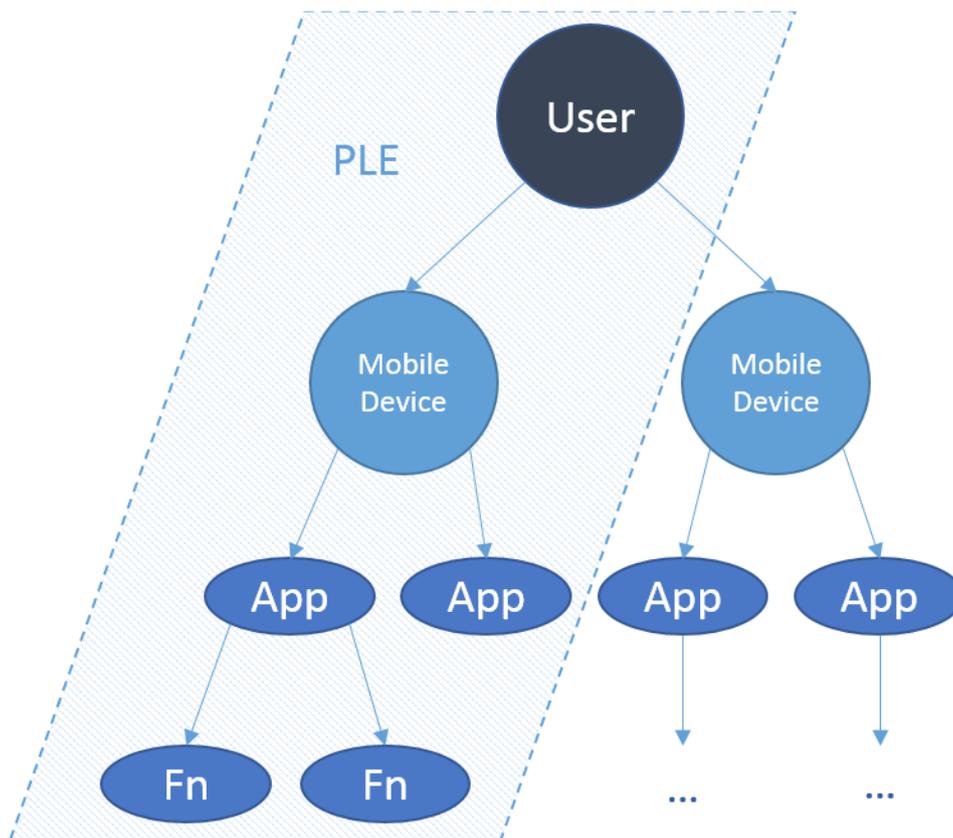


Fig. 1: Excerpt of a learner's traditional mobile environment – commonly one mobile device with different applications, each realizing different functionalities.

3 Advancement of Mobile Personalizable Learning Environments

The approach introduced in this paper differs from recent practices and really makes the mobile device(s) the learner's PLE. The three main aspects, namely mobile personalizable learning environment, symbiotic interrelation of applications, and seamless integration of services into one another, are presented in more detail in the following sections.

3.1 Mobile PLE

As stated before, conceptually there is no real mobile PLE so far with the same dimensions as known from non-mobile PLEs. Instead, realizations cover certain aspects of

mobility. The PLE concept includes the whole environment and covers all tools that support the learning process of a user. As usage of mobile devices is becoming routine, they represent an important part of it. But because of the special and very different requirements, it still makes sense to determine mobile learning environments separately. From a technological point of view, a mobile PLE can be understood as all features of applications for a certain learning scenario. One very important aspect here is that it needs to be personalizable and not just personal, meaning that it is not simply adapted to the learner but completely in his control [Ha06]. Single mobile applications mostly concentrate on a certain set of functionalities. In extreme, every application covers only one feature or service. This ensures high flexibility and reduces redundancy at the same time. Like stated before, common users deal with various mobile devices nowadays. Those smart phones, tablet computers, wearables, and others do not exclude each other as each of them has certain benefits. Hence a mobile learning environment spreads over several devices which needs to be considered in the architecture as well. For today's learners the borders of private, academic and occupational learning are blurring. While some functionality might overlap the different fields, there might be many tools in the PLE which are concentrating on a single one. For an improved support of the learning process it would make sense to allow the user to define several PLEs or views on his PLE with different foci between which he can spontaneously switch. This can foster e.g. to shut down from work tasks resulting in a better work-life balance. Figure 2 visualizes a user with two definitions of a mobile personalizable learning environments or perspectives which include sets of services from different apps across the borders of mobile devices.

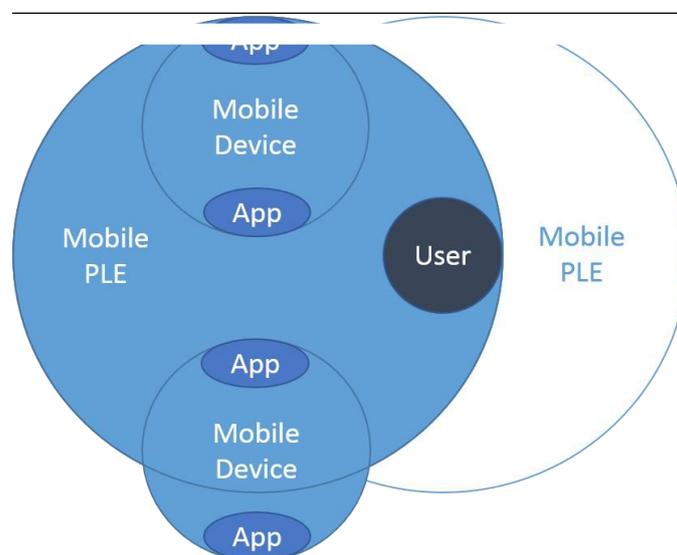


Fig. 2: Mobile PLEs across the borders of single devices and applications.

3.2 Symbiotic Interrelation

Ideally a single application realizes one concrete functionality. The proposed MPLE architecture allows applications to offer their functionalities to other external applications so that they can (re)use those services if needed. The transition between a service provider and client is smooth as applications can hold both roles at the same time. After an announcement phase in the beginning, where every application communicates all its offerings to the rest of the application ecology, the services are easily accessible. Added value is generated by the opportunity to also pass context information when calling a foreign service. An application is not started in a sandbox-like environment but can integrate contextual information from its caller. How this idea is supported via the graphical user interface is content of the next section.

As already stated in the previous section, today's mobile learning environments commonly include more than one device, also with different functionality and focus. There are smartphones, tablet computers, wearables like smart watches, etc. which do not exclude each other. Hence the idea is to allow the service interrelation across the borders of single devices to really reach the whole extent of the learning environment. Figure 3 outlines a possible symbiosis of two applications A and B on mobile devices X and Y, which share and use services of one another. In contrast to the concept of mashups it can be seen as a symbiosis with mutual benefits for all participating entities instead of an overall frame which can be filled with independent different tools. Apps can offer as well as use services at the same time so that in principle a bidirectional network of application interrelations is obtained. By the help of the mentioned different foci, the relations inside that graph can be rapidly changed or activated when needed.

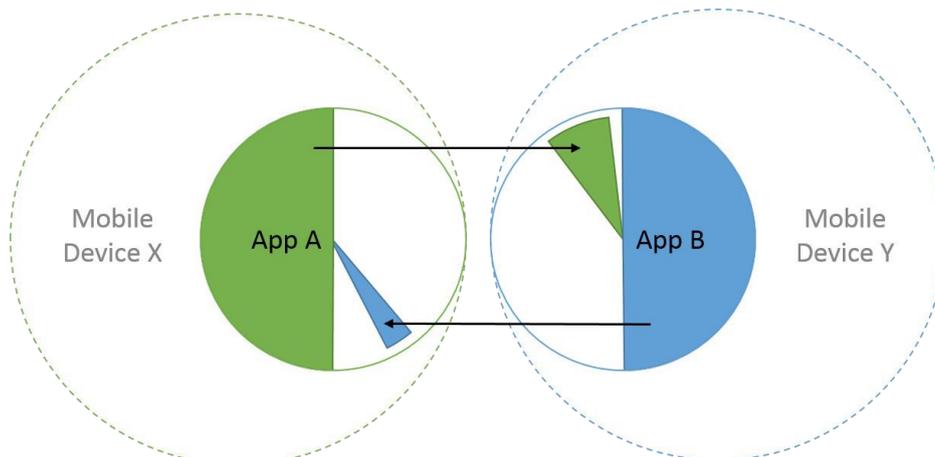
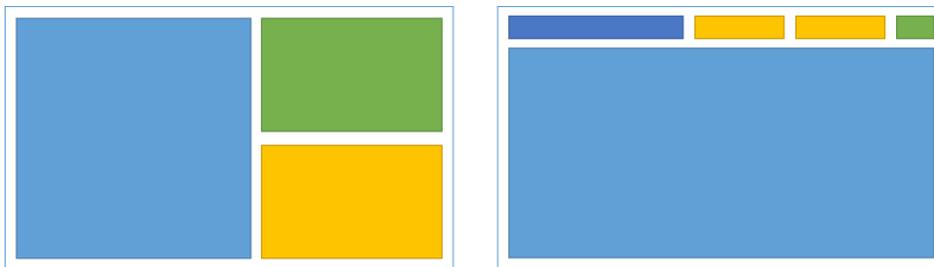


Fig. 3: Two mobile applications integrating services of one another across devices.

3.3 Seamless Integration

Seamless learning is commonly understood as learning across scenarios, mobile as well as stationary, formal and informal, etc. But, so far the aspect seamless has not been represented by the internal mobile architecture. The high interrelation taking into account the applications' contexts has major advantages over traditional independent applications. Still, called services are visualized in separate instances, basically in full screen. Although, so far design guidelines for Android, Apple, etc. demonstrate the wish of a uniform visual system, this is not going far enough as the users still experience apps as single systems. The presented approach of symbiotic interrelations in apps shows that indeed contextual information can be used in the service, nevertheless the outcome cannot be presented in context. Thus, a seamless visual integration is recommended which gives absolute control to the user and allows him to individually shape and mash-up his mobile learning environment. He himself can define which services to include into one app and how to compose the graphical user interface. Changes can be applied at any time so that the whole system evolves according to the learners needs. The seamless user interface pretends to be one single system which comes with additional advantages- in e.g. navigation. Figure 4 shows two possible user realizations of seamless service integrations where several independent services are shown at once in one application to enrich the current context.



Figur 4: Two examples of graphical user interface compositions with seamless integrations of inter application services controlled by the user. Different colors indicate different application origins.

4 Conclusion

In general, the concept of Personal Learning Environments is well accepted and shows essential advantages in contrast to traditional learning formats. Nonetheless, the transfer to mobile environments is lacking behind resulting in suboptimal support of the learning process. This paper presented a new theoretical approach of mobile personalizable learning environments across the border of a single device or scenario, with symbiotic interrelated mobile applications in consideration of the context, and seamless integration of services into one another while giving the user the absolute control of the logical as

well as visual composition. This offers tremendous opportunities for further improvement of learning processes. While this paper presented theoretical a concept, the application of this very concept and its evaluation is still future work. First realizations of basic aspects presented in this paper have been implemented so far [Gr15]. The evaluation of this work is still in progress.

Literaturverzeichnis

- [Av15] Statista: Average number of connected devices used per person in selected countries in 2014. <http://www.statista.com/statistics/333861/connected-devices-per-person-in-selected-countries/>, 06/29/2015.
- [Ca10] Chatti, M. A.; Agustiawan, M. R.; Jarke, M.; Specht M.: Toward a Personal Learning Environment Framework. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 1(4):71–82, 2010.
- [Ca11] Chatti, M. A.; Jarke, M.; Specht, M.; Schroeder, U.: Model-driven mashup personal learning environments. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 3(1), 21–3, 2011.
- [Gr15] Greven C.; Gooranourimi, N.; Sharifi, S. A.; Thüs, H.; Chatti, M. A.; Schroeder, U.: Seamless Application Ecologies as Mobile Personal Learning Environments. In: *Proc. DeLFI 2015 - Die 13. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V., München 2015*.
- [Ha06] van Harmelen, M.: Personal Learning Environments. In: *ICALT 2006 - Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Kerkrade*. S. 822-824, 2006.
- [KMW14] Kroop, S.; Mikroyannidis, A.; Wolpers, M.: *Responsive open learning environments - Outcomes of research from the ROLE Project*. Springer, Cham, 2014.

MobiMat - ein Framework zur Mobilisierung von Lehrmaterial

Arno Wilhelm-Weidner¹

Abstract: Mobile Learning ist derzeit in aller Munde. Ein interessanter Aspekt ist, wie die jeweiligen mobilen Lerneinheiten entstehen. Es existieren Autorensysteme um entsprechende Lerneinheiten zu erstellen, Firmen, die darauf spezialisiert sind, für Unternehmen mobile Lerneinheiten zu kreieren, und zahlreiche Apps und Webseiten, die unterwegs via Smartphone oder Tablet zum Lernen benutzt werden können. Lehrenden fehlt es häufig an Zeit und nötigem Fachwissen, um eine spezielle App für ihr Material zu entwickeln oder mobile Lerneinheiten für den von ihnen behandelten Stoff zu konzipieren. In diesem Beitrag wird das Konzept des Frameworks zur Mobilisierung von Lehrmaterial vorgestellt, das dieses Problem adressiert und es werden kurz mögliche Anwendungen diskutiert.

Keywords: Mobile Learning, Autorensysteme, Wiederverwendbarkeit, Demo

1 Einführung

Heutzutage sind Smartphones und Tablets praktisch überall. Ob in der Bahn, Vorlesungssälen oder Schulen - beinahe jedem in Deutschland steht ein solches Gerät zur Verfügung [co15]. Mobile Learning (wie es beispielsweise in [Or10] definiert wird) ermöglicht es, mit diesen Geräten unterwegs zu lernen, ohne separate Unterlagen oder einen Laptop mit entsprechenden Dateien dabei zu haben. Steht Lehrmaterial z.B. als PDF zur Verfügung, kann das zwar auf einem Smartphone betrachtet werden, das ist aber in den meisten Fällen umständlich. Text muss herangezoomt werden, damit er groß genug ist um gelesen zu werden, dafür muss der Bildausschnitt häufig verschoben werden, da nicht das ganze PDF auf den Bildschirm passt. Auch das Navigieren zwischen verschiedenen Dateien mit Lehrmaterial ist auf Smartphones aufwändig. Mehrere Firmen, beispielsweise IMC², sind darauf spezialisiert, für Wissen, das Firmen ihren Mitarbeitern vermitteln wollen, mobilen Lerneinheiten zu konzipieren. Schulungs- und Lehrmaterial im klassischen Sinne, sei es auf Papier, als Präsentation, PDF- oder Textdokument, ist dabei vielerorts bereits vorhanden. An Schulen, Universitäten oder in kleineren Firmen sind jedoch die finanziellen und zeitlichen Ressourcen oft begrenzt, so dass weder eine Firma beauftragt, noch in vollem Umfang eine mobile Lösung selbst erstellt werden kann.

¹ Technische Universität Berlin, FG Modelle u. Theorie Verteilter Systeme,
arno.wilhelm-weidner@tu-berlin.de

² <http://www.im-c.de/>

Die Idee des Frameworks zur Mobilisierung von Lehrmaterial (MobiMat) basiert darauf, mit den konkreten Materialien zu beginnen, die den Lehrenden bereits zur Verfügung stehen, bzw. die diese bereits erstellt haben. Es soll eine Oberfläche bieten, die einfach zu bedienen ist, um aus diesen Materialien schrittweise mobile Lerneinheiten zu erstellen.

Die bestehenden Materialien wie Bilder, LaTeX-Dokumente, PDFs oder auch gescannte Unterlagen werden integriert und bei der Produktion wiederverwendet. Dies erfolgt schrittweise, um Zwischenzustände zuzulassen, bei denen Teile des Materials bereits für mobile Nutzung optimiert sind, andere jedoch noch nicht. Auch solche Zwischenzustände können schon als Lerneinheiten genutzt werden. Nicht optimierte Teile werden dabei in ihrer aktuellen Version angezeigt. So kann an der entsprechenden Stelle beispielsweise ein PDF betrachtet werden, wenn keine mobile Version vorliegt. Dadurch können Lösungen bequem erweitert und gleich weitergenutzt werden.

Neues Material für Mobile Learning kann zum einen mit kommerziellen Autorensystemen wie AcademyMaker3 oder iPrendo4 erstellt werden. Diese sind kostenpflichtig und somit nicht für jeden zugänglich. Nicht-kommerzielle Plattformen wie beispielsweise StoryTec [Me12], womit eine spezielle Art von Lernspielen konzipiert und erstellt werden kann. In diesen Spielen ist, wie in den Lerneinheiten, die mit MobiMat erstellt werden können, ein nicht-linearer Verlauf möglich. Derartige Spiele müssen im Gegensatz zu der in diesem Beitrag skizzierten Lösung zunächst neu entworfen werden. Ein von StoryTec wie MobiMat gleichermaßen verfolgtes Ziel ist es, das benötigte Fachwissen für die Erstellung von Spielen bzw. Lerneinheiten möglichst niedrig zu halten. In keiner der bisher genannten Lösungen ist die Nutzung bestehenden klassischen Lehrmaterials vorgesehen. Das Projekt INTUITEL [Sw14] [Sw13] ermöglicht nicht-lineare Verläufe beim Lernen. Hier werden diese abhängig vom Verhalten des Nutzers vom System vorgeschlagen, das eine Erweiterung bestehender Lernmanagement-Systeme ist, hierbei kann bestehendes Material verknüpft werden. Der Fokus der Arbeit liegt auf den Vorschlägen des Systems für die Lernpfade, die im bisherigen Konzept von MobiMat vom Ersteller der Lerneinheit festgelegt werden. Die Umsetzung von MobiMat ist Teil einer derzeit laufenden Dissertation, in der die Adaption von existierendem Lehrmaterial für mobile Endgeräte untersucht wird und mithilfe von MobiMat verbessert werden soll.

2 Konzeption

Die Erstellung einer Lerneinheit beginnt, wie in Abbildung 1 illustriert, damit, dass das zugrunde liegende Material in eine neue Lerneinheit geladen wird. Als Ausgangsmaterial sollen verschiedenste Formate, auch Kombinationen möglich sein. Lerneinheiten können in Abschnitte untergliedert werden. Ein Abhängigkeitsgraph, der während der Erstellung immer wieder veränderbar ist, gibt mögliche Reihenfolgen dieser Lerneinheiten an. Falls möglich wird der Text der Originaldatei automatisch extrahiert und zur Lerneinheit hinzugefügt, damit der Text automatisch passend zur Größe des Browser-

fensters umgebrochen werden kann. Es kann von Hand nachgebessert werden, falls die automatische Extraktion nicht oder nicht vollständig funktioniert und wenn Bilder oder Formeln hinzugefügt werden müssen. Dafür können verschiedene Versionen eines Abschnitts einander im Framework gegenüber gestellt werden. Es ist möglich, die Lerneinheit um weiteren Text, Bilder oder andere Medien zu ergänzen und zwischen zwei Abschnitten möglicherweise Aufgaben hinzuzufügen. Hierbei sind verschiedene Aufgabentypen auswählbar. Zunächst sollen Single- und Multiple-Choice-Fragen, sowie das Ausfüllen von Lückentexten möglich sein. Fragen mit Freitextantworten sind vorerst nicht vorgesehen. Ziel ist, die Integration neuer Aufgabentypen einfach zu gestalten, um auch fachlich oder kontextuell spezielle Aufgabentypen zu ermöglichen. Für den gleichen Lernabschnitt können verschiedene Medien und verschiedene Versionen des gleichen Mediums zur Verfügung stehen, so dass der Nutzer entscheiden kann, ob er z.B. die mobile Version eines Textes, das PDF oder ein Video zu diesem Abschnitt betrachten möchte. Dabei kann eine vom Ersteller empfohlene Variante angegeben werden. Derartige Lernstilpräferenzen sind ebenfalls Teil des INTUITEL-Projekts [Sw13], wobei hier die Empfehlung durch das System generiert wird.

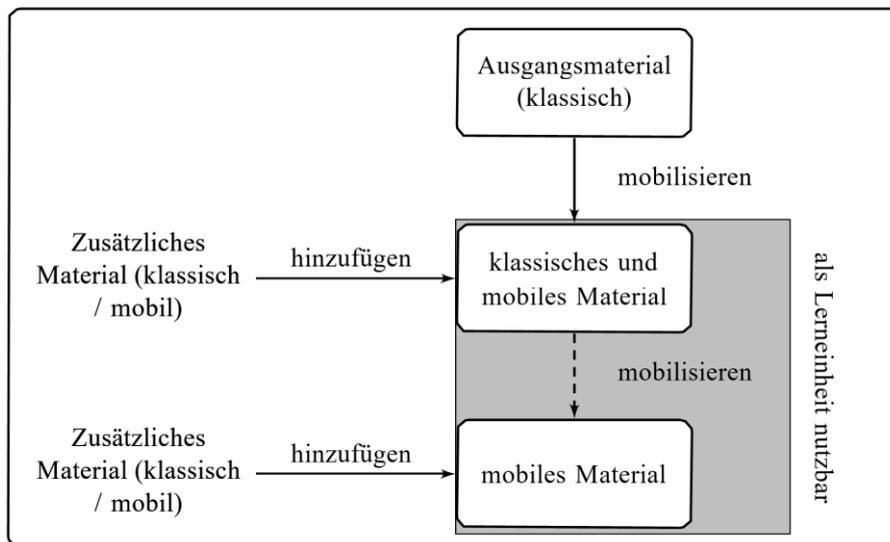


Abb. 1: Erstellen einer Lerneinheit mit MobiMat

Besonderheiten von MobiMat sind die iterative Erstellung der Lerneinheiten und die Möglichkeit, auf bestehenden Materialien aufzubauen oder diese später zu integrieren. Das Framework ist als Open Source - Lösung geplant, um unabhängig vom Budget des Nutzers Zugriff darauf und Erweiterungen zu ermöglichen. Es wird mit HTML5 erstellt und nutzt das Bootstrap Framework, um auf verschiedenen Bildschirmgrößen gut nutzbar zu sein. Lerneinheiten sind Webseiten, die jeder aktuelle Browser anzeigen kann. Die Lerneinheit selbst ist eine Dateistruktur, die auch offline genutzt werden kann. Sind

Videos oder große Dateien enthalten, kann es sinnvoll sein, sie zum Download anzubieten, da die Online-Nutzung bei Mobilgeräten durch die Übertragungsgeschwindigkeit oder begrenzte Volumentarife eingeschränkt sein kann.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Geplant ist die Umsetzung des Kapitels zur Fixpunkttheorie des Buches [Ac07] und Studie, die darauf aufbauend die Lernmotivation der mobilen mit der ursprünglichen Variante des Stoffs vergleicht. Interessant ist hierbei vor allem die große Menge an Formeln, die dargestellt werden müssen, und die stark durch Beispiele gestützte Art des Erklärens des Buches. Beides war zentral für die Wahl des Inhaltes der Studie, da die Adaption von Formeln auf Mobilgeräten interessante Herausforderungen bietet und die Beispiele viel Raum für Erweiterung des Lehrinhalts um Grafiken und Videos lassen. MobiMat soll zusätzlich immer wieder auf seine Usability hin untersucht werden, um sicherzustellen, dass eine gute Bedienbarkeit eine Anwendung durch unterschiedliche Nutzergruppen ermöglicht.

Für MobiMat sind zahlreiche Erweiterungen denkbar, zum Beispiel die statistische Auswertung von Quizergebnissen, eine Erweiterung um zusätzliche Eingabeformate. Auch das exportieren von Lerneinheiten im passend reduzierten Format für SCORM (Sharable Content Object Reference Model) oder ePub oder das gegenseitige korrigieren oder bewerten von Lösungen durch Nutzer sind möglich. Eine denkbare Option ist auch, die Implementierung offener Aufgabentypen im Hinblick auf die Prinzipien, die Paul Gee in [Ge05] beschreibt. Dies kann mit Studien verbunden werden, wie unterschiedlich derartige Aufgabentypen mobil oder am PC bearbeitet werden.

In diesem Beitrag wurde das grobe Konzept für das Framework MobiMat vorgestellt. Ausgehend von bestehenden Lehrmaterialien sollen damit mit einfacher Bedienung schrittweise mobile Lerneinheiten erstellbar sein. Solche bestehenden Lehrmaterialien können Vorlesungsskripte, Formelsammlungen oder auch Handouts für Referate sein. MobiMat adressiert das Problem der fehlenden Zeit für die Entwicklung mobiler Lösungen, indem die Erstellung iterativ erfolgen kann und dabei die Ergebnisse stets nutzbar bleiben. So kann die mobile Lösung immer wieder erweitert, umgearbeitet und weitergenutzt werden, es muss nicht einen festen Erstellungszeitraum geben. Durch den zusätzlichen Fokus auf Usability soll sichergestellt werden, dass kaum Fachwissen über die Entwicklung mobiler Lösungen notwendig ist. Das Framework befindet sich noch im Anfangsstadium und wird im Rahmen einer formativen Evaluation entwickelt.

Literaturverzeichnis

[Ac07] Aceto, Luca et al.: Reactive Systems: Modelling, Specification and Verification.

- Cambridge University Press, New York, NY, USA, 2007.
- [co15] comScore: , Anzahl der Smartphone-Nutzer in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2015 (in Millionen), 2015. <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/198959/>.
- [Ge05] Gee, James Paul: Learning by design: Good video games as learning machines. *E-Learning and Digital Media*, 2(1):5–16, 2005.
- [Me12] Mehm, Florian et al.: Authoring of serious adventure games in storytec. In: *E-Learning and Games for Training, Education, Health and Sports*, S. 144–154. Springer, 2012.
- [Or10] Orr, G.: A Review of Literature in Mobile Learning: Affordances and Constraints. In: *WMUTE, 2010 6th IEEE International Conference on*. S. 107–111, April 2010.
- [Sw13] Swertz, Christian et al.: Lernpfadmodellierung mit der Webdidaktik für die adaptive Erweiterung von Lernmanagementsystemen. 2013.
- [Sw14] Swertz, Christian et al.: Der didaktische Raum von INTUITEL. In: *Ein pädagogisches Konzept für ein ontologiebasiertes adaptives intelligentes tutorielles LMS-Plugin*. Paper accepted at the GMW 2014 Conference. 2014.