

Gesellschaft für Informatik (GI)

publishes this series in order to make available to a broad public recent findings in informatics (i.e. computer science and information systems), to document conferences that are organized in cooperation with GI and to publish the annual GI Award dissertation.

Broken down into the fields of

- Seminar
- Proceedings
- Dissertations
- Thematics

current topics are dealt with from the fields of research and development, teaching and further training in theory and practice. The Editorial Committee uses an intensive review process in order to ensure the high level of the contributions.

The volumes are published in German or English.

Information: <http://www.gi-ev.de/service/publikationen/lni/>

ISSN 1617-5468
ISBN 978-3-88579-247-5

This volume is the proceedings of the 7th annual e-learning conference of the Gesellschaft für Informatik e.V. The carefully reviewed contributions reflect the state of the art in various areas of e-learning within informatics and related areas, including content engineering and content management, cooperation and collaboration, security and privacy, organizational and didactical aspects, and student assessment.



Schwill, Apostolopoulos (Hrsg.): DeLFI 2009

GI-Edition

Lecture Notes in Informatics

**Andreas Schwill,
Nicolas Apostolopoulos (Hrsg.)**

Lernen im Digitalen Zeitalter

**DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning
Fachtagung Informatik**

**14.-17. September 2009
an der Freien Universität Berlin**

Proceedings



Andreas Schwill
Nicolas Apostolopoulos (Hrsg.)

Lernen im Digitalen Zeitalter

**DeLFI2009 – Die 7. E-Learning Fachtagung
Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V.**

14.-17. September 2009
an der Freien Universität Berlin

Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings

Series of the German Informatics society (GI)

Volume P-153

ISBN 978-3-88579-247-5

ISSN 1617-5468

Volume Editor

Prof. Dr. Andreas Schwill

Universität Potsdam, Didaktik der Informatik

August-Bebel-Str. 89, D-14482 Potsdam

schwill@cs.uni-potsdam.de

Prof. Dr. Nicolas Apostolopoulos

Freie Universität Berlin, Center für Digitale Systeme (CeDiS)

Ilhnestraße 24, D-14195 Berlin

napo@cedis.fu-berlin.de

Series Editorial Board

Heinrich C. Mayr, Universität Klagenfurt, Austria (Chairman, mayr@ifit.uni-klu.ac.at)

Jörg Becker, Universität Münster, Germany

Hinrich Bonin, Leuphana-Universität Lüneburg, Germany

Dieter Fellner, Technische Universität Darmstadt, Germany

Ulrich Flegel, SAP Research, Germany

Johann-Christoph Freytag, Humboldt-Universität Berlin, Germany

Ulrich Furbach, Universität Koblenz, Germany

Michael Koch, Technische Universität München, Germany

Axel Lehmann, Universität der Bundeswehr München, Germany

Peter Liggesmeyer, TU Kaiserslautern und Fraunhofer IESE, Germany

Ernst W. Mayr, Technische Universität München, Germany

Heinrich Müller, Universität Dortmund, Germany

Sigrid Schubert, Universität Siegen, Germany

Martin Warnke, Leuphana-Universität Lüneburg, Germany

Dissertations

Dorothea Wagner, Universität Karlsruhe, Germany

Seminars

Reinhard Wilhelm, Universität des Saarlandes, Germany

Thematics

Andreas Oberweis, Universität Karlsruhe, Germany

© Gesellschaft für Informatik, Bonn 2009

printed by Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn

Vorwort

Die DeLFI2009 – 7. E-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V., die vom 14.-17.09.2009 an der Freien Universität Berlin stattfand, setzte die erfolgreiche Reihe von Tagungen zur Thematik „E-Learning“ fort, die im Jahre 2003 mit der Tagung in München begann.

Die Tagung widmete sich allen Aspekten rechnergestützten Lernens und Lehrens. Ausgewählte Fragestellungen dieses Themenkomplexes wurden durch Vorträge ausgewiesener Experten und durch eingereichte Beiträge intensiv behandelt. Schwerpunkte waren in diesem Jahr die Themengebiete *Kooperation und Kollaboration* sowie *Übungen, Bewertungen, Assessment*. Im Bereich Kooperation und Kollaboration wurden zum einen unterstützende Systeme und Systemerweiterungen vorgestellt, zum anderen wurden die inzwischen schon umfangreichen Erfahrungen beim Einsatz dieser Systeme ausgewertet. Im Themenbereich Übungen, Bewertungen, Assessment ging es u.a. um die technische Unterstützung rechtssicherer Prüfungen sowie um neue Formen elektronischer Übungen und ihre Effekte.

In fünf begleitenden Workshops und einem Tutorial wurden weitere Themengebiete im Bereich „E-Learning“ vertieft behandelt. Die erzielten Ergebnisse sind in einem Workshop-Band dokumentiert.

Zur Präsentation von Beispielszenarien, Projektergebnissen, Best-Practice sowie zum Erfahrungsaustausch waren ebenfalls Freiräume eingeplant. Die Tagung förderte so den regelmäßigen Austausch zwischen Forschung, Entwicklung und Anwendung.

Weitere Informationen zur Tagung können im Internet unter der Adresse

<http://www.delfi2009.de>

abgerufen werden.

Mein besonderer Dank gilt dem Programmkomitee und dem Organisationskomitee für den großartigen Einsatz bei der Vorbereitung und Durchführung der Tagung.

Potsdam, im September 2009

Andreas Schwill, Nicolas Apostolopoulos

Programmkomitee

Andreas Schwill, Universität Potsdam (Chair)
Nicolas Apostolopoulos, Freie Universität Berlin (Co-Chair)

Werner Beuschel, Fachhochschule Brandenburg
Jürgen Brehm, Universität Hannover
Jörg Desel, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
Jens Drummer, Sächsisches Bildungsinstitut Radebeul
Wolfgang Effelsberg, Universität Mannheim
Stefan Fischer, Universität zu Lübeck
Jörg Haake, FernUniversität in Hagen
Sybille Hambach, Baltic College Rostock
Andreas Harrer, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
Michael Herczeg, Universität zu Lübeck
Thomas Herrmann, Ruhr-Universität Bochum
Paul-Thomas Kandzia, Duale Hochschule Baden-Württemberg Lörrach
Reinhard Keil, Universität Paderborn
Andrea Kienle, Fraunhofer IESE Kaiserslautern
Christian Kohls, Institut für Wissensmedien Tübingen
Torsten Leidig, SAP Research
Stefanie Lindstaedt, Know-Center und Technische Universität Graz
Steffen Lohmann, Universität Duisburg-Essen
Ulrike Lucke, Universität Rostock
Johannes Magenheimer, Universität Paderborn
Alke Martens, Universität Rostock
Max Mühlhäuser, Technische Universität Darmstadt
Thomas Ottmann, Universität Freiburg
Sabine Rathmayer, Datenlotsen Informationssysteme GmbH
Christoph Rensing, Technische Universität Darmstadt
Ralf Sagorny, Berufskolleg Werne
Uli Schell, Fachhochschule Kaiserslautern
Ulrik Schroeder, RWTH Aachen
Sigrid Schubert, Universität Siegen
Till Schümmer, FernUniversität in Hagen
Silke Seehusen, Fachhochschule Lübeck
Christian Spannagel, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg
Ralf Steinmetz, Technische Universität Darmstadt
Djamshid Tavangarian, Universität Rostock
Martin Wessner, Fraunhofer IESE Kaiserslautern
Bernd Wolfinger, Universität Hamburg
Volker Zimmermann, IMC AG

Inhaltsverzeichnis

Content-Engineering und Content-Management

| | |
|---|----|
| Nachhaltige Adaption von akademischen E-Learning-Inhalten für unterschiedliche Anspruchslevel der Qualifizierungskette | 9 |
| Ann Seidel | |
| Das Ende der WBTs? Kernaussagenansatz, Personenmarken und Bartermodelle als konzeptionelle Antworten auf zentrale Herausforderungen | 19 |
| Roland Gabriel, Martin Gersch, Peter Weber, Son Le | |
| Evaluierung von Open Source Lernmanagementsystemen in Bezug auf eine barrierefreie Benutzerschnittstelle..... | 31 |
| Michael Tesar, Romana Feichtinger, Anna Kirchweger | |

Methodik des E-Learning

| | |
|---|----|
| E-Learning mit interaktiven Videos – Prototypisches Autorensystem und Bewertung von Anwendungsszenarien | 43 |
| Franz Lehner, Beate Siegel | |
| Programmierungslehrveranstaltung unter der Lupe | 55 |
| Eva Altenbernd-Giani, Ulrik Schroeder, Mostafa Akbari | |
| Serious Games: Virtuelle Simulation für eine Mitarbeiterfortbildung | 67 |
| Johannes Bufe, Detlef Krömker, Guido Gratza, Jörg Schwaderer, Steffen Vincon | |

E-Learning-Systeme - Sicherheit und Vertrauen

| | |
|---|-----|
| Ansätze zur Entwicklung datenschutzkonformer E-Learning-Plattformen..... | 79 |
| Kai-Uwe Loser, Thomas Herrmann | |
| Ereignisbasierte und konzeptuelle Schwachstellen in E-Learning-Systemen | 91 |
| Christian Eibl | |
| Sicherheitsprobleme dynamischer Erweiterbarkeit in E-Learning-Systemen | 103 |
| Christian Eibl | |

Kooperation und Kollaboration

| | |
|---|-----|
| Prozesse und Abläufe beim kollaborativen Wissenserwerb mittels computergestützter Videoannotation..... | 115 |
| Cristian Hofmann, Nina Hollender, Dieter W. Fellner | |
| Electures-Wiki – Aktive Nutzung von Vorlesungsaufzeichnungen | 127 |
| Christoph Hermann, Andreas Janzen | |
| Hybride Lernarrangements – Informatik-Lehre an der Hochschule Offenburg..... | 139 |
| Claudia Schmidt, Volker Sänger, Jeremias Endres | |
| Unterstützung für das Lernen sozialer Praxis in NGOs..... | 151 |
| Till Schümmer, Jörg M. Haake | |
| Unterstützung kreativer Lernprozesse mit Student-Generated-Webtours | 163 |
| Isa Jahnke, Thomas Laukamm | |
| Mobile Schreibtische als neue Form des betreuten virtuellen Lernens..... | 175 |
| Reinhard Keil, Detlef Schubert, Harald Selke | |

E-Learning-Werkzeuge und Erfahrungen

| | |
|---|-----|
| Bildung einer Community zur Vermittlung von E-Learning-Erfahrungen auf Basis semantischer Netze..... | 187 |
| Christoph Rensing, Doreen Böhnstedt | |
| Digicampus: Integration von E-Learning-Werkzeugen und Realisierung einer campusweiten Lehr-/Lernplattform..... | 199 |
| Patrick Noack, Peter Rosina, Bernhard Strehl | |
| Werkzeuge zur Spezialisierung von XML-Sprachen für die vereinfachte, didaktisch unterstützte Erstellung von E-Learning-Inhalten..... | 211 |
| Volker Gries, Ulrike Lucke, Djamshid Tavangarian | |

Übungen, Bewertungen, Assessment

| | |
|--|-----|
| Effekte automatischer Bewertungen für Programmieraufgaben in Übungs- und Prüfungssituationen | 223 |
| Michael Striewe, Michael Goedicke | |
| Spezielle Interaktivitätsformen einer E-Assessment-Umgebung am Beispiel "Grundlagen der Elektrotechnik" | 235 |
| Heinrich Christian Dippel, Vera Yakimchuk | |

| | |
|--|-----|
| Flexibles E-Assessment auf Basis einer Service-orientierten Architektur – Konzepte, Implementierung und Praxiserfahrungen | 247 |
| Mario Amelung, Katrin Krieger, Dietmar Rösner | |
| MATCHIX – multimediale Zuordnungsübungen..... | 259 |
| Markus Sauter, Oliver Ott, Werner Hartmann | |
| Realisierung eines Sicherheits- und Rechtemanagements für elektronische Prüfungen an Hochschulen mittels Software-Proxy | 271 |
| Andreas Hoffmann, Roland Wismüller, Markus Bode | |
| Feedback mit einem webbasierten Übungsbetrieb | 283 |
| Patrick Stalljohann, Eva Altenbernd-Giani, Anna Dyckhoff, Philipp Rohde, Ulrik Schroeder | |

Nachhaltige Adaption von akademischen E-Learning-Inhalten für unterschiedliche Anspruchslevel der Qualifikationskette

Ann Seidel

Produktentwicklung und Internet
FIZ CHEMIE Berlin
Franklinstr. 11
10587 Berlin
seidel@fiz-chemie.de

Abstract: Anpassung an neue Zielgruppen und die Pflege von E-Learning-Content sind zwei zentrale Herausforderungen an Autoren und Produzenten digitaler Lerninhalte. Am Beispiel des laufenden EU-Projektes SOLID wird dargestellt, wie neue Inhalte im Single-Source-Publishing-Ansatz erstellt werden und wie Bausteine, die für Studenten der Chemie erstellt wurden, an die neue Zielgruppe Ausbildung angepasst werden. Es wird ein Einblick in das Single-Source-Publishing von CHEMGAROO gegeben.

1 Einleitung

Eine Anforderung an die Erstellung von Lerninhalten für E-Learning-Anwendungen ist die Weiterverwertbarkeit der Inhalte [Ge03]. Lerninhalte müssen systemunabhängig wiederverwendbar sein, da das Entwickeln neuer Inhalte um ein vielfaches zeitaufwändiger ist als das Adaptieren vorhandener Inhalte an neue Ausgabeformate und neue Zielgruppen. Durch die Verlängerung des Lebenszyklus von Inhalten kann oft erheblicher betriebswirtschaftlicher Nutzen gezogen werden. Wenn bestehende Inhalte einfach an verschiedene Medienformate adaptiert sowie inhaltlich aktualisiert an neue Bedürfnisse angepasst werden können, bietet dies einen erheblichen Mehrwert [LU07]. Anpassung bzw. Adaption an die Zielgruppe wird in diesem Vortrag nicht als automatischer Prozess verstanden, so wie es Harrer und Martens in ihrem Beitrag 2004 [HM04] beschreiben, sondern als didaktisch, methodische Weiterentwicklung vorhandener Inhalte.

Da in CHEMGAROO¹ bereits eine große Menge an Inhalten für das Studium der Chemie vorliegen bietet es sich an, diese Inhalte durch Anpassung an neue Zielgruppen zu aktualisieren, zu pflegen und zu erweitern. Kernstück von CHEMGAROO ist eine Enzyklopädie, die die verschiedenen Lehrgebiete der Chemie abdeckt und angrenzende Naturwissenschaften mit einbezieht. Hervorgegangen aus einem Bundesleitprojekt, mit Autoren von 16 Universitäten verfügt die Enzyklopädie über eine Fülle an naturwissenschaftlich-chemischen Bildungsinhalten.

SOLID ist eine internationale Partnerschaft, die E-Learning-Module zum Thema Festphasen Chemie entwickelt, um die Lehre in der Laborantenausbildung an die neuen Herausforderungen in der chemisch-pharmazeutischen Industrie anzupassen. Im Projekt werden theoretische und praxisrelevante Elemente entwickelt, multimedial aufgearbeitet und komplexe Aspekte interaktiv dargestellt. Im Rahmen des Leonardo-Projektes SOLID wurde das für CHEMGAROO entwickelte Vorgehen der Content-Produktion beibehalten und die Inhalte an die neue Zielgruppe angepasst.

Im Folgenden wird zunächst auf die Produktion neuer Lehr-/Lerninhalte in CHEMGAROO eingegangen. Anschließend wird die Projektidee von SOLID vorgestellt und erläutert, wie Inhalte für das Projekt angepasst wurden. Zum Schluss wird ein Ausblick gegeben.

2 CHEMGAROO

CHEMGAROO ist hervorgegangen aus dem Bundesleitprojekt VS-C (Vernetztes Studium-Chemie 1999-2004). Das VS-C war eines der ersten großen Online-Projekte mit dem Ziel, Inhalte des chemischen Grundstudiums multimedial angereichert in Form von 3D-Molekülen, Simulationen, Animationen und Übungsaufgaben online zu präsentieren. Für diese Zwecke wurde eine Plattform kreiert, die die Lehr-/Lerninhalte des Studiengangs *Bachelor of Science in Chemistry* erschließt, vernetzt und didaktisch sinnvoll präsentiert.

Nach Beendigung des Projektes entstand die Produktgruppe CHEMGAROO. CHEMGAROO ist aufgeteilt in 4 Produkte:

1. die Online-Enzyklopädie ChemgaPedia,
2. die Mediathek ChemgaMedia,
3. das Kurssystem ChemgaCourse,
4. die Inhouse-Lösungen ChemgaNet.

Die ChemgaPedia als das Kernstück von CHEMGAROO beinhaltet 15.000 Seiten, die zu 1600 Lerneinheiten zusammengefasst sind, 25.000 Medienobjekte, 900 Übungen und 3.500 Glossar- und Biographie-Einträge.

¹<http://www.chemgaroo.de>

2.1 Plattform

Die elektronische Plattform erlaubt es, Wissensmodule zu vernetzen, sie beliebig zu kombinieren und die Information in kompakten Portionen anzubieten. Durch die individuelle Verknüpfbarkeit gemäß der Ausbildungsbedürfnisse lassen sich die Wissensmodule zu Lerntrajektorien (Tutorials und Lernpfade) zusammenstellen. Zusätzlich bietet die elektronische Plattform fachübergreifende Vernetzung der Wissensmodule und eine Aufarbeitung des Lehrstoffes und der wissenschaftlichen Information [MM99].

2.2 Auszeichnungssprache

Die Daten wurden im VS-C anfangs als HTML-Dateien abgespeichert. Im Laufe der Entwicklung stellte sich jedoch heraus, dass dieser Weg den Ansprüchen einer vernetzten Lernumgebung nicht gewachsen war. Der Einsatz von HTML führte zu erheblichen Problemen bezüglich Wartbarkeit, Homogenität und maschineller Verarbeitbarkeit der Inhalte. Aus diesem Grund wurde auf Single-Source-Publishing in Form von XML umgestellt.

Basierend auf XML wurde VSCML (Vernetztes Studium-Chemie Markup Language) entwickelt. VSCML ist optimiert, Inhalte des Chemiestudiums digital zu verarbeiten. Da immer neue Anforderungen an die Sprache gestellt werden, wird sie auch heute weiter entwickelt. Mittlerweile umfasst VSCML ca. 340 Elemente (die Elemente für mathematische Formeln, die von MathML integriert wurden, inbegriffen).

2.3 Serverstruktur

Die Archivierung der Daten erfolgt auf physikalischer Ebene mittels SQL- und XML-Datenbanken und dem Dateisystem. Darüber liegt ein WebDAV-Server mit Interceptoren. Der Interceptor prüft die Daten, die auf den Server geladen werden, z.B. auf Größe und Validität. Bei Bedarf können weitere Tests geschaltet werden. Parallel zum WebDAV-Server ist die auf Cocoon basierende VS-Engine als Webpublishingserver geschaltet. Zwischen Server und Anwender ist ein Apache. Auf der Anwendungsebene arbeiten die Autoren mit XML-Editoren, wie z.B. XMLSpy, Oxygen und Dateiverwaltungsprogrammen wie z.B. Microsoft-Webfolder oder dem VS-Explorer (einer hausintern entwickelten WebDAV Anwendung). Mit dem VS-Explorer können Daten abgespeichert, mit Metadaten versehen und abgerufen werden.

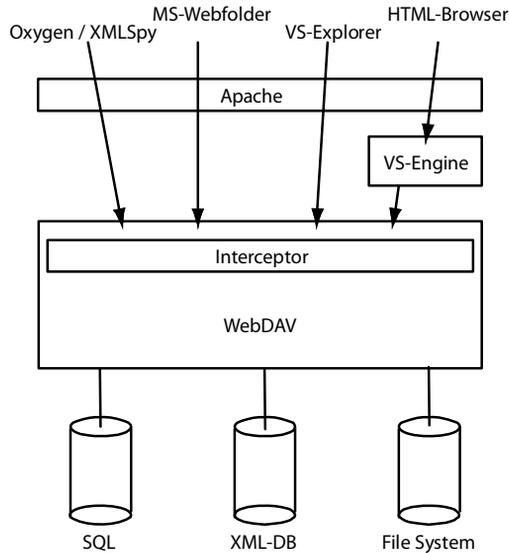


Abbildung 1: Serverstruktur

3 Content-Erstellung und Pflege

3.1 Import

Zur Projektzeit wurden Lerninhalte von ca. 160 Autoren an 16 Hochschulen eingepflegt. Die XML-Editoren, wie z.B. XMLSpy und Oxygen erlauben das direkte Editieren von Inhalten über WebDAV. Wie bereits 2006 von Lucke et. al. berichtet, wurde die serverseitige Struktur von Lerninhalten in vielen Projekten untersucht [LMT06]. Sie stellten fest, dass Werkzeuge zur Erstellung von Inhalten für Autoren mit wenig technischen Kenntnissen auf dem Markt immer noch Mangelware waren. Dieses Problem konnte nach Projektende des VS-C bestätigt werden; es war schwierig, Autorinnen und Autoren mit genügend technischen Kenntnissen zu finden, die sich bereit erklärten, unter Verwendung von XML ihre Inhalte zu schreiben.

Um weiterhin neue Inhalte in CHEMGAROO veröffentlichen zu können, wurde ein Word-Template erstellt. Experten können mit Word oder Open-Office, d.h. mit einem ihnen bekannten Programm, Inhalte schreiben. Textstellen, die später in einer bestimmten Weise ausgezeichnet werden sollen, können mit Hilfe des Templates markiert werden. Da jede Lerneinheit über eine mit Metadaten versehene Startseite verfügt, wurde auch für diese Seite ein Template erstellt. Es stellte sich jedoch heraus, dass die meisten eingereichten Texte ohne die Vorteile der Templates verfasst wurden.

Nach dem Einreichen der Word-Dokumente werden diese mit Hilfe von Open-Office nach HTML kopiert und mit Hilfe eines mit XML-Twig geschriebenen Scriptes nach VSCML konvertiert.

Bei dieser Art, Content einzupflegen, bedarf es auf jeden Fall eines Nacharbeitens, um die Dokumente zu validieren. Wichtige Schritte, wie das Aufteilen der Seiten, Auszeichnen der wichtigsten Textblöcke und Erkennen der Stellen, wo Medien eingebaut werden, sind automatisiert.

Die einzelnen Seiten werden mit dem VS-Explorer auf den Server geladen und mit Metadaten versehen. Zu den Metadaten gehört der Name des Autors bzw. der Autoren. Der Autor muss einzeln genannt werden, da er sich vom Bearbeiter unterscheiden kann. Weiterhin gehören ein Titel, eine Beschreibung und Keywords zu den Metadaten. Medienelemente, wie z.B. Flash-Animationen, Filme und Bilder, werden in gesonderten Client-seitigen Programmen bearbeitet und ebenfalls über WebDAV auf den Server gelegt und mit Metadaten versehen. Anschließend folgt die Einbindung in XML.

3.1 Export

Für den Export stehen mehrere Transformationsmöglichkeiten zur Verfügung:

1. für die ChemgaPedia: HTML
2. für die Druckversion: PDF
3. für externe Kurssysteme: SCORM

Die Transformation nach HTML und PDF erfolgt mittels XSL und XSL-FO. In einem mehrstufigen Prozess erfolgt die Umwandlung über Cocoon. Bei der Konvertierung in HTML werden Elemente umgewandelt, die Seiten bereinigt und normalisiert, mathematische Formeln aus MathML in PNG-Bilder gewandelt, Links geprüft, angepasst oder entnommen und das VSCML in HTML transformiert.

Für den Export nach SCORM wurde ein Perl Programm geschrieben, das alle nötigen Dateien und Verknüpfungen vom Server abgreift und zu einem ZIP-File schnürt. Dieses Paket kann anschließend in beliebige Learning Management Systeme (LMS), z.B. Moodle, hochgeladen werden. Der "SCORM-Generator" exportiert die Dateien vom Autoren-Server, validiert die Seiten, prüft Links und erstellt die für SCORM benötigte IMS Manifest-Datei, die den Import in das LMS ermöglicht.

4 SOLID

4.1 Projektidee

Auf der Suche nach neuen und verbesserten Wirkstoffen ist die pharmazeutische Industrie auf wirtschaftliche und effiziente Verfahren angewiesen. Die heute immer noch hauptsächlich verbreiteten analytischen Messmethoden, wie sie in der Ausbildung gelehrt werden, erfüllen nur teilweise die Anforderungen, die den Auszubildenden später im Berufsleben erwarten. Deshalb ist es wichtig, dass neue Verfahren in die Ausbildung aufgenommen werden.

Da vielen Schulen und Ausbildungsstätten die Ausstattung fehlt, sie also nicht die Möglichkeit haben, die Versuche durchzuführen und es auch sehr wenig Lehrmaterial im Bereich der Kombinatorischen Chemie/Festphasen Chemie gibt, wurde im Leonardo-Projekt SOLID E-Learning-Material didaktisch aufbereitet. Neben umfangreichem theoretischen E-Learning-Material gibt es praxisrelevante Inhalte sowie didaktische und methodische Hilfen für Lehrer, z.B. wie Festphasen Chemie mit SOL (Self Organized Learning) und Zirkeltraining unterrichtet werden kann.

In der Literatur zum E-Learning wird immer wieder verdeutlicht, welchen Vorteil computergestütztes Lernen in Bezug auf die Gestaltung des individuellen Lernweges hat. Somit fördern die theoretischen Materialien nicht nur die Informationsaufnahme, sondern bieten gleichzeitig Möglichkeiten zum selbstständigen Lernen. Sie sind mit multimedialen Elementen wie Filmen, Animationen und 3D-Molekülen angereichert, um komplexe Inhalte leichter zugänglich zu machen. Zum Selbstlernen bieten Übungen eine Kontrollmöglichkeit und eine Vorbereitung auf bevorstehende Klausuren. Ein weiterer Gedanke des Projektes war es, Laborversuche durch eine Simulation auch den Auszubildenden zugänglich zu machen, die nicht die Ausstattung im Labor zur Verfügung gestellt bekommen.

Um keine neue Plattform entwickeln zu müssen und doch für die Chemie angepasste Lehr-/Lernmaterialien erstellen zu können, nutzt das Projekt die Technik und Erfahrungen von CHEMGAROO.

Durch die Integration von CHEMGAROO ergeben sich verschiedene Möglichkeiten:

- Die eigens für chemische Inhalte entwickelte Auszeichnungssprache VSCML kann angewandt werden.
- Die von Professoren entwickelten Inhalte können mit didaktischen Anpassungen weiterverwendet werden, was den großen Vorteil hat, dass nicht der gesamte Inhalt neu geschrieben werden muss.
- Erfahrungen mit Auszeichnungen, Pflege und Verwaltung von Inhalten können genutzt werden.

4.2 Vorgehen

Solid ist eine Partnerschaft von Professoren, Lehrern und Experten aus Industrie und Medienbereichen mehrerer europäischer Länder. Für das Projekt wurden von ihnen fünf Kurse zur Festphasen Chemie erstellt. Jeder Kurs beinhaltet mehrere Lehr-/Lernmodule, die aus aufgearbeitetem Material (Inhaltsobjekte/Informationsbausteine) aus CHEMGAROO übernommen oder von den Autoren in Form von Word-Dokumenten eingereicht wurden. Das Einpflegen der Inhalte in das System erfolgte wie oben beschrieben (s. Kap. 3.1).

Ein Beispiel für übernommene Lerninhalte ist z.B. das Kapitel der Merrifield-Festphasen-Peptidsynthese². Dank des modularen Aufbaus der Informationen konnten Inhaltsseiten aus dem Modul für Studenten³ entnommen und für die Ausbildung neu zusammengestellt werden. Aus anderen Bereichen wurden einzelne Textbausteine, Bilder oder Animationen neu rekombiniert und an die Qualifizierungsstufe angepasst. Beispielsweise wurde im E-Learning Modul Drug Design in der Lerneinheit „Drug discovery and drug development“⁴ der Text mit Bildern und Animationen aus bereits bestehendem Material angereichert. Inhaltliche Anpassungen wurden z.B. in der Lerneinheit „Drug design and drug-target interactions“⁵ vorgenommen. Die Beschreibung der einzelnen Bindungstypen ist im Glossar der ChemgaPedia vorhanden. In der Lerneinheit für die Auszubildenden wurden die Begriffe zusammengestellt, weitestgehend einheitlich gestaltet, mit Grafiken versehen und zum Teil dem Kontext des Drug Designs angepasst, indem u.a. auf die besondere Bedeutung der Bindung im Protein eingegangen wird.

Die Kombination von vorhandenen Inhaltsbausteinen und neu erstellten Inhalten wurde von Hoermann, Rensing, Steinmetz als "Authoring by Aggregation" bezeichnet [HRS05]. Letztlich werden Lehr-/Lernbausteine (Aggregation) rekonfiguriert bzw. einer neuen Dimension übertragen.

Ist die Erstellung und Bearbeitung der Inhalte aus redaktioneller Sicht abgeschlossen, erfolgt der Export in das Learning Management System (LMS). Zu diesem Zweck wird dem SCORM-Generator eine Liste aller betreffenden Lerneinheiten gegeben. Die Dateien werden nun automatisch exportiert, validiert und normalisiert. Die für das LMS benötigte IMS Manifest-Datei wird erzeugt. Nach dem Erstellen der SCORM-Pakete werden diese über ein Script automatisch im Layout angepasst und in die entsprechenden Ordner auf dem Web-Server veröffentlicht. Ein Aktualisieren schon vorhandener Kurse in ecourses.solid-info.net ist somit mit sehr wenig Aufwand verbunden.

² <http://ecourses.solid-info.net/mod/scorm/player.php?a=6¤torg=TOC1&scoid=36>

³ http://chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/5/bc/vlus/evo_methods.vlu/

[Page/vsc/de/ch/5/bc/evolution/evo_methods/evolut_meth/merrifield/merrifield.vscml.html](http://chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/5/bc/evolution/evo_methods/evolut_meth/merrifield/merrifield.vscml.html)

⁴ <http://ecourses.solid-info.net/mod/scorm/player.php?a=23¤torg=TOC1&scoid=155>

⁵ <http://ecourses.solid-info.net/mod/scorm/player.php?a=24¤torg=TOC1&scoid=175>

Für die Online-Präsentation der in SOLID entwickelten Lehr-/Lernmodule wurde das LMS "Moodle" gewählt. Auf diese Weise können die Inhalte einem breiten Publikum nutzbar gemacht werden.

5 Reflexion und Ausblick

Um komplexe naturwissenschaftliche Inhalte digital darzustellen, bedarf es verschiedenster Programme. Im Gegensatz zu rein textbasierten E-Learning-Angeboten, wie z.B. in vielen Modulen zum Sprachenlernen oder dem Bereich der Wirtschaftswissenschaften, sind für die Chemie Hilfsprogramme/Plugins für die Darstellung der Inhalte notwendig. Um Reaktionsprozesse zu animieren, wird ein Animationsplugin, z.B. Flash benötigt. Für 3D-Darstellung von Molekülen wird ein weiteres Plugin benötigt. Laborversuche bzw. Experimente können als Video präsentiert werden. Es ist eine Gratwanderung zwischen Zumutbarkeit auf Clientseite und Einschränkung auf Darstellungsseite, die richtigen Plugins herauszufinden, um die gewünschten Inhalte optimal darstellen zu können. Im vergangenen Jahr wurden z.B. alle RealMedia-Videos in Flash-Videos (FLV) konvertiert. Für die MathML-Darstellung (mathematische Formeln) werden Bilder generiert, um in allen Browsern und auf allen Systemen eine einheitliche Darstellung zu ermöglichen.

Weiterhin ist geplant, Shockwave-Inhalte in Flash-Animationen und 3D-Moleküle, die in VRML ausgegeben werden, durch JMol zu ersetzen. Im Zusammenhang mit SOLID wurde bereits darauf geachtet, dass Animationen und 3D-Darstellungen nur noch in der gewünschten Form einfließen. Zu diesem Zweck wurden einige Materialien nicht nur didaktisch sondern auch technisch angepasst.

Literaturverzeichnis

- [Ge03] Gersdof, Ruben: Eine Content-Management-Architektur für die Umsetzung verteilter Redaktionsprozesse bei der Erstellung wieder verwendbarer Inhalte für das eLearning, 2003,
<ftp://ftp.ifi.unizh.ch/pub/ais/wi2003-1/231_final%20(Seite%20633%20-%20652).pdf>, Abgerufen am 16.03.2009
- [HM04] Harrer, A., Martens, A.: Adaptivität in e-Learning-Standards - ein vernachlässigtes Thema? DeLFI 2004: 2. e-Learning Fachtagung Informatik, Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2007; S. 163-174
- [HRS05] Hoermann, S.; Rensing, C.; Steinmetz, R.: Wiederverwendung von Lernressourcen mittels Authoring by Aggregation im ResourceCenter. In (Haake, J.M.; Lucke, L.; Tavangarian, D., Hrsg.): DeLFI 2005: 3. e-Learning Fachtagung Informatik, Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2005; S. 153f
- [Lu07] Ludger, T.: Entwicklung rekonfigurierbarer Lerninhalte mit (edu) DocBook. In (Eibl, C.; Magenheimer, J.; Schubert, S.; Wesser, M., Hrsg.): DeLFI 2007: 5. e-Learning Fachtagung Informatik, Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2007; S. 127

- [LMT06] Lucke, U., Manteuffel, C., Tavangarian, D.: Werkzeuge für mehrdimensionale Lernobjekte: das Woher und Wohin. In (Mühläuser, M.; Rößling, G.; Steinmetz, R., Hrsg.): DeLFI 2006: 4. e-Learning Fachtagung Informatik, Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2006; S. 171-182
- [MM99] Messer, A.; Münch, V.: Das Chemiestudium wird zum multimedialen Bausatz. Sonderdruck aus Nachrichten aus Chemie, Technik und Laboratorium 47 (1999) Nr. 11, Seite 1330-1333, <<http://www.bibb.de/de/limpact13244.htm>>, Abgerufen am 16.03.2009

Das Ende der WBTs? Kernaussagenansatz, Personenmarken und Bartermodelle als konzeptionelle Antworten auf zentrale Herausforderungen

Roland Gabriel¹⁾, Martin Gersch²⁾, Peter Weber¹⁾, Son Le¹⁾

Competence Center E-Commerce
Ruhr-Universität Bochum¹⁾ / Freie Universität Berlin²⁾
Universitätsstraße 150¹⁾ / Garystraße 21²⁾
44801 Bochum / 14195 Berlin
rgabriel@winf.rub.de
martin.gersch@fu-berlin.de
peter.weber@rub.de
sle@winf.rub.de

Abstract: Web-based Trainings (WBTs) sind im Zuge der „E-Learning-Ernüchterung“ zum Teil stark in die Kritik geraten. Andererseits stellen sie nach wie vor ein wichtiges Instrument zur Realisierung der erheblichen E-Learning-Potenziale dar, insbesondere wenn qualitativ hochwertige Lernmaterialien erwartet werden. Eine erfolgreiche Gestaltung, Produktion und Verwendung von WBTs ist jedoch mit zahlreichen Herausforderungen verbunden, von denen sich die nachfolgend adressierten Punkte den Kategorien Qualität/Unsicherheit, Flexibilität und Fixkostenintensität/‘First Copy Costs’ zuordnen lassen. Mit dem sog. Kernaussagenansatz sowie Vorschlägen zur Integration von Personenmarken und zum Aufbau einer Barterplattform werden im vorliegenden Beitrag drei konzeptionelle Ansätze thematisiert, die diese zentralen Herausforderungen unmittelbar aufnehmen.

1 Herausforderungen bei der Gestaltung und dem Einsatz von WBTs

Im Rahmen der intensiven Contentbemühungen in den Anfangsjahren des E-Learning wurde mit viel Engagement (und Fördergeld) sehr unterschiedlicher, zumeist proprietärer Content produziert, der in vielen Fällen zu eher ernüchternden bis enttäuschenden Ergebnissen führte. Schlechte Erfahrungen haben bei zahlreichen Verantwortlichen, Multiplikatoren, Lehrenden und insbesondere auch bei Lernenden zu einer zumindest vorübergehenden negativen Verschiebung ihrer Grundhaltung in Bezug auf die Gestaltung, Einbindung, Verbreitung und Nutzung von E-Learning-Angeboten im Allgemeinen und von Web-based Trainings (WBTs) im Speziellen geführt. So haben sich wenig abwechslungsreiche, didaktisch unzureichend reflektierte, schnell inhaltlich veraltende und textlastige WBTs negativ auf das Leistungserlebnis der Lernenden als Leistungsempfänger und auch negativ auf die Investitionsbereitschaft zahlreicher Bildungsanbieter ausgewirkt, was als Welle der Ernüchterung in der E-Learning-Branche wahrgenommen wurde [II06] [JMD06].

Mittlerweile kann jedoch ein kontinuierlicher und moderater Bedeutungszugewinn des E-Learning bestätigt werden (siehe auch hierzu beispielsweise [II06] und [JMD06]), allerdings mit einem veränderten Fokus. So wurden in der jüngsten Vergangenheit u.a. insbesondere Rapid E-Learning-Ansätze entwickelt [Pa04], und gegenwärtig wird im Sinne des allgemeinen Web 2.0-Trends – teilweise unter dem Schlagwort E-Learning 2.0 – vor allem auch eine neue Rolle der Lernenden bei der Contenterstellung und -nutzung und eine Verschiebung hinsichtlich der Relevanz der Lerntechnologien diskutiert [Mi08] [Do05]. In der populären Diskussion kaum noch zu finden sind dagegen die Web-based Trainings (WBTs), die unmittelbar mit zahlreichen eingestellten E-Learning-Engagements in Verbindung gebracht werden. Aus heutiger Sicht waren es vor allem fehlende konzeptionelle Grundlagen und Prinzipien, um eine so komplexe und inderdisziplinäre Herausforderung zu meistern, die zu den Enttäuschungen geführt haben. Insbesondere Institutionen, die auf die Bereitstellung und Vermittlung qualitativ hochwertiger Inhalte ausgerichtet sind, wie z.B. Hochschulen, sollten jetzt jedoch nicht zu schnell den Stab über WBTs als Vermittlungsinstrument brechen, da diese zweifellos bei einer geeigneten Umsetzung erheblich zur Realisierung der E-Learning-Potenziale beitragen können. Zudem konnten sich in der jungen Vergangenheit verschiedene auf Blended Learning ausgerichtete Ansätze, wie z.B. Mass Customization-Strategien [La06] [CDG07], in der Diskussion etablieren, die eine ökonomisch tragfähige Gestaltung der Leistungserstellungsmodelle fördern und die von einem mittlerweile realistischerem E-Learning-Blick unter Berücksichtigung sowohl didaktischer, ökonomischer und technischer Aspekte zeugen.

Im Folgenden werden zunächst drei zentrale Problembereiche in Bezug auf die WBT-Gestaltung und -Verwendung aufgegriffen, die nach den Erfahrungen der Autoren zu den kritischen Herausforderungen im WBT-Kontext zählen und für deren Lösung mit dem sog. Kernaussagenansatz als Strukturierungsansatz, mit dem Konzept der Personenmarke und mit der Idee einer Barterplattform für WBTs anschließend konkrete konzeptionelle Lösungsansätze aufgezeigt werden:

- a) *Qualität/Unsicherheit*: WBTs stellen Erfahrungsgüter dar, die sowohl für den „Kunden“ als auch für den Anbieter mit spezifischen Unsicherheiten einhergehen [EKR93] [WRS07]. Ein Grundproblem beruht auf dem Arrow'schen Informationsparadoxon, welches zum Ausdruck bringt, dass der Wert von Informationen und damit tendenziell auch von WBTs nur ermittelbar ist, wenn die Information bekannt ist. Das Paradoxon liegt in Verbindung mit diesem Grundproblem in der Tatsache, dass die Information, sobald sie bekannt (und damit beurteilt werden kann), nicht mehr beschafft werden muss. So verspürt der Nachfrager starke Unsicherheiten in Bezug auf die nur nach Inanspruchnahme zu beurteilende Qualität der Leistung. In derartigen Situationen wird eine selektive Informationspolitik sowie die Nutzung von Qualitätsindikatoren als Signal empfohlen [Ar71] [We06]. Es sind also Ansätze erforderlich, die zum Erwerb und zur Nutzung der WBTs motivieren, die ein angemessenes Qualitätsniveau der WBTs signalisieren und die Alleinstellungsmerkmale aufbauen, so dass u.a. ein Erlösmodell gestaltet werden kann, welches eine ökonomische Tragfähigkeit des Angebotes sicherstellt.

- b) *Flexibilität*: Einerseits muss mit Blick auf die Lernenden eine einfache, offene und nachvollziehbare WBT-Struktur mit attraktiven multimedialen Inhalten kombiniert werden, so dass selbstbestimmte Lernpfade auf der Grundlage alternativer Formen der Wissensrepräsentation und in Abhängigkeit der Präferenzen verschiedener Lerntypen gewählt werden können. Zweitens muss auch auf Lernmodulebene in Anknüpfung an die Mass Customization-Grundidee eine konzeptionelle Antwort auf die Inflexibilität der WBTs in der Weiterentwicklung und Adaptierbarkeit gegeben werden. Eine systematische Kombination aus Standardisierung und Individualisierung auf Potenzial-, Prozess- und Ergebnisebene hat sich diesbezüglich als zielführend erwiesen [La06] [CDG07] [EKR93].
- c) *Fixkostenintensität/First Copy Costs*: WBTs sind auf der Anbieterseite durch die für Informationsgüter typischen hohen ‚First Copy Costs‘ gekennzeichnet [SV99]. Es sind interdisziplinäre Kompetenzen und erhebliche Vorlaufinvestitionen erforderlich, die mit einer großen Unsicherheit in Bezug auf die Refinanzierung und die erfolgreiche Verbreitung und Verwendung der erstellten WBTs einhergehen.

2 Kernaussagenansatz, Personenmarken und Bartermodelle als konzeptionelle Antworten

Den adressierten Problembereichen werden im Folgenden mit dem Kernaussagenansatz, dem Konzept der Personenmarken und den Bartermodellen drei konzeptionelle Antworten gegenübergestellt. Während sich der Kernaussagenansatz vornehmlich auf die Gestaltung der WBTs bezieht, beinhaltet die Integration von Personenmarken zusätzlich auch eine vermarktungsorientierte Komponente. Mit den Bartermodellen wird schließlich der Blick auf Kompensationsgeschäfte für die erheblichen Aufwendungen einer WBT-Produktion in einem Produktionsverbund gerichtet.

2.1 Der Kernaussagenansatz

Der im Folgenden dargestellte Kernaussagenansatz stellt einerseits einen möglichen Strukturierungsansatz für WBTs dar und knüpft damit an die Herausforderung einer Bereitstellung flexibler und alternativer Lernpfade an. Andererseits kann der Kernaussagenansatz jedoch auch als Grundlage eines Leistungserstellungsmodells herangezogen werden und einer ökonomisch tragfähigen Leistungserstellung zuarbeiten, zum Beispiel im Kontext einer Mass Customization von modularisierten E-Learning-Komponenten. In Verbindung mit der Verwendung von Personenmarken (siehe 2.2) greift der Kernaussagenansatz schließlich auch den qualitätsbezogenen Problembereich auf und eröffnet diesbezüglich besondere Potenziale zur Verknüpfung von Personen und Inhalten sowie einem damit verbundenen Imagetransfer.

Der Kernaussagenansatz repräsentiert eine einfache und konsequente Strukturierung von WBT-Inhalten anhand eines vorgegebenen Komponentenkanons, bestehend aus den Komponenten Motivation, Kernaussagen, Vertiefungen, Beispiele, Übungen und Lernkontrollen, die in einer sog. Kernaussagenkette arrangiert werden. In Abbildung 1 ist im unteren Teil der Abbildung der Kernaussagenansatz und im oberen Teil der Abbildung ein auf Modularisierungsbestrebungen basierender möglicher Produktionsprozess in seinen groben Stufen dargestellt.

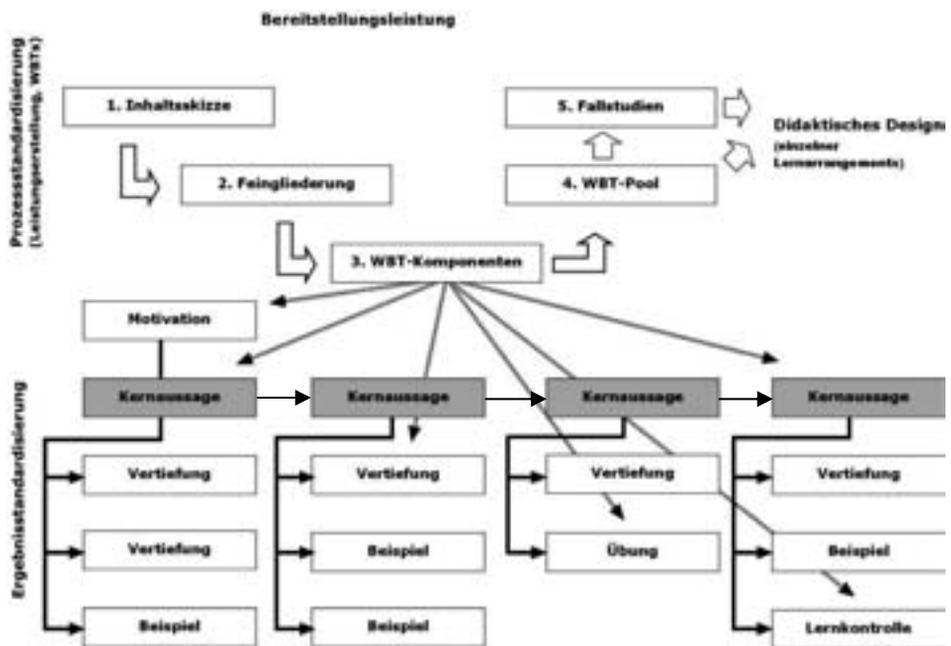


Abbildung 1: Kernaussagenansatz und Produktionsprozess einer WBT-Gestaltung

Die *Motivationskomponente* soll den Lernenden einen motivierenden Einstieg in die Thematik ermöglichen und die Lernziele verdeutlichen. Dies kann beispielsweise mit Hilfe von provokanten Fragen, Animationen, Zeitungsartikeln oder Videos geschehen.

Die auf die Motivation folgenden *Kernaussagen* stellen kurze und prägnante Abschnitte dar, die auf maximal einer Bildschirmseite in Kombination aus Kurztexten, Abbildungen, Animationen und/oder Audioerläuterungen einen bestimmten Gedanken, eine These oder einen abgrenzbaren Aspekt der Themenstellung erläutern. Bei der Gestaltung der Kernaussagen ist einerseits darauf zu achten, dass diese im Rahmen der Kernaussagenkette zwar in einem Zusammenhang stehen und aufeinander aufbauen. Andererseits muss jede Kernaussage für sich den entsprechenden Gedanken so verdeutlichen, dass auch eine einzelne Bearbeitung sinnvoll möglich ist. Durch diese Modularisierung auch innerhalb der WBTs werden die Lernpfade der Lernenden flexibilisiert und die Wiederverwendbarkeit der Module bzw. Modulteile gefördert.

Mit der Vertiefungskomponente können Sachverhalte aus der Kernaussage vertiefend dargestellt und weitere Perspektiven, Hintergründe oder auch Gegendarstellungen ergänzt werden. Jeder Kernaussage können mehrere Vertiefungen zugeordnet werden, es sollte jedoch keine „Untervertiefungen“ als Vertiefungen zu Vertiefungen geben, da diese die Orientierung der Lernenden erheblich erschweren. Auch *Beispiele*, *Übungen* und *Lernkontrollen* ergänzen entsprechend die Kernaussagen und wenden sich insbesondere an interessierte, intrinsisch motivierte Lernende, die sich zusätzliche Informationen wünschen.

Die *Kernaussagenkette* stellt dagegen die „Soll-Bearbeitung“ des Lernstoffes dar. Nach ihrer Bearbeitung sollen die Lernenden alle wichtigen Inhalte des Lernmoduls vermittelt bekommen haben. Damit bietet der Kernaussagenansatz eine Orientierung für extrinsisch motivierte Lernende, die sich etwa auf eine Prüfung vorbereiten und dementsprechend relevante Informationen von z.B. nicht prüfungsrelevanten (Zusatz-)Informationen verbindlich abgrenzen wollen. Für intrinsisch motivierte Lernende werden vielfältige Informationen, Beispiele und Übungen angeboten, die je nach Bedarf und Interesse abgerufen werden können.

Aus dem Kernaussagenansatz ergeben sich damit u.a. die folgenden Vorteile:

- Durch die Kernaussagen wird der Inhalt in logische Bausteine zerlegt, die in einem klaren Zusammenhang stehen, aber auch einzeln sinnvoll erfasst und bearbeitet werden können.
- Die Lernenden erhalten schnell und einfach einen klaren Überblick über wesentliche Inhalte und bewegen sich dennoch in einer offenen Struktur, in der sie selbst Einfluss auf den Lernpfad nehmen können.
- In den einzelnen Komponenten mit ihren spezifischen didaktischen Aufgaben, die zudem jeweils auf Übersichtlichkeit und eine prägnante Informationsdarbietung ausgerichtet sind, sollen und können verschiedene Medien zum Einsatz kommen, so dass unterschiedliche (Lern-)Präferenzen durch alternative Darstellungen angesprochen und „Textgräber“ vermieden werden können.
- Die Kernaussagen bieten aufgrund ihrer hervorgehobenen Stellung eine Bühne für die Darstellung priorisierter Inhalte und für die prominente Positionierung von anderweitigen Informationen, die von den Lernenden möglichst wahrgenommen werden sollen und beispielsweise Vermarktungszwecken dienen können.

Der Kernaussagenansatz als einfacher und bereits in zahlreichen WBTs umgesetzter Strukturierungsansatz wird von den Lernenden im Hochschulkontext geschätzt, was durch eine bisherige durchschnittliche Bewertung der Struktur der eingesetzten WBTs mit 2,16 (bei bisher 1427 Antworten) entsprechend des deutschen Schulnotensystems (von 1= sehr gut bis 6 = ungenügend) belegt werden kann. Insgesamt kommen die eingesetzten WBTs bisher auf eine durchschnittliche Bewertung von 2,37 (bei 1476 Antworten).

Aufbauend auf den positiven Erfahrungen mit der Gestaltung von WBTs nach dem Kernaussagenansatz wurde der Ansatz auch mit Bezug auf die Eingangs skizzierten Herausforderungen weiterentwickelt. Unter Berücksichtigung der positiven Rückmeldungen zur Verwendung von Videoausschnitten sowie möglichen ökonomischen Potenzialen wurde insbesondere die nachfolgend dargestellte Option zur Nutzung von Personenmarken entwickelt.

2.2 Integration von Personenmarken auf Kernaussagenebene

Ein interessanter Ansatzpunkt im Kontext des qualitätsbezogenen Problembereichs ist die Verwendung von Marken, da diese hier u.a. durch ihre Vertrauens- und Qualitätssicherungsfunktionen als „added value“ die Akzeptanz und Nutzungsbereitschaft der WBTs auf Seiten der Lernenden positiv beeinflussen können [MBK02] [We06]. Bei kooperativen Geschäftssystemen, die etwa die Kernkompetenzen von Contententwicklern (z.B. Hochschulakteure), Contentveredlern (die die technische, didaktische und/oder multimediale Aufbereitung der Inhalte übernehmen) sowie Plattform- und Portalanbietern mit entsprechenden Vermarktungsinstrumenten zusammenführen, ließen sich zum Beispiel gezielt Akteure mit einer geeigneten Reputation und Marke einbinden. Allerdings benötigt die Bildung einer Marke ein komplexes Markenmanagement, das z.B. im Hochschulkontext oder auch bei den im deutschen E-Learning-Markt dominierenden kleinen und mittleren Anbietern i.d.R. aufgrund fehlender Ressourcen nicht realisierbar ist [Mi08]. Um auch in diesen Fällen die akzeptanz- und nutzungsfördernden Eigenschaften von Marken implementieren zu können, bietet die Verwendung von Personenmarken [We06] eine mögliche Alternative. Weil das Vorstellungsbild eines Hochschulprofessors aus Sicht der Lernenden insbesondere von Kompetenz und Qualität geprägt ist, erscheint der Transfer seines Images auf ein WBT in einem entsprechenden Spezialgebiet sowohl unter Hervorhebungsgesichtspunkten als auch als Qualitätsindikator vielversprechend. Der bereits vorgestellte Kernaussagenansatz bietet zudem auf Kernaussagenebene eine eingängige Möglichkeit zur Integration der Person in das WBT. Gleich aus mehreren Gründen ist hier eine videobasierte Einbindung vorteilhaft, da hierdurch der Inhalt einerseits unmittelbar mit der Person verknüpft, und zum anderen einer flexiblen, auf mehrere Wahrnehmungskanäle abzielenden Inhaltsvermittlung zugearbeitet werden kann.

Darüber hinaus ermöglicht die videobasierte Experteneinbindung den Aufbau einer parasozialen Interaktion zwischen den jeweiligen Lernenden und der Person aus den Videos, die durch das WBT führt. Durch die „Illusion“ eines Face-to-Face-Kontakts zwischen Rezipienten und Bildschirmakteur kann – insbesondere bei direkter Ansprache – die passive Zuschauerrolle überlagert und aufgewertet werden [HH05]. Aus didaktischer Sicht birgt demnach diese Integrationseigenschaft von Personenvideos das Potenzial eines subjektiv wahrgenommenen persönlichen Lehr-Leistungsangebots, wodurch die Motivation im Bearbeitungsprozess des WBTs zunimmt.

Auf der Grundlage des erläuterten Kernaussagenansatzes und mit dem Ziel der Realisierung der dargestellten Potenziale einer Anwendung von Personenmarken im WBT-Kontext haben die Autoren erste Prototypen entsprechend ausgestalteter WBTs entwickelt, die im SS 2009 zum Einsatz kommen und einer Evaluation unterzogen werden. Dabei wurde das im Folgenden vorgestellte Integrationskonzept umgesetzt.

Die Einbindung der zentralen Person auf Kernaussagenebene erfolgt über gestreamte Videos im Flashformat, die, wie in *Abbildung 2* dargestellt, mit Animationen kombiniert werden. Die Videos sind zwar in jeder Kernaussage unmittelbar sichtbar, die Lernenden behalten aber dennoch die Kontrolle über die Wahl des Informationskanals. So starten die Videos erst bei einer expliziten Startaufforderung und die mit den Videos kombinierten Animationen können alternativ auch eigenständig, also ohne Videobetrachtung, gesteuert werden. Auch innerhalb der Videos ist eine Navigation über Sprungmarken möglich, so dass bei Bedarf einzelne Ausschnitte der zwischen 1 und 5 Minuten langen Videos rasch angesteuert werden können.

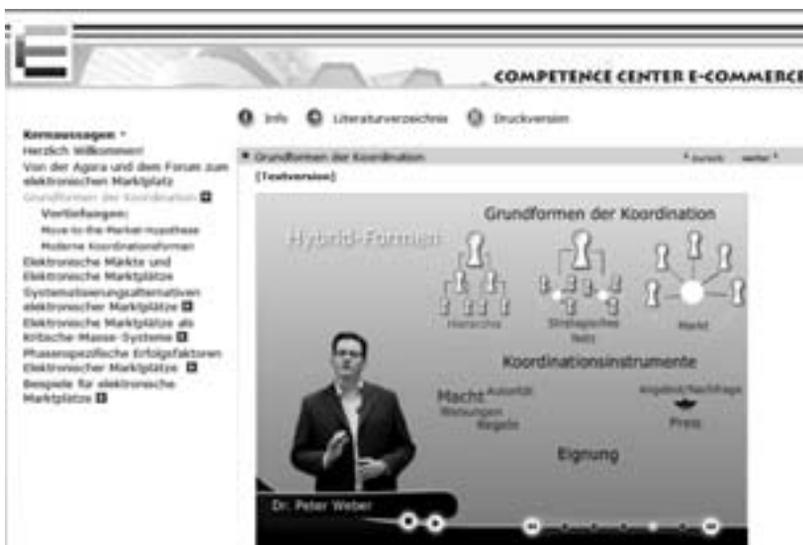


Abbildung 2: Screenshot des WBT-Aufbaus und der Videointegration

Eine traditionelle Vermittlung der Inhalte über eine Kombination aus Text und Abbildungen ist ebenfalls in jeder Kernaussage enthalten und kann über den Link „Textversion“ angesteuert werden. Bei Auswahl dieser Option verschiebt sich der Videodarstellungsbereich unter die erscheinende Text-/Abbildungskombination, die auch für das gesamte WBT als PDF ausgedruckt werden kann. Damit obliegt es den Lernenden im Sinne einer Eigenindividualisierung, aus den alternativen Inhaltsaufbereitungen auszuwählen bzw. die Reihenfolge für deren Nutzung zu bestimmen. In den alternativen Darstellungen werden zwar die gleichen Inhalte behandelt, jedoch jeweils auf eine deutlich unterschiedliche Art und Weise, was eine Mehrfachbearbeitung und intensive Auseinandersetzung mit den Inhalten fördert.

2.3 Aufbau einer Barterplattform

Die bisher vorgeschlagene Realisierung unterschiedlicher multimedialer Lernpfade auf der Grundlage des Kernaussagenansatzes und der Integration von Personenmarken in Form von Videos auf Kernaussagenebene bedingen einen erheblichen Produktions- und Pflegeaufwand für die WBTs, der sich nur bei einer Verteilung der Fixkosten auf mehrere Akteure sowie einer großen Verbreitung bzw. einer erfolgreichen Vermarktung rechtfertigen und refinanzieren lässt.

Im Hochschulkontext etwa können jedoch aus Gründen der Notwendigkeit einer allgemeinen Zugänglichkeit hochwertiger Bildungsangebote keine unmittelbaren finanziellen Erlöse für WBTs generiert werden, so dass alternative Refinanzierungsoptionen gestaltet werden müssen. So erscheint beispielsweise die Implementierung eines Bartermodells in diesem Kontext vielversprechend und wird gegenwärtig durch die Autoren initiiert.¹ Im Sinne eines Journalkonzeptes werden hierzu Experten für einzelne Aspekte eines bestimmten Themenkomplexes für die Erstellung von WBTs gewonnen und auf einer Barterplattform zusammengebracht. Jeder Beteiligte übernimmt dabei die geführte (inhaltliche) Gestaltung, Realisierung und Pflege eines WBTs zu seinem Spezialgebiet, in dem er selbst entsprechend auch als Personenmarke fungiert. Stellt er dieses WBT auf der Plattform den anderen beteiligten Akteuren zur Verfügung, erhält er im Gegenzug die Verwendungsrechte für die weiteren themenbezogenen WBTs. Für das Themengebiet entsteht so insgesamt ein inhaltlich hochwertiger Pool an WBTs, die auf Grundlage ebenfalls entwickelter und verfügbarer Veranstaltungsgrundtypen als Teil einer Mass Customization-Strategie in die einzelnen Lehrangebote der beteiligten Akteure integriert werden können. Die didaktische und multimediale Aufbereitung der WBTs soll aufgrund der interdisziplinären Produktions- und Aufbereitungserfordernisse von einer zentralen Instanz betreut und koordiniert werden und dem im vorliegenden Beitrag vorgestellten Kernaussagenansatz und einem ebenfalls bereits entwickelten Produktionskonzept folgen.

Ein solcher Austausch von qualitativ hochwertigen WBTs auf einer Barterplattform kann den Investitionen der einzelnen Akteure die Zugriffsmöglichkeit auf den WBT-Pool als nichtmonetäre Gegenleistung gegenüberstellen. Die Fixkosten für den WBT-Pool insgesamt werden auf die Partner verteilt und angesichts der relativ zur Eigennutzung stärkeren Verbreitung der WBTs in ihrer Höhe relativiert. Hierdurch wird nicht zuletzt auch der Zugang zu monetären Refinanzierungsquellen, wie zum Beispiel öffentlichen Fördergeldern oder Mitteln aus Studienbeiträgen erleichtert. Für die Hochschullehrer als Personenmarken steht darüber hinaus ein Reputationsgewinn im Sinne einer standortübergreifenden Repräsentation bestimmter Themenbereiche in Aussicht. Für die Studierenden schließlich bedeutet der Aufbau einer solchen Barterplattform eine massive Ausweitung der Verfügbarkeit der qualitativ hochwertigen Lernmaterialien auf alle beteiligten Standorte.

¹ Bartergeschäfte sind reine Kompensationsgeschäfte, bei denen die Abwicklung von Transaktionen zwischen zwei Marktpartnern ohne Geldzahlungen erfolgt [HP06] [EG81].

3 Realisierbare Potenziale

Web-based Trainings stellen nach Meinung der Autoren insbesondere in Kombination mit weiteren Elementen E-Learning-unterstützter Lernarrangements (z.B. Präsenzveranstaltungen, Einzel- und Teamaufgaben, interaktiven Elementen oder auch Web 2.0-Tools wie Blogs und Wikis) nach wie vor ein zentrales gefordertes und honoriertes Instrument der Wissensvermittlung dar. Diese Einschätzung basiert zum einen auf entsprechenden Erhebungen im Unternehmenskontext [Mi08], wird aber auch durch Ergebnisse aus Veranstaltungsevaluationen an der Hochschule gestützt. So erreichte bspw. die Aussage „Die Vermittlung von Inhalten durch die bereitgestellten Lernmodule auf Blackboard fand ich gut“ im Rahmen der letzten drei E-Learning-unterstützten Veranstaltungen auf einer Skala von 1-4 („Trifft voll zu“ zu bis „Trifft überhaupt nicht zu“) eine durchschnittliche Zustimmung von 1,80 bei 115 Antworten.

Bei einer konsequenten Berücksichtigung der in Abschnitt 1 zusammengefassten Problembereiche, zum Beispiel auch auf der Basis der in diesem Beitrag vorgestellten Ansätze, lassen sich mit Hilfe von WBTs attraktive E-Learning-Potenziale erschließen, die hier abschließend skizziert werden. So können WBTs insbesondere im Rahmen durchdachter zielgruppenorientierter hybrider Lernarrangements beispielsweise

- im Sinne Schulmeisters *zu einer Überwindung der Zeit-, Raum-, Norm- und der Digital-Analog-Schranke beitragen [Sc06]*. Sie erhöhen im Rahmen hybrider Lernarrangements in Bezug auf die Lernzeit und den Lernort die Dispositionsfreiheit der Lernenden, da diese den Zeitpunkt und die Dauer der Auseinandersetzung mit den Lernmaterialien und damit auch ihr Lerntempo im Vergleich zu reinen Präsenzlehreangeboten freier bestimmen können. Sie eröffnen den Lehrenden u.a. konkrete Möglichkeiten zur Gestaltung von Lernphasen zwischen Präsenzterminen (z.B. auch im Zusammenspiel mit virtuellen Versuchslaboren oder Simulationen), zur flexiblen Handhabung von Zeit (etwa in Zeitraffern oder Zeittafeln) und bieten zusätzliche Möglichkeiten zur Einbindung von Experten.
- *bei einer entsprechend offenen Struktur und einer auf alternative Lernpfade ausgerichteten Gestaltung einer Eigenindividualisierung der Lernprozesse durch die Lernenden zuarbeiten*. Lernende können innerhalb der Onlinephasen eines Lernarrangements bei einer offenen Struktur die Auswahl, Reihenfolge und Wiederholung der in Anspruch genommenen Informationsquellen bestimmen, und auch innerhalb der WBTs können Sie bei einer nicht sequenziellen Struktur individuelle Lernpfade wählen.
- *zur Realisierung ökonomischer Potenziale, z.B. in Form einer Mehrfachverwendung, beitragen*. Insbesondere bei großen Zielgruppen und regelmäßigen Wiederholungen von Bildungsangeboten lassen sich mit Hilfe von Modularisierungs- und Mass Customization-Ansätzen Effizienzsteigerungen erzielen [La06].

- *eine gleich bleibende Qualität zentraler Komponenten eines Lehrangebotes fördern*, etwa im Zeitverlauf oder vor allem auch gegenüber den einzelnen Lernenden in großen Lerngruppen.

4 Fazit

Zwar pflichten die Autoren der aktuellen Diskussion um die Potenziale von Web 2.0-Anwendungen im E-Learning-Kontext durchaus bei, jedoch vertreten sie auch die Ansicht, dass weiterhin ein verbindliches „redaktionell aufbereitetes“ Angebot an Lernmaterialien erforderlich und von den Leistungsabnehmern erwünscht und gefordert wird. Im Rahmen moderner Lernarrangements, die über Lernmanagement-Systeme koordiniert werden und die vor allem flexible und aktive Lernprozesse ermöglichen sollen, spielen WBTs weiterhin eine zentrale Rolle und können zur Realisierung der E-Learning-Potenziale erheblich beitragen. Der dargestellte Kernaussagenansatz, die Verwendung von Personenmarken zu Zwecken des Imagetransfers und der Aufbau einer Barterplattform für WBTs zeigen konzeptionelle Lösungsansätze für einige der zentralen Herausforderungen bei der Gestaltung, dem Angebot und dem Einsatz von WBTs auf – und zwar sowohl unter didaktischen als auch unter ökonomischen Gesichtspunkten.

Nach Meinung der Autoren haben sich die Voraussetzungen für eine erfolgreiche und nachhaltige Gestaltung und Verwendung von WBTs angesichts realistischerer Vorstellungen, gewachsener Erfahrungsschätze und überzeugender Erstellungs- und Einsatzkonzepte deutlich verbessert. Diese Entwicklung steht aber einer wahrnehmbar abnehmenden Wertschätzung von WBTs gegenüber, die angesichts der großen Potenziale einer ausgewogenen WBT-Verwendung im Rahmen hybrider Lernarrangements als bedauerlich einzustufen ist. Der vorliegende Beitrag ist vor diesem Hintergrund als Plädoyer für die WBTs als vermeintliche „E-Learning-Dinosaurier“ zu verstehen und soll zur Diskussion um ihre Rolle innerhalb moderner Lehr-/Lernkonzepte bzw. auf höherer Abstraktionsebene im Rahmen institutioneller E-Learning-Strategien motivieren.

Literaturverzeichnis

- [Ar71] Arrow, K. J.: Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In (Lamberton, D.M., ed.): Economics of Information and Knowledge. Penguin Books, Baltimore, 1971.
- [CDG07] Corsten, H.; Dresch, K-M.; Gössinger, R.: Gestaltung modularer Dienstleistungen. In (Bruhn, M.; Stauss, B., Hrsg.): Wertschöpfungsprozesse bei Dienstleistungen – Forum Dienstleistungsmanagement. Gabler, Wiesbaden, 2007; S. 95-117.
- [Do05] Downes, S.: E-Learning 2.0. eLearn Magazine, 17.10.2005.
- [EG81] Engelhardt, W.H.; Günter, B.: Investitionsgüter-Marketing – Anlagen, Einzelaggregate, Teile, Roh- und Einsatzstoffe, Energieträger. Kohlhammer, Stuttgart u.a., 1981.

- [EKR93] Engelhardt, W.H.; Kleinaltenkamp, M.; Reckenfelderbäumer, M.: Leistungsbündel als Absatzobjekte. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 45. Jg. (1993), Heft 5; S. 395-426.
- [HH05] Henkel, S.; Huber, F.: Marke Mensch – Prominente als Marken der Medienindustrie. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2005.
- [HP06] Hoppe, U.; Packmohr, S.: Barter als Geschäftsmodell für den interuniversitären Tausch elektronischer Lehrangebote. In (Breitner, M.H.; Bruns, B.; Lehner, F., Hrsg.): Neue Trends im E-Learning. Physica Verlag, Heidelberg, 2006; S. 227-244.
- [II06] Illing, R.: Entwicklungsstand von E-Learning in Großunternehmen. In (Henning, P.A.; Hoyer, H., Hrsg.): eLearning in Deutschland. Uni Edition, Berlin, 2006; S. 47-58.
- [JMD06] Jechle, T.; Markowski, K.; Dittler, U.: E-Learning-Entwicklungsstand an Hochschulen. In (Henning, P.A.; Hoyer, H., Hrsg.): eLearning in Deutschland. Uni Edition, Berlin, 2006; S. 189-206.
- [La06] Langer, A.: Mass Customization und E-Learning. VDM, Saarbrücken, 2006.
- [MBK02] Meffert, H., Burmann, C., Koers, M.: Stellenwert und Gegenstand des Markenmanagement. In (Meffert, H.; Burmann, C.; Koers, M., Hrsg.): Markenmanagement. Gabler, Wiesbaden, 2002; S. 4-13.
- [Mi08] Michel, L.P. et al.: E-Learning in KMU – Markt, Trends, Empfehlungen. In (BMWI, Hrsg.): E-Learning in KMU – Markt, Trends, Empfehlungen. Harzdruckerei Wenigerode, Berlin 2008.
- [Pa04] Payome, T.: Marktübersicht Rapid E-Learning – aus PowerPoint-Folien werden Lernprogramme. In (Hohenstein, A.; Wilbers, K., Hrsg.): Handbuch E-Learning. Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, 2004; Beitrag 2.8.
- [Sc06] Schulmeister, R.: eLearning: Einsichten und Aussichten. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 2006.
- [SV99] Shapiro, C., Varian, H.R.: Information Rules – A Strategic Guide to the Network Economy. Harvard Business School Press, Boston, 1999.
- [We06] Welling, M.: Ökonomik der Marke. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2006.
- [WRS07] Woratschek, H.; Roth, S.; Schafmeister, G.: Ansätze zur Analyse von Wertschöpfungsprozessen – eine theoretische und empirische Betrachtung der Besonderheiten von Dienstleistungen. In (Bruhn, M.; Stauss, B., Hrsg.): Wertschöpfungsprozesse bei Dienstleistungen – Forum Dienstleistungsmanagement. Gabler, Wiesbaden, 2007; S. 29-49.

Evaluierung von Open Source Lernmanagementsystemen in Bezug auf eine barrierefreie Benutzerschnittstelle

Michael Tesar*, Romana Feichtinger*, Anna Kirchweger**

* Institut für Informatik
Fachhochschule Technikum Wien
Höchstädtplatz 5
1200 Wien
Österreich
tesar@technikum-wien.at
romana.feichtinger@chello.at

** Institut für Managementwissenschaften
Technische Universität Wien
Theresianumgasse 27
1040 Wien
Österreich
kirchweger@gmail.com

Abstract: E-Learning ist ein integraler Bestandteil der Hochschullehre geworden. Lehrende sollten barrierefreie Lernmaterialien erstellen, jedoch geschieht dies selten und meist nicht um den gesetzlichen Anforderungen gerecht zu werden, sondern um tatsächlich auf die Bedürfnisse spezieller Zielgruppen einzugehen. Doch wie sieht es mit Lernmanagementsystemen aus, die diese Materialien zur Nutzung bereit stellen? Die vorliegende Untersuchung populärer Open-Source Lernmanagementsysteme zeigt auf, wie es um die barrierefreie Verwendung derselben bestellt und ob ein sinnvoller Einsatz von Sprachausgabe möglich ist.

1 Einleitung

Seit Jahren wird auf die Beseitigung baulicher Barrieren in öffentlichen Hörsälen, Seminarräumen und Gebäuden viel Wert gelegt. Doch auch Lernmaterialien unterliegen den Richtlinien, barrierefrei gestaltet zu werden. Lehrende beschäftigen sich mit der Erstellung von barrierefreien Materialien, die in den meisten Fällen über webbasierte Lernmanagementsysteme (LMS) an die Lernenden verteilt werden. Die gleichberechtigte Anteilnahme von Menschen mit Einschränkungen am Leben in der Gesellschaft, darunter fällt auch die Anteilnahme an der postsekundären Lehre, ist in Deutschland im Behindertengleichstellungsgesetz (z. B. § 11 BGG), in Österreich im Bundes-Behindertengleichstellungsgesetz (BGStG) und in der Schweiz im Bundesgesetz über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (BehiG) geregelt. Diese Anforderung lässt sich auf webbasierte LMS im Bildungsbereich übertragen. Nicht nur Gegebenheiten vor Ort sollten hinreichend barrierefrei gestaltet sein, sondern auch interaktive und webbasierte Lernangebote.

Mangelndes Problembewusstsein bei Web- und Software-Entwicklern in Bezug auf eine barrierefreie Nutzung ihrer Produkte erklärt in vielen Fällen, warum Webapplikationen und Software im Lehrbereich nicht auf spezielle Bedürfnisse aller Benutzergruppen angepasst sind. Auch mangelnde Ausbildung der Fachkräfte in diesem Bereich verstärkt die zu untersuchende Problematik. [Fr07]

Eines der bekanntesten Produkte im Bereich der webbasierten LMS ist Moodle, aber auch Ilias oder Stud.IP zählen zu den prominenteren Produkten dieser Art. Da es sich hierbei um reine Open Source Produkte handelt, erscheint es den Autoren naheliegend, einen Vergleich weiterer solcher Produkte vorzunehmen. Eine heuristische Untersuchung unter Zuhilfenahme von Sprachausgabesystemen soll einerseits die Notwendigkeit weiterer Studien und Entwicklungen auf diesem Gebiet, beispielsweise im Zusammenhang mit der Verwendung von Braillezeilen, belegen – andererseits können die gewonnenen Erkenntnisse als Grundlage einer Entscheidung für oder gegen den Einsatz eines bestimmten LMS in der Lehre herangezogen werden.

2 Relevante Literatur

Unabhängig von den rechtlichen Rahmenbedingungen zeigt sich immer mehr, dass entsprechende Nachfrage nach barrierefreien E-Learning-Produkten besteht. Meist wird dieser Nachfrage durch die Entwicklung spezieller Angebote Rechnung getragen. Einige Best-Practice-Beispiele, wie bei Damsma et. al. [DNJ05] oder das Projekt Edysgate¹, zeigen auf, wie an spezielle Bedürfnisse angepasste E-Learning-Angebote aussehen können. Durch diese ist vor allem für körperlich beeinträchtigte Menschen eine Teilnahme an Kursen mit unterschiedlichsten Inhalten möglich [De07]. Projekte, die auf einen barrierefreien Einsatz ihrer E-Learning-Umgebungen achten, ermöglichen eine konstruktive Zusammenarbeit in integrierten Lerngruppen, was wiederum den Lernerfolg eines jeden Einzelnen fördert [BEG04].

Barrierefreie Webinhalte und Benutzerschnittstellen können unter Beachtung oft einfacher Richtlinien erstellt werden: Für multimediale Inhalte sollte es alternative Darstellungsformen geben, bei der Verwendung von Icons und Symbolen müssen die ALT-Attribute der entsprechenden HTML-Tags ausgefüllt werden. Shortcuts erleichtern ein zügiges Zurechtfinden innerhalb eines Webangebots. Durch korrekten HTML-Code, im Besonderen durch wohlgeformte Elemente, erleichtert man Screen-Readern eine verständliche Ausgabe der Inhalte [LP04, GBO04]. Dennoch hat sich die barrierefreie Gestaltung von webbasierten Inhalten und Systemen als eine große Herausforderung in den letzten Jahren (nicht nur) im Bereich des Internets herausgestellt.

Viele Untersuchungen behandeln das Thema Accessibility im Lehreinsatz, geben jedoch meist nur Ratschläge und Vorgehensweisen vor [GBO04]. Auch liest man von gewünschten Szenarien in diesem Bereich [BEG04].

Praktische Anwendungen und dazu gehörige Studien sind rar, aber vorhanden, wie die Untersuchung [SBF07] mit dem Framework ALPE (Accessible Learning Platform for Europe – EC-029328) zeigt. Hierbei wurde mit einer Gruppe von seh- und höreingeschränkten Personen das Framework evaluiert. Karampiperis und Sampson [KS05] stellen folgerichtig fest, dass die Gestaltung von barrierefreien Webangeboten speziell im E-Learning-Bereich in zwei Kategorien eingeteilt werden muss.

¹ <http://www.edysgate.org>

Diese werden folgendermaßen bezeichnet:

1. Gestaltung von barrierefreien Lernmaterialien
2. Gestaltung von barrierefreien Benutzerschnittstellen, um die generierten Materialien zugänglich zu machen.

Während der erste Punkt in der Verantwortung der Ersteller und Erstellerinnen von Lernmaterialien liegt – meist zu finden in der Rolle des/r Lehrenden selbst –, sind einem bei der Wahl eines geeigneten barrierefreien LMS oftmals die Hände gebunden, weil dieses von der Institution vorgegeben wird. Häufig sind bei der Produktwahl die Einsatzmöglichkeiten und eine Vielzahl an Funktionen ausschlaggebend – weniger eine barrierefreie Benutzerschnittstelle.

Die Autoren dieses Artikels haben sechs populäre² webbasierte Open Source LMS auf eine barrierefreie Benutzerschnittstelle hin untersucht und bieten somit eine Entscheidungshilfe für den Einsatz barrierefreier LMS in E-Learning-Umgebungen. Ähnliche Untersuchungen auf Barrierefreiheit sind unter anderem in [W03] oder [W04] (für kommerzielle Systeme) zu finden. Jedoch basieren diese Untersuchungen auf den älteren WCAG 1.0 Richtlinien³.

3 Methode

In die Evaluierung wurden ausschließlich webbasierte Open Source LMS einbezogen, die auf Standardwebservern mit PHP und SQL-Datenbank ohne besonderen Konfigurationsaufwand zum Einsatz kommen. Im Speziellen wurden folgende Produkte gewählt: ATutor⁴, Claroline⁵, Dokeos⁶, Ilias⁷, Moodle⁸ und Stud.IP⁹. Ersteres dient als Referenz, da allein dieses Produkt mit einer barrierefreien Benutzerschnittstelle wirbt.

Alle zu untersuchenden Systeme wurden auf einem lokalen Webserver auf Linux-Basis installiert. Als Client-Testsysteme kamen Windows®-XP-Pro Arbeitsplätze mit Internet Explorer 7 als Webbrowser zum Einsatz.

Die Systeme wurden laut Hersteller-Angaben installiert, weitere Konfigurationen wurden nicht unternommen, um eine einheitliche Vergleichsbasis zu gewährleisten. Auch wurden keine anderen Layouts/Themes genutzt, als die standardmäßig installierten und, so verfügbar, die deutsche Sprachversion getestet.

² Zum Beispiel wird Moodle, ein Open Source LMS, derzeit von über 28 Mio. Menschen genutzt. [W01]

³ Web Content Accessibility Guidelines, <http://www.w3.org/WAI/intro/wcag.php>

⁴ <http://www.atutor.ca>, in der Version 1.6.2

⁵ <http://www.claroline.net>, in der Version 1.8.11

⁶ <http://www.dokeos.com>, in der Version 1.8.5

⁷ <http://www.ilias.de>, in der Version 3.10.4

⁸ <http://www.moodle.org>, in der Version 1.9.4+

⁹ <http://www.studip.de>, in der Version 1.8

Um Webseiten auf einen barrierefreien Zugriff zu testen, können z. B. Online-Validierungswerkzeuge¹⁰ angewendet werden. Dieses Vorhaben scheitert jedoch daran, dass LMS standardmäßig mit einer Benutzerkennung und einem Passwort vor unbefugtem Zugriff geschützt sind, so auch vor automatisierten Validierungswerkzeugen. Auch gibt es kaum Validierungswerkzeuge, die Webseiten auf die neuen WCAG 2.0 Richtlinien¹¹ überprüfen [W02]. Um die gewählten LMS dennoch testen zu können, kamen Screen-Reader zum Einsatz, in unserem Fall Jaws¹² und WindowEyes¹³. Screen-Reader haben sich in der Vergangenheit als eine brauchbare Möglichkeit zur Evaluierung herausgestellt, siehe zum Beispiel [GS08] oder auch [Fr07]. Die LMS wurden anhand zweier verschiedener Screen-Reader getestet, um die Testergebnisse unabhängig von den verwendeten Produkten evaluieren zu können. In der Ergebnisliste werden für eine bessere Vergleichbarkeit beide Auswertungen gegenübergestellt. Weiters wurde auf Checklisten zum objektiven Vergleich zurückgegriffen.

Zuerst wurde die jeweilige Startseite des LMS untersucht und getestet, ob eine Anmeldung an der Plattform nur mit den Informationen, die die Screen-Reader bereit stellen, möglich ist. Weiters wurde die Übersichtsseite nach dem Anmeldevorgang getestet und die erste Seite eines beliebigen Kurses. Anschließend wurde auch eine Seite zur Leistungsüberprüfung aufgerufen (Multiple-Choice-Tests). Alle Evaluierungen wurden mit den Berechtigungen einer Lernenden-Rolle durchgeführt, um auch hier eine einheitliche Beurteilungsbasis zu gewährleisten.

Als Beurteilungsgrundlage dienten die WCAG 2.0 Richtlinien des W3C¹⁴. Diese wurden, im Kontext von E-Learning, in zwei Kategorien eingeteilt: Kriterien, die mittels Screen-Reader beurteilt werden können (siehe Tabelle 1), und Kriterien, die visuell vom Menschen beurteilt werden müssen (siehe Tabelle 2), da diese von Screen-Readern nicht erfasst werden können. Die Testpersonen waren in ihrem Sehen nicht eingeschränkt.

4 Ergebnisse

Die folgenden Kriterienlisten wurden mit einem einheitlichen Bewertungsschema versehen: na ... nicht verfügbar, + ... erfüllt, - ... nicht erfüllt. Eine Richtlinie gilt dann als erfüllt, wenn sie eindeutig erfüllt wurde. Wurde eine Richtlinie nur zum Teil erfüllt, wurde sie als nicht erfüllt gewertet. In der oberen Zeile sind die Ergebnisse von Jaws zu finden, in der unteren die von WindowEyes. Als Beurteilungsgrundlage dienten die WAI Richtlinien, die aus Platzgründen nur stichwortartig wiedergegeben werden.

¹⁰ Z. B.: <http://www.smartlabsoftware.com/wai-validator.htm>

¹¹ Web Content Accessibility Guidelines, <http://www.w3.org/WAI/>

¹² <http://www.freedomscientific.com/>, in der Version 10.0.512

¹³ <http://www.gwmicro.com/>, in der Version 7.01

¹⁴ <http://www.w3.org>

| WCAG 2.0 Screenreader-Kriterienliste | <i>ATutor</i> | <i>Clarine</i> | <i>Dokeos</i> | <i>Ilitis</i> | <i>Moodle</i> | <i>Stud.IP</i> |
|--|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Text oder synchrone Alternative für Audio, Video, Bild | na | na | na | na | na | na |
| Redundante Text-Links für aktive Regionen der Seite | + | - | - | + | - | - |
| Bedeutung von Links durch (Zusatz-)Text erkennbar | + | + | + | + | + | + |
| Funktionen per Tastatur zugänglich und erkennbar | + | + | + | + | + | + |
| Eingaben geräteunabhängig (Maus, Tastatur) | + | + | + | + | + | + |
| Farbe liefert nicht alleinige Information | + | + | + | + | + | + |
| Alternativer Text bei Text-Bildern | na | na | na | na | na | - |
| Dokumentenstruktur programmatisch erkennbar oder Alternativtext | - | - | - | + | + | + |
| Listenstruktur programmatisch erkennbar oder Alternativtext | + | + | + | + | + | + |
| Tabellen programmatisch erkennbar oder Alternativtext | + | + | + | + | + | + |
| Sprache seitenweise/absatzweise erkennbar | + | - | - | + | + | - |
| Bedeutungen von Abkürzungen und Akronymen lesbar | - | - | - | - | - | - |
| Korrektes, verständliches Vorlesen von Tabellen | + | + | + | + | + | + |
| Alternativen für dynamischen Text, Skripts, Applets | na | na | na | na | na | - |
| Blinken, Bewegen, Scrollen und Ändern beeinflussbar | na | na | na | na | na | na |
| Zeitliche Abläufe durch Benutzer beeinflussbar | na | na | na | na | na | na |
| Name, Rolle, Status, Eigenschaften aller Interaktionselemente programmatisch erkennbar | + | + | + | + | + | + |
| Fokussieren bewirkt keine Änderung des Inhalts | + | + | + | + | + | + |
| Änderungen des Inhalts nur auf Anforderung | + | + | + | + | + | + |
| Überspringen von Inhaltsblöcken möglich | - | - | - | - | + | - |
| Überschriften zur Strukturierung verwendet | + | - | + | + | + | - |
| Webseiten auf mehrere Arten zugänglich (Shortcuts) | - | - | - | - | - | - |
| Navigationselemente derselben Funktionen konsistent | + | + | + | + | + | + |
| Eingabefehler werden vermieden, korrigiert, vorgelesen | + | - | - | + | + | + |
| Summe | Jaws 15/19 WEyes 12/19 | Jaws 11/19 WEyes 8/19 | Jaws 12/19 WEyes 9/19 | Jaws 16/19 WEyes 13/19 | Jaws 17/19 WEyes 12/19 | Jaws 15/21 WEyes 9/21 |

Die Wohlgeformtheit der Elemente wurde mit Hilfe des W3C Validators¹⁵ evaluiert. Dazu wurde der komplette erzeugte Quellcode der einzelnen Webseiten manuell an den Validator übergeben und getestet. Die Kontraste wurden über den Internet Explorer mit der Web Accessibility Toolbar¹⁶ ausgelesen.

Tabelle 1: Erweiterte Kriterienliste zur visuellen Kontrolle

| WCAG 2.0 Erweiterte Kriterienliste | <i>ATutor</i> | <i>Claroline</i> | <i>Dokeos</i> | <i>Ilias</i> | <i>Moodle</i> | <i>Stud.IP</i> |
|---|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Farbe liefert nicht alleinige Information | + | + | + | + | + | + |
| Kontraste von mind. 4,5 : 1 bzw. 7 : 1 | + | - | + | + | + | - |
| Text anstatt Text-Bilder verwendet | + | + | + | + | + | - |
| Elemente wohlgeformt | + | - | + | + | + | - |
| Trennung von Inhalt und Design durch Stylesheets | + | + | + | + | + | + |
| Textgröße ohne Zusatz bis zu 200 % vergrößerbar | + | + | + | + | + | - |
| Korrektes, verständliches Vorlesen von Tabellen | + | + | + | + | + | - |
| Kein Element blinkt mehr als dreimal pro Sekunde | + | + | + | + | + | + |
| Zeitliche Abläufe durch Benutzer beeinflussbar | na | na | na | na | na | na |
| Änderungen des Inhalts nur auf Anforderung | + | + | + | + | + | + |
| Jede Webseite auf mehr als eine Art zugänglich (z. B. Sitemap, Auswahlmnü, ...) | + | + | - | - | + | - |
| Navigationselemente derselben Funktionen konsistent | + | + | + | + | + | + |
| Formularfehler werden vermieden bzw. korrigiert | + | + | + | + | + | + |
| Einfachere Layouts zugänglich | - | - | + | - | - | - |
| Hintergrundmusik steuerbar | na | na | na | na | na | na |
| Summe | 12 / 13 | 10 / 13 | 12 / 13 | 11 / 13 | 12 / 13 | 6 / 13 |

Infolge der Tests hat sich herausgestellt, dass WindowEyes ein an Funktionen reichhaltiger Screen-Reader ist, allerdings hat dieses Produkt durchwegs erhebliche Probleme mit den teils komplexen Webseiten, die von den untersuchten LMS erzeugt werden. Daher haben wir für die Gesamtbeurteilung die Detail-Ergebnisse des Screen-Readers Jaws herangezogen.

¹⁵ <http://validator.w3.org>

¹⁶ <http://www.accessibleinfo.org.au/>

Wie aus Tabelle 1 und Tabelle 2 ersichtlich ist, hat keines der untersuchten Produkte tatsächlich die volle Punktezahl erhalten. Folglich ist es falsch, von „barrierefreien LMS“ zu sprechen, besser passend sind an dieser Stelle die Begriffe „barrierearme Benutzerschnittstellen“ bzw. „barrierearme LMS“. Die folgenden Beurteilungen ergeben sich sowohl aus den oben angeführten Beurteilungskriterien wie auch durch die subjektiven Gesamteindrücke der Autoren.

4.1 ATutor

Die Anmeldung funktioniert mittels Screen-Reader vor allem dann, wenn man den vorgesehenen redundanten Link wählt. Eine eigene Anmeldungsseite öffnet sich, die in Folge gut ausgefüllt werden kann.

Das LMS sticht jedoch nicht durch die auf der Produkt-Webseite angekündigten Accessibility-Funktionen hervor. Einzig bei der Gestaltung einer Textseite gibt es die Möglichkeit unter den Modifizierungspunkten „Accessibility“ auszuwählen. Unter diesem Punkt erscheint jedoch nur die Meldung, dass dieses Service zurzeit nicht verfügbar ist.

Mit 27 von 32 Punkten, womit 84 % der Richtlinien erfüllt werden, kann dieses System, in Kombination mit dem Screen-Reader Jaws, als barrierearm empfohlen werden. Jedoch wurden die Erwartungen dieses LMS höher gelegt, da auf besondere Accessibility-Fähigkeiten seitens der Vertreiber hingewiesen wird.

4.2 Claroline

Claroline kann mit Jaws benutzt werden, allerdings hat WindowEyes erhebliche Probleme mit dem LMS. Ein Anmelden an der Plattform ist mit WindowEyes gar nicht möglich. Der Screen-Reader muss abgeschaltet werden, um das Anmeldeformular korrekt ausfüllen zu können. Generell ist bei Claroline die Dokumentenstruktur für die Screen-Reader nicht erkennbar und leider fehlen auch Sprachangaben, so dass die Texte einmal auf Englisch und dann wieder auf Deutsch vorgelesen werden. Auch erscheinen nicht alle HTML-Elemente, die vom LMS generiert werden, wohlgeformt, was auch einen Mitgrund für die schlechte Ausgabe der Screen-Reader darstellt.

Mit 21 von 32 möglichen Punkten, das entspricht 66 %, wäre eine barrierearme Nutzung aus unserer Sicht gerade noch möglich, allerdings nur mit dem entsprechenden Screen-Reader.

Anmerkung: Unabhängig von barrierearmen Aspekten sei erwähnt, dass bei Claroline Fehlermeldungen bei Falscheingaben oder fehlenden Eingaben von Formularen in grüner Schrift und mit grünem Rahmen versehen angezeigt werden, was nicht gerade den gebräuchlichen Usability-Empfehlungen entspricht.

4.3 Dokeos

Erfreulicherweise kann man sich bei Dokeos mit Hilfe der Screen-Reader leicht anmelden, die Textfelder werden erkannt, und es wird vorgeschlagen, in den Eingabemodus zu wechseln. Die Erkennung von Listen-Elementen funktioniert leider nicht immer zuverlässig. Auch werden Fehlermeldungen, beispielsweise bei einer falschen Formulareingabe, nicht vorgelesen, sodass der Benutzer / die Benutzerin nicht wissen kann, ob die Eingabe akzeptiert wurde.

Ein prozentuales Ergebnis von 75 %, welches sich aus den Punkten 24 zu 32 ergibt, lässt eine barrierearme Nutzung durchaus für möglich erscheinen, jedoch befindet sich dieses LMS damit im hinteren Ergebnisfeld der gewählten Produkte.

4.4 Ilias

Ilias entspricht aufgrund der eher unübersichtlichen Seitenaufteilung zwar nicht allen Usability-Richtlinien (die auch nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung sind), liefert aber eine solide Leistung in Bezug auf die Benutzung mittels Screen-Readern. Auch in diesem Fall ist das korrekte Vorlesen der angebotenen Inhalte nicht einwandfrei möglich, jedoch sind alle Elemente wohlgeformt, was die Benutzung zumindest per Tab-Navigation ermöglicht. Die verwendete Sprache wird von beiden Screen-Readern erkannt. Die verwendeten Tabellen stellen für die Screen-Reader stellenweise Probleme dar, hingegen werden die Navigationsmöglichkeiten gut erkannt. Zur Perfektion fehlen überdies Shortcuts und die Möglichkeit zur Überspringung von Inhaltsblöcken.

Mit einem Ergebnis von 27 von 32 Punkten, das entspricht 84 %, kann dieses System, besonders in Kombination mit dem Screen-Reader Jaws, durchaus für eine barrierearme Nutzung empfohlen werden.

4.5 Moodle

Auch bei den Tests von Moodle zeigten sich deutliche Unterschiede in der Ausgabeleistung der beiden Screen-Reader. Die Problematik ist ähnlich zu Claroline: WindowEyes lässt kein Anmelden an der Plattform zu, erst nach Abschalten des Screen-Readers ist ein Anmelden möglich. Prinzipiell haben die Entwickler und Entwicklerinnen von Moodle gute Arbeit geleistet. Zumindest bei der Benutzung in Kombination mit Jaws kann Moodle eindeutig überzeugen. Nicht nur eine sehr gute Trennung von Inhalten und Layout (via CSS) erleichtert das Verständnis sondern auch die gut erkennbare Dokumentenstruktur, die enthaltenen Sprachdefinitionen, die gute Strukturierung durch Überschriften und die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten, Inhalte überspringen zu können. Um sehr gut abschneiden zu können, fehlen die Definitionen von Tastatur-Shortcuts zur Bedienung der Webseiten.

Moodle erreicht mit 29 von 32 Punkten (90 %) eine Empfehlung zum Einsatz als barrierearmes LMS trotz seines hohen Funktionsumfangs und seiner Vielzahl an Informationsblöcken auf den einzelnen Kursseiten.

Anmerkung: Moodle bietet in den Profileinstellungen eine Option an, mit der angegeben werden kann, dass ein Screen-Reader zum Einsatz kommt. Allerdings zeigte diese beim Test keinerlei Auswirkungen, weder im aktiven noch inaktiven Zustand.

4.6 Stud.IP

Das System Stud.IP kann mit Screen-Readern nicht einwandfrei verwendet werden. Es gibt keine Sprachdefinitionen, sodass deutsche Texte auf Englisch vorgelesen werden. Durch das Vorlesen ist es leider nicht möglich, alle Bereiche der Website zu erkennen. Jaws gibt die Seitenstruktur und die Navigation sowie vorkommende Tabellen gut verständlich wieder, WindowEyes hingegen ist mit der kompletten Seite überfordert und liest nichts vor. Die Benutzung mit WindowEyes ist somit unmöglich. Der Inhalt der Seite, der als reiner Text eingefügt ist, wird allerdings von beiden Screenreadern nicht erkannt und kann auch nicht per Tabulator-Taste ausgewählt und vorgelesen werden.

Trotz des Einsatzes von Stylesheets und fast durchgehend wohlgeformten Elementen ist das Ergebnis unzureichend: 21 von 34 Punkten, somit wurden 62 % der Richtlinien erfüllt. Stud.IP kann folglich nur bedingt als barrierearmes LMS empfohlen werden.

5 Diskussion

Die Ergebnisse der Evaluierung von Open Source LMS auf Basis der WCAG 2.0 Richtlinien fallen sehr different aus. Entgegen der Erwartungen der Autoren, dass aktuelle Produkte die vorhandenen Richtlinien erfüllen würden, konnten durch das Testen mit zwei unterschiedlichen Screenreadern große Mängel an den LMS festgestellt werden. Nach eingehender Recherche kann das Autoren-Team einen Konfigurationsfehler der Produkte (Screen-Reader, Internetbrowser) so gut wie ausschließen und vermutet eine Inkompatibilität, wobei die aufgetretenen Fehler mit anderen Produktkombinationen reproduzierbar waren.

Die Standardanforderungen an barrierefreie Webseiten, die vom W3 Konsortium mit der Bezeichnung „Conformance Level A“ angeführt werden, erfüllen die meisten LMS. Nicht immer sind die ALT-Tags von Bildern ausgefüllt, an einigen Stellen fehlen auch die Inhalte der TITLE-Tags bei Links, allerdings sind diese Attribute zumindest im Code enthalten. Unverständlich, dass bei der Entwicklung nicht auch gleich entsprechende Werte vergeben wurden.

Die häufigste Ursache für Punkteabzüge stellen fehlende Shortcuts dar. Gerade bei LMS, die sehr reich an Funktionen sind, wäre eine einfachere Bedienung des Systems via Tastaturkürzel wünschenswert. In diesem Punkt versagen leider alle untersuchten LMS.

Auch andere Zugangsarten zu Inhalten (Sitemaps, Auswahlmenüs, Kategorietübersichten, etc.) erleichtern die Handhabung der Webseite via Tastatur erheblich. Diese zusätzlichen Möglichkeiten für Zugriffe bieten die Hälfte der evaluierten LMS und erleichtern in Folge die Bedienung auch für körperlich nicht eingeschränkte Menschen.

Keines der getesteten Systeme weist *Text oder synchrone Alternativen für Audio, Video, Bild* auf. Da Lernmaterialien von KurserstellerInnen bzw. Lehrenden betreut werden, liegt es in deren Verantwortung, entsprechende Alternativen zur Verfügung zu stellen. Der ALT-Tag für alternative Beschreibungen bei Bildern gehört mittlerweile schon zum Standard von webbasierten LMS; Alternativen zu Ton oder Video können im jeweiligen System durch Zurverfügungstellung weiterer Textmaterialien jederzeit gewährleistet werden. Dafür ist nicht unbedingt eine entsprechende Funktionalität im LMS erforderlich, eine solche könnte jedoch die Abwicklung für die Lehrenden vereinfachen.

Als einziges LMS wendet Stud.IP Text-Bilder an, statt Standard-Schaltflächen werden *Bilder mit Text* verwendet. Diese Vorgehensweise erzeugt zwar subjektiv schönere Schaltflächen, erschwert aber einen barrierefreien Zugriff auf diese. Stud.IP hat zwar die betroffenen Schaltflächen mit entsprechenden Alternativtexten versehen, jedoch können diese nicht von beiden Screen-Readern korrekt wiedergegeben werden. Eine Möglichkeit, diese Problematik zu umgehen, wäre die grafische Anpassung der Schaltflächen via CSS. Positiv anzumerken ist, dass beinahe durchwegs äquivalente Textlinks auf Aktivitäten (Prüfungen/Foren aufrufen, ...) neben anklickbaren Symbolen zur Verfügung stehen. So können die getesteten Systeme auch bei ausgeschalteten Bildern im Browser bzw. einer Darstellung ohne grafische Elemente (z.B. durch Ausschalten von CSS) bedient werden.

Ebenfalls hervorzuheben ist, dass alle getesteten LMS keine *blinkenden oder selbstständig ändernden Inhalte* anbieten oder zur Anwendung bringen. Das erleichtert die Bedienung auch für körperlich nicht eingeschränkte Menschen.

Ähnlich verhält es sich auch mit der Möglichkeit *zeitliche Abläufe durch Benutzer und Benutzerinnen zu beeinflussen*. Alle LMS stellen, nach dem konzeptbedingten dynamischen Aufbau der gewünschten Webseite, nicht animierte und nicht zeitgesteuerte Inhalte zur Verfügung. Daher konnte diese Richtlinie nicht auf deren mögliche barrierefreie Umsetzung in LMS getestet werden. Dieser Punkt liegt wiederum in der Verantwortung der ErstellerInnen von Lernmaterialien. Wenn diese animierte bzw. zeitgesteuerte multimediale Lerneinheiten zur Verfügung stellen, müssen sie dafür Sorge tragen, dass deren zeitlicher Ablauf beeinflussbar ist.

Moodle bietet als einziges hier getestetes LMS die Möglichkeit, Inhaltsblöcke korrekt zu überspringen. So wird den Benutzern und Benutzerinnen vor jedem der zahlreichen Inhaltsblöcke die Gelegenheit geboten, diesen nicht vorzulesen, sondern zum nächsten zu springen. Das erleichtert die Nutzung von Moodle in Kombination mit Screen-Readern ungemein, da nicht bei jedem Seitenaufruf der gesamte Inhalt vorgelesen werden muss.

6 Fazit und Ausblick

Grundlegende Schritte in Richtung barrierefreier Benutzerschnittstellen von LMS sind getan, und kontinuierliche Verbesserungen der Systeme bringen auch Verbesserungen in Bezug auf eine barrierefreie Gestaltung mit. Dennoch liegt viel in der Verantwortung der Lehrenden, da sie die Lernmaterialien barrierefrei gestalten und anbieten müssen.

Die untersuchten LMS stellen für die Screen-Reader durchaus eine große Herausforderung dar, und nicht immer ist es einfach, deren Ausführungen zu folgen. Gerade bei der Verwendung komplexer Systeme wie z.B. Moodle oder Ilias dürften Benutzer und Benutzerinnen mit Einschränkungen erhebliche Probleme erfahren. Hier können Screen-Reader zwar sehr gut unterstützend ansetzen, für blinde Menschen sind beispielsweise die getesteten LMS mit hoher Wahrscheinlichkeit aber sehr schwierig zu bedienen, ob der Vielzahl an zur Verfügung stehenden Funktionen und den daraus erfolgenden langen sowie inhaltsreichen Ausführungen der Screen-Reader.

Auf Basis der hier durchgeführten heuristischen Untersuchung wären weitere empirische Studien mit sehbehinderten Menschen zu empfehlen, da Screen-Reader bei unseren Untersuchungen nicht mit ihrer Webseitenwiedergabe überzeugen konnten, jedoch sehr rasch einen ersten Eindruck über die Barrierefreiheit von zu untersuchenden Webangeboten lieferten. In diese Untersuchungen gehören folglich, neben weiteren Open-Source LMS, ebenso kommerzielle Angebote mitaufgenommen.

Für im Sehen eingeschränkte oder gar blinde Menschen sind eine bessere Strukturierung der Funktionalitäten und eine daraus resultierende bessere Übersichtlichkeit erforderlich. Nur so werden Screen-Reader in Zukunft verständlichere Ausgaben produzieren können. Um generell den Bedürfnissen aller Menschen gerecht zu werden, empfiehlt es sich, Benutzerschnittstellen so einfach und intuitiv wie möglich zu halten, was leider nicht bei allen ausgewählten Produkten der Fall ist. Somit wird ersichtlich, dass für einen wirklich barrierefreien Einsatz ein eigenes LMS entwickelt werden muss, welches den Bedürfnissen der einzelnen Zielgruppen gerecht wird. Das universale barrierefreie LMS gibt es derzeit noch nicht. Hier besteht noch deutliches Verbesserungspotential, wobei Moodle schon klar vorzeigt, wie auch komplexe LMS barrierearm gestaltet werden können – zumindest aus technischer Sicht.

Danksagung

Die vorliegende Untersuchung wurde zum Teil von der Magistratsabteilung 27 der Stadt Wien unterstützt.

Literaturverzeichnis

- [BEG04] Burzagli, L.; Emiliani, P.; Graziani, P.: Accessibility in the Field of Education. In (Stary, C., Stephanidis, C. Hrsg.): User-Centered Interaction Paradigms for Universal Access in the Information Society; LNCS 3196; Springer Berlin/Heidelberg 2004; S. 235 – 241.
- [De07] Debevc, M. et al.: Accessible and Adaptive e-Learning Materials: Considerations for Design and Development. In (Stephanidis, C. Hrsg): Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services; LNCS 4556; Springer Berlin/Heidelberg 2007; S. 549 – 558.

- [DNJ05] Damsma, P.; Norgaard, J.; Jones, R.: Best Practices in an Online Community for Blind, Partly Sighted and Fully Sighted Children. Proc. 17th Australia conference on Computer-Human Interaction: Citizens Online: Considerations for Today and the Future; Canberra, Australia 2005; S. 1 – 4.
- [Fr07] Freire, A. et. al.: Using Screen Readers to Reinforce Web Accessibility Education. Proc. 12th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education; Dundee, Scotland 2007; S. 82 – 86.
- [GBO04] Guenaga, M.; Burger, D.; Oliver, J.: Accessibility for e-Learning Environments. In (Miesenberger, K. et al. Hrsg): Computers Helping People with Special Needs; LNCS 3118; Springer Berlin/Heidelberg 2004; S. 157 – 163.
- [GS08] Gläser, U.; Schimrik, D.: Barrierefreies E-Learning auf Basis von MOODLE für Menschen mit altersbedingter Seheinschränkung; http://www.e-learning-baltics.de/fileadmin/Redakteure/10_Glaeser_BFW_Halle.pdf; 2008; Zuletzt abgerufen am 25. Juni 2009
- [KS05] Karampiperis, P.; Sampson, D.: Designing Learning Systems to Provide Accessible Services; Proc. of the 2005 International Cross-Disciplinary Workshop on Web Accessibility (W4A); Chiba, Japan 2005; S. 72 – 80.
- [LP04] Leporini, B.; Paterno, F.: Increasing usability when interacting through screen readers; Universal Access in the Information Society; Volume 3, Issue 1; Springer Berlin/Heidelberg 2004; S. 57 – 70.
- [OO07] Obrenovic, Z.; van Ossenbruggen, J.: Web Browser Accessibility using Open Source Software. Proc. of the 2007 International Cross-Disciplinary Conference on Web accessibility (W4A); Banff, Canada 2007; S. 15 – 24.
- [SBF07] Santos Olga C., Boticario J. G., Fernandez del Viso A., Perez de la Camara S., Rebate Sanchez C., Gutierrez y Restrepo E.: Basic Skills Training to Disabled and Adult Learners. Through an Accessible e-Learning Platform. C.Stephanidis (Ed.): Universal Access in HCI, Part III, HCII 2007; S. 796-805
- [W01] Moodle Statistics; <http://moodle.org/stats/>; Zuletzt abgerufen am 25. Juni 2009
- [W02] Complete List of Web Accessibility Evaluation Tools; <http://www.w3.org/WAI/ER/tools/complete>; Zuletzt abgerufen am 25. Juni 2009
- [W03] Evaluation populärer Lernplattformen; <http://www.wob11.de/lernplattformen.html>; Zuletzt abgerufen am 26. Juni 2009
- [W04] Accessibility in Online Learning Management Systems; <http://www.uwosh.edu/accessibility/papers/>; Zuletzt abgerufen am 26. Juni 2009

E-Learning mit interaktiven Videos – Prototypisches Autorensystem und Bewertung von Anwendungsszenarien

Franz Lehner, Beate Siegel

Universität Passau
Innstr. 43
94032 Passau
franz.lehner@uni-passau.de
beate.siegel@uni-passau.de

Abstract: Der Einsatz von Videos in E-Learning-Applikationen wird zunehmend forciert. Die Interaktivität in diesen Applikationen ist dabei jedoch meist sehr gering. Sie beschränkt sich im Allgemeinen auf das Unterbrechen und das Springen in die nächste Szene des Videos, wodurch ein exploratives, situiertes und problemorientiertes Lernen kaum möglich ist. Mit Hilfe einer integrierten Lösung für die Produktion und den Einsatz von interaktiven Videos – der SIVA Suite – werden Autoren einer E-Learning-Applikation in die Lage versetzt, auf einfache Weise interaktive Lerninhalte zu erstellen, die auf bestehendem, „passivem“ Videomaterial aufbauen. Der Nutzer der Anwendung kann sich, ähnlich wie beim hypertext-basierten Lernen, die für ihn relevanten Informationen mit Hilfe der interaktiven Funktionen herausuchen und je nach verwendeten Interaktionselementen auch aktiv mit dem Video arbeiten. Im vorliegenden Beitrag wird ein prototypisches Autorensystem zur Entwicklung interaktiver Videos vorgestellt und die Funktionalität des Systems für zwei Anwendungsfelder bewertet.

1 Einführung und Motivation

Der Einsatz von Videomaterialien im traditionellen Unterrichtskontext ist seit langem beliebt. Beinahe in allen Unterrichtsfächern kommen Videos immer dann zum Einsatz, wenn der Stoff des Lehrplanes vertieft, veranschaulicht oder gefestigt werden soll – ob nun als Naturdokumentation im Biologieunterricht oder als Spielfilm oder Nachrichtensendung im Rahmen der Fremdsprachenausbildung. Ähnlich positiv wird der Einsatz von hypertext-basierten Anwendungen im Unterricht gesehen, da sie sowohl die Lerneffizienz als auch die Motivation der Lernenden unterstützen können. Besonders im Fremdsprachenunterricht wird dem Lernen mit Internetquellen eine große Bedeutung zugeschrieben, da hier Attribute wie Aktualität, Abwechslungsreichtum, Authentizität und Kommunikativität zur Geltung kommen [SM04]. Die seit langem gern genutzten Videos könnten durch die Anreicherung mit Interaktivität und Zusatzinformationen dem Internet den Weg in die Klassenzimmer ebnen. Lehrern, Dozenten und Trainern in allen Bereichen der Aus- und Weiterbildung eröffnen sich damit neue didaktische Möglichkeiten. Zum einen kann Lernenden neben dem erprobten Lernstoff zugleich Medienkompetenz vermittelt werden. Zum anderen könnte durch die interaktiven Videos die Lernmotivation signifikant verstärkt werden.

Das Projekt „iVi-Pro“ (gefördert durch Mittel aus dem ESF-Programm) setzt genau an dieser Stelle an. Ziel dieses Beitrags ist es, zunächst die Einsatzmöglichkeiten von interaktiven Videos im E-Learning-Kontext näher darzustellen. Dazu werden die möglichen Ausprägungen von Interaktivität in Videomaterialien erläutert und Beispiele für existierende Lern-Anwendungen vorgestellt (Kapitel 2). Im Kapitel 3 wird zunächst die aktuelle Entwicklung bei der Produktion interaktiver Videos zusammengefasst. Da die Produktion derzeit nur mit einem erheblichen Aufwand und technischem Know-how möglich ist, wurde ein Prototyp entwickelt, um auch nicht-technisch geschulten Personen (z. B. Lehrer) die Entwicklung von interaktiven Videos zu ermöglichen. Mit der SIVA Suite wird aufbauend auf diesen bereits existierenden Prototyp ein weiteres Autorentool entwickelt, das langfristig für die Erstellung interaktiver Videos eingesetzt werden soll (www.wiwi.uni-passau.de/ivipro). Abschließend wird in Kapitel 4 der mögliche Einsatz der SIVA Suite in zwei konkreten Einsatzfeldern beschrieben und der Nutzen dargestellt.

2 Interaktivität in Videos und Anwendung im E-Learning

Der Begriff der Interaktivität lässt sich auf das Konzept der Interaktion zurückführen, welches in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen ganz unterschiedliche Bedeutung hat. Im Zusammenhang mit Interaktivität in den Neuen Medien kann vor allem auf die Konzepte aus der Soziologie und der Informatik Bezug genommen werden. Die Soziologie meint mit Interaktion wechselseitig aufeinander bezogene Handlungen, die Informatik erweitert dieses Verständnis durch das Aufkommen von dialogorientierten Programmen auf Handlungen zwischen Mensch und Computer.

Einheitliche Definitionen des Begriffes Interaktivität sind in der medienwissenschaftlichen Literatur bis heute allerdings kaum zu finden, was vor allem an der Komplexität des Begriffes und seinen möglichen Ausprägungen liegt. Eine Zusammenfassung gängiger Definitionsansätze findet sich beispielsweise in [LSMS08].

2.1 Besonderheiten von interaktiven Videos und Begriffsverständnis

Was genau unter einem interaktiven Video zu verstehen ist, ist aufgrund der vielfältigen Ausprägungen von Interaktivität nicht allgemein definierbar. Technisch ist fast jeder Interaktionsgrad umsetzbar. Im Hinblick auf mögliche Einsatzfelder für interaktive Videos in Bereichen wie Entertainment, E-Commerce oder E-Learning lassen sich drei wesentliche Formen unterscheiden, die auch kombinierbar sind:

- Interaktive Videos im Sinne von Videos mit verzweigenden Handlungssträngen (so genannten multiplen Videoknoten)
- Interaktive Videos als Videos mit bereitgestellten Zusatzinformationen
- Interaktive Videos mit integrierten Zusatzfunktionen (z. B. Test in einer Lernanwendung, Kommunikation, kontextsensitive Bestellfunktion)

Allgemein ist festzuhalten, dass die Idee des interaktiven Videos mindestens das Vorhandensein von zwei Grundanforderungen voraussetzt (vgl. [ZOF06], 358), nämlich dynamische und audio-visuelle Medien als Basis (Video oder Animation), sowie die Einbindung von dynamischen und aktivierbaren Elementen in die Bildinformation (z. B. anklickbar als Hyperlink). Mit den eingebetteten und z. B. durch Anklicken aktivierbaren Elementen im Video kann die lineare Struktur eines Videos aufgebrochen und zusätzlich die nicht-lineare Exploration des Inhaltes nach den Nutzerbedürfnissen ermöglicht werden. Eine nicht-lineare Struktur ist allerdings als definitorische Eigenschaft nicht zwingend erforderlich. Wesentlich ist vielmehr, dass der ansonsten eher **passive Betrachter** eines Videos im Kontext eines interaktiven Videos zu einem **aktiven Nutzer** wird (bzw. die Möglichkeit für eine aktive Beteiligung erhält). Bezüglich spezifischer Formen interaktiver Videos siehe z. B. [HH07] und [HR06]

2.2 Interaktive Videos mit verzweigenden Handlungssträngen

Alle Formen von interaktiven Videos verlangen besondere Vorgehensweisen in der Planung und Umsetzung eines solchen Projektes. Die Besonderheiten gegenüber herkömmlichen Video- und Filmproduktionen sollen kurz erläutert werden. Sie betreffen vor allem das Drehbuch und die Annotationen zum Videokontext.

Interaktive Videos mit verzweigenden Handlungssträngen ermöglichen dem Zuschauer über einen Rückkanal mit dem Film zu interagieren. Dies führt dazu, dass die Planung nach den herkömmlichen Regeln der Filmproduktion nicht mehr vollständig angewendet werden kann. In interaktiven Filmen dieser Form wird die lineare Struktur des Filmes aufgebrochen und durch andere Ablaufstrukturen wie der Baum- oder Netzstruktur ersetzt (vgl. Abbildung 1). Für die Produktion eines nicht-linearen Films muss bereits bei der Erstellung des Drehbuches genau abgewogen werden, an welchen Stellen der Handlung eine Verzweigung sinnvoll ist (vgl. Abbildung 2). Dies wird im E-Learning-Kontext vor allem dann der Fall sein, nachdem im Video wichtige Kerninformationen vermittelt wurden. Der Lernende muss sich dann beispielsweise in Abhängigkeit von seinem Verständnis des Lernstoffes für die nächste Sequenz entscheiden, also vertiefende Informationen anfordern oder zum nächsten Thema übergehen.

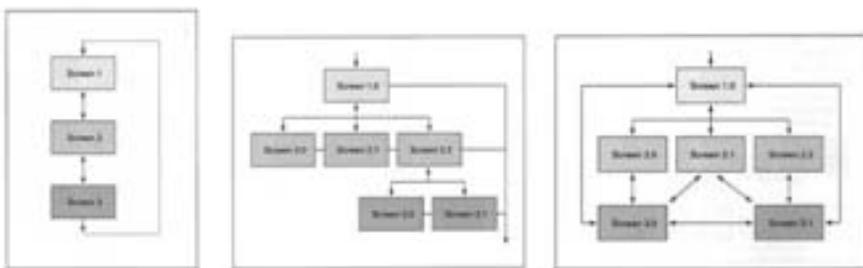


Abb. 1: Mögliche Handlungsabläufe

2.3 Annotationen zum Videokontext

Durch weiterführende Informationen zu unbekanntenen Objekten im Video gewinnt das Video in vielen Bereichen neue Bedeutung. Der Nutzer muss sich nicht länger auf die Informationen beschränken, die explizit im Filmmaterial geliefert werden.

Er kann sich je nach Vorwissen und Interesse weitere Details zu den behandelten Themen und Objekten besorgen. Auch dieses Konzept hat Auswirkungen auf den Produktionsprozess des Videos. Da sich jeder die für ihn relevanten Zusatzinformationen bei Bedarf anzeigen lassen kann, kann sich der Drehbuchautor auf das Wesentliche der Handlung konzentrieren, anstatt sich mit vielen Erklärungen aufzuhalten. Das Material kann gestrafft werden und wird somit für solche Betrachter mit großem Vorwissen interessanter. Einen besonderen Mehrwert verspricht dieses Konzept in Verbindung mit Web-Communities. Spezielle Tools ermöglichen es jedem Benutzer, Videos zu annotieren und anklickbare Zusatzinformationen bereit zu stellen oder Kommentare zu bereits vorhandenen Videoobjekten einzufügen. Der eigentliche Ausgangsfilm wird dadurch angereichert oder bietet zusätzlichen Diskussionsstoff. Videoannotationen sind ein wichtiger Teilaspekt interaktiver Videos und seit längerem Thema der Forschung insbesondere in Verbindung mit Vorlesungsfilmen (vgl. z.B. [EC07]). In der vorliegenden Arbeit wird ein verallgemeinertes Konzept auf Werkzeugebene umgesetzt.

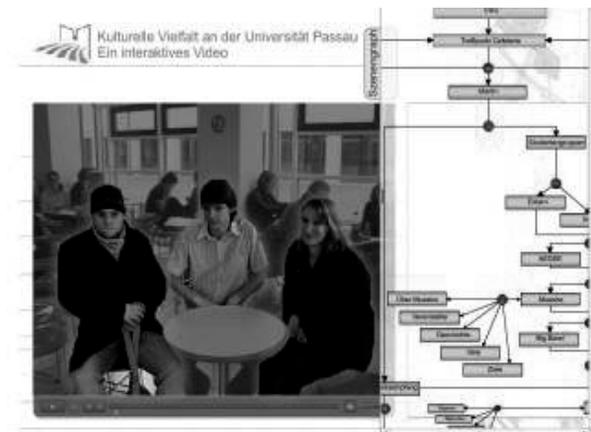


Abb. 2: Beispiel für ein interaktives Video mit eingeblendetem Szenengraph [LSMS08]

2.4 Beispiele für interaktive Videos im E-Learning

Bei Lehrvideos hilft die Interaktion, um komplizierte Produktionsschritte und Handlungsabläufe leicht nachvollziehbar abzubilden. Sie sind damit als Ergänzung zum herkömmlichen Lehrmaterial in Textform sehr hilfreich. Das in Abbildung 3 gezeigte medizinische Lehrvideo erklärt anschaulich das Vorgehen bei einer Augen-Laseroperation. Anklickbare Hotspots im Video führen zu detaillierten Angaben über die Arbeitsschritte und die verwendeten Instrumente. Das Video wurde mit einem QuickTime-basierten Autorentool hergestellt.

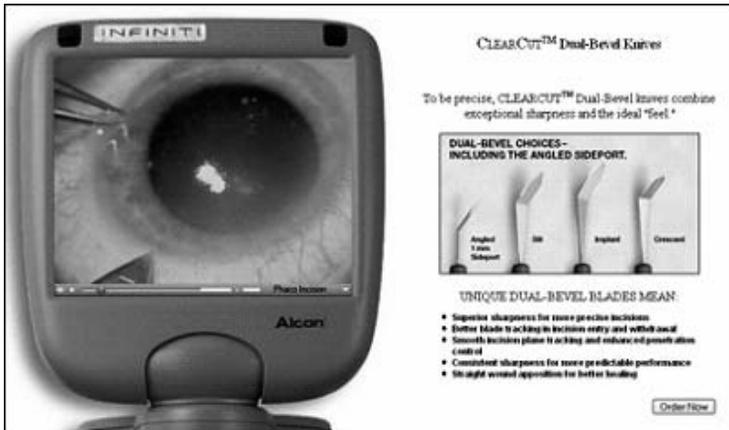


Abb. 3: Lehrvideo für Laseroperationen (Quelle: elineTech)

Ein weiteres, frühes Beispiel für den Einsatz interaktiver Videos als Lernprogramm ist Citizen Cane, das aus „Mini“-Szenen des gleichnamigen Spielfilms aufgebaut und mit Textbausteinen kombiniert wurde. Der Lernende kann damit verschiedenen Perspektiven folgen und somit die inhaltliche Vielschichtigkeit des Filmes verstehen. Die theoretische Basis bildet die Cognitive-Flexibility-Theorie als Grundlage für eine konstruktivistische und mehrdimensionale Lernumgebung (vgl. [ZOF06], 358-359) .

MOVieGoer ist ein Beispiel für ein Hypervideo-Lernsystem, in dem Videos und Texte zum Thema „Ökosystem See“ zusammengefasst wurden. Das System wurde an der Universität Münster zur Untersuchung der Wirkung auf den Lernerfolg eingesetzt, wobei im Laufe von Tests die Anzahl und die Positionierung der eingebetteten Hyperlinks variiert wurden (vgl. [ZOF06], 359-362).

Allen genannten Beispielen ist gemeinsam, dass der Aufwand und die technischen Kenntnisse für die Produktion des interaktiven Videos sehr hoch waren und eine breite Anwendung (bzw. Produktion) interaktiver Videos auf dieser Basis nicht realistisch ist.

3 Autorenwerkzeuge zur Erstellung von interaktiven Videos

3.1 Aktuelle Entwicklungen

Nach ersten Ansätzen in den 90er Jahren, die vor allem Forschungszwecken dienten, sind in jüngster Zeit verschiedene Entwicklungen im Bereich von Werkzeugen zu verzeichnen, mit welchen Videos mit interaktiven bzw. Annotationsfunktionen ausgestattet werden können und bei denen die praktische Anwendung im Vordergrund steht. Sowohl in der Distribution als auch in der Zielgruppendefinition sind dabei unterschiedliche Strategien zu beobachten.

Zum einen werden traditionelle Authoring-Tools wie beispielsweise Flash mit leistungsstarken Funktionen für die Videoverarbeitung ausgestattet, wodurch in erster Linie Medienentwickler mit fortgeschrittenen Programmierkenntnissen angesprochen werden. [LSMS08] Auf der anderen Seite entstehen spezialisierte Tools, mit deren Hilfe sich mit wenigen Mausklicks interaktive Elemente auf eher geringem Niveau (Hotspots, Links, Buttons) sowie textuelle Anmerkungen in vorhandene digitale Videos einbetten lassen. Diese Programme richten sich durch einfache Bedienung sowie eine überschaubare Anzahl an Funktionen gezielt an ungeschulte Benutzer, die mit wenigen Vorkenntnissen schnell vorzeigbare Ergebnisse erzielen wollen. Zu dieser Produktkategorie sind unter anderem die Programme Riva Producer¹ und Videoclix² zu zählen, aber auch die eher communityzentrierten Online-Videotools wie Jumpcut³, Viddix⁴ oder die Annotationsfunktionen von YouTube⁵. Nähere Informationen zu diesen und weiteren Autorenwerkzeugen sind in [LSMS08] zu finden.

3.2 Entwicklung eines einfach bedienbaren Autorentools im Projekt „iVi-Pro“

Aufgrund des großen Potenzials von interaktiven Videos und vor dem Hintergrund bisher fehlender, einfacher und allgemein verfügbarer Produktionswerkzeuge wird im Rahmen des Projektes „iVi-Pro“ eine Lösung für die Verknüpfung von Videos mit interaktiven Zusatzinhalten entwickelt. Dabei soll eine integrierte Lösung geschaffen werden, die den Ansprüchen an einfache Bedienbarkeit und leichte Erlernbarkeit gerecht wird und trotzdem durch die modulare Bauweise sowohl Laien als auch Experten als Nutzer anspricht.

Diese Lösung, die so genannte Simple Interactive Video Authoring Suite (kurz: SIVA Suite), wird aus drei Komponenten bestehen: einem „Producer“ als eigentliches Authoringtool, einem „Player“ für die Ausgabe des produzierten interaktiven Videos beim Nutzer und einen „Server“, der beiden als Daten- und Austauschplattform dient.

In der ersten Projektphase wurden die Funktionen und Anforderungen an die drei Komponenten ermittelt. Die wesentlichen Funktionen der SIVA Suite lassen sich in Kernfunktionen sowie in Annotations- und Interaktionsfunktionen untergliedern [vgl. MB09]. Die Kernfunktionen sind:

- *Projektverwaltung*: Anlegen, Laden und Speichern von Projekten
- *Medienimport*: Importieren von Video, Audio und weiteren Medien. Hierbei sollte bereits eine Konvertierung in die benötigten Endformate vorgenommen werden (Flash-Video für Videomaterial, MP3 für Audiomaterial, TXT für einfachen Text, XHTML für Rich Text).

¹ <http://www.rivavx.de>

² <http://www.videoclix.tv/>

³ <http://www.jumpcut.com> (die Weiterentwicklung wurde vor kurzem eingestellt)

⁴ <http://www.viddix.com>

⁵ http://www.youtube.com/t/annotations_about

- *Video-Sequenzierung*: Unterteilung in Szenen bzw. Sequenzen
- *Organisation der Szenen im Szenengraphen*
- *Annotation der Szenen und Objekte*: Einfügen und Editieren von video-, szenen- oder objektbezogenen Annotationen
- *Mehrsprachigkeit*
- *Vorschaufunktion*
- *Export des Projekts einschließlich* einer aktuellen XML-Projektdatei mit sämtlichen Nutzervorgaben

Zusätzlich zu diesen Kernfunktionen gibt es weitere Spezifikationen bezüglich der geplanten Annotationen und Interaktionsformen, um umfassenden Anforderungen aus der E-Learning-Praxis Rechnung zu tragen:

- *Video-Annotationen*: Zusatzinformation, die für die gesamte Dauer eines Videostreams gültig ist. Mögliche Formate: Text, Bilder.
- *Video-Sequenz-Annotationen*: Zusatzinformation, die für die Dauer einer (oder mehrerer) Sequenzen gültig ist, und die entweder automatisch oder manuell definiert wurden. Mögliche Formate: Text, Bilder, Videos.
- *Video-Objekt-Annotationen*: Zusatzinformationen zu einzelnen Objekten im Video, die grafisch hervorgehoben sein können.
- *Interaktive Annotation*: Links und Buttons, die z.B. auf weitere Zusatzinhalte verweisen.
- *Aktivierung von Zusatzinhalten*: Zusatzinhalte können entweder durch einen zeitgesteuerten Event oder durch eine Nutzerinteraktion ausgelöst werden.
- *Dynamische Annotationen*: Nutzung von Multimediastreams als Annotation. Diese können unsynchronisiert sein (z. B. alternatives Filmende), grob synchronisiert (z. B. Version für Taubstumme) oder streng synchronisiert (z. B. zweiter Blickwinkel auf eine Szene).

Die Architektur sowohl des SIVA Producers als auch des Players wurde so konzipiert, dass der Funktionsumfang jederzeit erweitert werden und so auch an speziellere Ansprüche angepasst werden kann. Von funktionaler Seite sind den Autoren kaum Grenzen gesetzt. Von stärkerer Relevanz werden dagegen inhaltliche Einschränkungen sein, da man für die sinnvolle Nutzung der Spezialfunktionen nicht jedes beliebige Videomaterial verwenden kann, sondern teilweise schon bei der Aufnahme des Materials die spätere Verwendung planen muss. Eine Beschreibung der Architektur findet sich in [MB09].

Somit können die Inhalte eines Videos durch den Nutzer sowohl konstruiert (beispielsweise in Form einer beliebigen Anordnung von Szenen und Sequenzen) als auch manipuliert werden (zum Beispiel durch Verzweigungen oder Sprünge im Video).



Abb. 4: Einfügen eines interaktiven Elementes („Button“) in ein Video

Im Rahmen einer Vorstudie wurde bereits ein Prototyp entwickelt, um die Machbarkeit des geplanten Systems zu prüfen und einen ersten Eindruck von den Anforderungen an die Bedienbarkeit des Systems zu gewinnen [KML09]. Abbildung 4 zeigt an einem Screenshot des Prototypen, wie ein interaktiver Button in ein Video eingefügt wird. In Abbildung 5 ist das interaktive Element bereits eingefügt und die Interaktion kann mit dem gewünschten Text, Links und sonstigen Zusatzinformationen beschrieben werden.



Abb. 5: Nähere Beschreibung des interaktiven Elementes bzw. der gewünschten Interaktion

4 Anwendungsorientierte Überprüfung der geplanten Funktionalität

Mit Hilfe des SIVA Producers kann in Zukunft auf einfache Weise eine E-Learning-Applikation in Form interaktiver Videos erstellt werden. Zur Überprüfung der Machbarkeit wurde ein prototypisches System entwickelt. Der Prototyp weist nur eine eingeschränkte Funktionalität auf, die sich auf einfache Buttons, ein Inhaltsverzeichnis, sowie das Abspielen, Pausieren und Springen in die nächste Szene beschränkt. Damit kann zwar ein exploratives, situiertes oder problemorientiertes Lernen nur unzureichend unterstützt werden, es konnte aber die technische Umsetzbarkeit nachgewiesen werden. Mit der SIVA Suite wird nun darauf aufbauend ein Produktionswerkzeug entwickelt, das die Funktionalität für realistische E-Learning-Szenarien bieten und in einer ersten Version im Herbst 2009 verfügbar sein soll.

Um sicherzustellen, dass die derzeit geplanten Funktionen auch den Anforderungen der Praxis des E-Learnings genügen, wurden zwei Anwendungsfelder (Fremdsprachenausbildung, Trainingsunterstützung im Leistungssport) ausgewählt und jeweils ein erfahrener Trainer aus der Praxis gebeten, die gewünschten und für nützlich erachteten Interaktionsformen zu benennen. Diese wurden dann mit der geplanten Funktionalität verglichen, um die Einsatztauglichkeit der SIVA Suite zu prüfen. Damit wird die technische Machbarkeitsanalyse um eine anwendungsorientierte Bewertung ergänzt, welche erste Hinweise auf die praktische Einsetzbarkeit liefern soll und die in weiteren Studien vertieft werden soll.

4.1 Interaktive Videos für das E-Learning in der Fremdsprachenausbildung

Ein wichtiges Anwendungsgebiet für das E-Learning, in dem auch das Projektteam über umfassende Erfahrung verfügt, ist die Fremdsprachenausbildung. [LF07], [ML07], [LSMP08], [LS09]. Der Lerner wird beispielsweise durch Videos mit realistischen Situationen konfrontiert, wodurch die Lernmotivation unterstützt und trägem Wissen entgegen gewirkt wird. Ausgehend von einer Verknüpfung mit weiteren interaktiven Videos ist das Erstellen von zusammenhängenden Kursen möglich. Videos sollten in unterschiedlichen Sprachen annotierbar sein, und auch die Umsetzung von traditionellen Übungsformen wie beispielsweise Hörverstehen mit Hilfe von annotierten, authentischen Videos ist wünschenswert. Für Details zur Medieneinbindung beim Fremdsprachenlernen wird auf die angeführten Quellen verwiesen.

In einem Szenario für interaktives Lernen können Video-Sequenzen interaktiv gestaltet oder mit Zusatzinformationen annotiert werden. Bei der interaktiven Annotierung können mit Links genauere Informationen zu bestimmten Sequenzen angezeigt werden. Mit Buttons kann nach jeder Lernsequenz der Schwierigkeitsgrad der nächsten Sequenz bestimmt oder der weitere Ablauf der Lerneinheit gesteuert werden. Als Zusatzinformationen können weitere Texte, Detailbilder, Anleitungen oder Merksätze zu einzelnen Teilen des Videos angezeigt werden. Im Video können verschiedene Objekte, die für das Verstehen des Lerninhalts wichtig sind, markiert werden, um die Wichtigkeit für den Lernenden herauszustellen. Auch die Annotierung des gesamten Videos kann interaktiv gestaltet werden oder Zusatzinformationen bereithalten.

Zusatzinformationen können unter anderem die Namen der Dozenten, der Titel der Lerneinheit, das Datum der Aufnahme des Videos, der Schwierigkeitsgrad des Videos, das Vorgänger- und das Nachfolgervideo sein. Als interaktive Videoannotierung können Links zum Thema oder zum Dozenten angezeigt werden.

Um die skizzierten Anforderungen für die Fremdsprachenausbildung in interaktiven Videos umzusetzen, sollte das Autorentool mit seinen Kernfunktionen mindestens folgende Punkte realisieren können: **Annotierung innerhalb der Videosequenz:** gesprochener Text zum Mitlesen, Untertitel einblenden, Übersetzungen anbieten, alternative Ansichten der gerade im Video gezeigten Objekte anbieten, Verlinkung auf Videos mit verwandten Themen. **Interaktive Annotierung einer Videosequenz:** genauere Informationen zu Sequenzen auf externen Webseiten bei Links, Schwierigkeitsgrad bestimmen und den weiteren Ablauf abhängig davon regeln. **Annotierung mit Bezug zum gesamten Video:** Text mit Infos zu Thema, Dozent, didaktischer Zusammenhang im Gesamtblock. **Interaktive Annotierung des Videoablaufs:** Links zu weiteren Videos mit relevanten Lerneinheiten, Buttons zur Auswahl von (Teil-)Themen, Auswahl der Sprache, Verzweigung innerhalb eines Videos zum nächstem thematischen Schwerpunkt oder zum Theorieteil. Der Vergleich mit der geplanten Funktionalität zeigt, dass diese Mindestanforderungen erfüllt werden können.

4.2 Interaktive Videos in der Trainingsunterstützung beim Leistungssport

Im Hochleistungssport hat es sich seit längerem durchgesetzt, Videoaufnahmen von Trainingseinheiten und Wettkämpfen zur späteren Analyse zu machen. Dieses Verfahren hilft dem Trainierenden, seine Fehler besser zu erkennen und damit auch zu vermeiden. Normalerweise wird dazu das Video mit einem qualifizierten Trainer betrachtet und parallel mit dem Trainierenden besprochen. Besonders gute Aufnahmen können später auch zu Schulungszwecken weiter verwendet werden.

Dieser Prozess lässt sich mit interaktiven Mitteln vereinfachen und verbessern. Die einzelnen Aufnahmen lassen sich mit Hilfe des SIVA Producers einfach anordnen, sowohl in zeitlicher Abfolge, als auch parallel, beispielsweise wenn mehrere Blickwinkel gefilmt wurden. Der Betrachter hat dann die Möglichkeit den vorgegebenen Ablauf zu betrachten, aber auch in andere Szenen oder Perspektiven zu wechseln. Der Trainer, der die Rolle des Autors einnimmt, kann einzelne Szenen mit Kommentaren versehen, die beim Abspielen optional eingeblendet werden können. Des Weiteren hat der Autor die Möglichkeit, auch zeichnerische Elemente in das Video einzufügen, indem er durch Pfeile oder Linien Korrekturen andeutet.

Durch farbiges Markieren oder Vergrößern von Videobereichen lässt sich die Aufmerksamkeit des Betrachters auf einzelne Bilddetails lenken. Zur näheren Erklärung können auch hier weitere Medien wie Bilder oder Webseiten eingebunden oder verlinkt werden. Bei der Auswahl von Annotierungsfolgen sollte zwischen Erklärungen für Trainer und Sportler, für Anfänger und Fortgeschrittene und zwischen verschiedenen Sprachen unterschieden werden können. Um die skizzierten Anforderungen für die Trainingsunterstützung im Leistungssport in interaktiven Videos umzusetzen, sollte das Autorentool mit seinen Kernfunktionen mindestens folgende Punkte realisieren können:

Annotierung innerhalb der Video Sequenz: gesprochener Text zum Mitlesen, Untertitel einblenden, Übersetzungen anbieten, textuelle Korrektur von Trainingsfehlern, Bilder mit verschiedenen Ansichten der gerade im Video gezeigten Übungen / Sprünge, Video mit der gleichen Übung / dem gleichen Sprung von anderen Sportlern. **Links** zu Statistiken, Verbindungen zum Turnverein oder zu anderen Sportlern, Buttons, mit denen man bestimmte (verwandte) Übungen anzeigen kann, Statistiken eines Sportlers. **Annotierung mit Bezug zum gesamten Video:** Text mit Infos über den Inhalt des Films, Sprecher, Trainings-, Aufnahmedatum, Bilder mit Logo der Institution, des Sportlers etc. **Interaktive Annotierung des Videoablaufs:** Links zu weiteren Filmen, anderen Aufnahmen des Sportlers, der Institution, Schülern des Trainers, Buttons für die Auswahl von Themen, Auswahl der Sprache, Aufruf zwischen Videos und Verzweigung zu Übungen von anderen Sportlern, Verzweigung innerhalb des Videos zu einer weiteren Übung oder zu theoretischen Erklärungen

Der Vergleich mit der geplanten Funktionalität zeigt, dass auch für dieses Anwendungsgebiet die Mindestanforderungen erfüllt werden können.

5 Zusammenfassung

Mit dem geplanten Werkzeug zur Erstellung interaktiver Videos wird es möglich sein, mit geringem Aufwand herkömmliche Videos um interaktive Elemente anzureichern und sie damit zu selbständigen E-Learning-Anwendungen zu machen, die über das Internet aufgerufen werden können. Die Lernenden werden damit in die Lage versetzt, ähnlich wie beim hypertextuellen Lernen, sich die für ihn augenblicklich interessanten Informationen herauszusuchen und den Lernprozess individuell zu gestalten und selbst zu kontrollieren. Überprüfungen des Lernerfolges stellen im E-Learning eine wichtige Möglichkeit für Feedback sowohl an Lehrende als auch Lernende dar. Der Funktionsumfang des SIVA Producers ist leicht erweiter- und anpassbar, sodass sich auch aufwendige Formen der Wissensüberprüfungen mit verschiedensten Fragetypen und Auswertungsfunktionen umsetzen lassen.

Die nächsten Schritte bestehen darin, die SIVA Suite als Produktionssystem fertig zu stellen. Im Anschluss daran sind Studien zur Usability und zur Lernwirksamkeit geplant, sowie Praxistests in ausgewählten Anwendungsbereichen. Außerdem sollen die dargestellten Kernfunktionen schrittweise um weitere Funktionen erweitert werden.

Beispiele für bereits jetzt geplante Funktionserweiterungen sind: Einbindung zusätzlicher Videostreams in Zeitlupe, Objektmarkierung (manuelle Grobmarkierung) in Videos (z. B. Markierung von Sportgeräten und Körperteilen mithilfe von Pfeilen oder Umrählung), Anreicherung der Objektmarkierung um interaktive Funktionen (beim Klick auf das Objekt erscheinen Infos zur Ausführung der Übung wie Körperhaltung, Muskelspannung etc. oder Hinweise zu Fehlern), Auswahl einer Annotierungsfolge (mit einer Interaktionsfolge) für verschiedene Zielgruppen, verschiedene Sprachen und Schwierigkeitsstufen.

Literaturverzeichnis

- [BB99] Bekavac, B.: Suche und Orientierung im WWW. Verbesserung bisheriger Verfahren durch Einbindung hypertextspezifischer Informationen. Universitäts-Verlag Konstanz 1999
- [EC07] Eibl, Ch. et al. (Hrsg.): Proceedings DeLFI 2007. 5. e-Learning Fachtagung Informatik. LNI Vol P-111, Bonn 2007
- [HH07] Hofmann, C., Hollender, N.: Kooperativer Informationserwerb und -austausch durch Hypervideo. In: Gross, T. (Hrsg.): Mensch & Computer 2007: Konferenz für interaktive und kooperative Medien. München 2007, 269
- [HR06] Hammoud, R. I. (Hrsg.): Interactive Video. Algorithms and Technologies. Berlin et al 2006
- [KML09] Klarl, M., Müller, Ch., Lehner, F.: Konzeption und Entwicklung eines Autorentools zur Produktion von interaktiven Videos. Diskussionsbeitrag W-29-09 der Schriftenreihe Wirtschaftsinformatik, Universität Passau, 2009
- [LF07] Lehner, F. et al.: Evaluation des Pilotkurses "Chinesisch für Wirtschaft und Beruf". Diskussionsbeitrag W-22-07 der Schriftenreihe Wirtschaftsinformatik, Universität Passau, August 2007
- [LS09] Lehner, F., Siegel, B.: Interaktive Videos. Überblick über den Stand der Entwicklung und Vergleich verfügbarer Autorentools. In: Kuhlen, R. (Hrsg.): Information: Droge, Ware oder Commons. Wertschöpfungs- und Transformationsprozesse auf den Informationsmärkten. VWH Verlag, Boizenburg 2009, 221-234
- [LSMP08] Lehner, F., Siegel, B., Müller, Ch., Polleti, A.: Vom E-Learning zum M-Learning beim Fremdspracherwerb - Bedarfsanalyse und Konzeption eines Systems zur Unterstützung des mobilen Sprachenlernens. Diskussionsbeitrag W-26-08 der Schriftenreihe Wirtschaftsinformatik, Universität Passau 2008
- [LSMS08] Lehner, F., Siegel, B.; Müller, C., Stephan, A.: Interaktive Videos und Hypervideos – Entwicklung, Technologien und Konzeption eines Authoring-Tools. Diskussionsbeitrag W-28-08 der Schriftenreihe Wirtschaftsinformatik, Universität Passau, 2008
- [MB09] Meixner, B. Siegel, B., Hölbling, G., Kosch, H., Lehner, F.: SIVA Suite – Konzeption eines Frameworks zur Erstellung von interaktiven Videos. In: Eibl, M. et al. (Hrsg.): Workshop Audiovisuelle Medien – WAM 2009. Chemnitz 2009, 13-20
- [ML07] Müller, Ch., Lehner, F.: Open-Source-Software zur Umsetzung eines Onlinesprachkurses für Chinesisch. In: Klippel, F., Koller, G., Polleti, A. (Hrsg.): Fremdsprachenlernen online. Münster et al. 2007, 121-134
- [SM04] Münchow, S. (Hrsg.): Computer, Internet & Co. im Französisch-Unterricht. Cornelsen Scriptor Verlag, Berlin 2004
- [ZOF06] Zahn, C., Oestermeier, U., Finke, M.: Designs für audiovisuelle Hypermedien - Kognitive und kollaborative Perspektiven. In M. Eibl, H. Reiterer, P. F. Stephan & F. Thissen (Hrsg.), Knowledge Media Design: Theorie, Methodik, Praxis. München 2006, 357-371

Programmierungsveranstaltung unter der Lupe

Eva Altenbernd-Giani, Ulrik Schroeder, Mostafa Akbari

Lehr- und Forschungsgebiet für Informatik 9
Computerunterstütztes Lernen und Fachdidaktik Informatik
RWTH Aachen
52056 Aachen
{giani,schroeder,akbari}@informatik.rwth-aachen.de

Abstract: Viele Begleitmaßnahmen einer Vorlesung zielen darauf ab, Studierende zur kontinuierlichen und aktiven Auseinandersetzung mit Vorlesungsinhalten zu bewegen. Aber inwieweit haben organisatorische und didaktische Maßnahmen sowie integrierte eLearning-Elemente dabei Erfolg? In diesem Artikel wird die Auswertung der Nutzung verschiedener eLearning-Formate und Zugriffsperioden in der Erstsemestervorlesung „Einführung in die Programmierung“ präsentiert und Hypothesen über Blended-Learning-Anreicherungen zur Optimierung der Lernangebote aufgestellt.

1 Motivation

In den letzten Jahren haben wir die Erstsemestervorlesung „Einführung in die Programmierung“ sukzessive zu einer Blended-Learning-Veranstaltung ausgebaut. Hierzu wird LP, das Lernportal der RWTH [GRS07], eingesetzt. Dieses LMS ermöglicht es, über reine eLearning-Funktionen hinaus, Daten über den Zugriff auf die eingesetzten unterschiedlichen Lernmaterialien zu erheben. Bei einer ersten Auswertung der Zugriffsdaten im WS 2007/2008 fielen uns Werte auf, die uns überraschten, da sie weder unseren Erwartungen noch den Rückmeldungen aus Lehrveranstaltungs-evaluationen entsprachen. So gingen wir beispielsweise davon aus, dass Musterlösungen wichtige Dokumente sind, die alle Studierende während des Semesters sammeln. Der in der Lernplattform protokollierte Zugriff erfolgte allerdings lediglich zu ca. 25%. Auf die bereitgestellten Videoaufzeichnungen, die nach Studien (u.a. [He et al. 07]) und persönlichen Rückmeldungen der Studierenden eines der beliebtesten elektronischen Lernformate darstellen, griffen ebenfalls nur ca. 30% der Teilnehmer zu. Darüber hinaus wurden die in der Vorlesung behandelten Codebeispiele von lediglich ca. 10% der Studierenden verwendet, obwohl in Lehrevaluationen häufig angegeben wird, dass in der Vorlesung nicht nur auf die Folien passende Codefragmente, sondern komplette Programme präsentiert werden sollten. Welche Lernmaterialien und eLearning Angebote werden also zur Vor- und Nachbereitung bevorzugt genutzt? Gibt es bestimmte Typen von Dokumenten, die besonders gefragt sind? Auf welche Weise müssen diese bereitgestellt und mit den persönlichen Betreuungsangeboten verknüpft werden, um ihre Nutzung zu erhöhen?

Als eine Erklärung für den eher geringen Zugriff auf Musterlösungen haben wir die Hypothese aufgestellt, dass deren Bereitstellung zu spät erfolgte. Die Übungen wurden in einem festen wöchentlichen Rhythmus von Studierenden eingereicht und von studentischen Tutoren korrigiert und bewertet. Dabei entstand zwischen Vorlesung und Übung eine große zeitliche Distanz. Zwischen Übungsausgabe und Rückgabe der korrigierten Lösungen wurden in der Vorlesung bis zu drei neue Kapitel behandelt, ein zweites Übungsblatt komplett bearbeitet, und im Fokus der Studierenden stand bereits ein drittes neues Übungsblatt. Die Studierenden erhielten die Rückmeldungen also zu einem Zeitpunkt, zu dem sie sich längst mit anderen Inhalten auseinandersetzten. Die Rückmeldungen konnten daher nicht als Informationsquelle für das Ausgleichen von Wissensdefiziten und die zeitnahe Korrektur von Fehlern genutzt werden. Daher wurde die verfügbare Zeit einer Woche in der Regel auf die Bearbeitung der aktuellen Übung konzentriert. Das aus der Reflexion abgeleitete Wissen für die Bearbeitung der bereits abgegebenen oder in Arbeit befindlichen Übungen hätte bereits früher zur Verfügung stehen müssen. Kann durch eine engere zeitliche Verbindung von Vorlesung und Übung die Nutzung von Rückmeldungen und Musterlösungen erhöht werden? Wird den Übungsteilnehmern der eigene Leistungsstand oder das eigene Defizit dadurch besser bewusst? Welche Hilfestellungen werden aufgrund der Reflexion angenommen?

Eine weitere beobachtete Auffälligkeit bestand darin, dass durch die Bearbeitung in Lerngruppen nicht alle Mitglieder gleichermaßen an der aktiven Lösungserstellung beteiligt waren. Es ist zwar erstrebenswert und nützlich, dass sich Lerngruppen bilden, um individuell erarbeitete Lösungen der Übungsaufgaben gemeinsam zu diskutieren; Beobachtungen lassen aber die Annahme zu, dass die Gruppenarbeit häufig dazu führte, dass nur ein Teil einer Lerngruppe die Übungen vollständig oder aktiv bearbeitete. Die weiteren Mitglieder der Lerngruppe ließen sich entweder die Lösungen ihrer Lernpartner erklären oder nur ihren Namen auf dem Abgabebblatt mit den erarbeiteten Lösungen notieren, um die Punkte dafür zu erhalten. Eine aktive Übungsteilnahme und ein Überprüfen der eigenen Leistungsfähigkeit fanden in der Realität daher nur bei einem Teil der Übungsteilnehmer (vollständig) statt.

Es stellt sich also die Frage, durch welche zusätzlichen didaktischen Maßnahmen eine kontinuierliche Aktivierung möglichst aller Studierender erreicht werden kann und dabei die inhaltlichen Rückmeldungen von den Teilnehmern als Lerngelegenheit wahr- und angenommen werden. Die kontinuierliche Aktivierung aller Studierenden während des Semesters erhält gerade durch die Umstellung auf das Bachelor-System größere Bedeutung, da die Prüfungen unmittelbar nach Vorlesungsende erfolgen und die Wiederholungsprüfungen bereits in der gleichen vorlesungsfreien Periode stattfinden. Dadurch ergibt sich im Vergleich zu Diplomstudiengängen eine Häufung von Prüfungen, durch die die intensiven Lernzeiten und das wiederholte Durcharbeiten des Vorlesungsinhaltes unmittelbar vor den Prüfungen entfallen [Sn08]. Ferner ist die Lehre in der Regel so aufgebaut, dass das in einem Kapitel vermittelte Wissen und Können im nächsten benötigt und schrittweise ausgebaut wird. Wer einmal den Anschluss verliert, hat in der Folge umso größere Probleme, ein tieferes Wissen und Verständnis der Folgethemen aufzubauen.

Ausgehend von den bisherigen Erfahrungen haben wir zunächst den Verlauf der Lehrveranstaltung im WS 07/08 ausgewertet und im Sinne der Aktionsforschung [AP07] folgende Hypothesen aufgestellt:

1. Durch eine engere zeitliche Verbindung von Vorlesung und Übung kann die Nutzung von Rückmeldungen und Musterlösungen erhöht werden.
2. Videoaufzeichnungen werden in diesem Lernszenario (zeitnahe Prüfung und vielfältiges Angebot an Lernmaterialien) weniger häufig genutzt.
3. Die zeitliche befristete Bereitstellung von eTests regt die Studierenden zu deren Bearbeitung an.

Um diese Hypothesen zu überprüfen und um das Lehrangebot der Veranstaltung weiter zu verbessern, haben wir die didaktischen Maßnahmen und Blended-Learning-Angebote der Veranstaltung im WS 2008/2009 angepasst. In Kapitel 2 wird zunächst das überarbeitete Veranstaltungsszenario dargestellt. Die bei der Durchführung erhobenen Daten und deren Evaluation zur Überprüfung der aufgestellten Hypothesen werden in Kapitel 3 präsentiert. Zusätzlich werden weitere Fragestellungen aufgeworfen, die sich während der Veranstaltungsdurchführung und bei der Auswertung der Daten herausstellten. Diese müssen in einem weiteren Aktionsforschungs-Zyklus erforscht werden.

2 Veranstaltungsszenario

Die betrachtete Programmierungsvorlesung (V2+Ü2) richtet sich an Studierende verschiedener Diplom- und Bachelorstudiengänge, jedoch nicht an Studierende der Informatik. Die größte Teilnehmergruppe bilden Studierende im ersten Semester der Bachelorstudiengänge *Physik* und *Technische Kommunikation* mit Schwerpunkt Informatik. Eine weitere teilnehmerstarke Gruppe stellen Studierende der verschiedenen Studienrichtungen des Diplomstudiengangs *Wirtschaftsingenieurwesen* dar, die aufgrund der Studienreform ausschließlich als Wiederholer teilnehmen. Diese drei Hauptgruppen werden durch einzelne Studierende zahlreicher weiterer Fächer ergänzt (*Biologie, Philosophie, Drei-Fach-Magister, Angewandte Geographie* usw.).

Bei den Vorlesungsteilnehmern handelt es sich bezüglich ihres Vorwissens, der Affinität zu mathematisch-technischen Themen und vor allem der Motivation, Programmieren als Teil ihres Studiengangs zu erlernen, um eine sehr heterogene Gruppe. Dies hat zur Folge, dass ein Teil der Gruppe mit den an ihn gestellten Anforderungen von Beginn an überfordert ist, wohingegen ein anderer Teil oftmals unterfordert ist.

Ziel der Veranstaltung ist es, Grundkonzepte imperativer und objektorientierter Programmierung sowie einige wichtige Programmier Techniken zu vermitteln und Studierende in die Lage zu versetzen, eigenständig kleinere Programme zu entwickeln. Hierzu wird exemplarisch die Programmiersprache Java und das für Nicht-Informatiker konzipierte Lehrbuch „Java von Kopf bis Fuß“ [SB07] verwendet.

2.1 Didaktische Konzeption der Veranstaltung im WS 2008/2009

Die Lehrveranstaltung bietet neben Vorlesung und Übung weitere didaktische Maßnahmen, u.a. Förderstunden und webbasierte Lernangebote, die die Vor- und Nachbereitung unterstützen. Dieser Methodenmix aus Präsenzveranstaltung und eLearning-Komponenten wurde über die letzten Semester sukzessive auf den heutigen Stand ausgebaut und kontinuierlich evaluiert.

Studierende können auf alle Lernmaterialien online im L P-Lernraum zugreifen. So stehen bereits zu Beginn des Semesters alle Vorlesungsfolien als PDF-Dateien zum Download zur Verfügung. Darüber hinaus werden foliensynchrone Aufzeichnungen der einzelnen Vorlesungen (eLecture) direkt im Anschluss an die Vorlesung im L P-Lernraum bereit gestellt. Die in der Vorlesung verwendeten Codebeispiele können als vollständige Quellcodes heruntergeladen werden. Die Studierenden werden dazu angehalten, diese Codebeispiele selbständig nachzuvollziehen und Variationen zu entwickeln, um praktische Erfahrungen zu gewinnen.

Nach jeder Vorlesung werden auf das aktuelle Thema abgestimmte eTests zum Selbsttest freigeschaltet, die die Studierenden in einem Zeitfenster von einer Woche bearbeiten können. Hierdurch sollen die Studierenden einerseits zu einem kontinuierlichen Arbeiten angeregt werden und andererseits ihr Wissen und ihre Fertigkeiten selbst evaluieren und reflektieren können. Bei den eTests handelt es sich um *objective tests*. „Objective tests require a user to choose or provide a response to a question whose correct answer is predetermined. [...] Because the correct answers to objective test questions are predetermined, this type of assessment is well-suited to the many forms of CAA that involve automated marking.” [BM04] Bei der Konstruktion der Fragen wird darauf geachtet, dass möglichst viele kognitive Lernlevel abgefragt werden und bei Fehlern informatives Feedback gegeben wird [BM04, FL98]. Um die Studierenden zusätzlich zu motivieren, die eTests zu bearbeiten, wird ein Preis für die besten drei Studierenden ausgelobt, wobei die erste Bearbeitung jedes eTests gewertet wird. Die eTests können aber grundsätzlich innerhalb des einwöchigen Zeitfensters wiederholt durchgeführt werden.

Die 90-minütige Vorlesung findet einmal in der Woche donnerstags statt. Ergänzend dazu werden wöchentliche Übungen gestellt, die zunächst selbständig bearbeitet und dann in einer selbstgewählten Kleinstgruppe diskutiert werden sollen. Um ein zeitliches Auseinanderdriften zwischen Vorlesungs- und Übungsthema zu vermeiden und eine intensive Auseinandersetzung mit einem Thema der Vorlesung zu ermöglichen, haben wir die Übung sehr zeitnah an die Vorlesung gebunden (Abb. 1). Bereits montags, drei Tage vor der Vorlesung, wird das neue Übungsblatt zeitgesteuert veröffentlicht. Dieses bezieht sich inhaltlich auf das Thema der kommenden Vorlesung und dient somit ihrer Vorbereitung. Am Dienstag wird in den Übungsgruppen ein Teil der Zeit dem neuen Übungsblatt und den anstehenden Themen gewidmet. Ziel hierbei ist es, das Interesse für die anstehenden Themen im Vorfeld zu fördern und die Vorlesung donnerstags vor dem Hintergrund der zu bearbeitenden Übungsaufgaben durchzuführen. Die Übungen werden dann bis zum darauf folgenden Dienstagmorgen bearbeitet und abgegeben. Da die Abgabe über den im Lernraum integrierten Übungsbetrieb elektronisch erfolgt, ist eine

frühere Abgabe möglich und auch erwünscht, um ausführliche und individuelle Rückmeldungen geben zu können. Wenn die Abgabe bis Montagmittag erfolgt, erhalten die Übungsteilnehmer über den integrierten Übungsbetrieb bis Dienstagmorgen schriftliches Feedback zu ihren Lösungen und Lösungswegen, so dass sie diese in die Übungsstunde mitnehmen und dort direkt mit ihrem Tutor oder der gesamten Übungsgruppe diskutieren können. Ein gemeinsamer Korrekturtermin der Tutoren am Montagnachmittag soll sicherstellen, dass gleichmäßig ausführliche und informative Rückmeldungen zu jeder Lösung gegeben werden. Zusätzlich werden dabei häufig auftauchende Fehler und Missverständnisse über alle Gruppen hinweg identifiziert, so dass diese in die Vorbereitung der Übungsgruppen am Dienstag einfließen.

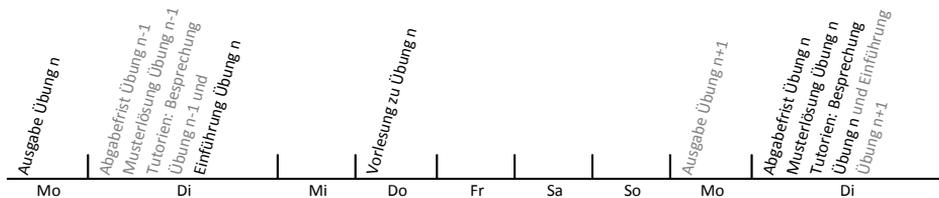


Abbildung 1: Zeitplan der Woche von Übung n

Die digitale Musterlösung zusammen mit dem Code der ausprogrammierten Lösungen und ggf. weiteren Dokumenten wird am Dienstagmorgen vor den Übungsstunden zur Verfügung gestellt. Der Übungsrhythmus stellt sicher, dass Beschäftigung, Bearbeitung und Rückmeldung zu einem Übungsthema stattfinden, bevor in der Vorlesung neue Themen behandelt werden.

Übungsaufgaben können in Lerngruppen von bis zu drei Studierenden gemeinsam bearbeitet und abgegeben werden. Jede eingereichte Lösung wird von den Tutoren insgesamt als „*sinnvoll*“ oder als „*unzureichend bearbeitet*“ bewertet. Eine vollständige oder korrekte Lösung wird nicht verlangt, vielmehr sind die Studierenden angehalten, den Bearbeitungszustand abzugeben, den sie selbständig erreichen konnten. Die Rückmeldungen der Tutoren sollen am realen Leistungsstand ansetzen und Hinweise zur Bearbeitung der Übungsaufgaben und zu einem Ausgleich möglicher Wissenslücken geben. Durch die Möglichkeit, Teillösungen als „*sinnvoll bearbeitet*“ zu bewerten, soll dem reinen Abschreiben von mustergültigen Lösungen entgegengewirkt werden. Es ist uns wichtig, dass die Studierenden ein ausführliches Feedback zu ihren eigenen Lösungen und Lösungswegen erhalten und nicht nur eine numerische Bewertung in Form eines Punktestandes. Das Feedback soll den Lernstand verdeutlichen, vor allem aber als zentrale Lerngelegenheit begriffen werden.

Studierende, die hinter den aktuellen Lernstand zurückfallen, werden von ihren Tutoren aufgefordert, an den dreimal wöchentlich angebotenen Förderstunden teilzunehmen, die von den Studierenden auch aus Eigeninitiative besucht werden können. In diesen Förderstunden können spezifische Probleme bei der Übungsbearbeitung, auch der aktuellen Übung, mit Hilfestellung eines Tutors behoben und Fragen zum Vorlesungsstoff individuell besprochen werden. Die Studierenden sollen in den Förderstunden befähigt werden, weitere Übungen selbständig zu bearbeiten.

Über den webbasierten Übungsbetrieb [Dy et al. 08] bilden die Studierenden selbständig Lerngruppen, die von Mal zu Mal auch variiert werden können. Jede Gruppe reicht ihre Lösungen elektronisch ein und erhält von ihrem Tutor schriftliche Rückmeldungen. Durch den Übungsbetrieb in L P ist es den Tutoren möglich, bereits während der Erstellungsphase der Lösung, also vor der endgültigen Abgabefrist, den Studierenden Rückmeldungen zu geben [St et al. 09]. So können die Teilnehmer direkt aus ihren Fehlern lernen und ihre Lösungen sukzessive mit Hilfe des Feedbacks verbessern. Dazu ist es allerdings notwendig, dass sie ihre Lösung rechtzeitig in das System einstellen.

Um die Studierenden im ersten Semester schrittweise an Prüfungssituationen heran zu führen und sie zu unterstützen, ihren Lernstand frühzeitig realistisch einzuschätzen, findet zur Mitte des Semesters eine Zwischenklausur statt. Diese dauert wie die abschließende Prüfung 90 Minuten und wird unter identischen Bedingungen geschrieben. Die erfolgreiche Teilnahme an der Zwischenklausur ist Bedingung für die Teilnahme an der Abschlussprüfung am Ende des Semesters. Jeweils vor der Zwischenklausur und der abschließenden Prüfung werden spezielle eTests angeboten, die sich aus 20 Aufgaben zusammensetzen, die bei jeder Durchführung aus einem Pool von vorangegangenen eTests zufällig ausgewählt werden. Die in den eTests formulierten Aufgaben entsprechen thematisch den jeweiligen Klausurinhalten.

Neben dem hier fokussierten Übungsangebot und den eLearning-Elementen werden das Forum, die Ankündigungsfunktionalität und die RSS Feeds der Lernplattform L P von den Studierenden regelmäßig genutzt, um inhaltliche und organisatorische Fragen zu klären und kontinuierlich den Fortschritt der Vorlesung zu verfolgen. Die hier vorgestellten Maßnahmen werden im Folgenden kritisch hinterfragt und mit den erhobenen quantitativen Daten zur Nutzung der digitalen Angebote und qualitativen Rückmeldungen aus den Evaluationen verglichen.

3 Auswertung

An der Lehrveranstaltung des WS 2008/2009 haben 228 Studierende aktiv teilgenommen, d.h. sie haben sich für die Vorlesung angemeldet und an den Übungen teilgenommen. Davon studierten 102 Physik, 27 Technik-Kommunikation und 78 Wirtschaftsingenieurwissenschaften. Die restlichen Teilnehmer verteilten sich auf verschiedene andere Studiengänge. Durchschnittlich 140 Studierende haben die Vorlesung regelmäßig besucht, anfangs mehr, am Ende weniger. Aus mehreren Befragungen ging hervor, dass insbesondere die Wirtschaftsingenieure, die an der Vorlesung als Wiederholer teilnahmen, die Vorlesung seltener besuchten.

Als Ressourcen für die Auswertung dienten die an der RWTH verpflichtende studentische Lehrveranstaltungsevaluation, die L P-Zugriffsstatistiken und die Bewertungen der eTests. Letztere stellten wir den Ergebnissen der Prüfung gegenüber. L P speichert anonymisiert die Summe der täglichen Zugriffe für jede Webseite und jedes Dokument. Dabei wurden die Zugriffsdaten mit Hilfe des L P im Zeitraum vom 16. Oktober 2008 bis 15. Februar 2009 erhoben. Aufgrund eines technischen Problems wurden die Zugriffszahlen am 15. Januar nicht erfasst. An der studentischen

Lehrevaluation der Übungen, die Ende Dezember stattfand, nahmen die 107 Studierenden teil, die am Evaluationstag in den Übungsgruppen anwesend waren. Diese Evaluation wurde auf Papier erhoben. Die Lehrevaluation der Vorlesung wurde am Ende des Semesters webbasiert durchgeführt. Die ca. 120 in der Vorlesung ausgeteilten Freischaltcodes führten zu einem Rücklauf von 74 ausgefüllten Fragebögen.

3.1 Einschränkungen

Bei der Bewertung der Zugriffszahlen muss berücksichtigt werden, dass alle Lernmaterialien, die in digitaler Form vorlagen, lokal gespeichert und an Kommilitonen weitergegeben werden konnten. Die erhobenen Werte umfassen ebenfalls die Zugriffe der Betreuer. Die Zugriffe zeigen also nur Tendenzen auf. Wenn hohe Zugriffszahlen zu verzeichnen sind, kann aber davon ausgegangen werden, dass sich entsprechend viele Studierende in der Vor- bzw. Nachbereitungsphase der Vorlesung befinden. Außerdem können die Relationen der Zugriffshäufigkeiten auf unterschiedliche Formate bewertet werden.

3.2 Verwendung der Lernmaterialien

Zur Nachbereitung der Vorlesung und als Hilfestellung bei der Bearbeitung der Übungen standen den Teilnehmern neben den Folien auch die eLectures, in denen einzelne Folien über einen Index direkt angesteuert werden können, und die in der Vorlesung vorgestellten Codebeispiele zur Verfügung.

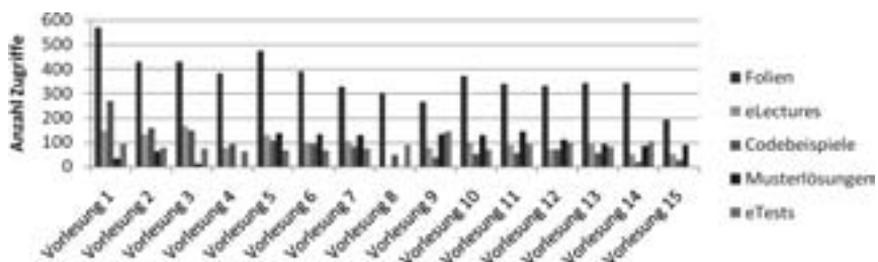


Abbildung 2: Zugriffe auf verschiedene Lernmaterialien

Bei der Wahl der Lernmaterialien wurden die statischen Folien eindeutig bevorzugt (Abb. 2). Auf sie wurde drei bis fünfmal häufiger als auf andere Lernmaterialien zugegriffen. Die Codebeispiele wurden trotz mehrfacher Aufforderung in den Vorlesungen überraschend selten genutzt, obwohl sie zur aktiven Nachbearbeitung der Vorlesung und als Codeschablonen zur Bearbeitung der Übungsaufgaben als gute Grundlage hätten dienen können. Es ergab sich wie erwartet eine relativ seltene (in LP nachweisbare) Nutzung der Vorlesungsaufzeichnungen (Hypothese 2). Alle Rückmeldungen aus den Evaluationen deuteten darauf hin, dass dieser Service zur

Prüfungsvorbereitung von den Studierenden geschätzt wird¹. Die nachweisbaren durchschnittlich 98 Zugriffe können dies nicht belegen. Hier müsste geklärt werden, ob die Vorlesungsvideos zusätzlich auf anderem Weg weiter verbreitet wurden. Eine andere Erklärung wäre, dass die eLectures eher von Studierenden verwendet werden, wenn sie sich auf Prüfungen vorbereiten, die nicht direkt im Anschluss an die Veranstaltung stattfinden, und sie somit mehr Zeit für die Prüfungsvorbereitung haben.

Der zeitliche Verlauf der Zugriffe auf ausgewählte Foliensätze (stellvertretend für die übrigen Lernmaterialien, die sich ähnlich verteilen) in Abb. 3 zeigt, dass viele Studierende dem Vorlesungsverlauf kontinuierlich gefolgt sind. So wurde auf einen Foliensatz bis einschließlich der Woche seiner Besprechung durchschnittlich 197 Mal zugegriffen. In der Woche, in der das Thema eines Foliensatzes besprochen und bearbeitet wurde, ist ein eindeutiger Anstieg an Zugriffen zu verzeichnen. Trotz der kontinuierlichen Beschäftigung ist ein verstärkter Zugriff auf alle Foliensätze an den Tagen der Zwischenklausur (19. Dezember 2008) und der Klausur (10. Februar 2009) zu erkennen. Diese Beobachtungen lassen sich auf alle weiteren Lernmaterialien übertragen. Der Verlauf weist darauf hin, dass zumindest ein Teil der Studierenden nicht kontinuierlich mitarbeitet, sondern sich nur extrem kurz vor einer Prüfung mit dem Lernstoff auseinandersetzt.

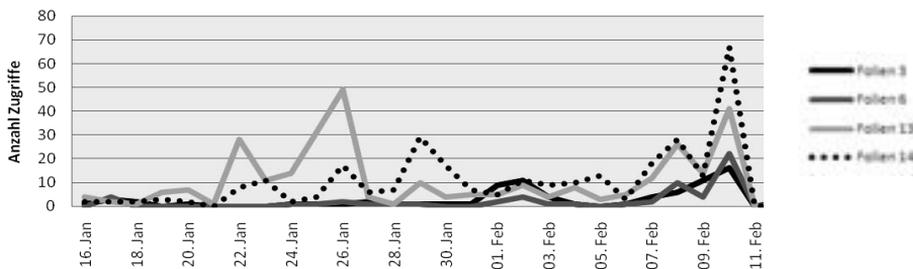


Abbildung 3: Ausschnitte der zeitlichen Verteilung der Zugriffe (exemplarisch an 4 Foliensätzen)

3.3 Auswertung der Übungen

Die Lösungen zu den Übungen wurden meistens in Dreier-Teams abgegeben, wobei es auch Zweier-Teams und Einzelabgaben gab. Im Durchschnitt haben die ca. 180 durchgehend aktiven Studierenden 80 Lösungen in den Übungsbetrieb eingestellt, die meist aus mehreren Lösungsdokumenten bestanden.

¹ Dies gilt in verstärktem Maß für Prüfungen, die sich auf zeitlich länger zurückliegende Vorlesungen beziehen, wie dies z.B. bei mündlichen Diplomprüfungen über drei bis vier Veranstaltungen der Fall ist.

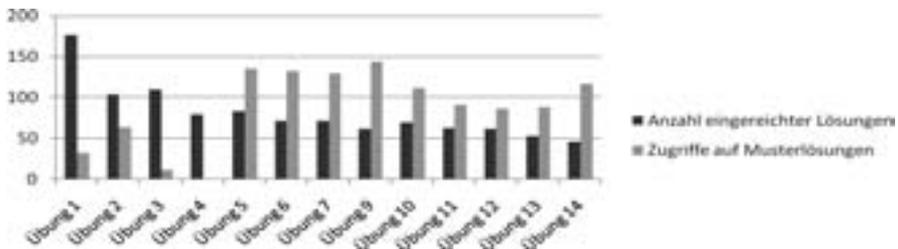


Abbildung 4: Eingereichte Lösungen und Zugriff auf Musterlösungen

Bei der Gegenüberstellung der eingereichten Lösungen und der Zugriffe auf die Musterlösungen (Abb. 4) ist anzumerken, dass aus technischen Gründen die Musterlösungen der ersten vier Übungen verspätet im integrierten Übungsbetrieb zur Verfügung standen. Sie wurden daher über andere Wege elektronisch verteilt. Die erste Übung musste von jedem Studierenden individuell bearbeitet werden, wodurch die hohe Anzahl an Übungsabgaben zu erklären ist. Die hohe Anzahl der eingereichten Lösungen der darauf folgenden zwei Übungen kann dadurch erklärt werden, dass einige Studierende zunächst Schwierigkeiten hatten, Lerngruppen zu bilden und diese auch im Übungsbetrieb einzurichten. Übung 8 war in Form einer Probeklausur gestellt und konnte optional abgegeben werden. Hier haben nur 44 Studierende eine Lösung eingereicht. Dies bestätigt unsere Erfahrungen, dass freiwillige Angebote weniger genutzt werden, auch wenn sie, wie im Falle dieser Probeklausur, inhaltlich relevant sind. Eine Musterlösung zu Übung 8 wurde nicht zur Verfügung gestellt. Gegen Ende der Veranstaltung nahm die Lösungsabgabe um ca. 30% ab. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die meisten Studierenden die erforderlichen 80% der Übungen bereits „sinnvoll bearbeitet“ hatten. Insgesamt waren die Lösungsabgaben über den gesamten Zeitraum relativ konstant. Es gab ca. 1,4mal so viele Zugriffe auf Musterlösungen, wie Lösungseinreichungen. Bei einer durchschnittlichen Gruppengröße von 2,2 Studierenden bedeutet dies rechnerisch, dass ca. 66 % der Übungsteilnehmer die Musterlösungen abgerufen haben. Diese Beobachtung stimmt mit dem Ergebnis der studentischen Lehrevaluation überein, in der 33% der Studierenden angegeben haben, nie auf die Musterlösung zugegriffen zu haben.

Auf die Korrekturdokumente der Tutoren wurde im Durchschnitt 1,4mal zugegriffen (Abb. 5). Das sind doppelt so viele Zugriffe im Vergleich zu den eigenen Lösungsdokumenten, aber weniger als die Anzahl der im Schnitt an einem Abgabeteam beteiligten Studierenden. Bei der Lehrevaluation gaben 44% der Studierenden an, dass sie sich alle Korrekturdokumente mit Rückmeldungen angesehen haben. Es ist also davon auszugehen, dass es Lerngruppen gab, in denen nicht alle Studierenden aktiv an den Übungen teilnahmen (Dokumente einstellten und Musterlösungen und Korrekturdokumente anschauten).

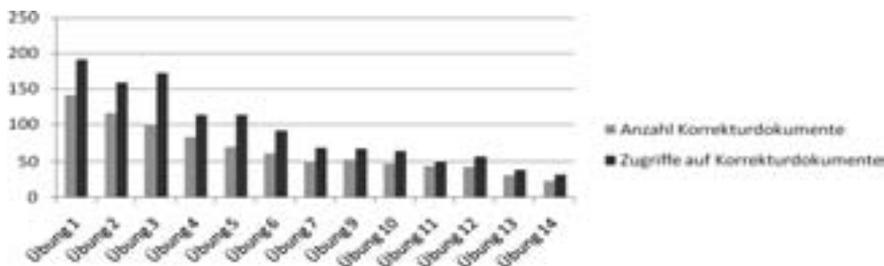


Abbildung 5: Korrekturdokumente

Im WS 2007/2008, ohne den Einsatz des integrierten Übungsbetriebs und ohne die enge zeitliche und thematische Verzahnung mit der Vorlesung, waren die Zugriffe auf die Musterlösungen deutlich geringer als die Anzahl eingereichter Lösungen. Durch die im LP-Übungsbetrieb hergestellte Verbindung der individuellen Rückmeldungen zu den eingereichten Lösungen mit der Musterlösung und den Lösungsquellcodes, wurden die Zugriffe auf die vorbereiteten Lösungen im Vergleich zum WS 2007/2008 fast verdoppelt. So wurden die Musterlösungen im WS 2008/2009 durchschnittlich 115mal von den 228 Studierenden angesehen, wohingegen im WS 2007/2008 durchschnittlich 77mal von den teilnehmenden 280 Studierenden auf die Musterlösungen zugegriffen wurde. Dies stellt eine deutliche Steigerung von ca. 28% auf ca. 50% dar, entspricht aber noch nicht unseren Erwartungen von nahezu 100% (Hypothese 1).

Gegen Ende des Semesters wurden die Lösungen der Übungen häufig erst kurz vor Ablauf der Abgabefrist abgegeben. Dies hatte zur Folge, dass die Rückmeldungen der Tutoren weniger ausführlich ausfielen und die gemeinsame Korrektur am Montagnachmittag immer weniger eingehalten werden konnte. Dennoch gaben 50% der Studierenden in der Lehrevaluation an, dass Vorlesung und Übung *gut* oder *sehr gut* aufeinander abgestimmt waren.

An den angebotenen Förderstunden nahmen jeweils nur zwischen 4 und 10 Studierende teil. Dies lag u.a. daran, dass zu wenige Studierende aktiv von den Tutoren in diese Präsenzveranstaltungen geschickt wurden. Insgesamt hätten gemäß des von uns festgestellten Leistungsstands ca. 40 bis 50 Teilnehmer diese Betreuung in Anspruch nehmen müssen. Die Musterlösungen und Rückmeldungen der Tutoren haben die schwächeren Studierenden nicht dazu bewegt, Hilfestellungen in Anspruch zu nehmen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass sie entweder ihren eigenen Leistungsstand nicht kritisch bewerteten oder sie nicht selbst aktiv an der Bearbeitung der Übungen teilnahmen.

3.4 Auswertung der Prüfungen

Insgesamt haben von den im WS 2008/2009 anfänglich 228 aktiven Studierenden 223 an der Zwischenklausur teilgenommen. 192 haben diese erfolgreich absolviert. Zum Abschluss der Veranstaltung haben 180 Studierende eine schriftliche Prüfung abgelegt.

Diese fiel je nach Studiengang unterschiedlich aus. 77% der Studierenden des Studiengangs Physik erzielten Noten im Bereich von 1.0 bis 2.0. 37% der Studierenden des Studiengangs Technik-Kommunikation lagen ebenfalls in diesem Notenbereich. Im Gegensatz dazu bestanden 44% der Studierenden der Studiengänge des Wirtschaftsingenieurwesens die Klausur lediglich im unteren Bereich der Bestehensgrenze, und nur 21% erzielten Noten im Bereich 1.0 bis 2.0.

Die Anzahl der Studierenden, die die eTests bearbeitet haben, konnte im Vergleich zum Vorjahr, in dem die eTests ohne zeitliche Beschränkung zur Verfügung standen, fast verdoppelt werden (Hypothese 3). Dennoch blieb die Nutzung unter unseren Erwartungen und von Seiten der Studierenden gab es Unmut über die zeitlich befristeten eTests. Von den Studierenden, die bei der Bearbeitung der eTests während des Zeitfensters insgesamt mehr als 1/3 der Punkte erreicht hatten, bestand nur ein Student die Zwischenprüfung nicht. Vergleicht man die erbrachten Leistungen bei den eTests mit den Prüfungsleistungen, so erkennt man, dass die Studierenden, die im Durchschnitt mehr Punkte pro eTest erreichten, auch besser in der Prüfung abschnitten. Auffällig ist, dass vor allem leistungsschwächere Studierende, die die Prüfungen knapp bestanden, eTests genutzt hatten. Leistungsschwächere Studierende, die die Prüfung nicht bestanden, hatten keine eTests genutzt. Es ist also zu überprüfen, ob leistungsschwächere Studierende durch die kontinuierliche Bearbeitung von eTests darin unterstützt werden, den eigenen Leistungsstand bzw. Lerndefizite besser identifizieren und einschätzen zu können.

4 Zusammenfassung

Die kontinuierliche Auseinandersetzung der Studierenden mit dem Lernstoff ist, im Vergleich zum Vorjahr, deutlich gestiegen. Dennoch gab es immer noch einige Studierende, die sich erst kurz vor den Prüfungen mit den Lerninhalten auseinandersetzten.

Aufgrund der Zugriffszahlen und der Berichte der Tutoren schätzen wir, dass 25 bis 30% der Studierenden trotz der dargestellten Maßnahmen die Übungen abgeschrieben oder sich lediglich auf der Abgabe vermerkt haben lassen. Es sind also weitere Maßnahmen zu entwickeln, um Studierenden die Übungen und Rückmeldungen als Lernchance und Vorbereitung auf die Klausur begreiflich zu machen. Dennoch konnte im Vergleich zum Vorjahr die Motivation, mit den angebotenen Musterlösungen und dem Feedback zu arbeiten, auf zumindest das doppelte Niveau gesteigert werden.

Durch die intensive Betreuung, Förderstunden und Hinweise auf erkannte Schwächen sowie das darauf abgestimmte eLearning-Angebot bestanden von den 180 Studierenden, die an der abschließenden Prüfung teilnahmen, 169 die Prüfung. Damit konnte die Erfolgsquote im Vergleich zum WS 2006/2007 von knapp 55% auf 94% gesteigert werden.

Die studentische Lehrevaluation fiel mit einer durchschnittlichen Notenbewertung von 1,8 verglichen mit anderen Grundvorlesungen überdurchschnittlich gut aus. So hoben die

Studierenden u.a. die zur Verfügung gestellten Materialien als *sehr gut* für die Nachbereitung der Veranstaltung geeignet hervor.

L P liefert zurzeit noch keine rollenspezifischen Zugriffszahlen. Bei der Auswertung der Zugriffszahlen kann dementsprechend nicht zwischen Studiengängen, Geschlecht oder Nationalität unterschieden werden. Daher können Auswertungen, wie beispielsweise die unterschiedliche Handhabung der Lernmaterialien, die zeitliche Selbstorganisation etc., nicht abhängig von den gerade genannten Fakten untersucht werden. Mit entsprechenden Daten könnte beispielsweise untersucht werden, ob die verschiedenen Bestehensquoten der Studiengänge auf einen unterschiedlichen Umgang mit Lernmaterialien zurückzuführen sind, oder ob dem geringen Frauenanteil in MINT-Studiengängen durch spezielle Blended-Learning-Angebote entgegengewirkt werden könnte.

Literaturverzeichnis

- [AP07] Altrichter, H.; Posch, P.: Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht. Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung. Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 2007.
- [BM04] Bull, J.; McKenna, C.: Blueprint for computer-assisted assessment. RoutledgeFalmer, London; New York, 2004.
- [Dy et al. 08] Dyckhoff, A. L. et al.: Integriertes Übungsbetriebmodul im Rahmen eines hochschulweiten eLearning-Portals. In (Seehusen, U.; Lucke, U.; Fischer, S. Hrsg.): DeLFI 2008. GI, Bonn, 2008; S. 185–196.
- [FL98] Freeman, R.; Lewis, R.: Planning and Implementing Assessment. Routledge Falmer, 1998.
- [GRS07] Gebhardt, M.; Rohde, P.; Schroeder, U.: Effizientes und nachhaltiges eLearning an der RWTH Aachen durch das integrierte Lehr- und Lernportal L P und das CAMPUS-Informationssystem. In (Gaedke, M. Hrsg.): Integriertes Informationsmanagement an Hochschulen. Quo vadis Universität 2.0?; Univ.-Verl., Karlsruhe, 2007; S. 129–144.
- [He et al. 07] Hermann, C. et al.: Eine logfilebasierte Evaluation des Einsatzes von Vorlesungsaufzeichnungen. In (Eibl, C., Magenheimer, J., Schubert, S., Wessner, M., Hrsg.) DeLFI 2007. GI: Bonn, 2007, S.151–160.
- [SB07] Sierra, K.; Bates, B.: Java von Kopf bis Fuß; O'Reilly: Beijing, 2006.
- [Sn08] Snelting, G.: Wissenschaftspolitische Herausforderungen für die Informatik. In Informatik Spektrum, 2008, 31; S. 474-478.
- [St et al. 09] Stalljohann, P. et al.: Feedback mit einem webbasierten Übungsbetrieb. In: dieser Tagungsband

Serious Games: Virtuelle Simulation für eine Mitarbeiterfortbildung

Johannes Bufe, Detlef Krömker, Guido Gratza, Jörg Schwaderer, Steffen Vincon

Institut für Informatik
Goethe Universität Frankfurt am Main
Robert-Mayer-Str.10
60326 Frankfurt
jbufe@gdv.cs.uni-frankfurt.de
kroemker@gdv.cs.uni-frankfurt.de

Abstract: Videospiele und Computersimulationen werden zum Vermitteln von Wissen seit vielen Jahren eingesetzt. Sie haben unter der Bezeichnung Serious Game ihr Nischendasein verlassen. David Kolb definierte in seinem Modell vier typische Lernstile. Gegenstand des folgenden Artikels ist den Lernerfolg eines Serious Games FISS (Fertigungs- und Instandhaltungsstrategie Simulation) in Bezug auf diese Lernstile zu untersuchen. FISS wurde in Zusammenarbeit der Goethe Universität Frankfurt mit der Daimler AG entwickelt. Im vierten Quartal 2008 wurde FISS bei einem Training von Ingenieuren eingesetzt. In der Auswertung zeichnen sich signifikante Unterschiede zwischen den Lernstilen ab. Unabhängig von den Lernstilen der Teilnehmer wurde eine Leistungsverbesserung festgestellt, jedoch profitieren Lernstile mit Stärken im konkreten Beobachten überdurchschnittlich stark. Im Ausblick ergeben sich hieraus interessante Ansätze für die weitere Forschung.

1 Einleitung

Serious Games haben längst ihr Nischendasein hinter sich gelassen: Mediziner [Ga00] trainieren ihr Vorgehen bei Ernstfällen in aufwändigen 3D Simulationen, das Verstehen von globalen Konflikten wird in aufwändigen Rollenspielen gefördert, [Gc08] Kinder und Jugendliche können in Unterwassersimulationen auf Schatzsuche gehen und auf diese Weise spielerisch die Meeresfauna und vergangene Kulturen kennenlernen [MS01]. Diese Verbreitung von Serious Games findet zunehmend auch in „Corporate Games“, also Industrieapplikationen und –simulationen zur Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern Anwendung. Corporate Games sind dabei für unterschiedliche Industriezweige interessant, die von Maschinenherstellern über den medizinischen Bereich bis zur Rüstungsindustrie reichen können. [GD07].

Doch wie effektiv ist der Einsatz bei Personen mit unterschiedlichen kognitiven Lernstilen? Werden alle Lernstile gleichermaßen begünstigt oder gibt es einzelne die überdurchschnittlich von deren Einsatz profitieren? Erkenntnisse hierüber können uns helfen, die Wirkungsweise von Serious Games besser zu verstehen, um sie effektiver zu gestalten. Ausgehend von diesen Überlegungen wurde der Einsatz eines Serious Games im Rahmen einer Fortbildungsmaßnahme untersucht.

Die Lernsimulation FISS (Fertigungs- und Instandhaltungsstrategie Simulation) entstand in Zusammenarbeit der Daimler AG und der Professur für Graphische Datenverarbeitung, sowie der zentralen E-Learning-Einrichtung studiumdigitale [SD09] der Goethe Universität Frankfurt am Main. Eingesetzt wurde sie im vierten Quartal 2008 im Rahmen eines Mitarbeitertrainings der Daimler AG in Stuttgart.

2 Hintergrund: Kolbs Lernstilforschung und Theorie des Erfahrungslernens

Kolbs Theorie des Erfahrungslernens baut auf den Theorien von Piaget, Dewey und Lewin auf ([Ko84] S.4 ff). Er definiert Lernen als einen kognitiven Prozess, in dessen Verlauf Wissen geschaffen wird. Als Auslöser für diesen Prozess sieht er ein Ungleichgewicht zwischen der eigenen Erfahrung und der Umwelt. Der Lernprozess läuft nun zyklisch nach vier Phasen ab:

Zu Beginn des Zyklus, in der ersten Phase der „Konkreten Erfahrung“, steht das Ereignis/die Erfahrung die den Lernprozess auslöst. In der zweiten Phase der „Reflektierten Beobachtung“ erfolgen nun das genauere Beobachten des Ereignisses aus der ersten Phase und das Betrachten des Lerngegenstandes von verschiedenen Seiten. Dies führt zu einer dritten Phase der „Abstrakten Begriffsbildung“. Hier wird zu dem Phänomen aus der ersten Phase ein Erklärungsansatz, eine Theorie, aufgestellt. Diese wird nun in Phase 4 des „Aktiven Experimentierens“ auf seine Gültigkeit getestet. Aus diesen Ergebnissen entstehen erneut konkrete Erfahrungen in der die entwickelte Theorie überprüft und der Zyklus geschlossen wird. [ST09]

Kolb definiert nun seine vier grundlegenden Lernstile, indem er die Vorlieben des Lernenden in den verschiedenen Phasen des Lernens betrachtet. [Ko01]

- Der divergierende Stil bevorzugt die Phase von *Konkreter Erfahrung* und *Reflektiertem Beobachten*. Seine Stärken liegen in der Fähigkeit konkrete Situationen von verschiedenen Seiten zu betrachten statt in deren Ausführung.
- Der assimilierende Stil bevorzugt die Phasen des *Reflektierten Beobachtens* und der *Abstrakten Begriffsbildung*. Die Stärken liegen in der Erzeugung theoretischer Modelle und im Erzeugen von induktiven Schlussfolgerungen. Dieser Stil ist unter anderem bei Mathematikern und Ökonomen verbreitet.

- Der konvergierende Stil bevorzugt *Abstrakte Begriffsbildung* und *Aktives Experimentieren*, wobei seine Stärke im Lösen von konkreten Problemen besteht und häufig im Ingenieurwesen zu finden ist.
- Der akkomodierende Stil bevorzugt folglich *Aktives Experimentieren* und *Konkrete Erfahrung*. Seine Stärken liegen in der Realisierung von Aufgaben und dem Treffen von Entscheidungen. Er ist typischerweise im Management zu finden.

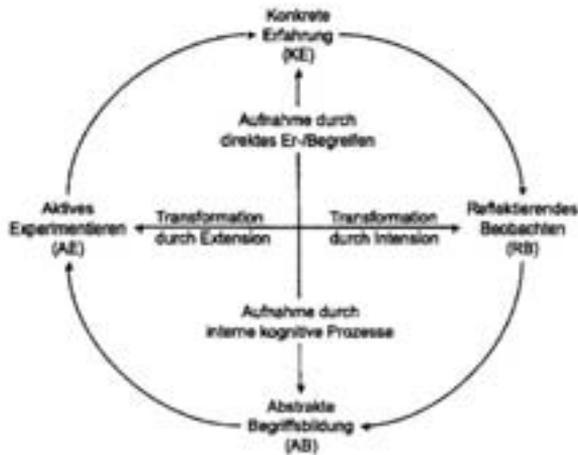


Abbildung 1: Die Phasen des Erfahrenlernens nach Kolb [St07]

Zur Erhebung der Lerntypen wird das von Kolb entwickelte Learning Style Inventory [Ko00] (LSI) eingesetzt, welches nun mittlerweile in der dritten Version vorliegt.

Zu den Auswirkungen des Lernstils im E-Learning Bereich wurden in den letzten Jahren einige Studien durchgeführt. So wurden z.B. Fernstudienlerngänge [St07] im Zusammenhang zur Interaktivität der Kurse untersucht oder Rollenspiele und Online-Diskussionen [Br00] auf ihre Beliebtheit bei verschiedenen Lerntypen untersucht.

Ausgehend von diesen Ergebnissen wird in dieser Studie die Auswirkung des Lernstils auf den Lernfortschritt durch die Durchführung eines Serious Games untersucht. Dies soll mit einem speziellen Fokus auf die Leistungsverbesserung der Teilnehmer geschehen.

3 Ausgangslage

In Zusammenarbeit zwischen der Daimler AG und der Professur für graphische Datenverarbeitung, sowie der zentralen E-Learning-Einrichtung studiumdigitale [SD09] an der Goethe Universität Frankfurt am Main wurde das Mitarbeiter Trainingsprogramm in den letzten Jahren modernisiert und erweitert. Hierzu wurden die Kurse unter anderem durch das E-Learning-System *Lernbar* [LB09] der Goethe Universität Frankfurt am Main unterstützt, welches die Einbindung von interaktiven Inhalten wie Videos, Quizfragen oder Lernsimulationen ermöglicht. Bis zur Modernisierung bestand die mehrtägige Lerneinheit über Fertigungs- und Instandhaltungsstrategien für Produktionslinien aus einem Frontalvortrag mit Folien und anschließender Diskussion. Im ersten Schritt wurde die Lerneinheit durch den Einsatz der Lernbar mit interaktiven Übungen ergänzt. Als nächstes sollte das Trainingsprogramm durch eine Lernsimulation erweitert werden, in der die Instandhaltungsstrategien dieser Lerneinheit erprobt werden können und mögliche Fehlerquellen bei der Umsetzung deutlich werden.

Hierzu wurde das Institut für graphische Datenverarbeitung sowie studiumdigitale beauftragt eine Lernsimulation zu entwickeln, die dem Realitätsanspruch der Daimler Ingenieure und Trainingsleiter entspricht. Zusätzlich war es erforderlich die Simulation trotz dieses Anspruches für die Teilnehmer leicht zugänglich zu machen und auf die Kernelemente zu begrenzen.

4 Serious Game: Die FIS-Simulation

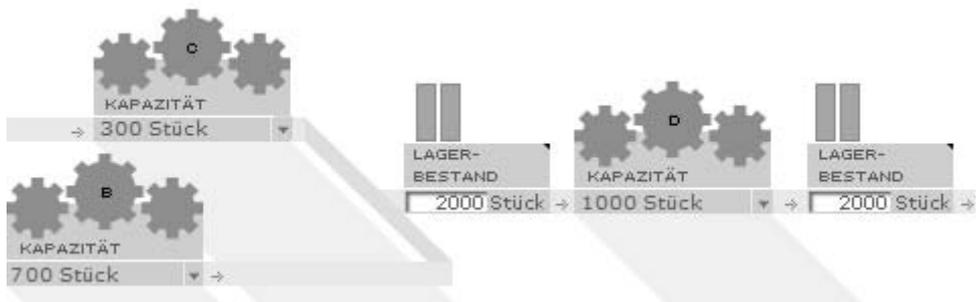


Abbildung 2: Visualisierung einer Produktionspipeline in FIS

4.1 Konzeption:

Im Rahmen der Einführung von E-Learning-Inhalten wurde die Lernsimulation FIS (Fertigungs- und Instandhaltungsstrategie Simulation) entwickelt. FIS simuliert eine Fabrikationslinie, deren Effektivität durch möglichst optimale Instandhaltungsstrategien der Teilnehmer gewährleistet werden soll.

Diese vertieft zum einen das Gelernte durch virtuelle Anwendung, zum anderen sollen mögliche Schwachstellen bei der Durchführung der vorgestellten Instandhaltungsstrategien aufgezeigt werden. Die Trainingsteilnehmer müssen bei der Durchführung von FISS Entscheidungen in drei Teilbereichen der virtuellen Fabrik treffen.

Den ersten Bereich bilden die *Verwaltung von Maschinen und Lagern*:

- Anlagen müssen ein- und ausgeschaltet werden.
- Die Produktionsgeschwindigkeit kann angepasst werden, um entweder möglichst viel zu produzieren oder die Anlage zu schonen.
- Die Zwischenlager müssen verwaltet werden. Ein gefülltes Zwischenlager verursacht Kosten, indem wertvolle Teile ungenutzt bleiben. Bei einem leeren Lager hingegen kann möglicherweise nicht weiter produziert werden, falls eine Maschine in der Produktionspipeline ausfällt.

Im zweiten Teilbereich müssen Entscheidungen über *Wartungspläne und Instandhaltungsmaßnahmen* getroffen werden:

- Es kann ausgewählt werden, welche Wartungspläne geführt werden. Mit sehr dichten Wartungs- und Überwachungsplänen lassen sich Maschinenausfälle vorhersagen und Instandhaltungsmaßnahmen besser planen. Allerdings erfordern diese einen erhöhten Personalaufwand
- Wie gründlich und in welchem Team sollen Reparaturen durchgeführt werden? Ein größeres Team erlaubt ein schnelles Durchführen von Aktionen, ist jedoch deutlich teurer.
- Maschinen können verbessert werden. Eine verbesserte Maschine wird zuverlässiger arbeiten, kann jedoch während ihrer Verbesserung nicht produzieren.

Den dritten Aufgabenbereich bilden *Personalentscheidungen*.

- Es muss entschieden werden, welches Personal zusätzlich eingestellt oder entlassen wird. Welche Qualifikationen werden in der Fabrik benötigt? Nicht jeder Arbeiter kann alle Instandhaltungsmaßnahmen vornehmen.
- Wie hoch ist mein Grundstock an Personal um auf unvorhergesehene Ausfälle reagieren zu können?
- Werden zusätzlich zu dem festem Stammpersonal Leiharbeiter eingesetzt, die zwar teuer im Unterhalt sind, jedoch mit weit weniger Aufwand entlassen werden können.

Um die Entscheidungsfindung in der Fabrikleitung zu verdeutlichen, wird die Simulation nicht alleine, sondern in einem Team von vier Teilnehmern gespielt. Jeder Teilnehmer übernimmt hierbei eine andere Rolle mit unterschiedlichen Zielvereinbarungen, die in der Simulation erfüllt werden sollen. Diese Ziele sind nur mit einer gut funktionierenden Fabrik erreichbar, jedoch bergen sie Konfliktpotenzial unter den Teilnehmern. Die Rolle

des Werkleiters hat beispielsweise eine Gewinnmaximierung der Fabrik als Ziel, während die Rolle des Betriebsingenieurs darum bemüht ist, die Maschinen zu verbessern, welches wiederum mit Kosten verbunden ist.

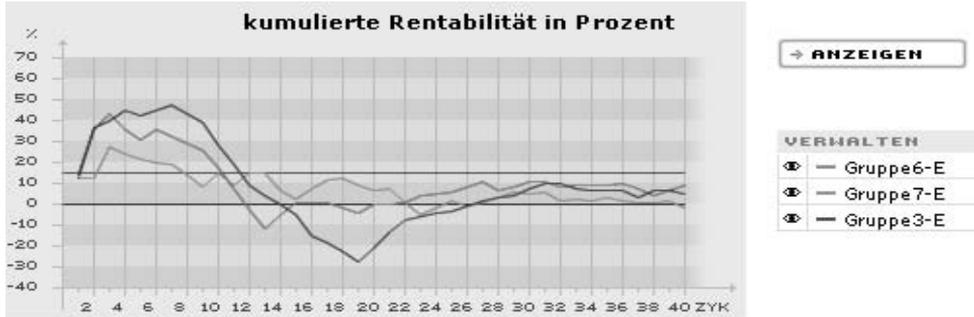


Abbildung 3: FISS - Präsentation der Gruppenergebnisse

4.2 Realisierung:

- Technik:** Adobe Flash wurde als technische Grundlage gewählt um eine Integration in das bestehende E-Learning-System der Lernbar zu ermöglichen und die Simulation sowohl lokal in der Übung vor Ort, als auch online ausführbar zu machen.
- Ablauf:** Der Ablauf der Simulation wurde rundenbasiert umgesetzt. D.h. das Team trifft die Entscheidungen und lässt anschließend einen virtuellen Spieltag simulieren. Während dieses Spieltages produzieren die Maschinen, stehen still oder fallen aus. Um realistische Ausfallwahrscheinlichkeiten zu erlangen, werden diese nach der exponentiellen Verteilung berechnet. Dies hat zur Folge, dass jedes Spiel anders als das Vorherige abläuft. Der Simulationsumfang wurde auf 40 Spielrunden festgesetzt, die jeweils immer kürzere Entscheidungszeiten zur Verfügung stellten und so Herausforderungen an die Teams stellten. Nach der Hälfte der Runden muss dabei der Werksleiter jeder Gruppe die Zwischenergebnisse seiner Fabrik vorstellen und eine Prognose für die nächsten 20 Spielrunden abgeben. Die Endergebnisse wurden nach Abschluss der 40. Spielrunde in der gesamten Übungsgruppe vorgestellt und diskutiert. (Abb. 3) Dabei konnten alle getroffenen Entscheidungen und die jeweiligen Auswirkungen in den Gruppen analysiert werden.

- **Hilfestellungen:** Da die Simulation relativ komplex ist, werden die Spieler schrittweise an das Spiel herangeführt. Hierzu kann der Trainer in bestimmten Abständen weitere Funktionen freischalten, so dass zu Beginn nur wenige Entscheidungen getroffen werden müssen. Zudem hat der Trainer die Möglichkeit aktiv bei einzelnen Gruppen in das Geschehen einzugreifen und kann so z.B. Spielzüge rückgängig machen oder alte Spielstände laden. Die ersten fünf Spielrunden werden zudem parallel auf einem Papierspielplan begleitet um die Spielentscheidungen zu verdeutlichen.

5 Konzeption der Tests

Zur Ermittlung des Lernstils der Teilnehmer wurde zwischen der Durchführung der Lerneinheit zu Wartungsstrategien und vor dem Einsatz der FIS-Simulation eine übersetzte Version des Kolb LSI verwendet.

Zur Messung einer Leistungsverbesserung wurde unmittelbar vor und nach der Durchführung von FISS ein Multiple Choice Test durchgeführt. Dieser Test wurde in Zusammenarbeit der Goethe Universität Frankfurt und der Daimler AG entwickelt und überprüft die Lernziele der Trainingseinheit. Er enthält neun Multiple Choice Fragen zu dem Wissen über die Anwendung von Instandhaltungsstrategien. Als Zeitlimit wurden 15 Minuten angesetzt, die ausreichend Zeit zur gründlichen Bearbeitung bieten sollen.

Jedem Teilnehmer wird zudem eine eigene anonyme Identifikationsnummer zugewiesen, um die Ergebnisse der Leistungs- und Lernstilstests zusammenführen zu können. Aus der Leistungsdifferenz zwischen Pre- und Posttest und den jeweiligen Lernstilausprägungen kann so auf Leistungsverbesserungen in Abhängigkeit der Lernstilvorlieben geschlossen werden. Die Anonymität der Teilnahme wird den Teilnehmern mündlich, sowie schriftlich garantiert.

FISS soll die Teilnehmer über viele Zugangsarten aktivieren. Grundelement ist die virtuelle Simulation am Rechner. Zusätzlich werden alle Spielentscheidungen als Gruppe getroffen, in der mögliche Spielstrategien diskutiert werden können, die aber auch in Konkurrenz zu den restlichen Gruppen steht. Auf diese Weise soll FISS alle Lernstiltypen ansprechen und unabhängig vom Lernstiltyp sollte eine Leistungssteigerung gemessen werden. Da die Simulation jedoch Zufallsereignisse, wie Maschinenausfälle auslöst, also für die Teilnehmer nicht deterministisch ist, könnten Lernstile mit einem Fokus auf Theoriebildung gegenüber anderen Lernstilen tendenziell im Nachteil sein, da so auch eine eigentlich richtige Theorie im konkreten Beispiel versagen kann.

6 Auswertung der Ergebnisse

6.1 Leistungstest

Vor und nach der Durchführung der Lernsimulation wurde jeweils ein identischer Leistungstest durchgeführt um einen Leistungsunterschied messen zu können.

Zu Beginn der Auswertung wurden zunächst im Zuge einer Itemanalyse die Items hinsichtlich ihrer Schwierigkeit und Trennschärfen überprüft. Diejenigen Items, welche unbefriedigende Ergebnisse aufwiesen, wurden aus der Testbewertung entfernt. Der Test soll die Variable „Verstehen von Wartungsstrategien“ messen, welches das Lernziel der vorangehenden Trainingseinheit bildete. Insgesamt enthielt der Test neun Multiple Choice Items bei einer Maximalpunktzahl von 24. Eine Analyse zur internen Konsistenz (Cronbachs alpha) der Leistungsmessung ergab einen Wert von 0,7. Dieses stellt einen guten Wert bezüglich der Reliabilität von Leistungstest dar. [CJ93]

Zwischen Pre- und Posttest ergab sich dabei eine durchschnittliche Verbesserung von 14 Punkten im Pre- auf 18 Punkte im Posttest (n=32). Dies entspricht einer Verbesserung von 16,6% Prozent gemessen an der Maximalpunktzahl. Insgesamt ist diese Verbesserung stark signifikant mit $P < 0,01$. (t-Test, $t > 2,8$). Die Effektstärke nach Cohen (d = 0,98) bestätigt einen sehr starken Effekt.

6.2 Lernstiltest

Eine übersetzte Version des Kolb LSI wurde vor der Durchführung der Lernsimulation von den Teilnehmern bearbeitet. Zu einer Qualitätsdiskussion des Lernstiltests möchte ich auf [St07] verweisen. Bei dem Lernstiltest (n=32) ergaben sich folgende Verteilungen:

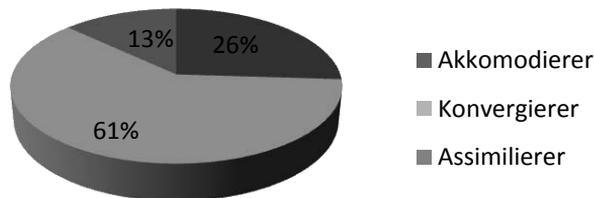


Abbildung 4: Lernstilanteile in der Gruppe

Die berufsspezifischen Lernstilvorlieben nach Kolb [Ko00] spiegeln sich auch in dieser Untersuchung wieder. Da fast alle Schulungsteilnehmer einen ingenieurstechnischen Hintergrund besitzen war zu erwarten, dass der Großteil der Teilnehmer einen konvergierenden Lernstil (61%) besitzt. Im Gegenzug hierzu war der divergierende Lernstil nicht unter den Teilnehmern vertreten. Abbildung 5 zeigt die entsprechende Verteilung der Lernstile.

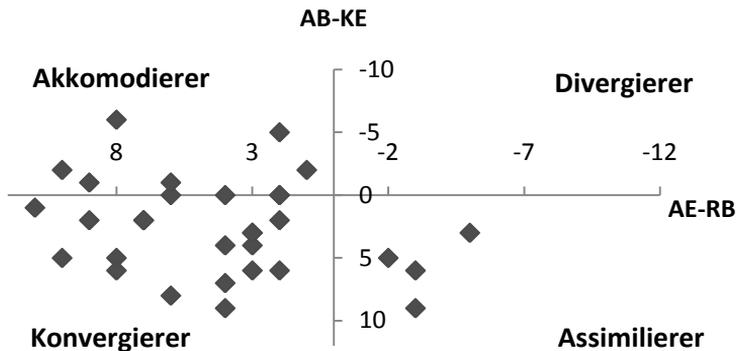


Abbildung 5: Verteilung der Lernstile in der Gruppe

6.3 Lernstilvorlieben und Leistungsverbesserung

Um einen Zusammenhang zwischen dem Lernstil und der Leistungssteigerung eines Teilnehmers herzustellen reicht es nicht alleine aus die Gruppen der verschiedenen Lernstile mit denen ihrer durchschnittlichen Verbesserung zu betrachten. (Tabelle 1) Es ist zwar zu erkennen, dass der akkomodierende Lernstil die größte Verbesserung im Testergebnis erzielt, jedoch spiegelt sich hier nicht wieder in welcher Ausprägung der Lernstil vorliegt, d.h. wie eindeutig eine Testperson einem Lernstiltyp zuzuordnen ist.

| Lernstil | Zuordnung der Teilnehmer | Anteil an der Gruppe | Durchschn. Verbesserung |
|--------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| Akkomodierer | 8,5 | 26% | 4,9 |
| Divergierer | 0 | 0 | - |
| Konvergierer | 19,5 | 61% | 4,6 |
| Assimilierer | 4 | 13% | 3 |

Tabelle 1: Lernstile und durchschnittliche Verbesserung

Vielmehr sind die Übergänge zwischen den Lernstilen fließend, weshalb Lernstilvorlieben verschieden stark ausgeprägt sein können. Die entsprechende Ausprägung wird durch die Verortung des Lernstils auf einem zwei dimensional Koordinatensystem erfasst (Abbildung 5). Entsprechend können aus den Achsen „Aktives Experimentieren / Reflektiertes Beobachten“ (AE/RB) sowie „Abstrakte Begriffsbildung / Konkrete Erfahrung“ (AB/KE) eine Korrelation mit den Leistungsverbesserungen der Teilnehmer gebildet werden, um einen möglichen Zusammenhang erkennen zu lassen.

6.3.1 Zusammenhang AE/RB – Leistungsverbesserung

Ein Vergleich der AE/RB Achse (n = 32) mit dem entsprechenden Lernerfolg brachte eine Korrelation nach Pearson von 0,008. Die Daten sind folglich unkorreliert und lassen keinen unmittelbaren Zusammenhang erkennen. Nach diesen Ergebnissen hat eine Affinität zwischen reflektierten Beobachten und aktiven Experimentieren keine Auswirkung auf ein verändertes Ergebnis im Leistungstest.

6.3.2 Zusammenhang AB/KE – Leistungsverbesserung

Im Gegensatz zu den vorherigen Werten kann zwischen der AB/KE Zugehörigkeit und den Leistungssteigerungen eine mittlere negative Korrelation gemessen werden (-0,606 nach Pearson). Diese Korrelation ist signifikant mit $t=1,35$ und $P<0,1$.

Entsprechend dieser Korrelation tendieren Schulungsteilnehmer deren Lernstil Stärken im Bereich der konkreten Erfahrung aufweist eher von der Lernsimulation im Bezug auf eine Leistungsverbesserung zu profitieren, als Teilnehmer deren Fokus im Bereich der abstrakten Begriffsbildung liegt.

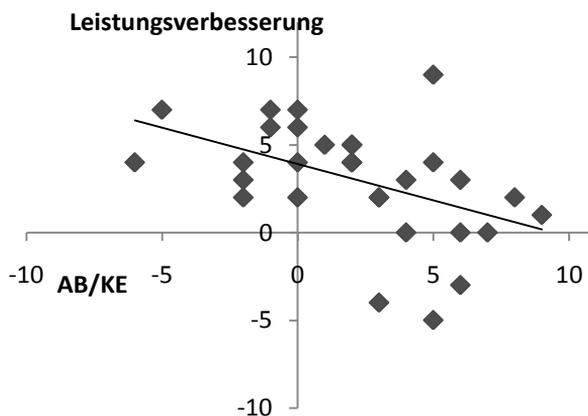


Abbildung 6: Korrelation Lernstil/Verbesserung mit Regressionsgerade

7 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit

Der Lernstiltest brachte zunächst ein zu erwartendes Ergebnis, da nach Kolb [Ko00] Lernstile abhängig von Berufsgruppen unterschiedlich oft vertreten sind. Es zeigte sich eine Dominanz des akkomodierenden Stils.

Der Leistungstest vor und nach der Durchführung des Serious Games ergab zudem eine hoch signifikante Verbesserung in der Prüfungsleistung der Teilnehmer mit einer durchschnittlichen Verbesserung von 4 Punkten. Über alle Lernstile hinweg konnte so zunächst eine lernstilunabhängige Leistungsverbesserung beobachtet werden. (Tabelle 1)

Bei genauerer Untersuchung der Ergebnisse konnte eine mittlere Korrelation zwischen Lernstilvorliebe und Leistungsverbesserung gefunden werden. Je eher die Teilnehmer dazu tendierten, Stärken im Bereich des konkreten Erfahrens zu besitzen, desto höher waren ihre Leistungen im Durchschnitt. Entsprechend profitieren im Blick auf den durchgeführten Leistungstest die Bereiche des akkomodierenden bzw. divergierenden Lernstils von der Durchführung der Trainingssimulation am meisten.

Ein möglicher Grund hierfür wird sichtbar, wenn die Wirkungsmechanismen in der Simulation betrachtet werden. FISS simuliert eine Fertigungslinie, die gewartet werden muss. Dies beinhaltet, dass die Maschinen in zufälligen Intervallen ausfallen, deren Länge durch Aktionen wie z.B. Wartungen beeinflusst wird. Trotzdem ist es möglich, dass eine Maschine direkt nach einer Wartung oder Reparatur erneut ausfällt. Für den Simulationsteilnehmer handelt es sich somit um ein nicht deterministisches System, da er nicht mit absoluter Sicherheit vorhersagen kann, wann ein Ereignis (z.B. ein Maschinenausfall) exakt eintritt. Wenn der Teilnehmer einen Lernstil favorisiert, welcher einen Fokus auf das Aufstellen und Validieren von Theorien besitzt, kann es leicht sein, dass eine im allgemeinen richtige Theorie schnell durch ein Zufallsereignis „sabotiert“ wird. Lernstiltypen mit diesem Charakter neigen im Anschluss leichter dazu Theorien, in welche die vorliegenden Ereignisse nicht passen zu verwerfen und neue zu entwickeln.

Im Gegensatz zu Lernstilen, die ihre Stärken beim konkreten Erfahren besitzen, kann dies schneller zu einer Falsifizierung von grundsätzlich richtigen Strategien führen. Dieser Effekt wird insbesondere durch die Tatsache verstärkt, dass die Simulation am Trainingstag bis auf eine kurze Probephase nur einmal durchgeführt wird. Bei ausreichend vielen Durchläufen würde sich jedoch zeigen, dass z.B. direkte Ausfälle nach einer Wartung eher selten vorkommen und einzelne unvorhergesehene Ereignisse bei der richtigen Strategie nur einen geringen Anteil haben.

Dies ist kein Qualitätsmangel der Simulation. Zum einen finden unvorhergesehene Maschinenausfälle und Reaktionen in einer tatsächlichen Fabrikationslinie regelmäßig statt, zum anderen würden unendlich viele Simulationswiederholungen nötig sein, damit alle Ereignisse in der Häufigkeit ihres Erwartungswertes eintreffen.

8 Ausblick

In diesem Artikel wurden Erkenntnisse über den Einsatz einer nicht deterministischen Fertigungsliniensimulation im Zusammenhang mit den Lernstilen der Teilnehmer gewonnen. Es stellt sich heraus, dass der Einsatz einer Trainingssimulation wie FISS alle Teilnehmer unabhängig ihrer Lernstile erreicht und eine starke Leistungsverbesserung erzielt. Zudem profitiert ein Teil der Testpersonen mit einer speziellen Lernstilausrichtung überdurchschnittlich stark von der Anwendung des Serious Games. Im Anschluss können diese Ergebnisse genutzt werden, um Lernsimulationen auf ein bestimmtes Publikum auszurichten und Lernstile, die weniger profitieren durch weitere Materialien und Präsentationsformen zu fördern. Serious Games decken jedoch eine große Bandbreite von Konzepten und Wirkungsmechanismen ab, die je nach Einsatzgebiet variieren. Dies macht es nicht möglich von einer konkreten Lernsimulation einen allgemeinen Rückschluss auf allen denkbaren Serious Games zu ziehen. Um weitere Erkenntnisse in der Forschung um Serious Games und Lernstilen zu gewinnen ist es nun erforderlich weitere Arten und Einsatzbereiche zu untersuchen.

Literaturverzeichnis

- [Ga00] Healthcare - <http://www.virtualheroes.com/healthcare.asp> (Stand 26.02.2009)
- [Gc08] Global Conflicts: Palestine <http://www.seriousgames.dk/> (Stand 26.02.2009)
- [GD07] GamesDays 2007 – Wie Serious Games das Lernen fördern, <http://www.innovations-report.de/html/berichte/veranstaltungen/bericht-83907.html> (Stand 11.02.2009)
- [Br00] Bremer, C - Virtuelles Lernen in Gruppen
http://www.bremer.cx/paper14/gmwtagung2000_bremer.pdf (Stand 15.02.2009)
- [Ko84] Kolb, D.A. *Experiential Learning: Experience as source of learning and development*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984
- [Ko00] Kolb, D.: *Faciliators Guide of Learning*.
http://www.haygroup.com/tl/Downloads/TLE_Facilitator_Guide.pdf (Stand 26.02.2009)
- [Ko01] Kolb, D.A. *Experiential Learning Theory: Previous research and new directions*. Sternberg, R.J., Zhang, 2001
- [LB09] Lernbar - <http://www.megadigitale.uni-frankfurt.de/et/LernBar/index.html>
(Stand 26.02.2009)
- [MS01] Mission Schatztaucher <http://www.braingame.de/produkte/> (Stand 26.02.2009)
- [SD09] studiumdigitale <http://www.megadigitale.uni-frankfurt.de/> (Stand 26.02.2009)
- [St07] Staemmler, D *Lernstile und interaktive Lernprogramme*, Wiesbaden : Dt. Univ.-Verl., 2006
- [ST09] Stangl Arbeitsblätter <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNEN/LernstileKolb.shtml>
(Stand 14.02.09)
- [CJ93] Cortina, Jose M. What is Coefficient Alpha? *Journal of Applied Psychology*, 78(1), 1993

Ansätze zur Entwicklung datenschutzkonformer E-Learning-Plattformen

Kai-Uwe Loser, Thomas Herrmann

Informations- und Technikmanagement am
Institut für Arbeitswissenschaft
und Datenschutzbeauftragte der
Ruhr-Universität Bochum

{kai-uwe.loser; thomas.herrmann}@rub.de

Abstract: Bei der Entwicklung der aktuell verfügbaren E-Learning-Plattformen hat die Berücksichtigung von Datenschutzanforderungen nur unzureichend stattgefunden. Der vorliegende Beitrag betrachtet das Thema vor dem Hintergrund der rechtlichen Gegebenheiten, aber auch aus Sicht der Ergebnisse der Privacy Diskussion im Gebiet der CSCW. Insgesamt werden dabei Anforderungen an und Lösungsansätze für datenschutzkonforme E-Learning-Plattformen erarbeitet. Vertiefend wird auf die Problematik der Umsetzung der Datenminimierung von Nutzungsprotokollierungen eingegangen für die auf der Basis einer empirischen Untersuchung Lösungen aufgezeigt werden.

1. Einleitung

An nahezu allen Hochschulen werden inzwischen für die Durchführung der Lehre internetbasierte Systeme angeboten, die das E-Learning unterstützen. Typische Beispiele sind Moodle als Open-Source-Plattform, Blackboard als marktführendes kommerzielles Produkt oder EWS als Eigenentwicklung. Weitere prominente Vertreter sind StudIP oder ILIAS. Beim aktuellen Stand der Technik derartiger Lernmanagementsysteme (LMS) fällt auf, dass bei der Anforderungsanalyse, bei der Ausgestaltung und bei der Einführung eine systematische Berücksichtigung von Datenschutzanforderungen nicht stattfindet. Bei den in vielen Bundesländern erforderlichen Vorabkontrollen oder Audits kommt es daher während Einführung oder Überprüfung solcher Systeme regelmäßig zu gravierenden Problemen. Die Hochschulen vermeiden die Vorabkontrollen, weil der Betrieb der Systeme allenfalls mit sehr beschnittenem Funktionsumfang rechtlich zulässig wäre. Die Relevanz des Datenschutzes wurde durch die E-Learning-Community inzwischen erkannt, und einzelne Lösungsbestandteile sind identifiziert worden [HH08]. Insbesondere hat [Ei08] bereits die Frage der Vertraulichkeit im System Moodle vertieft betrachtet.

Vor dem Hintergrund des Datenschutzes ergeben sich verschiedene konfliktäre Konstellationen. Zu berücksichtigen sind insbesondere einerseits die gewünschte Transparenz des Verhaltens der Teilnehmer: zum Beispiel wollen Studierende wissen, ob ihre Kompetenzen bei Teamarbeitskonstellationen schon Beiträge zu einer gemeinsamen Ausar-

beitung eingestellt haben, oder Dozenten möchten nachvollziehen, inwieweit Übungsaufgaben zu einer Vorlesung gelöst wurden, wie schnell Studierende auf die Verteilung der Aufgaben reagieren etc. Andererseits werden für die Realisierung dieser Art von Transparenz so viele personenbeziehbare Ereignisse in einer Detailliertheit (Ereignis, Objekt, Zeitstempel) protokolliert oder Daten undifferenziert zugreifbar gemacht, dass die Erforderlichkeit als wesentlicher Grundsatz datenschutzrechtlicher Konformität nicht mehr nachvollziehbar ist. Die Anforderung, das Ausmaß der Datenerfassung, -speicherung und -zugreifbarkeit in einem Maße zu begrenzen, dass die sinnvolle Kooperation und Interaktion bei Lehr-/Lernprozessen datenschutzkonform erfolgen kann, ist nicht trivial zu realisieren. An dieser Stelle sei auch erwähnt, dass Forschung als Erhebungszweck gerade auch im Sinne explorativer Studien die Erhebung von weit mehr Daten erlauben kann, als die Nutzung in der Breite vieler Lehrveranstaltungen an einer Hochschule. Technische Grundbausteine zur Lösung der Probleme sind zwar im Umfeld von Privacy-Enhancing Technologies, Awareness-Mechanismen und rollenbasierter Zugriffsregelungen vorhanden, sie sind aber in den meisten Lernmanagementsystemen nicht konsequent implementiert. Vielmehr wird mit Hinblick auf die Testphasen der Software eine weitgehende Datentransparenz realisiert, die dann aufgrund fehlender Konfigurationsmöglichkeiten nicht angemessen reduziert werden kann. Gerade die Konfigurierbarkeit der Systeme zum Zweck einer Reduktion personenbezogener Daten stellt eine besondere Herausforderung dar, die vor allem auf der Usability-Ebene (Steuerbarkeit und Nachvollziehbarkeit) zu weiteren beachtenswerten Anforderungen führt.

Die in diesem Beitrag genannten Probleme sind einerseits durch die Analyse von Systemen an den Hochschulen der Ruhr-Allianz (insbesondere Blackboard und Moodle) entstanden und sind durch Diskussion mit anderen Hochschuldatenschützern und Datenschutzkontrollbehörden vertieft worden. Auf der Basis dieser Analyse, die deutliche Schwächen gezeigt hat, wurde eine empirische Untersuchung durchgeführt, um sich durch Befragung von Nutzern der Frage der Erforderlichkeit für die Lehre strukturiert zu nähern. Im folgenden Abschnitt wird vorab zunächst der aktuelle Entwicklungsstand häufig eingesetzter E-Learning-Systeme dargestellt. In Abschnitt 3 wird der Hintergrund der Datenschutzthematik anhand der Privacy-Diskussion im Bereich CSCW und CSCL vertieft. Dem wird im vierten Abschnitt eine systematische Problembeschreibung nach Datenschutzprinzipien entgegengestellt. Dort werden jeweils Ansätze für technische und organisatorische Maßnahmen aufgezeigt, die zu einer Lösung beitragen können. Vertieft wird diesbezüglich unsere Forschung zur Bestimmung der Datenerhebung unter Berücksichtigung der Erforderlichkeit. Der abschließende Ausblick konzentriert sich auf die dringendsten Forschungsfragen.

2. Charakterisierung der E-Learning-Plattformen

Die E-Learning-Plattformen sind größtenteils aus Basissystemen, wie z.B. Dokumentenmanagement- oder Content-Management-Systemen heraus entstanden und anschließend schrittweise um weitere Funktionalität ergänzt worden. Bei der Weiterentwicklung lassen sich die Entwickler der Systeme von offenen Plattformen aus dem Internet inspirieren. Funktionen wie Diskussionsforen, Instant Messaging, Wikis oder Selbstdarstel-

lungen sind aus entsprechenden Plattformen übernommen. Aktuell geht die Tendenz sogar zu einer Einbindung externer Web 2.0 Plattformen, was aus Datenschutzsicht weitere Fragen aufwirft, aber nicht im Rahmen dieses Beitrags vertieft werden kann. Eine Übersicht derzeit gängiger Funktionen ist in Abbildung 1 dargestellt. Bei der Integration der vielfältigen neuen Funktionen, die den Nutzern aus dem Internetalltag bekannt sind, wurde aber meist ein wesentlicher Aspekt für den Datenschutz nicht ausreichend gewürdigt: die häufig im Netz zu unterstellenden symmetrischen Beziehungen zwischen Benutzern sind in Hochschulen zwar ebenfalls zu finden, aber sind auch durch asymmetrische Machtkonstellationen zu ergänzen (s. Abschnitt 3).



Abbildung 1: Funktionsvielfalt in E-Learning-Plattformen

Wie unsere Auswertung von Lehrveranstaltungen an zwei Hochschulen gezeigt hat, basiert die praktische Nutzung der E-Learning-Plattformen an Präsenzhochschulen derzeit zu mehr als 90% der durchgeführten Veranstaltungen lediglich auf den „Content-Management-Funktionen“: über die Systeme werden einem eingeschränkten Nutzerkreis von Studierenden Informationen und Materialien im Rahmen etwa einer Vorlesung auf einfache und bekannte Weise zur Verfügung gestellt. Nur sehr wenige Lehrende nutzen hingegen weitergehende Funktionen im Rahmen spezialisierter didaktischer Konzepte, wie sie zum Beispiel im Kontext von Computer Supported Collaborative Learning [KHM02] behandelt werden. Meist sind das dann seminarähnliche Situationen, in denen kleinere Gruppen über die Kooperationsmöglichkeiten von E-Learning-Plattformen bei der gemeinsamen Erarbeitung von Inhalten unterstützt werden. Diese Verteilung in der tatsächlichen Nutzung der Systemfunktionalitäten ist in der Konfigurierbarkeit der Systeme derzeit nicht angemessen abgebildet. In der Regel folgt daraus, dass wesentlich mehr und detailliertere Daten erhoben und verarbeitet werden, als für die besonders häufigen Einsatzszenarien tatsächlich erforderlich ist. Was gängige Einsatzszenarien

derzeit sind und wie der dazu erforderliche Datenumfang aussieht, wird in Abschnitt 5 vertieft.

In den Systemen werden für diese Funktionen unterschiedliche Datenarten verarbeitet. So lässt sich etwa zwischen inhaltlichen Daten (Inhalt einer Klausur, eines Übungsblattes), Protokolldaten der Nutzung oder Konfigurationen, die ein Teilnehmer vorgenommen hat, trennen. Dazu kommen Daten, die direkt eine Person beschreiben (Name, Adresse, Studienverlauf etc.), die teilweise aus anderen Systemen an Hochschulen übernommen werden. Daten können gespeichert sein oder nur transient im System auftreten. Die Protokolldaten werden durch die Awarenessmechanismen (s.u) aggregiert, indem etwa mehrere Events entlang der Zeitachse zu einer Aussage zusammengefasst werden (mehrmaliges Öffnen einer Datei zur Aussage „hat die Datei geöffnet“) oder das Verhalten mehrerer Personen aggregiert wird (Übungsgruppe X hat mit der Bearbeitung von Y begonnen). Letzteres trägt zumindest teilweise zu einer Anonymisierung bei.

3. Privacy in CSCW-Systemen

Mit Hinblick auf die internationale Forschung liegt die in Lernmanagement-Systemen (LMS) vorhandene Funktionalität dem Gebiet des Computer Supported Cooperative Work (CSCW) nahe und wenn breite Kooperation unterstützt wird, wird das Thema im Bereich Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) vertieft. Während in den 90er Jahren eine intensive Diskussion zu Privacy-Anforderungen im Bereich CSCW geführt wurde (als initialen Beitrag kann man hier [CI93] werten), wurde dem Thema in der CSCL-Diskussion bislang nur geringe Beachtung geschenkt. In den letzten Jahren hat sich die Privacy-Diskussion stärker auf den Bereich der Web-Applikationen verlagert (s. z.B. [RBE03], [WGT08]).

Die CSCW-orientierte Privacy-Diskussion wurde insbesondere in Verbindung mit sogenannter Awareness-Funktionalität relevant. Dabei soll die Awareness [DB92], [JSP02] über die Aktivitäten der anderen, mit denen man kooperiert und deren Verhalten für die eigenen Arbeitsschritte relevant ist, technisch unterstützt werden. Typische Beispiele sind Benachrichtigungsfunktionen (Notification), die mitteilen, ob neue Inhalte eingestellt wurden, ob an einem Dokument etwas geändert wurde etc. Awareness-Funktionalität liefert auch für LMS wesentliche Beiträge: Dozenten wollen die Aktivitäten der Studierenden nachvollziehen, also ob zum Beispiel Lernmaterialien abgerufen wurden, ob Übungsaufgaben bearbeitet werden, ob Zusammenarbeit stattfindet; Studierende wollen erkennen, ob neue Lehrmaterialien zur Verfügung stehen, ob Kommilitonen Nachrichten in dem System hinterlegt haben, wann von anderen Dinge bearbeitet wurden, wann Übungsaufgaben zugreifbar sind etc. Awareness-Funktionalität muss dazu Ereignisse protokollieren, sie für die Awareness-Zwecke in eine geeignete Darstellung bringen und sie an die relevanten Adressaten verteilen bzw. abrufbar halten.

Es ist offensichtlich, dass damit die Speicherung und Verarbeitung personenbezogener Daten einhergeht. Diesbezüglich haben [BS93] drei Privacy-Prinzipien formuliert: Control, Feedback und Equality. Im Vergleich zu dem in Europa etablierten Prinzip der

informationellen Selbstbestimmung kann „Control“ mit dem Recht zu bestimmen, wer was über einen weiß, verglichen werden, das sich gesetzlich in dem Grundsatz der „Verbotsvermutung mit Erlaubnisvorbehalt“ und in den „Betroffenenrechten“ niederschlägt (s. Abschnitt 4). „Feedback“ bedeutet, dass für den Fall, dass personenbezogene Daten verarbeitet werden, dass man wissen können muss, wer was über einen weiß, wie es z.B. in dem „Transparenzprinzip“ deutlich wird. „Equality“ nimmt eine Sonderrolle ein, die so nicht im Datenschutzrecht repräsentiert ist: Andere sollen die gleiche Art von Daten über mich mit Hilfe eines elektronischen Mediums zur Kenntnis nehmen können, wie ich über sie mittels des gleichen Mediums erfahren kann. Wer also in einer Audio-Video Verbindung kein Bild von sich selbst anbietet, könnte demgemäß auch das Bild des anderen nicht sehen; wer bei seinen empfangenen E-Mails eine Empfangsbestätigung unterdrückt, könnte auch keine Empfangsbestätigung von anderen erhalten. Die Realisierung von Control, Feedback und Equality hängt im Einzelnen sowohl von den jeweiligen Funktionen ab (siehe Abschnitt 2) als auch von der Art der personenbezogenen Daten, die verarbeitet werden.

Die CSCW-orientierte Privacy-Diskussion unterstellt, dass zwischen den Nutzern symmetrische Beziehungen in dem Sinne bestehen, dass kein Machtungleichgewicht zwischen ihnen herrscht, das dem Einen Sanktionsgewalt gegenüber dem Anderen einräumt. Das Kriterium „Equality“ geht typischerweise von solchen Konstellationen aus. Symmetrische Verhältnisse spiegeln sich in den Rollen wieder, wie sie zwischen Studierenden wahrgenommen werden können. Demgegenüber gibt es jedoch in E-Learning-Plattformen hinsichtlich der Nutzung personenbezogener Daten auch asymmetrische Konstellationen, bei denen die eine Seite die andere sanktionieren kann: Student vs. Dozent; Student vs. Tutor, Student vs. Hochschulverwaltung; Student als Bürger vs. Staat (z.B. Ausländerbehörde, die die Aufenthaltsgenehmigung vom Studienfortschritt abhängig macht). Da sich in asymmetrischen Sozialbeziehungen Datenschutzprobleme in stärkerem Maße zu Ungunsten der Betroffenen auswirken, wird im Folgenden auf Rechtsprinzipien eingegangen, die sich für diesen Kontext entwickelt haben.

Der Erfolg von E-Learning-Systemen basiert zu einem großen Teil auf der persönlichen Motivation zur Nutzung der Systeme, die wiederum auch von dem Vertrauen zwischen allen Beteiligten abhängt. Die Verstärkung der asymmetrischen Verhältnisse durch übermäßige Kontrollmöglichkeiten in den E-Learning-Plattformen ist diesbezüglich eher schädlich. Vielmehr sollte man verstärkt darüber nachdenken in den symmetrischen Verhältnissen zwischen den Studierenden untereinander durchaus Einsichtnahme zu ermöglichen (bspw. Zeitstempel von Beiträgen), Lehrende hingegen haben wiederum eingeschränkten Zugriff auf Daten und erhalten stattdessen anonymisierte Zusammenstellungen oder zusammengefasste Daten. Dabei sind aber in jedem Fall grundlegende Datenschutzerfordernisse schon zum Zeitpunkt der Erhebung zu beachten.

4. Beachtung von Datenschutzprinzipien

Aus der rechtlichen Perspektive im europäischen Raum haben sich über die letzten Jahrzehnte sieben Prinzipien entwickelt, die bei verschiedenen Gesetzen und rechtlichen Rahmenbedingungen übergreifend zu beachten sind (vgl. [Bi07]):

- 1.) Verbotsumsetzung mit Erlaubnisvorbehalt (Rechtmäßigkeit)
- 2.) Zweckbindung
- 3.) Betroffenenrechte
- 4.) Löschung
- 5.) Sicherheit und Kontrolle
- 6.) Transparenz
- 7.) Datenvermeidung und Erforderlichkeitsgrundsatz

Gemäß diesen Regelungen ergeben sich verschiedene Probleme, die Anlässe und Ansätze zur Verbesserung der E-Learning-Systeme aus der Datenschutzperspektive ergeben.

Rechtmäßigkeit, Zweckbindung und Betroffenenrechte

Mit **Rechtmäßigkeit** (auch „Verbotsumsetzung mit Erlaubnisvorbehalt“) ist gemeint, dass jede Einschränkung des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung eine gesetzliche Grundlage benötigt. Die Verarbeitung personenbezogener Daten ist also grundsätzlich verboten, wenn sie nicht explizit erlaubt ist. Die verschiedenen in Frage kommenden Rechtsgrundlagen können an dieser Stelle nicht vertieft dargestellt werden und sind eher unabhängig von der Technik zu schaffen. Rechtsgrundlagen legen die Zwecke der Erhebung und Verarbeitung fest. Eine mögliche Rechtsgrundlage könnte die Einwilligung (Freiwillige Nutzung) sein. Eine echte Freiwilligkeit wird im Verhältnis Lehrender zu Student allerdings nicht zu unterstellen sein, da der Student Sanktionen befürchten muss (s. Abschnitt 3). Andere Rechtsgrundlagen (v.a. Lehr- und Prüfungsordnungen) sind hier erforderlich.

Das **Zweckbindungsprinzip** beschreibt, dass Daten grundsätzlich nicht zu anderen als den Zwecken verwendet werden dürfen, zu denen sie ursprünglich erhoben wurden, es sei denn, es liegen gesetzlich bestimmte Ausnahmesituationen vor, die in der Regel eine Abwägung der Interessen der Betroffenen berücksichtigen. In der Praxis der Lernmanagementsysteme werden die Zwecke häufig unhinterfragt erweitert. Was ursprünglich nur Lehrzwecke beinhaltete, wurde durch die Nutzung für Prüfungszwecke ergänzt, weitere Zweckerweiterungen umfassen die Nutzung der Daten für die Evaluation und natürlich werden weiterhin auch Forschungszwecke verfolgt. Alle diese möglichen Zwecke müssen vor Beginn der Datenerhebung festgelegt und für alle Beteiligten transparent sein.

Betroffenen werden generell bestimmte **Rechte** eingeräumt, die in den Systemen umsetzbar sein müssen. Umzusetzen sind in der Regel Auskunft, Berichtigung, Sperrung und Löschung. Auch die Umsetzbarkeit dieser Rechte ist in den Systemen durchaus problematisch. Insbesondere die Löschung kann bei einer Nutzung auf freiwilliger Basis aufgrund inhaltlicher Erwägungen schwer zu realisieren sein. Beispielsweise müssten Beiträge in Diskussionsforen bei Widerruf der Einwilligung gelöscht oder anonymisiert werden, was zumindest mit hohem Aufwand verbunden ist und Informationen unbrauchbar machen kann. Das wird grundsätzlich vereinfacht je mehr Funktionen auch anonym genutzt werden können.

Löschung

Die Umsetzung der generellen Löschungsverpflichtung ist ein weiteres nicht ausreichend berücksichtigtes Thema. Selten sind in den Systemen bereits Überlegungen und Lösungen für angemessene Löschkonzepte zu finden. Meist existiert nur die Möglichkeit, selektiv einzelne Beiträge oder aber einen Kurs als Ganzes zu löschen, was häufig dazu führt, dass Daten unnötigerweise lang aufgehoben werden müssen. Verständlicherweise nutzen Lehrende eine vorangegangene Veranstaltung als Basis zur Konfiguration einer inhaltsgleichen Folgeveranstaltung. Beispielsweise wären das Anonymisieren von Diskussionsbeiträgen oder das automatische Löschen von Inhaltsbereichen, die nicht wiederverwendet werden sollen, Funktionen, mit denen die datenschutzrechtlichen Löschanforderungen besser erfüllt werden könnten. Auch sind zeitgesteuerte Automatismen erforderlich.

Sicherungsmaßnahmen

Die erhobenen Daten sind in jedem Fall ausreichend durch **technische und organisatorische Maßnahmen** abzusichern. Bei den Sicherungsmaßnahmen werden häufig zunächst die Systemintegrität und technische Missbrauchsmöglichkeiten betrachtet [Ec03]. Die besonderen Anforderungen an den Schutz der personenbezogenen Daten innerhalb der Systeme werden dabei schnell übersehen. Insbesondere die Durchsetzung von ausschließlich erforderlichen Kenntnisnahmen von personenbezogenen Daten ist hier zu nennen (Vertraulichkeit als Sicherungsziel). Jeder Nutzer sollte nur die Daten einsehen können, die für seine Aufgabe erforderlich sind. Für Moodle wurden Anforderungen an die Vertraulichkeit bereits weitgehend in [Ei08] betrachtet.

Identitätsmanagement: Mit der wachsenden Verbreitung von Identity-Management-Systemen an Hochschulen sind bereits LMS verbessert worden. Das ist zwar größtenteils eher mit dem Ziel der Optimierung von Arbeitsabläufen geschehen, jedoch trägt das auch dem Aspekt Rechnung, dass im Gegensatz zu öffentlichen Plattformen im E-Learning an Hochschulen direkte unvermittelte Beziehungen vorhanden sind: Lehrende kennen ihre Studierenden und müssen diese auch kennen, um später Leistungsbewertungen abgeben zu können. Verfahren des Identity-Managements werden aber hinsichtlich des Datenschutzes nicht in vollem Umfang ausgeschöpft. Wenn, wie bei der einfachen Verteilung der Vorlesungsunterlagen, die eindeutige Identifizierung einer Person im Nutzungsprozess nicht erforderlich ist, ist es beispielsweise auch möglich mit anonymen Berechtigungen zu arbeiten ([Ch85]; [We05]). Dabei wird die Berechtigung selbst durch das Identity-Management-System geprüft und vergeben, für das E-Learning selbst ist die Person aber nicht erkennbar. Die Nutzung selbst ist dann nicht mehr personenbeziehbar. In diesem Bereich sind bereits Umsetzungslösungen diskutiert worden [Fr06].

Berechtigungskonzepte: In den E-Learning-Plattformen sind Berechtigungen zur Nutzung von Funktionalität und zur Einsicht von Daten bereits häufig flexibel einstellbar. Diesbezüglich liegen die Defizite eher in der Praxis der Lehrenden. Professoren erachten es häufig als selbstverständlich, dass ihre vermeintlich weitreichende Verantwortlichkeit mit weitgehenden Berechtigungen einhergehen muss, obwohl sie tatsächlich selbst selten im System aktiv sind. Stattdessen stellen oftmals studentische Hilfskräfte Dateien ein

oder erfassen Ergebnisse von Übungen. Hilfskräfte sollen als tatsächliche Akteure andererseits hingegen möglichst unerkannt bleiben, dürfen aber in der Regel alle Daten einsehen. Obwohl technisch häufig auch anders möglich, besitzen in der Praxis oft alle Personen oder Rollen, die an der organisatorischen Durchführung beteiligt sind, umfassende Berechtigungen im System. Problematisch ist dann die Konstellation, die sich daraus ergibt, dass studentische Hilfskräfte typischerweise an einem Lehrstuhl in der eigenen Fakultät arbeiten und dann unter den genannten Bedingungen leicht die Möglichkeit haben, die Leistungsdaten von Kommilitonen einzusehen. Hier ist zunächst zu fordern, dass jeweils rollenbezogen ganz spezifische Berechtigungen vergeben werden. Die technischen Möglichkeiten werden in der Praxis zu selten genutzt. Eine Analyse der tatsächlich vergebenen Rollen Mitte 2006 an einer Hochschule hat ergeben, dass von 2194 Veranstaltungen 33% mehr als einen Kursleiter mit vollen Berechtigungen haben, während Veranstaltungen mit Nutzern mit eingeschränkteren Rechten nur in 21% der Veranstaltungen zu finden sind. Dazu kommt, dass zu dem Zeitpunkt die Weitergabe der Passworte leicht war. Es ist davon auszugehen, dass auf nicht erkennbarem Wege noch eine ganze Reihe von Veranstaltungen durch mehr als eine Person mit vollen Berechtigungen verwaltet worden sind.

Hier sind einerseits organisatorische Regelungen zu treffen, die die Umsetzung ermöglichen. Andererseits sind aber auch weitere technische Aspekte zu betrachten. Beispielsweise sind die konkreten Berechtigungen und Beschränkungen, die mit der Vergabe einer Rolle verbunden sind, oft für Nutzer nicht leicht vorhersehbar. Um Problemen auszuweichen, werden dann allzu schnell umfassende Berechtigungen vergeben. Hier fehlen ausreichende Informationen im System, die verständlich klar machen, was ein Nutzer im System ausführen kann und wo Beschränkungen liegen werden. Ein weiterer Ansatz ist es, Rollen miteinander zu verschränken, um spezifischen Problemen Rechnung zu tragen. Studentische Mitarbeiter, die gleichzeitig Studenten in dem Fach sind, in dem die betreute Lehrveranstaltung durchgeführt wird, sind regelmäßig als problematisch anzusehen. Durch eine systemunterstützte spezifische Rollenzuordnung wären hier noch Verbesserungen zu erreichen. Das System kann die genannte Konstellation bemängeln oder auch Detailinformationen wie Prüfungsergebnisse vor dem Zugriff sperren.

Transparenz

Weiterhin gilt es, **Transparenz** bei den Betroffenen zu schaffen. Dies verlangt einerseits eine weitreichende Informierung der Nutzer (Datenschutzerklärung). Im Detail sollten erhobene Daten und Verarbeitungsschritte für Betroffene nachvollziehbar sein. Es besteht derzeit das Problem, dass in den Systemen für Nutzer nicht transparent ist, wer welche Daten einsehen kann oder gar eingesehen hat. Verlässliche Informationen darüber, wer wann welche Daten einsehen konnte oder es auch getan hat, können auch das Verhalten der Lehrenden für den Datenschutz positiv beeinflussen. Die Beobachtbarkeit des Beobachtungsprozesses kann zur zurückhaltenderen Nutzung bestimmter Funktionen beitragen. Es könnte auch ein System-Feature sein, dass solche Rechtfertigungen explizit abgeleget werden, bevor eine Auswertung des Lernendenverhaltens erfolgt.

Erforderlichkeit und Datenminimierung

Der Grundsatz der **Erforderlichkeit** beschreibt, dass die Daten nur in einem minimal erforderlichen Umfang überhaupt erhoben werden dürfen. Aus diesem Grundsatz ergibt sich auch eine Verpflichtung zu datenschutzfreundlichen Lösungen und zur Datenminimierung (§ 3a BDSG und die einschlägigeren und entsprechenden Normen in Landesdatenschutzgesetzen). Weiterhin sind Kenntnisnahmen, Übermittlungen und Datenverarbeitungsschritte nur im absolut erforderlichen Rahmen erlaubt. Auch die Aufbewahrungsdauer von Daten richtet sich nach der Erforderlichkeit der Daten. Die Umsetzung dieses Grundsatzes wird im folgenden Abschnitt vertiefend betrachtet.

5. Erforderlichkeit und Datenminimierung für die Lehre

Zur Prüfung der Erforderlichkeit und daraus motivierten Datenminimierung ist es wesentlich die Nutzung und die Informationsbedarfe zur Aufgabenerfüllung eingehender zu betrachten. Auf der Basis von fünf Interviews mit verschiedenen Nutzergruppen des Hauptsystems an der Hochschule der Autoren wurde diese Frage vertiefend betrachtet. Für die Frage der Minimierung sind besonders die Protokolldaten relevant, die Grundlage für Awareness-Funktionalität ist.

Aufzeichnung von Nutzerverhalten für Awareness

Der Erforderlichkeitsgrundsatz ist gerade für die Protokollierung von Nutzerverhalten zur Realisierung der Awareness-Mechanismen derzeit nur sehr unzureichend berücksichtigt worden. Diese Form der Protokollierung ist von Protokollen in anderen Systemtypen (Betriebssysteme, Datenbankanwendungen) deutlich zu unterscheiden. Dort betrachtet man die Protokollierung eher als ein Anhängsel des Systems. Protokollierung ist oft nicht unbedingt für die Kernfunktionalität erforderlich, sondern es werden konkrete Nebenziele erreicht (z.B. Revisionsicherheit, Fehlererkennung, etc.). Die zur Sicherung und Datenschutzverbesserung solcher Logfiles existierenden Lösungen (z.B. [Me06]) sind beim E-Learning nicht einsetzbar, da Aufzeichnungen von Nutzerverhalten integraler Bestandteil der Awareness-Funktionen sind.

Die Implementierung der Awareness-Funktionen sieht meist eine Aufzeichnung von Nutzerverhalten ohne Betrachtung der möglichen oder gar erforderlichen späteren Nutzung vor. Vielfach werden prinzipiell alle Aktionen aufgezeichnet, damit sie für die spätere Verwendung zur Verfügung stehen. Gängig sind hier weiterhin systemweite Einstellungen. Man kann also in der Systemkonfiguration meist das Logging entweder vollständig abschalten oder vollständig beibehalten. Vollständiges Abschalten würde zwar zu einer rechtlich nicht zu beanstandenden Konstellation führen, allerdings würde man dabei auf viele der sinnvollen Funktionen verzichten, die für komplexere Einsatzszenarien auch erforderlich sein können.

Um zu entscheiden welche Funktionen (und damit welche Daten) erforderlich sind, sind die Einsatzszenarien vertieft zu betrachten. Bei der überwiegenden Zahl der Vorlesungen

und Veranstaltungen würde man mit einem sehr eingeschränkten Funktionsumfang sehr gut auskommen, bei dem dann auch nur im eingeschränkten und erforderlichen Umfang Nutzerverhalten erhoben werden dürfte. Dass ein bestimmter Student einer großen Vorlesung den Foliensatz der letzten Einheit abgerufen hat, ist praktisch ohne Belang. Weiterhin erscheinen für solche Szenarien eher anonyme Diskussionsforen geeignet, da sie vor allem dazu dienen, Rückfragen gegenüber dem Dozenten zu stellen. „Da werden eh nur die schlaun Fragen gestellt. Die dummen werden doch woanders diskutiert.“ – ein wörtliches Zitat eines Studenten, das daraufhin deutet, dass unter den Bedingungen fehlender Anonymität viele für den Lehrenden brauchbare Rückmeldungen unterbleiben.

Jedoch werden die Systeme auch in wenigen Veranstaltungen weitergehend genutzt. Dort werden angepasste didaktische Konzepte [KHM02] erprobt und gerade diese Veranstaltungen sind dann auch auf die weitergehenden Funktionen, die Awareness ermöglichen, angewiesen. Beispielsweise ist es in kooperativen Szenarien für Studierende sinnvoll, direkt zu sehen, was Kommilitonen verändert haben, seitdem man selbst zuletzt in der E-Learning-Plattform aktiv war, wenn das gemeinsame Erarbeiten von Inhalten Teil des didaktischen Konzeptes ist. Für solche Veranstaltungen können Systemfunktionalitäten, die auf detaillierte Protokollierungen angewiesen sind, erforderlich sein.

Veranstaltungsbezogene Konfiguration der erhobenen Daten

Was den Plattformen zunächst offensichtlich fehlt, ist eine flexible Konfiguration der Verhaltensaufzeichnung auf verschiedenen Ebenen: die geringeren Datenerhebungsbedarfe für Vorlesungen müssen ebenso einstellbar sein, wie umfassendere Bedarfe für komplexe Szenarien, wie Teamwork in Übungsgruppen etc. Eine veranstaltungsbezogene Einstellbarkeit der Datenerhebung wäre gegenüber dem aktuellen Stand der Systemoptionen bereits ein großer Schritt, jedoch wäre es noch viel wünschenswerter, die gesamte Konfigurierbarkeit so umzustellen, dass die Erhebung durch die Nutzung von Funktionen erst ausgelöst wird. Aus Datenschutzsicht ist die Datenerhebung immer vom eigentlichen Zweck ausgehend zu motivieren. Diesem Weg folgend ist es erforderlich, erst beim (zulässigen) Einschalten einer (Benachrichtigungs-) Funktion die dazu nötige Aufzeichnung von Ereignissen einzuschalten.

Um die Erforderlichkeit beurteilen zu können, wurde von der praktischen Anwendung ausgegangen. In fünf Interviews mit Lehrenden und Beratungspersonen ist der Einsatz des LMS betrachtet worden, um tatsächlich existierende Erforderlichkeiten zu erheben. In der Analyse zeigte sich, dass die komplexe Summe der Anwendungen (vgl. Abb. 1) gruppierbar ist, und für diese Gruppen bei der Nutzung derselben Funktionalität unterschiedliche Erforderlichkeiten in jeweils unterschiedlichen Kontexten bestehen. Beispielsweise kann ein Diskussionsforum in einer Seminarveranstaltung, wo Inhalte über ein solches Forum kollaborativ erarbeitet werden sollen, gegenüber anderen Teilnehmern genaue Zeiten und Autoren offenbaren, wohingegen ein Forum, das in erster Linie als Kommunikationskanal zwischen Lehrenden und einer Vorlesung dient, sinnvoll auch anonym betrieben werden kann. Für die weitere Konzeption wurden Cluster von Systemmodulen (Szenarien) gebildet, die auf der Basis der Empirie als zusammengehörend ermittelt wurden (s. Tabelle 1). Ziel bei diesen Gruppierungen ist es, die Selektionen bei

der Konfiguration zu vereinfachen und aus dem Einsatzzweck heraus zu motivieren. Unabhängig von einem konkreten System wurde auf der Basis dieser Szenarien ein Systeminterface (vergleichbar eines Wizards) entworfen, das es Lehrenden ermöglichen soll eine für die Zwecke angemessene und datenschutzkonforme Konfiguration des Systems vorzunehmen. Im Detail enthalten einige der Module Varianten, wo einzelne technische Bestandteile hinzu- oder abgeschaltet werden können.

| | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Dokumentenverteilung | Einfache Vorlesungen, in denen Studierende Vorlesungsinformationen anonym abrufen können |
| 2. Umfassende Vorlesungsbegleitung | Für Vorlesungen (im wesentlichen anonyme Nutzung) mit Übungsbetrieb (personenbezogene Nutzung) |
| 3. Ideensammlung | Informationssammlung und Bewertung mit anonymer oder personenbezogener Nutzungsmöglichkeit |
| 4. Kooperatives Texte verfassen | Collaborative Writing : Gemeinsames Erstellen von Dokumenten (Personenbezogene Nutzung) |
| 5. Referatsvorbereitung | Forum und Dokumentaustausch, Abgaben an Dozierende |
| 6. Arbeitsgruppen und Projektarbeit | Gemeinsame Dokumentenerstellung in geschütztem Arbeitsraum (Forum) mit abschließender Abgabe an Dozierende |
| 7. Sprachlernen | Spezielle Module für das Sprachlernen, Personenbezogen |
| 8. Vorbereitungskurs | Anonymer auf WBT basierender selbstgesteuerter Lernprozess. |

Tabelle 1: Gruppierung von Einsatzzwecken

In einem praktischen System könnten „Policies“ für diese Szenarien die Standardfälle definieren. Jeder Lehrende kann also anhand seiner Erfordernisse den Einsatz planen, dabei werden die Datenschutzanforderungen gewahrt. Selbstverständlich kann für die dann übrigbleibenden Einzelfälle eine individuelle Lösung auch mit individueller Beratung konfiguriert werden. Die Analyse der tatsächlichen Nutzung der Systeme zeigt, dass das aktuell wenige Einzelfälle sind, für die dieser Aufwand zu rechtfertigen ist.

6. Zusammenfassung und weitere Entwicklungen

Dieser Beitrag beschreibt Datenschutzgrundlagen und Hinweise für Lösungen von existierenden Datenschutzproblemen. Detailliert wurde aufgezeigt, wie der Datenumfang in den Systemen auf das Erforderliche beschränkt werden kann, wobei aber der einzelne Lehrende weiterhin die Entscheidungen für seine Veranstaltungen trifft. Es existiert eine Reihe von weiteren technischen Bausteinen zur Behebung der Probleme. Teilweise kann auf verfügbare technische Lösungen zurückgegriffen werden. Allerdings sind die verschiedenen Lösungsansätze zu einem konsistenten Gesamtsystem zu verbinden. Grundlagen und Bausteine sind dabei ein weitgehendes Identity Management (z.B. vergleichbar Shibboleth), ein ausgefeiltes rollenbasiertes Berechtigungssystem (überlappende orthogonale Rollen), Transparenz der Transparenz, Kontrollmechanismen und ergono-

mische Verbesserungen (bspw. bzgl. der Nachvollziehbarkeit von Folgen von System-einstellungen).

Neben diesen Lösungsansätzen, die aus der Betrachtung der rechtlichen Rahmenbedingungen im europäischen Raum entstanden sind, kann die Berücksichtigung der Symmetrien und Asymmetrien und die angemessene Gestaltung für diese sozialen Strukturen die Motivation zur Nutzung der Systeme fördern.

Literaturverzeichnis

- [Bi07] Bizer, J. (2007): Sieben goldene Regeln des Datenschutzes. *Datenschutz und Datensicherheit* 31(5), 350-356.
- [BS93] Bellotti, V.; Sellen, A. (1993): Design for Privacy in Ubiquitous Computing Environments. *Third European Conf. Computer-Supported Cooperative Work ECSCW'93* (Milano, Italy), 77-92. Dordrecht, Kluwer.
- [Ch85] Chaum D. (1985): Security without Identification: Transaction Systems to make Big Brother Obsolete. *Communications of the ACM*, 28(10):1030–1044, October 1985.
- [CI93] Clement, A. (1993): Working in (and on) the Electronic Fischbowl? Privacy Aspects of Multi-Media Communications. *NetWORKing 1993*: 123-132
- [DB92] Dourish, P.; Bellotti, V. (1992): Awareness and coordination in shared workspaces. *ACM Press: New York, NY, USA*.
- [Ec03] Eckert, C. (2003): Sicherheit und E-Learning. Beitrag zum Workshop „E-Learning: Beherrschbarkeit und Sicherheit“. TU Ilmenau. Juli 2003.
- [Ei08] Eibl, C. J. (2008): Vertraulichkeit persönlicher Daten in Lern-Management-Systemen. Seehusen, S.; Lucke, U. & Fischer, S., ed. (2008): *DeLFI 2008*, Lübeck, Germany, Vol. 132, GI, pp. 317-328.
- [Fr06] Franz, E., Böttcher, A., Wahrig, H., Borcea-Pfitzmann, K.: Access Control in a Privacy-Aware eLearning Environment. In: *Proceedings of AReS 2006, Workshop on Security in eLearning (SEL)*, Vienna, April 2006.
- [HH08] Hansen, J. & Hatteh, N. (2008), Datenschutz beim E-Learning - Zum Verhältnis von Kontrolle und Vertrauen in der Informationsgesellschaft. in: Seehusen, S.; Lucke, U. & Fischer, S., eds.: *DeLFI 2008*, Lübeck, Germany, Vol. 132, GI, 2008, pp. 329-340.
- [JSP02] Jang, C.-Y.; Steinfeld, C.; Pfaff, B. (2002): Virtual team awareness and groupware support: an evaluation of the TeamSCOPE system. In: *International Journal of Human-Computer Studies* 56(1). S. 109-126.
- [Me06] Meints, M. (2006): Protokollierung bei Identitätsmanagementsystemen, Anforderungen und Lösungsansätze. *Datenschutz und Datensicherheit* 30(5), S. 204
- [KHM02] Koschmann, T.; Hall, R. & Miyake, N. (2002): *CSCL2: Carrying Forward the Conversation*. Lawrence Erlbaum Associates.
- [RBE03] Rezgui, A.; Bouguettaya, A.; Eltoweissy, M. (2003): Preserving Privacy in the Web: Facts, Challenges and Solutions. *IEEE Security&Privacy*, Vol. 1, No. 62003.
- [Ki04] von Kiedrowski, J. (2004): Open-Source-Software – E-Learning zum Nulltarif? In: Hohenstein, A.; Wilbers, K. (Hrsg.): *Handbuch E-Learning*. S. 1–15.
- [We05] Welch, V., Barton, T., Keahey, K., Siebenlist, F. (2005): Attributes, Anonymity, and Access: Shibboleth and Globus Integration to Facilitate Grid Collaboration, *Proceedings of the 4th Annual PKI R&D Workshop*, 2005.
- [WGT08] Int. Working Group on Data Protection in Telecommunications (2008): Bericht und Empfehlung zum Datenschutz in sozialen Netzwerkdiensten – Rom Memorandum, 43. Sitzung, März 2008, Rom.

Ereignisbasierte und konzeptuelle Schwachstellen in E-Learning-Systemen

Christian J. Eibl
Lehrstuhl Didaktik der Informatik und E-Learning
Universität Siegen
eibl@die.informatik.uni-siegen.de

Abstract: Undurchdachte Analogien zu traditioneller Lehre und vorschnelles Aufsetzen von E-Learning-Systemen begünstigen Sicherheitsprobleme. Dieser Artikel stellt Ergebnisse der Sicherheitsforschung vor und überträgt sie beispielhaft auf Bereiche des E-Learning. Fokus wird hierbei auf Kommunikation und Kollaboration gelegt, um konkret Konzeptschwächen und mögliche Angriffe zu benennen. Abschließend werden (Mindest-)Anforderungen präsentiert, die für sicheres E-Learning erfüllt sein sollten.

1 Motivation

E-Learning-Systeme werden oft mit Analogien zur traditionellen Lehre, z.B. in Schulen, in Beziehung gesetzt (vgl. [Cu02]), um Anforderungen und Aktivitäten zu diskutieren. Dieser Vergleich ist jedoch in vielerlei Hinsicht unpassend und schafft Probleme. Zum einen sind Lernmaterialien in webbasierten Systemen, die über das Internet verfügbar gemacht werden, einer nicht mehr überschaubaren Menge von Personen zugänglich, während Arbeitsblätter im Klassenverband nur einer begrenzten Anzahl Schülern zugänglich gemacht werden. Die (relativ) geringe Größe von Schulklassen sorgt dafür, dass keine Person anonym und unbekannt bleiben kann. Zum anderen werden Lernfortschritte, organisatorische Daten usw. zentral im System gespeichert und existieren nicht nur handschriftlich in Notizen der entsprechenden Lehrpersonen. Außerdem zeigt sich ein Problem bei Betrachtung verwendeter Rollen im E-Learning, wenn es darum geht, den Administrator einer physischen Person zuzuordnen. Ein Administrator kann weder exakt einem Hausmeister, der für die technische Einrichtung zuständig ist, aber keinen Zugang zu (abgeschlossenen) Akten-schränken mit Schülerdaten hat, entsprechen, noch einem Schulleiter, der zwar Einsicht in vertrauliche Daten bekommt, jedoch nichts mit der Infrastruktur zu tun hat. Ein rollenbasiertes Zugriffs-konzept im E-Learning lässt sich folglich nicht exakt ohne Sicherstellung weiterer Sicherheitsmechanismen aus schulischen Szenarien extrahieren. Eine Übertragung auf E-Learning ist nur in Teilen möglich und sollte bezüglich möglicher Probleme klar durchdacht werden.

In diesem Artikel werden Gefahren und Probleme für praktische E-Learning-Systeme betrachtet – oftmals als Ergebnisse ungeeigneter Analogien. Hierfür wird ein zweistufiger

Ansatz verfolgt, der die konzeptuelle und ereignisbasierte Gefahrenlage unterscheidet. Der Artikel wurde so organisiert, dass zuerst im Stand der Forschung bisherige Arbeiten mit inhaltlicher Ähnlichkeit und Forschungsergebnissen zu sicherheitsrelevanten Aspekten betrachtet werden. Ausgehend von erziehungswissenschaftlichen Arbeiten werden anschließend in Abschnitt 3 Assets, d.h. zu schützende Güter, für E-Learning herausgestellt. In Abschnitt 4 werden beispielhaft Gefahren für das Asset „Kommunikation und Kollaboration“ betrachtet. Für diese Analyse werden konzeptuelle und ereignisbasierte Gefahren getrennt betrachtet. Abschließend werden in Abschnitt 5 anhand aufgedeckter Probleme Minimalanforderungen für ein Sicherheitskonzept im E-Learning präsentiert.

2 Stand der Forschung

Auf der DeLFI 2008 wurden Designkriterien vorgestellt [Ei08a] für lerngerechte E-Learning-Angebote unter Berücksichtigung psychologischer und erziehungswissenschaftlicher Aspekte. Diese Kriterien sind in Lerntheorien verankert und führen Anforderungen an E-Learning-Systeme ein, die bei Sicherheitsüberlegungen zu berücksichtigen sind. Diese Anforderungen resultieren in erster Linie in Assets, d.h. zu schützende Daten und Prozesse im E-Learning, für die weitere Gefahrenanalyse. Zusätzlich zu diesen Kriterien lassen sich Ansätze in der Sicherheitsliteratur finden, um mögliche Assets und Gefahren zu identifizieren. Da es sich bei E-Learning-Systemen meist um webbasierte Systeme handelt, lässt sich neben allgemeinen Sicherheitsbetrachtungen im Netzwerk (vgl. [An01]) und Implementierungsproblemen (vgl. [Er03]) auch dedizierte Literatur zu webbasierten Problemen finden (vgl. [MK07]). In dieser allgemeinen Literatur wird kein besonderer Fokus auf E-Learning-Spezifika gelegt. Das Interesse an E-Learning-spezifischen Sicherheitsuntersuchungen hat jedoch in den letzten Jahren vornehmlich im internationalen Raum deutlich zulegen können, was in spezifischer Literatur resultierte, die sich mit diesem Thema befasst.

Nach von Solms [So05] gibt es aus konzeptueller Sicht eine grundsätzliche Notwendigkeit dafür, dass die organisatorische Sicherheit ausreichend Berücksichtigung findet und organisatorische Maßnahmen bzgl. Sicherheit bis auf die Führungsebene verankert sind. Er stellt in diesem Zusammenhang Anforderungen heraus, die an das Management gestellt werden, um eine tragfähige Basis für weitere Sicherheitsvorkehrungen und ein angemessenes Sicherheitskonzept zu erreichen. Ein konzeptuelles Problem ist hier vor allem in dem Konflikt zwischen Lehrenden und Lernenden zu finden (vgl. [Ei07]). Zwischen diesen Rollen zeigt sich eine Diskrepanz zwischen dem Wunsch nach Informationen aus didaktischen Gründen auf Seiten der Lehrenden und dem Wunsch nach Vertraulichkeit aus persönlichen Gründen auf Seite der Lernenden. Probleme, die sich hieraus praktisch ergeben, sind in [Ei08b] diskutiert. Anonymitäts- und Privacyforschung wurden von El-Khatib et al. in theoretischer Art und Weise auf E-Learning übertragen [El03]. Sie haben vorhandene E-Learning-Standards wie IEEE P1484.2 („Public and Private Information“) des Learning Technology Standards Committee (LTSC) und IMS LIP („Learner Information Package“) des IMS Global Learning Consortium bezüglich ihrer Anforderungen und Konzepte untersucht und anschließend Datenschutzaspekte herausgestellt und diskutiert.

Die Lösungsvorschläge zeigen jedoch aus praktischer Sicht nur wenig Berührungspunkte mit E-Learning und geben vorwiegend allgemeine Forschungsarbeiten zu Netzwerkanonymität wie den Mix-Ansatz von Chaum [Ch81] wieder. In den Arbeiten von Kajava und Varonen werden vornehmlich die Nutzer im E-Learning-System in den Fokus gestellt, da die Implementierung und Nutzung eines so verteilten und aufgrund moderner Lerntheorien sehr komplexen Systems ohne entsprechende Akzeptanz und ein Verständnis von Sicherheit bei den Nutzern nicht in dem nötigen Maße zu sichern wäre [KV02a, KV02b, Ka03]. Grenzen von Sicherheitmechanismen und ihrer Einflussnahme auf den praktischen Lernprozess¹ werden in [Ei09] behandelt. Hier wird herausgestellt, dass perfekte Sicherheit – speziell im E-Learning – nur in der Theorie denkbar ist und eine praktische Realisierung mit Rücksicht auf die Zielgruppe stattfinden muss, d.h. im Fall von E-Learning muss Rücksicht auf Lernende genommen werden, da diese sich nicht näher mit technischen Konzepten befassen wollen, sondern das Lernen neuer Inhalte im Vordergrund stehen sollte.

Bezüglich ereignisbasierter Gefahren für E-Learning lassen sich neben allgemeiner Sicherheitsliteratur auch spezifische Arbeiten finden, die entweder sehr konkrete Szenarien betrachten oder E-Learning als Ganzes untersuchen. Graf [Gr03] beispielsweise untersucht den sehr speziellen Bereich der webbasierten Prüfungssysteme. In seiner Dissertation werden jedoch auch allgemeine Problemsituationen von E-Learning, z.B. die Urheberrechtsverletzung durch unautorisiertes Verteilen von Lernmaterialien angesprochen und diskutiert. Die Herangehensweise zur Identifikation möglicher Gefahren ist jedoch unklar und wirkt unstrukturiert. Mit dem Vorsatz, das Feld E-Learning-Sicherheit vollständig abzudecken hat Weippl [We05] Anforderungen aus Sicht der beteiligten Rollen analysiert und diskutiert. Diese Herangehensweise wirkt sinnvoll, da hierdurch auch Rollenkonflikte offenkundig werden können. Aufgrund der sehr oberflächlichen und informatiknahen Herangehensweise ohne Berücksichtigung lerntheoretischer und psychologischer Hintergründe von Lernprozessen sind diese Erkenntnisse jedoch wenig praxistauglich. Für den Analyseansatz dieses Artikels wurde daher auf Verfahren gesetzt, die eine strukturierte Herangehensweise ermöglichen bei gleichzeitiger Abstufungsmöglichkeit bzgl. des Detailgrades. Ansätze zur Risikoanalyse bzw. des Risikomanagements, wie sie den Ergebnissen dieser Arbeit zugrunde liegen, sind vorrangig dem wirtschaftlichen Forschungsfeld entnommen (vgl. [HT83]). Investitionsrisiken müssen dort überschaubar gehalten werden im Vergleich zu möglichen Gewinnen, und negative Einflüsse sind im Vorwege zu identifizieren, um das einzugehende Risiko abschätzen zu können. Die Übertragung dieser Verfahren auf die Informatik (vgl. [Se06, SGF02]) erlaubt die bewusste Behandlung und Akzeptanz von Risiken im Bereich der Informationssicherheit. Als wiederkehrendes Muster für das Vorgehen bei der Risikoanalyse zeigen sich in [Se06, SGF02] sehr detailliert und in [An01, We05] vereinfacht folgende Schritte:

- identifizieren/klassifizieren von Assets und von möglichen Gefahren,
- beurteilen, d.h. analysieren und bewerten, von Gefahren mit Hilfe von Wahrscheinlichkeitsschätzungen und Schadensausmaß bei Eintreten,

¹ Lernprozess sei in diesem Artikel sehr allgemein verstanden. Dem Autor ist bewusst, das es hierzu diverse Sichtweisen und Interpretationen möglicher Phasen und Vorgehensweisen gibt.

- priorisieren von Risiken auf Basis dieser Schätzungen,
- festlegen und durchführen von Maßnahmen zum Abwenden/Mindern der Risiken,
- Beobachtung der Situation und möglicher neuer Risiken.

Es ist zu beachten, dass Risiko in der genannten Literatur immer als Produkt aus Wahrscheinlichkeit des Eintretens einer ungünstigen Situation und der Schadenswirkung dieses Ereignisses definiert ist. Mit Blick auf Informationssicherheit stellt vor allem die Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit ein großes Problem dar. Selbst in Katalogen wie Common Weakness Enumeration² (CWE), bei dem neben Sicherheitsexperten aus der Praxis in Form einer Community auch ausgewählte Expertengremien die Einschätzung vornehmen, zeigen sich Lücken in der Einschätzung. Viele der eingetragenen Sicherheitslücken und Angriffen weisen keine Schätzwerte auf. Mit Blick auf das Common Vulnerability Scoring System (CVSS)³ wird diese Problematik deutlich: Die Einschätzung der risikorelevanten Eintrittswahrscheinlichkeiten basieren auf drei Teilschätzungen. Zu der „Base Metric Group“, die das grundsätzliche Risiko einer Schwachstelle schätzt und von Experten allgemein eingestuft werden kann, kommen noch die „Temporal Metric Group“ und die „Environmental Metric Group“ als Teilbereiche dazu. Die temporalen Aspekte betreffen hierbei die Schätzung der Aktualität und des Verbreitungsgrades von Wissen über das Ausnutzen einer bestimmten Schwachstelle. Das bedeutet, dass altbekannte Angriffstypen wahrscheinlicher sind in der Praxis als wohlmöglich gefährlichere, aber bislang kaum bekannte Angriffe. Diese Eigenschaft kann immer noch von Experten aus der Praxis unabhängig von der eigentlichen Implementierung getroffen werden. Um jedoch exakte Schätzungen für die eigene Infrastruktur zu erhalten, sind zusätzliche Teilschätzungen für die eigene Struktur notwendig, die als „Environmental Metric Group“ behandelt werden. Hierfür müssten Sicherheitsexperten aus dem eigenen Unternehmen herangezogen werden, da von außerhalb kein Einblick in lokale Besonderheiten bestehen. Zusammenfassend ergibt sich, dass eine exakte Schätzung kaum möglich ist und nur mit Näherungs- und Erfahrungswerten gearbeitet werden kann. Im Folgenden wird daher der Begriff der Gefahrenanalyse ohne die nähere Betrachtung der Eintrittswahrscheinlichkeit bevorzugt. Dies ist zudem ausreichend, da wir uns vorrangig mit der Aufdeckung und nicht der Priorisierung von Gefahren befassen wollen.

3 Identifikation von Assets

Bevor mit der Suche nach Gefahren begonnen werden kann, müssen die Assets, also die zu schützenden Elemente bekannt sein. Assets sind gewissermaßen orthogonal zu der Einstufung in konzeptuelle und ereignisbasierte Gefahren zu sehen. Beide Sorten von Gefährdungen richten sich gegen Assets, so dass hier eine übergeordnete und problemunabhängige Analyse gefordert ist.

Für E-Learning-Systeme ergibt sich eine Vielzahl von Möglichkeiten, nach denen Assets extrahiert werden können. Ansatzpunkte können Tätigkeiten einzelner Rollen im System,

² <http://cwe.mitre.org>

³ <http://www.first.org/cvss/>

architekturelle Aufteilung bei einem verteilten E-Learning-System, Sicherheitsdienste wie Vertraulichkeit, Integrität, usw. oder der Abstraktionsgrad von zugrundeliegender Technik sein, d.h. technikinabhängige Prozesse werden mit anderen Assets abgedeckt als techniknahe, infrastrukturelle Aspekte. Um den Fokus auf E-Learning und die lernspezifischen Anforderungen nicht zu verlieren, wurde in dem hier zugrunde liegenden Forschungsprojekt eine Klassifikation nach dem erweiterten Informationssicherheitsmodell nach Åhlfeldt et al. [ÅSS07] verwendet. Dieses Modell erlaubt eine Einteilung in die Bereiche der technischen Sicherheit, der informal-administrativen (nutzerorientierten) Sicherheit und der formal-administrativen Sicherheit, die den organisatorischen Rahmen und das spezielle Anwendungsfeld hervorhebt. Im Folgenden werden wir auf die ersten beiden Bereiche verzichten und uns vornehmlich mit den anwendungsspezifischen, d.h. E-Learning-nahen Assets, beschäftigen. Für eine bessere Strukturierung wird als weitere Unterteilung eine Trennung von Assets mit Bezug zu Lerninhalten und Lernaktivitäten, sowie Assets mit vornehmlich organisatorischem Bezug vorgenommen.

Während des Lernprozesses fallen viele Daten an, die das weitere Vorgehen im System beeinflussen können. So kann z.B. das erfolgreiche Absolvieren eines Kurses als Einstiegsvoraussetzung in weitere Kurse dienen und somit eine Buchführung erfolgreich beendeter Kurse notwendig machen. Zudem erlauben Daten zum Lernfortschritt und zu möglicherweise aufkommenden Problemen Lehrenden, Lernende adäquat zu betreuen. Solcherlei Daten sind jedoch sehr sensibel, sofern sie Information über kognitive Probleme und Prüfungsergebnisse beinhalten. Folglich ist eine Berücksichtigung von Daten zum Lernfortschritt als Asset angebracht. Ein weiteres Asset ist durch die Lerninhalte selbst gegeben, für die selbstverständlich eine gewisse Zusicherung der Korrektheit gegeben sein sollte. Diese Inhalte werfen obendrein urheberrechtliche Fragen auf bzgl. der Verwendung fremden Materials in erstellten Inhalten und der Weiterverbreitung durch Lernende. Während des Lernprozesses sollten soziale Kontakte und Kommunikation unter Lernenden gefördert werden, um gegenseitige Motivation und Unterstützung bei Problemen zu ermöglichen [Li77, Hi79]. Kommunikationsinhalte und Zwischenergebnisse von Kollaboration sind jedoch nur für einen begrenzten Kreis von Rezipienten gedacht und daher besonders zu schützen, um nicht zwischenmenschliche Probleme zu provozieren.

Im Bereich der organisatorischen Assets, sind vor allem personenbezogene Daten, d.h. datenschutzrelevante Information, zu nennen. Hierbei werden Daten verstanden, die für organisatorische Zwecke benötigt werden, also nicht nur aufgrund der technischen Möglichkeiten aufgezeichnet wurden. Es ist dabei zu vermeiden, dass die Daten möglicherweise unautorisierten Personen zugänglich gemacht werden. Weitere Aspekte organisatorischer Art, sind in Prozessen und Gewährleistungen zu finden. Durch die fehlenden persönlichen Kontakte und damit auch einer gewissen persönlichen Verbindlichkeit sind alternative Wege in E-Learning-Systemen zu bieten, die (für alle Beteiligten) bei kritischen Aktionen Verbindlichkeit garantieren. Bezüglich der Mitbestimmungsmöglichkeiten und Transparenz im allgemeinen Ablauf ist darauf zu achten, dass technische Systeme bei Aktionen, die andere Benutzer im System betreffen, diese entsprechend informieren und ggf. um Einverständnis bitten. Ein Aspekt, der neben des organisatorischen Wertes ebenfalls aus technischer Sicht gesehen werden kann, ist die Zuverlässigkeit. Da die Lernenden evtl.

Tabelle 1: Assets für E-Learning-spezifische Bereiche.

| Bezeichnung | | Beschreibung |
|-----------------|-------------------------------|--|
| lernbezogen | Lernfortschritte | Probleme beim Lernen und kognitive Barrieren berühren Privatsphäre und sollten nur auf Wunsch des Lernenden offengelegt und erörtert werden. |
| | Lerninhalte | Lernende investieren viel Zeit in das Lernen von angebotenen Inhalten. Korrektheit ist daher unabdingbar. Aus Sicht der Lehrenden sind urheberrechtliche Aspekte zu berücksichtigen. |
| | Kollaboration & Kommunikation | Kommunikation dient auch privaten Zwecken und gegenseitiger Motivation. Nachrichten bei Kollaboration enthalten unfertige Skizzen. Inhalte ausgetauschter Nachrichten sind daher <u>vertraulich zu behandeln</u> . |
| organisatorisch | Datenschutz | Dieser Aspekt betrifft den Verlust von Daten, die im System bzw. für die Kursverwaltung benötigt und daher erhoben werden. |
| | Verbindlichkeit, Rückmeldung | Abgaben von Prüfungsleistungen und Übermittlungen von kritischen Nachrichten sollen in alle Richtungen bestätigt und <u>eventuelles Abstreiten verhindert werden</u> . |
| | Transparenz & Mitbestimmung | Aktivitäten, die bestimmte Nutzer(gruppen) betreffen, dürfen nicht ohne deren Benachrichtigung bzw. Zustimmung <u>endgültig erfolgen</u> . |
| | Zuverlässigkeit | Benötigte Systeme müssen jederzeit verfügbar und möglichst frei von Beeinträchtigungen wie unzumutbaren Verzögerungen sein. <u>Datenverlust ist zu minimieren</u> . |

nur über das E-Learning-System arbeiten und miteinander kommunizieren können, ist eine ausreichende Zuverlässigkeit unabdingbar, um Lernende nicht zu behindern.

Die hier aufgeführten Assets sind in Tabelle 1 zusammengetragen und kurz erläutert. Sie werden im folgenden Abschnitt weiterverwendet, um die beispielhafte Darstellung möglicher Gefahren zu unterstützen.

4 Beispiel: Gefahrenlage in kollaborativen Systemen

Für die Analyse wird ein zweistufiger Ansatz verwendet, der die (1) konzeptuelle und (2) ereignisbasierte Gefahrenlage unterscheidet. Es ist zu beachten, dass das Konzept alleine in der Regel noch keine konkrete Gefahr darstellt, sondern lediglich das Grundrisiko verändert und Angriffe, d.h. unerwünschte Ereignisse, möglicherweise begünstigt. Bei der ereignisbasierten Gefahrenlage werden neben der Ausnutzung konzeptueller Schwächen auch aktiv durchgeführte Angriffe auf das System berücksichtigt. Die ereignisbasierte Sicht lässt sich somit noch weiter unterteilen in (2a) konzeptbezogene und (2b) konzeptunabhängige Ereignisse. Letzteres betrifft allgemeine Gefahren, die z.B. durch die verwendete Infrastruktur und technische Unzulänglichkeiten bei Protokollen gegeben sind.

Im Folgenden werden konzeptuelle und ereignisbasierte Gefahrenlagen am Beispiel des Assets „Kollaboration und Kommunikation“ vorgestellt. Kollaboration eignet sich in diesem Zusammenhang besonders gut als Beispiel für eine Analyse, da hierbei eine große Vielfalt konzeptueller Aspekte angeschnitten werden und sich somit ein vergleichsweise guter Überblick ergibt. Berührungspunkte zu anderen Assets sind ebenfalls vorhanden, z.B. Verbindlichkeit.

Beginnend mit konzeptunabhängigen, ereignisbasierten Gefahren zeigt sich, dass diese Art der Gefahren und Angriffsvarianten nicht sehr spezifisch für das aktuell betrachtete Asset sind. Allgemeine Gefahren dieses Teilbereichs (2b) sind in der Regel technisch ausgerichtet und beziehen sich auf Schwachstellen der technischen Infrastruktur bzw. der zugrunde liegenden Technologien. Als Beispiel sei hier der häufige Programmierfehler fehlender Eingabeüberprüfung („Input Validation“, vgl. [MK07]) zu nennen. Als Unterkategorie kann man konkret SQL-Injection-Angriffe nennen, bei denen in Eingabefeldern auf Webseiten speziell geformte SQL-Statements angegeben werden, die durch eine Unachtsamkeit bei der Erstellung des Programms unverändert an die Datenbank weitergereicht werden. Laut CWE-Ranking [Ma09] ist diese Schwachstelle in den Top 25 der gefährlichsten Programmierfehler anzusiedeln. Die Relevanz für E-Learning-Systeme ergibt sich direkt aus der üblichen Kopplung an eine Datenbank als Speichermedium. Als Folge eines erfolgreichen Angriffs können Daten aus der Datenbank ausgelesen oder Daten eingefügt bzw. verändert werden. Diese Schwachstelle berührt daher alle Assets, die sich auf Daten beziehen – einschließlich Kommunikationsdaten, sowie Ergebnisse von Kollaboration.

Ein Hauptproblem bei der Konzeption von E-Learning-Systemen ist das Ziel, alle Aktivitäten und Kommunikationselemente innerhalb eines Systems anzubieten. Die Gestaltung eines E-Learning-Systems als monolithisches System mit engen Verzahnungen und auf Basis einer gemeinsamen Technologie kann zu dem Nachteil führen, dass die gemeinsame Basis nicht für alle Teilbereiche gleichgut geeignet ist. Im Fall webbasierter Systeme ist diese gemeinsame Basis die Verwendung des HTTP-Protokolls für den kompletten Datenaustausch. Die Nachteile von HTTP (vgl. [Fi99]), z.B. Zustandslosigkeit und fehlende Push-Möglichkeiten, begründen eine gewisse Starrheit und Unzuverlässigkeit der Übertragung, was gerade im Fall von Kommunikation und Kollaboration negativ auffällt. Nachrichten, die an eine komplette Gruppe von Empfängern gerichtet sind, werden nicht direkt an die Empfänger gesendet wegen fehlender Push-Funktionalität und der Beschränkung auf Client-Server-Kommunikation. Stattdessen werden die Daten von einem Server zwischengespeichert bis letztlich alle Empfänger diese Nachricht ihrerseits von diesem Zwischenspeicher abgerufen haben. Unnötige Zwischenknoten als Cache zu nutzen kann die Vertraulichkeit empfindlich stören. Da HTTP zudem keinerlei Fehlererkennungs- und -korrekturmechanismen implementiert, ist eine sichere und zuverlässige Übertragung nicht per se garantiert. Hierbei kommt ins Spiel, dass ebenfalls Zustände nicht existieren und damit eine clientseitige Sicherstellung der erfolgreichen Übertragung auf HTTP-Basis alleine nicht erfolgen kann. Die Übertragung ist auf TCP angewiesen, wobei folglich Datenverluste nur während der Übertragung gesichert werden können, nicht jedoch vor Verlust bzw. Verfälschung bei Übergabe innerhalb eines Systems zwischen den ISO/OSI-Schichten und speziell zwischen Anwendungen auf der Anwendungsschicht, z.B. Datenübergabe

zwischen Webserver (statisch) und Modulen zur Verarbeitung dynamischer Elemente wie Skripten in Webseiten.

Ein Problem, das sich weniger auf technische Konzepte als auf lehrbezogene Organisation bezieht, ist die Moderation und Beobachtung der Kommunikation von Lernenden. Moderatoren sind speziell für die Initialisierung von Arbeitsprozessen in Gruppen, bei denen sich die Teilnehmer bisher noch nicht kennen, sinnvoll. Manche Lernende könnten sich jedoch gerade durch diesen zusätzlichen Beobachter gestört fühlen. Zurückhaltung und künstliches Verhalten könnten die Folge sein, was den Kollaborationsprozess empfindlich beeinträchtigen und die Wahrscheinlichkeit erfolgreichen Lernens drastisch herabsetzen kann. Knowles et al. [KHS05] beschreiben Erfahrungen mit Gruppen, in denen Teilnehmer bei Betreuung auf Passivität zurückfallen und sich bewusst auf den Moderator verlassen, statt in Eigeninitiative Ergebnisse anzustreben. Ereignisse, die folglich für dieses Asset negativ wirken können, sind zu starke Eingriffe durch Betreuer und eine übermäßige Zensur und Einschränkung der Redefreiheit. Ein Ausweichen auf Alternativsysteme, die zum einen weniger protokollspezifische Einschränkungen, wie oben erwähnt, aufweisen, aber auch weniger Zensurmaßnahmen beinhalten, kann bei derartigen konzeptuellen Schwächen nicht ausgeschlossen werden. In Bezug auf die Betreuung und Unterstützung während kollaborativer Arbeiten im Lernprozess ergibt sich bei Ausweichen auf externe Systeme offensichtlich eine deutliche Erschwernis, da Lehrende nicht beliebig viele Systeme zusätzlich unterstützen können. Eine aktive Möglichkeit, Beobachtung zu unterwandern, könnte über sog. „Covert Channels“ umgesetzt werden (vgl. [LCC07]), wobei Lernende geheime Botschaften im offiziellen E-Learning-System ablegen und andere diese Daten interpretieren. Eine Absprache über solche Kanäle ist jedoch in der Regel stark beeinträchtigt.

Für den konkreten Fall des Arbeitens in Gruppen ergeben sich prinzipiell zwei zu unterscheidende Fälle: synchrones, also gleichzeitiges Arbeiten mit sofortigem Abgleich der Daten auf allen beteiligten Clients, und asynchrones Arbeiten mit zeitlich versetztem Datenabgleich und der Notwendigkeit, Änderungen zumindest nachvollziehen zu können. Erster Fall wird über sog. „Shared Applications“ umgesetzt, z.B. mithilfe von Shared Editors für einfache Textbearbeitung oder Shared Whiteboards für zusätzliche graphische Visualisierungsmöglichkeiten. Speziell gleichzeitiges Arbeiten auf denselben Daten⁴ führt zu Problemen der Handhabung von Konflikten bei gleichzeitigen Änderungen an exakt der gleichen Stelle und zu dem Problem möglicher Priorisierung von einzelnen Änderungen gegenüber anderen. Hier spielt zum einen ein geeignetes Konzept für das Konfliktmanagement eine große Rolle, d.h. dass möglichst keine Daten ohne Weiteres verworfen werden, sondern im Fall von Konflikten beide Lösungen angezeigt werden oder sogar einzelne Lernende kurzzeitig geblockt werden, falls andere Teilnehmer an derselben Stelle aktuell Änderungen vornehmen. Aktiv können Probleme mit Simultanzugriffen über sog. „Race Conditions“ ausgenutzt werden. Diese Angriffe sind vergleichsweise schwer durchzuführen, da es auf genaues Timing ankommt. Sie können jedoch durch provozierte zeitliche Konflikte Ergebnisse einzelner Personen konsequent überschreiben und damit unbrauchbar machen. Der zweite Fall der asynchronen Bearbeitung von Daten sollte zumindest ein geeignetes Versionierungskonzept beinhalten, um Unterschiede zwischen

⁴ Technisch gesehen liegen diese Daten natürlich als Kopie auf den Clients vor und werden nur ggf. abgeglichen.

einzelnen Versionen darstellen zu können und auch um ggf. ein Management für parallele Änderungen an derselben Datei durch verschiedene Teilnehmer zu gewährleisten. Die Software sollte folglich in der Lage sein, zu erkennen, ob Änderungen an verschiedenen Stellen in einer Datei vorgenommen wurden und diese Änderungen in einer gemeinsamen Ergebnisdatei zusammenbringen ohne einzelne Lösungen zu verwerfen. Da in kollaborativen Szenarien Konsens nicht immer per se zu erwarten ist, sind Möglichkeiten bereitzustellen, ältere Versionen wieder herzustellen, falls einzelne Lernende Veränderungen mit unangemessenen oder falschen Inhalten vorgenommen haben. Falls diese Möglichkeit nicht gegeben wird, könnten einzelne Lernende die komplette Gruppe sabotieren und sowohl die Integrität als auch die Verfügbarkeit bereits erreichter Zwischenergebnisse beeinträchtigen.

Da kollaborative Systeme neben der grundsätzlichen Unterstützung von Gruppenkommunikation und Gruppenarbeit auch für die Bearbeitung prüfungsrelevanter Arbeiten genutzt werden können, ergibt sich Bedarf nach Verbindlichkeiten. Diese Verbindlichkeiten schließen zum einen ein, dass Lösungsvorschläge klar einzelnen Personen zugeordnet werden können. Nachrichten an die Gruppe und Individualleistungen sollten nicht abgestritten oder verwehrt werden können. Dies ist vor allem relevant, wenn nicht die komplette Gruppe eine Gesamtnote erhalten soll, sondern ebenfalls Individualleistungen bewertet werden und die Integration einzelner Personen in die Gruppe berücksichtigt werden sollen. Im Fall von verdeckten Arbeiten innerhalb der Gruppe, so dass Lehrende nicht den Gruppenprozess überwachen und betreuen, tritt die Verbindlichkeit zumindest zum Zeitpunkt der Abgabe von Gruppenergebnissen auf. Hier ist darauf zu achten, dass Verbindlichkeit in beide Richtungen gewährleistet ist, d.h. die Gruppe der Lernenden sollte einen nicht-abstreitbaren Hinweis auf das erfolgreiche Einreichen ihrer Lösung erhalten – möglichst mit Sicherstellung, dass die Lösung während des Einreichprozesses auch unverändert geblieben ist. Aus Richtung der Lehrenden ist eine Verbindlichkeit bzgl. des unveränderten Zustands der eingereichten Lösung sogar immens wichtig, da ansonsten Lernende abstreiten könnten, dass die vorgegebene Lösung in dieser Form von ihnen eingereicht wurde. Das Heranziehen der Korrekturergebnisse wäre damit für eine Bewertung nicht möglich aufgrund der Ungewissheiten eventueller, zwischenzeitlicher Manipulation. Speziell Angriffe gegen Einreichungssysteme, z.B. Man-in-the-Middle zum Abfangen und Verändern fremder Lösungen, wären fatal für die Nutzbarkeit eines webbasierten Einreichungssystems. Sicherungsmaßnahmen, die Veränderungen aufdecken, und die gewährleisten, dass Arbeiten tatsächlich eingereicht wurden, sind für diese Form der Bewertungsmöglichkeit unerlässlich.

5 Folgerungen für Konzept

Als Grundlage für die Erstellung von Anforderungen für ein geeignetes E-Learning-Konzept wird im Folgenden eine Strukturierung nach dem in Sicherheitskreisen weitverbreiteten CIA-Modell für Sicherheit verfolgt. Dieses Modell unterteilt den Begriff der Sicherheit in die drei disjunkten Bereiche Vertraulichkeit (Confidentiality), Integrität (Integrity) und Verfügbarkeit (Availability). Mit Rücksicht auf Mitbestimmungsmöglichkeiten und

Tabelle 2: Konzeptuelle Anforderungen bzgl. der Sicherheitsdienste.

| Vertraulichkeit [Ei08b] | Verfügbarkeit |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Authentifikation und Benutzeraccounts 2. Globale und lokale Rollen 3. Klare Trennung der Zuständigkeiten 4. Integriertes Nachrichtensystem 5. Pseudonymisierung/Anonymisierung 6. Zeitliche Begrenzung der Speicherung 7. Transparenz | <ol style="list-style-type: none"> 1. Geeignete Infrastruktur 2. Datensicherung 3. Verteilte Architektur 4. Rückfallsysteme 5. Lastausgleich 6. Plausibilitätskontrollen |
| Verbindlichkeit | Integrität |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Kritische Aktionen aufzeichnen 2. PKI und Digitale Signaturen 3. Trusted Third Party | <ol style="list-style-type: none"> 1. Korrektheit von Lerninhalten 2. Simultanzugriffe kontrollieren 3. Zustimmung und Bestätigung 4. Konsistenzprüfung |

verbindlich durchzuführenden Aktionen wird zusätzlich der Sicherheitdienst der Verbindlichkeit (Accountability) hinzugenommen.

Gefahren, wie sie für die Assets aus Abschnitt 3 zu finden sind, resultieren in Anforderungen für eine geeignete Sicherheitskonzeption. Diese Anforderungen sind in Tabelle 2 verteilt auf Sicherheitsdienste dargestellt. Vertraulichkeit baut hier vor allem auf ein geeignetes, flexibles Rechtemanagement mit entsprechender Trennung von Zuständigkeiten. Es sollten nicht mehr Daten als nötig aufgezeichnet und/oder preisgegeben werden. Im Falle notwendiger Datenerhebung sollen diese Daten möglichst anonym und nur zeitlich begrenzt gespeichert werden. Die Verfügbarkeit baut auf eine geeignete Infrastruktur, die auch hohen Lasten zu Zeiten großen Ansturms gewachsen ist, z.B. kurz vor Abgabeschluss von Arbeiten. Neben der obligatorischen Datensicherung sind hier Fehlverhalten von Anwendern zu berücksichtigen (bei Konfiguration: Plausibilitätskontrollen), sowie redundante Systeme, um sog. „Business Continuity“ (vgl. [An01, We05]) zu gewährleisten bei einzelnen Systemausfällen. Verbindlichkeit kann auf einfache Weise durch Aktionsprotokolle gegeben sein. Um die Verbindlichkeit jedoch auch juristisch zu sichern sind sog. „fortgeschrittene elektronische Signaturen“ nach Signaturgesetz vorgeschrieben. Dies kann über die Verwendung einer Public Key Infrastruktur (PKI) innerhalb der Bildungseinrichtung umgesetzt werden. Für besonders kritische Aktionen bzgl. des Empfangs einer Nachricht können zudem Trusted Third Parties verwendet werden, die als unabhängige Dritte Daten entgegennehmen und vermitteln. Die Integrität, die praktisch in kaum einem E-Learning-System bisher Einzug gehalten hat, stützt sich vor allem auf Korrektheitsforderungen. Das heißt, Lerninhalte und Inhalte von Kommunikation müssen unverändert übertragen werden, Zustände im System müssen konsistent bleiben und ggf. Aktionen widerrufen werden, die diese Tatsache beeinträchtigen. Lernende müssen kritischen Aktionen zustimmen können, um nicht Opfer fremder Inhaltsverfälschung zu werden, und Simultanzugriffe, z.B. bei Kollaboration, müssen vom System überwacht und gesichert werden, damit keine Daten verloren gehen aufgrund von zeitlichen Konflikten.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Artikel wurden Assets für E-Learning eingeführt und mögliche konzeptuelle und ereignisbasierte Gefahren diskutiert. Aus Platzgründen wurde der Fokus auf Kommunikation und Kollaborationsdaten gelegt. Bei den aufgedeckten Gefahren zeigt sich, dass viele nicht ohne Weiteres lösbar sind und im E-Learning in gewissen Grenzen akzeptiert werden müssen, z.B. Unzulänglichkeiten bei zugrunde liegenden Technologien und Protokollen. Andere Gefahren wie Abschreckung und Passivität durch übermäßige Überwachung lassen sich durch Transparenz und geeignete Konzepte lösen oder zumindest deutlich abmildern. Um im E-Learning jedoch weiterhin den Fokus auf das Lernen setzen zu können, müssen die Ansprüche weg von perfekter, aber einschränkender Sicherheit, hin zu ausreichender und unterstützender Sicherheit.

Die hier vorgestellten Ergebnisse sind Teil eines noch laufenden Forschungsprojektes, das sich mit der Informationssicherheit im E-Learning als Ganzes befasst. Genannte Aspekte stellen somit nur einen Auszug aus dieser Problematik vor. Der Bedarf nach tiefergehenden Untersuchungen und Analyse der übrigen Assets ist mit diesem Artikel noch nicht behoben und bedarf weiterer Forschung.

Literaturverzeichnis

- [An01] Anderson, R.J.: Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems. Wiley Computer Publishing, New York, 2001.
- [ÄSS07] Ählfeldt, R.-M.; Spagnoletti, P.; Sindre, G.: Improving the Information Security Model by using TFI. In: [Ve07], Seiten 73–85.
- [Ch81] Chaum, D.: Untraceable Electronic Mail, Return Address, and Digital Pseudonyms. Communications of the ACM, Vol. 24, No. 2, 1981, Seiten 84–88.
- [Cu02] Cullen, J.; Hadjivassiliou, K.; Hamilton, E.; Kelleher, J.; Sommerlad, E.; Stern, E.: Review of current pedagogic research and practice in the fields of post-compulsory education and lifelong learning. Economic and Social Research Council, London, England, 2002.
- [Ei07] Eibl, C.J.: Information Security in E-Learning. In: Abbott, C.; Lustigova, Z. (Hrsg.): Information Technologies for Education and Training. University of Prague, 2007, Seiten 204–213.
- [Ei08a] Eibl, C.J.: Entwicklung von E-Learning-Designkriterien und Implikationen für die Informationssicherheit. In: [SLF08], Seiten 377–388.
- [Ei08b] Eibl, C.J.: Vertraulichkeit persönlicher Daten in Lern-Management-Systemen. In: [SLF08], Seiten 317–328.
- [Ei09] Eibl, C.J.: Privacy and Confidentiality in E-Learning Systems. In: Kellenberger, P. (Hrsg.): 2009 Fourth International Conference on Internet and Web Applications and Services (ICIW 2009). IEEE Computer Society Press, Mai 2009. In Druck.
- [El03] El-Khatib, K.; Korba, L.; Xu, Y.; Yee, G.: Privacy and Security in E-Learning. Int. Journal of Distance Education, Vol. 1, No. 4, Oktober 2003, Seiten 1–19.
- [Er03] Erickson, J.: Hacking: The Art of Exploitation. No Starch Press, Oktober 2003.
- [Fi99] Fielding, R.; Gettys, J.; Mogul, J.; Frystyk, H.; Masinter, L.; Leach, P.; Berners-Lee, T.: Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1. Request for Comments (RFC) 2616, 1999.
- [Gr03] Graf, F.: Lernspezifische Sicherheitsmechanismen in Lernumgebungen mit modularem Lernmaterial. Dissertation, TU Darmstadt, 2003.

- [Hi79] Hills, P.J.: Teaching and Learning as a Communication Process. Croom Helm London, 1979.
- [HT83] Hertz, D.B.; Thomas, H.: Risk analysis and its applications. Wiley Computer Publishing, Chichester, 1983.
- [Ka03] Kajava, J.: Security in e-Learning: the Whys and Wherefores. In: European Intensive Programme on Information and Communication Technologies Security (IPICS'2003), 4th Winter School, April 2003.
- [KHS05] Knowles, M.S.; Holton, E.F.; Swanson, R.A.: The Adult Learner – the definitive classic in adult education and human resource development. Elsevier, Amsterdam, 6. Auflage, 2005.
- [KV02a] Kajava, J.; Varonen, R.: Internet Security and E-Teaching. In: [Ri02], Seiten 57–66.
- [KV02b] Kajava, J.; Varonen, R.: Towards a Transparent University: The Role of Cryptography, Control Measures and the Human Users. In: [Ri02], Seiten 67–76.
- [LCC07] Luo, X.; Chan, E.; Chang, R.: Crafting Web Counter into Covert Channels. In: [Ve07], Seiten 337–348.
- [Li77] Linskie, R.: The Learning Process: Theory and Practice. Litton Educational Publishing, New York, 1977.
- [Ma09] Martin, B.; Brown, M.; Paller, A.; Christley, S.: 2009 CWE/SANS Top 25 most Dangerous Programming Errors. online: <http://cwe.mitre.org/top25>, Januar 2009. [20.02.2009]
- [MK07] Meucci, M.; Keary, E. (Hrsg.): OWASP Testing Guide 2.0. Open Web Application Security Project (OWASP Foundation), 2007.
- [Ri02] Riedling, E. (Hrsg.): VIEWDET' 2002. Vienna International Working Conference – eLearning and eCulture, Band 162. Oesterreichische Computer Gesellschaft (OCG), Dezember 2002.
- [Se06] Seibold, H.: IT-Risikomanagement. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 2006.
- [SGF02] Stoneburner, G.; Goguen, A.; Feringa, A.: Risk Management Guide for Information Technology Systems. Bericht Special Publication 800-30, Computer Security Division, Information Technology Laboratory, National Institute of Standards and Technology (NIST), Juli 2002.
- [SLF08] Seehusen, S.; Lucke, U.; Fischer, S. (Hrsg.): DeLFI 2008: Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik, LNI Band 132, Bonn, September 2008. Köllen Druck+Verlag.
- [So05] von Solms, S.H.: Information Security Governance in ICT Based Educational Systems. In: Fourth International Conference on ICT and Higher Education. Siam University, Bangkok, Thailand, September 2005.
- [Ve07] Venter, H.; Eloff, M.; Labuschagne, L.; Eloff, J.; von Solms, R. (Hrsg.): New Approaches for Security, Privacy and Trust in Complex Environments. IFIP TC-11, Springer Science+Business Media, Boston, 2007.
- [We05] Weippl, E.R.: Security in E-Learning. Springer Science+Business Media, New York, 2005.

Sicherheitsprobleme dynamischer Erweiterbarkeit in E-Learning-Systemen

Christian J. Eibl
Lehrstuhl Didaktik der Informatik und E-Learning
Universität Siegen
eibl@die.informatik.uni-siegen.de

Abstract: Dieser Artikel beschäftigt sich mit möglichen Problemen dynamisch nachzuladender Erweiterungsmodule für Lern-Management-Systeme. Neben Vorteilen für eine gesteigerte Flexibilität im Lehr-/Lernprozess werden Risiken des Einsatzes solcher Module aufgrund konzeptueller Schwachstellen eingeführt und diskutiert. An konkreten Beispielen kürzlich aufgedeckter, kritischer Sicherheitslücken im System „Moodle“ werden diese Schwachstellen aufgegriffen und mit der Praxis in Bezug gesetzt.

1 Motivation

Mit Blick auf die Flexibilität und Einsatzmöglichkeiten verschiedener Methoden im Präsenzünterricht ergibt sich im E-Learning ein analoges Bedürfnis nach weitreichender Freiheit in der Wahl derartiger Unterrichtsgestaltungen. Da es sich bei E-Learning-Systemen jedoch um deterministische Anwendungen handelt, die aufgrund dieser Tatsache nicht die Flexibilität eines menschlichen Lehrers erreichen können, ist zumindest der Ruf nach dynamischer Erweiterbarkeit durch Module mithilfe standardisierter Schnittstellen verständlich und sinnvoll.

Erweiterbarkeit durch Module führt zu einer gewissen Herstellerunabhängigkeit, da nicht nach Feststellung eines Bedarfs für bestimmte Aktivitäten auf eine entsprechende Integration der Funktionalität durch den Hersteller gewartet werden muss, zum anderen ergibt sich gerade bei Open Source Projekten und offenliegenden Schnittstellen für diese Module in der Regel eine Community, die nach eigenen Bedürfnissen eine Vielzahl von Erweiterungen für die Kernanwendung schreibt und diese anderen Nutzern zur Verfügung stellt. Am Beispiel des Open Source Lern-Management-Systems (LMS) Moodle¹, das uns im weiteren Verlauf dieses Artikels als Beispiel dienen soll, ergibt sich so auf der Webseite dieses LMS eine Sammlung von annähernd 500 (offiziell bekannten) Erweiterungen, die von jeder Organisation, die Moodle einsetzt, ohne weitere Kosten und mit nur geringem Aufwand eingebunden und genutzt werden können.

Trotz gewichtiger Vorteile für die Lehre ergeben sich jedoch Probleme bei der unreflektierten und unvorsichtigen Einbindung von Erweiterungsmodulen. Da die Erweiterbarkeit

¹ URL: <http://moodle.org>

durch Module, die nicht durch einen verantwortlichen Hersteller selbst ausführlich geprüft wurden, die Sicherheit eines Systems gefährden können, werden in diesem Artikel mögliche Schwachstellen dieses Modulansatzes diskutiert. Trotz der Vorteile der zusätzlichen Funktionsvielfalt sollte bedacht werden, dass Produktivsysteme eine gewisse Verlässlichkeit garantieren müssen, um auf lange Sicht qualitativ gute Lehre sichern zu können.

2 Stand der Forschung

Die Begriffe „Modul“ und „Modularisierung“ werden in der Informatik in verschiedenen Bedeutungen verwendet. Der Softwaretechnik folgend sollte Software immer modular aufgebaut werden, so dass Modularisierung als ein Qualitätskriterium von Software verstanden wird [Ba00, POS05]. Diese Modularisierung bedeutet hier jedoch in erster Linie, dass Funktionen auch programmintern hinter Schnittstellen verborgen sind, um die eigentliche Implementierung einer Funktionalität flexibler austauschen zu können, z.B. um die Effizienz einer Funktion durch bessere Algorithmen zu erhöhen. Dieses Prinzip des „information hiding“ ermöglicht eine Erhöhung der Flexibilität bzgl. des Austauschs von einzelnen Programmteilen und verbessert die Wartbarkeit in diesem Sinne. Im Endergebnis resultiert dies in verbesserter Wiederverwendbarkeit und Kostenersparnis.

Obwohl dieser Ansatz der Modularisierung im E-Learning ebenfalls von Belang ist, sind mit Blick auf Erweiterungsmöglichkeiten mit Modulen vor allem Software-Bausteine gemeint, die an ein Kernsystem, das die Grundfunktionalität sicherstellt, angebunden werden können. Peter Hubwieser rät im Rahmen der „Prinzipien didaktischen Handelns“ dazu, „viele unterschiedliche Lehrmethoden“ einzusetzen [Hu07, S. 22]. Um dies bewerkstelligen zu können mithilfe von E-Learning-Systemen, ist eine ausreichende Funktionsvielfalt notwendig. Dieser Aspekt der Funktionsvielfalt wird ebenfalls von Weippl aufgegriffen mit dem Argument, dass Lehrpersonen Vorbehalte gegen zu starre und restriktive Systeme haben könnten, da sie ihre Freiheit in der Lehre und den anwendbaren Methoden einschränken [We05, S. 22f]. Speziell die Möglichkeit, viele verschiedene Aktionen und Interaktionsmöglichkeiten anzubieten, gewinnt mit Blick auf Theorien zum Konstruktivismus an Wert. Weitere Anpassungsmöglichkeiten ergeben sich jedoch auch fachspezifisch durch Besonderheiten in der Repräsentation von Lerninhalten oder der vorherrschenden und bevorzugten Arbeitsweise mit diesen Inhalten.

Ein weiterer Aspekt, der im Bereich der E-Learning-Systeme bzgl. Modulen diskutiert wurde, ist die Funktionsvielfalt und der Umfang, den ein E-Learning-System tatsächlich anzubieten hat. Hier können wir zwischen monolithischen Systemen und einer „Menge gekoppelter Werkzeuge“ [KNW03, S. 3] unterscheiden. Monolithische Systeme, wie sie durch die meisten LMS gegeben sind, versuchen alle relevanten Bereiche von E-Learning innerhalb eines Systems abzubilden und setzen hierfür auf eine identische technologische Basis. Mit relevanten Bereichen für E-Learning seien hierbei alle Phasen eines Lernprozesses verstanden, d.h. neben einer Motivation und der grundlegenden Erarbeitung von neuem Wissen sollen auch Kommunikationsmöglichkeiten geboten werden, um in Gruppen Wissen zu vertiefen, sowie Anwendungsmöglichkeiten, Übungen und Selbsttests, um mit dem neuen Wissen interaktiv arbeiten und dieses festigen zu können. Die Beschränkung auf

eine identische technologische Basis kann sehr nachteilig sein mit Blick auf reduzierte technische Möglichkeiten, z.B. durch ungeeignete Protokolle wie HTTP für jeglichen Datenaustausch (vgl. [ESS07, Ei08]). Dennoch ist die Verknüpfung von Daten in einem monolithischen, gut aufeinander abgestimmtem System aller Wahrscheinlichkeit nach besser als in einer Sammlung unabhängiger Teilsysteme.

Bezüglich der Dynamik von Erweiterbarkeit und der angestrebten Flexibilität im Umgang mit Modulen ist zu berücksichtigen, dass diese Dynamik mit Sicherheitsproblemen verbunden ist. Mit Blick auf Sicherheit und Rechtemanagement sollte beachtet werden, dass im Zweifel bestimmte Aktionen verboten statt genehmigt werden sollten. Es hat sich in Sicherheitskreisen ein „whitelisting“ gegenüber „blacklisting“ durchgesetzt, d.h. alles ist verboten, was nicht explizit erlaubt ist [An01]. Zudem sollte ein Sicherheitskonzept möglichst erschöpfend die Funktionsvielfalt und vor allem mögliche Benutzereingaben berücksichtigen, um nicht durch unerwartete Benutzerinteraktion Sicherheitslücken zu öffnen [Er03, Ma09, MK07]. Trotz dieser in der Theorie weitreichend bekannten Vorkehrungen und Vorgehensweisen zeigen sich in der Praxis dennoch sehr häufig Schwachstellen, die aufgrund von Unkenntnis, fehlendem Sicherheitsbewusstsein oder einfach Unachtsamkeit in ein System integriert und irgendwann durch Angreifer ausgenutzt werden.

3 Theoretische Schwachstellen bei Verwendung von Modulen

In diesem Abschnitt werden sechs grundlegende, konzeptuelle Schwachstellen von dynamischen Erweiterungsmodulen betrachtet. Es sei hierbei deutlich darauf hingewiesen, dass sich diese Betrachtung im Folgenden nicht speziell auf Moodle beschränkt, sondern allgemein (webbasierte) E-Learning-Systeme adressiert. Moodle wird als Beispiel angeführt, da es mittlerweile einen beeindruckenden Verbreitungsgrad erreicht hat und folglich die aufgeführten Schwachstellen besser mit einem bekannten System in Verbindung gebracht werden können.

3.1 Modulanforderungen unklar für Kernsystem

Auf der Zugriffskontrollebene als zentrale Einrichtung des Sicherheitskonzeptes müssen möglichst alle Aktionen im System berücksichtigt werden, um für reelle Anforderungssituationen bestmögliche Anpassungen vornehmen zu können. Dynamische Erweiterungsmöglichkeiten durch später eingebrachte Module stellen hier eine enorme Herausforderung dar. Es ist im Vorwege nicht abzusehen, welche Funktionalität durch ein solches Erweiterungsmodul bereitgestellt werden soll, folglich sind die darin implementierten Aktionen und benötigten Datensätze nicht vorher bekannt. Dies erlaubt nur noch eine Annäherung an ein benötigtes Sicherheitskonzept durch entsprechend geartete Schnittstellen und allgemeine Restriktionen für sensible Daten.

An dieser Stelle muss unterschieden werden, ob es sich bei dem neuen Modul um eine echte Erweiterung handelt, oder ob vorhandene Funktionen durch die neuen mehr oder weniger ersetzt werden. Bei reinen Erweiterungen, z.B. neuen Interaktionsformen und

Hilfsmitteln für kollaboratives Lernen wie eine Whiteboard-Integration für gleichzeitiges Arbeiten an identischen Repräsentationen, fallen neue Daten an und müssen natürlich auch vor unberechtigtem Zugriff geschützt werden. Ein Zugriff auf die bestehenden Datensätze ist jedoch nicht notwendig. Im Gegensatz dazu sind Module wie die Integration eines Mail-Systems, das ein bestehendes, rudimentäres Nachrichtensystem ersetzen soll, durchaus in der Notwendigkeit vorhandene Stammdaten auszulesen, um Kontaktdaten nicht redundant im System speichern zu müssen und um sofort beispielsweise alle Studierenden des eigenen Kurses über dieses System kontaktieren zu können ohne langwierige Vorarbeiten zur Konfiguration.

Für die Sicherheit bedeutet dies, dass in der Regel jedes Modul selbst ein benötigtes Sicherheitsmodell mitbringen muss. Abhängig von der Art des Moduls ist hierbei besondere Vorsicht vonnöten, um nicht zentral relevante Daten durch ein Modul zu gefährden. Einstellungen des Moduls müssen entsprechend angewandt werden, entweder durch Integration in das zentrale Rechtemanagement oder durch spezielle Konfigurationsseiten für jedes Modul einzeln. Eventuelle Zugriffsbeschränkungen sollten feingranular geregelt und möglicherweise rollenabhängige Rechtesysteme durch „best fit“-Ansätze an systemweite Rollen angegliedert werden. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Ansätze lediglich vor Missbrauch durch die Anwender schützen bei entsprechender Umsetzung, die Implementierung und damit das Gefährdungspotential auf technischer Ebene wird dabei nicht berücksichtigt.

3.2 Uneingeschränkte Laufzeitumgebung

Ähnlich eines Quarantäne-Bereichs sollte Software in Umgebungen laufen, die selbst bei Fehlern in der Software nicht zu einem kompletten Systemausfall führen können. Zum einen entspricht dies der Forderung danach, einen Prozess ausschließlich unter einem Account mit eingeschränkten Rechten laufen zu lassen, da in diesem Fall nur der Bereich, der mit den entsprechenden Rechten erreichbar ist, nicht jedoch das System als ganzes gefährdet ist. Auf einem Server wird zudem gefordert, nur mit einem Minimalsystem zu arbeiten, um nicht unnötige Komplexität und möglicherweise für einen Angreifer hilfreiche Werkzeuge ins Spiel zu bringen (vgl. Abschnitt 3.4). Zusätzlich werden Termini wie „Sandbox“, „chroot jail“ oder „Virtualisierung“ gebraucht, um deutlich zu machen, dass auch spezielle Bereiche eines Serversystems von anderen getrennt werden können. Unter „Sandbox“ ist hierbei der generelle Ansatz dieser Trennung zu verstehen, wohingegen „chroot“ bereits auf eine konkrete Technik hinweist und Virtualisierung einen abstrakten Bereich möglicher Lösungen beschreibt, bei denen virtuelle Maschinen als Gastsysteme auf dem eigentlichen Host laufen und auf dessen Systemdaten nicht zugreifen können.

Das Abschotten des Webservers, auf dem das E-Learning-System läuft, wird auf vielen Produktivsystemen bereits betrieben – wenn auch bei weitem nicht auf allen. Dennoch ist mit Blick auf das Gefährdungspotential von nachgeladenen Modulen zumindest für Module mit unklaren Sicherheitsproblemen ein derartiges Konzept in rekursiver Art und Weise ebenfalls sinnvoll, um Moduldaten vom Kern des E-Learning-Systems zu trennen. Diese Trennung schließt vor allem auch die Verwendung getrennter Datenbanken ein, da die Datenablage für das Kernsystem immens sicherheitskritische Daten verwaltet, was bei

bösartigem Zugriff zu einer Kompromittierung des gesamten Systems führen kann. Bei Betrachtung der angebotenen Erweiterungsmodule für Moodle² zeigt sich dieses Problem durch die fast omnipräsente Forderung nach Speicherung von Ergebnissen aus Aktionen dieser Erweiterungsmodule. Eine Sicherheitlücke in einem Modul kann folglich bei gemeinsamer Datenhaltung oder Implementierungsfehlern Auswirkung auf das Gesamtsystem haben, so dass eine Sandboxlösung mit Entkopplung von sicherheitskritischen Bereichen anzustreben ist.

3.3 Individualzugriffssteuerung eingeschränkt

Moodle unterscheidet bei Erweiterungsmöglichkeiten verschiedene Kategorien: Aktivitätsmodule, Blöcke und Filter. Aktivitätsmodule lassen sich u.a. direkt in einen Kurs integrieren. Sie ermöglichen die Verwendung neuer Methoden und erlauben verschiedene Formen der Interaktion. Blöcke stellen Information in der Benutzungsschnittstelle bereit, so dass Nutzer des Systems auf ihrer persönlichen Startseite beispielsweise über aktuelle Einträge in Foren informiert werden können oder die anstehenden Termine auf einen Blick präsentiert bekommen. Filter erlauben eine Übersetzung von eingegebenen Texten in eine andere Form, d.h. es werden nicht die Inhalte der Originaleingabe, sondern eine verarbeitete Form an dieser Stelle eingesetzt und den Nutzern präsentiert.

Bezüglich eines Rechtemanagements ist zu beachten, dass Aktivitätsmodule und Blöcke nicht generell verwendet werden und für alle Teilnehmer im System zugänglich sind. Sie müssen von Lehrenden explizit für ihre Kurse eingebunden werden. Ob sich deren Verwendung jedoch an weitere Voraussetzungen binden lässt, um eine individuelle Zugriffssteuerung innerhalb eines Kurses zu ermöglichen, ist vom jeweiligen Modul abhängig. Eine Individualzugriffssteuerung ist nur im Rahmen des vorherrschenden rollenbasierten Rechtesystems möglich, so dass für eventuelle Verbote oder explizite Befugnisse neue Rollen generiert werden müssen, um eine derartige Zugriffssteuerung umzusetzen. Es ist folglich nicht direkt, jedoch über Workarounds möglich, in Moodle angepasste Zugriffsbeschränkungen zu erlauben – für Aktivitätsmodule und darin enthaltene Funktionen.

Textfilter auf der anderen Seite gelten systemweit und lassen in der Regel keine individuellen Beschränkungen zu. Sie sind global vom Administrator freizuschalten und nicht kursgebunden. Da hiervon jedoch jegliche textuelle Eingabe im System betroffen ist, ist im Vorwege klar abzuwägen, ob der Einsatz eines bestimmten Filters sinnvoll erscheint. Aufgrund der fehlenden Anpassbarkeit an die individuelle Rechtesituation einer bestimmten Organisation wird in Abschnitt 4 diese Form der Erweiterung als Beispiel für ein Sicherheitsproblem näher erläutert.

3.4 Verallgemeinerung und Komplexität

Zunehmende Komplexität impliziert ein gesteigertes Risiko, dass Sicherheitslücken existieren und übersehen werden. Trotzdem ist tendenziell bei Entwicklern ein Drang nach komplexeren und allgemeingültigeren Software-Bausteinen zu finden. Dies rührt in der

² Erweiterungsmodule für Moodle, URL: <http://moodle.org/mod/data/view.php?id=6009>

Regel daher, dass bei existierenden Basiskomponenten eine Verallgemeinerung des Konzepts und eine Erweiterung um zusätzliche Funktionen geringer erscheinen, als eine alternative Neuimplementierung für die fehlenden Funktionen.

Bezogen auf Moodle und in Vorausschau auf das Beispiel in Abschnitt 4 sei an dieser Stelle die Gegenüberstellung des Programms „mimetex“³ und einer vollständigen LaTeX-Installation, z.B. TeXlive, für die Verwendung im TeX-Filter erwähnt. Diese Anwendungen werden in Moodle verwendet, um textuelle Eingaben in LaTeX-Formelnotation in ein Bild zu übersetzen, das in den HTML-Code von Kursseiten in Moodle integriert werden kann. Mimetex stellt für mathematische Formeln einen sehr eingeschränkten Sprachraum möglicher LaTeX-Ausdrücke zur Verfügung, der jedoch in den meisten Fällen ausreichen dürfte. Dennoch wird seit Version 1.6 von Moodle die mächtigere LaTeX-Umgebung bevorzugt, was es auch erlaubt, neue Symbole einzubinden, Begriffe umzudefinieren und selbst komplexe Inhaltsstrukturen darzustellen. Das Argument, dass mächtigere Systeme für bestimmte Situationen besser wären, hat hier vermutlich überzeugt trotz der meist nicht notwendigen Funktionsvielfalt und Komplexität einer vollständigen Umgebung einschließlich eigener Erweiterungspakete.

Diese Verallgemeinerungen und Komplexitätssteigerungen resultieren jedoch in teilweise unüberschaubaren Systemen und folglich in Sicherheitslücken aufgrund fehlender Kenntnisse aller relevanten Details. In Abschnitt 4 wird eine kritische Sicherheitslücke in Moodle diskutiert, die sich durch diese Designentscheidung ergeben hat.

3.5 Fehlende Kontrollinstanz

Das Fehlen einer Kontrollinstanz, die gewisse Änderungen und Einträge erst absegnen muss, bevor diese aktiv werden, kann sowohl positiv als auch negativ gesehen werden. Es ist sicherlich vorteilhaft im Sinne einer schnelleren Bereitstellung von Funktionalität, dass nicht erst ein designiertes Gremium von Experten als Qualitätskontrolleure die neuen Funktionen begutachten muss. Auf diese Weise kann viel Flexibilität erreicht werden und Anpassungen an sich verändernde Lehr-/Lernsituationen können schnell und effektiv umgesetzt werden. Auf der anderen Seite fehlen jedoch unabhängig Dritte, die mit der nötigen Expertise auf den Programmcode und die dahinter liegenden Konzepte blicken, um so eine Einschätzung der Sicherheit zu bekommen. Es ist zu beachten, dass die Sicherheit von E-Learning-Systemen als webbasierte Anwendungen aufgrund der möglicherweise immens großen Anzahl potentieller Nutzer, die sich auf das komplette Internet verteilen können, als wichtigen Qualitätsfaktor verstanden werden muss. Folglich sollte vor allem in Produktivsystemen mit entsprechender Verfügbarkeitsrelevanz die Sicherheit über möglichen Flexibilitätserfordernissen stehen. Ein flexibles, aber aufgrund von Sicherheitsvorfällen nicht verfügbares System ist nicht zu gebrauchen.

Ein Kompromiss analog zu Linux-Distributionen wäre, Entwickler von Distributoren zu trennen. Das bedeutet, dass Entwickler einen gewissen Stand nach eigener Einschätzung als sicher und stabil freigeben können, die eigentlichen Nutzer bei Verwendung von Distributoren als kontrollierende Mittelsmänner jedoch nur die zuletzt als stabil und sicher

³ URL: <http://www.forkosh.com>

markierte Version erhalten. So bieten sich verschiedene Vorteile bzgl. der Flexibilität und Sicherheit an, da jeder Nutzer die Wahl hat zwischen stabilen und potentiell instabilen Releases und statt einer starren Kontrollinstanz auf Herstellerseite eine große Community als Distributionskern verwendet werden kann. Die Verantwortlichkeit ist zwar in diesem Fall nicht in demselben Maße gegeben, als wenn ein (kommerzieller) Hersteller die Fehlerfreiheit seines Produktes garantieren muss, aber für die gewonnene Flexibilität kann dieser Nachteil in Kauf genommen werden.

3.6 Zugriff auf Fremddaten

Wie oben bereits erwähnt, verwenden Module in Moodle dieselben Datenhaltungsvorrichtungen, wie die Kernelemente. Da weiterhin häufig ein Einsperren des kompletten Webservers in eine abgesicherte Laufzeitumgebung nicht umgesetzt wird, ergeben sich auch systemweite Sicherheitsprobleme durch die Verwendung dynamischer Skripte, wie sie bei Moodle durch die Verwendung von PHP gegeben sind. Prinzipiell müssen wir zwischen Daten im E-Learning-System selbst und globalen Daten des Servers unterscheiden. In diesem Abschnitt betrachten wir nur Daten im E-Learning-System. Das Beispiel im folgenden Abschnitt wird sich ausführlich mit globalen Datenzugriffen beschäftigen.

Ein Modul in Moodle kann seine Daten in der zentralen Datenbank ablegen. Hierbei wird für das komplette E-Learning-System ein eindeutiger Datenbanknutzer verwendet, um alle Operationen mit der Datenbank durchzuführen. Die Module sehen als Trennung zwischen vorhandenen Daten von Moodle und neuen Daten durch das Modul lediglich verschiedene Tabellen vor, was jedoch auch in erster Linie an bisher unbekanntem Datenrelationen und dem Datenkonzept liegt. Durch die fehlende Trennung in verschiedene logische Datenbanken bzw. einer Unterscheidung der Datenbankbenutzer kann es bei Fehlern im Modul dazu kommen, dass der verwendete Datenbankzugang aufgedeckt wird und potentiell alle Daten ausgelesen oder manipuliert werden.

Da die Module an sich direkt mit dem Moodle-Kern verbunden sind, können E-Learning-spezifische Daten vergleichsweise einfach abgerufen und manipuliert werden bei entsprechenden Fehlern. Ein typisches Angriffsmuster und häufige Schwachstelle webbasierter Anwendungen sind sog. SQL-Injection-Angriffe [Ma09], bei denen bösartige SQL-Statements in Eingabefelder von Web-Formularen eingegeben und ungefiltert an die Datenbank gesendet werden. Eine einzige Lücke in einem eingebundenen Modul kann hierbei ausreichen, um alle Daten der Datenbank zu kompromittieren.

4 Beispiel: TeX-Filter in Moodle

Aufgrund eines fehlenden Sandbox-Prinzips und der uneingeschränkten Einbindung in das Kernsystem können Module zu systemweiten Risiken führen. Dies soll am Beispiel des TeX-Filters bei Moodle veranschaulicht werden.

Wie bereits in Abschnitt 3.4 angedeutet, wird unter dem Begriff „TeX-Filter“ ein Eingabefilter verstanden, der dafür sorgt, dass Formeln in TeX-Notation (eingeschlossen in

$$\text{\$ \$ } (a + b)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} a^{n-k} \cdot b^k \text{\$ \$ }$$

⇓

$$(a + b)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} a^{n-k} \cdot b^k$$

Abbildung 1: Beispiel: ordnungsgemäße Formelnotation.

doppelte Dollarzeichen: „`\$ \$` ... `\$ \$`“) im Hintergrund in Bilder umgewandelt werden, die die Formeln korrekt darstellen und einfach in eine HTML-Seite integriert werden können (vgl. Abb. 1). So ist es möglich, dass auch mathematisch orientierte Fächer ihre Inhalte angemessen in Moodle darstellen können. Dieser Filter steht allen Nutzern im System nach Freischaltung durch den Administrator zur Verfügung, eine feinere Einstellung und Freigabe für bestimmte Benutzer bzw. eine Beschränkung auf bestimmte Kurse ist nicht möglich (→ 3.3: Individualzugriffssteuerung), wodurch die Anzahl möglicher Angreifer im Falle von Sicherheitsproblemen unnötig groß gehalten wird.

Innerhalb weniger Monate sind in diesem besagten Filter jedoch zwei kritische Sicherheitslücken entdeckt und gemeldet worden. Die erste Lücke wurde im Oktober 2008 gefunden und im Dezember, nachdem ein Patch verfügbar war, über die Bugtraq-Mailingliste von Security Focus publiziert [POP08]. Sie bezog sich auf einen Parameter zur Pfadangabe in der Datei „`texed.php`“. Diese Datei hat keine tragende Funktion für den Filter und seine Funktionsweise in Moodle. Die Datei dient Autoren jedoch dazu, die Syntax für ihre Formeleingaben zu kontrollieren und ggf. anzupassen. Die Lücke erforderte in diesem Zusammenhang, dass die Option „`register_globals`“ im PHP Verarbeitungsmodul des Webserver angestellt ist, was seit Version 4.2 (April 2002) aus Sicherheitsgründen standardmäßig nicht mehr der Fall ist. Diese Sicherheitslücke ist daher von eher theoretischer Bedeutung, erlaubt jedoch im Fall der gegebenen Bedingungen das Einschleusen und Ausführen von beliebigem Code, so dass das Moodle-System als ganzes kompromittiert werden kann und auch das Serversystem ausgekundschaftet und ggf. geschädigt werden kann, z.B. durch Nachladen von Schadprogrammen wie Rootkits.

Eine weitere kritische Sicherheitslücke, auf die im Folgenden genauer eingegangen werden soll, ist durch den Autor Mitte März 2009 gefunden und den Moodle-Entwicklern zeitnah mitgeteilt worden (vgl. Bug MDL-18552). Diese Sicherheitslücke vereint nahezu alle oben genannten konzeptuellen Probleme und eignet sich daher besonders gut für eine exemplarische Darstellung der Notwendigkeit der Beachtung gegebener Anforderungen. Konkret handelt es sich bei der Schwachstelle ebenfalls um eine Sicherheitslücke, die auf fehlender Eingabeüberprüfung beruht. In diesem Fall ist jedoch kein Parameter innerhalb der Programmlogik betroffen, der direkt von den PHP Routinen ausgewertet oder an eine Datenbank weitergeleitet wird, sondern die Verwendung von LaTeX zur Evaluation und Übersetzung der eingegebenen Formeln. Seit Moodle Version 1.6 (Juni 2006) wird eine vollständig LaTeX-Umgebung auf dem Server bevorzugt gegenüber dem mitgelieferten „`mimetex`“, das nur einen begrenzten Befehlssatz von LaTeX implementiert und daher weniger mächtig und flexibel ist (→ 3.4: Verallgemeinerung). Vor allem diese Verallgemeinerung führt jedoch zu einer enormen Komplexitätssteigerung bezüglich

```
$$ \input{../../../../htdocs/lms/moodle/config.php} $$
```



```
<?php//MoodleConfigurationFile
unset($CFG);
$CFG->dbtype = 'mysql';$CFG->dbhost = 'localhost'; $CFG->dbname = '
moodle182';$CFG->dbuser = '█'; $CFG->dbpass = '█';$CFG->dbpersist
= false; $CFG->prefix = 'mdl_';
$CFG->wwwroot = 'http://141.99.50.135/lms/moodle';$CFG->dirroot
= '/home/htdocs/lms/moodle'; $CFG->dataroot = '/var/www/localhost/moodledata182';$CFG-
>admin = 'admin';
$CFG->directorypermissions = 00777; //try02777onaserverin.SafeMode
require_ncc("CFG->dirroot/lib/setup.php"); // MAKE SURE WHEN YOU
EDIT THIS FILE THAT THERE ARE NO SPACES, BLANK LINES, //
RETURNS, OR ANYTHING ELSE AFTER THE TWO CHARACTERS
ON THE NEXT LINE. ?;
```

Abbildung 2: Beispiel: Aufdecken der Konfigurationsdatei von Moodle.

der Handhabung dieses Filters, da TeX als Basissystem für die Verwendung in dem Eingabefilter eine Turing-vollständige Sprache darstellt, die auch Dateisystemoperationen in begrenztem Maße unterstützt. Die Folge ist, dass neben der Möglichkeit, vertrauliche Informationen einzulesen und einem Angreifer darzustellen auch Code unter bestimmten Umständen eingeschleust werden kann. Letzteres wurde aufgrund der standardmäßig sehr restriktiven Voreinstellung von LaTeX für die Dateiausgabe (vgl. Option „openout.any“) nicht weiter untersucht.

Die Problematik der Verallgemeinerung und des Drangs nach flexiblen und universell einsetzbaren Modulen hat in diesem Fall die Sicherheitsbedenken ausblenden lassen (→ 3.5: Kontrollinstanz). Auf der Webseite von mimetex wird explizit auf Sicherheitsrisiken hingewiesen, welche in der Implementierung von mimetex berücksichtigt wurden:

```
„\input{filename} behaves just like the corresponding LaTeX command [...]
Moreover, for security, absolute paths with leading /'s or \', and paths with
../'s or ..\'s, are not permitted.“
(http://www.forkosh.com/mimetexmanual.html; 19.03.2009)
```

Die vollständige LaTeX-Installation, wie in dem Zitat angedeutet, unterstützt die Funktion „\input“ zum Einbinden externer Dateien. Die Sicherheitsmaßnahmen, wie im Zitat erwähnt, sind jedoch bei LaTeX standardmäßig ausgestellt aufgrund üblicherweise anderer Einsatzszenarien im Vergleich zu mimetex. Ein Angreifer kann daher bei ausreichender Kenntnis des anzugreifenden Systems vertrauliche Dateiinhalte anzeigen lassen (→ 3.6: Zugriff auf Fremddaten). Abbildung 2 zeigt das Ergebnis bei Einlesen der vertraulichen Konfigurationsdatei von Moodle. Die Konfiguration zeigt hier deutlich, auf welchem Server sich die entsprechende Datenbank von Moodle finden lässt. Weiterhin werden Benutzername und Kennwort im Klartext angezeigt (in der Abbildung geschwärzt). Dies ermöglicht dem Angreifer die gefundenen Daten für einen Direktzugriff auf den Datenbankserver zu verwenden, wodurch sich alle Einträge einschließlich Benutzer- und Kursdaten vollständig manipulieren oder sogar löschen lassen. Der Angreifer kann sich einen

Benutzer mit Administrationsrechten anlegen, um über das System selbst eine angenehmere Darstellung der Daten zu erlangen. Der einzige Schutz hiergegen ist, die Datenbank nicht nach außen zugänglich zu machen, sondern über eine rein lokale Socketverbindung zwischen Webserver und Datenbanksystem zu arbeiten.

Es ist zu beachten, dass nicht nur die Konfigurationsdatei, sondern alle Dateien auf dem Server, die mit den Rechten des Webservers auslesbar sind, auch über diesen Ansatz aufgedeckt werden können (→ 3.2: uneingeschränkte Laufzeitumgebung). Dies schließt Dateien wie „`/etc/passwd`“ ein, um herauszufinden, welche Benutzer auf dem Server existieren, und ob diese bei erfolgreichem Brute-Force-Angriff zum Passwortratzen eine interaktive Shell erhalten. Zum anderen können aber auch alle Dateien, die innerhalb von Moodle hochgeladen wurden und damit im Datenverzeichnis von Moodle abgelegt sind, über diesen Weg trotz eigentlich fehlender Berechtigung ausgelesen werden, z.B. auch ohne in einen entsprechenden Kurs eingetragen zu sein.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Artikel wurden Ziele und mögliche Schwachstellen bei der Verwendung dynamischer Erweiterungsmodule vorgestellt. Die dynamische Erweiterbarkeit ist von hohem Stellenwert, um Ängsten bzgl. der Einschränkung der Freiheit in der Lehre durch restriktive Systeme entgegen zu wirken. Nichtsdestotrotz ergeben sich Sicherheitsprobleme, so dass selbst die Verwendung harmlos erscheinender Eingabefilter die Gesamtsicherheit des Systems beeinträchtigen können.

Am Beispiel von Moodle wurden konkrete Sicherheitsprobleme diskutiert. Es ist hier zu beachten, dass trotz der hohen Gefährdung durch diese Schwachstellen, die Wahrscheinlichkeit, dass diese Lücken in Produktivsystemen zu finden sind, als eher gering eingestuft werden kann. Der erste Fall der Code-Einschleusung und -Ausführung durch fehlerhafte Behandlung eines Parameters erfordert für die tatsächliche Anwendbarkeit, dass eine bereits seit 2002 standardmäßig ausgeschaltete Option in PHP gesetzt ist. Sofern hier nicht ein Administrator entgegen dem expliziten Rat der PHP Programmierer gehandelt hat, ist die Wahrscheinlichkeit der Verwundbarkeit sehr gering.

Die ausführlicher behandelte Lücke ist diesbezüglich interessanter, da die Moodle-Entwickler sich explizit gegen das sicherere Konzept einer eingeschränkten Funktionalität entschieden haben und erst die Standardeinstellung diese Lücke ermöglicht. Dennoch ist in den meisten Fällen davon auszugehen, dass entweder der TeX-Filter aufgrund fehlender Mathematik-Inhalte in Kursen deaktiviert ist, oder zumindest auf den Minimalsatz über `mimetex` zurückgegriffen wird. Eine vollständige LaTeX-Installation ist weniger von server- als von clientseitiger Sinnhaftigkeit und wird daher vermutlich von kaum einer Organisation auf dem Server angeboten.

Obwohl wir uns in diesem Artikel vornehmlich auf konkrete Sicherheitslücken am Beispiel eines einzelnen LMS abgestützt haben, bestehen diese allgemeinen konzeptuellen Schwachstellen bei Modulen auch generell für andere LMS. Die Verwendung von Dynamik impliziert, dass vor Auslieferung einer Software unmöglich alle zukünftigen Konfigu-

rationen vorausgesehen werden können. Folglich muss mit Annahmen gearbeitet werden, die unmöglich alle Fälle exakt abdecken können. Dieses Maß an Unsicherheit führt zu Risiken, die zumindest durch abgeschottete Laufzeitumgebungen abgemildert werden sollten, was sich in der Praxis jedoch fast nicht finden lässt. Hier ist explizit Aufklärungsbedarf und weitere Forschung bezüglich Flexibilität trotz erhöhter Sicherheit und bezüglich Performance-Bedenken durch zusätzliche Kontrollinstanzen vonnöten.

Literaturverzeichnis

- [An01] Anderson, R.J.: Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems. Wiley Computer Publishing, New York, 2001.
- [Ba00] Balzert, H.: Lehrbuch der Software-Technik, Band 1, Software-Entwicklung. Spektrum Akademischer Verlag, 2.. Auflage, 2000.
- [Ei08] Eibl, C.J.: Vertraulichkeit persönlicher Daten in Lern-Management-Systemen. In: Seehusen, S.; Lucke, U.; Fischer, S. (Hrsg.): DeLFI 2008. LNI Band 132, Bonn, September 2008. Köllen Druck+Verlag, Seiten 317–328.
- [Er03] Erickson, J.: Hacking: The Art of Exploitation. No Starch Press, Oktober 2003.
- [ESS07] Eibl, C.J.; von Solms, S.H.; Schubert, S.: Development and Application of a Proxy Server for Transparently, Digitally Signing E-Learning Content. In: Venter, H.; Eloff, M.; Labuschagne, L.; Eloff, J.; von Solms, R. (Hrsg.): New Approaches for Security, Privacy and Trust in Complex Environments. IFIP TC-11, Proc. of IFIPsec 2007, Springer Science+Business Media, Boston, 2007, Seiten 181–192.
- [Hu07] Hubwieser, P.: Didaktik der Informatik. Springer, Berlin, 3. Auflage, 2007.
- [KNW03] Kerres, M.; Nattland, A.; Weckmann, H.-D.: Hybride Lernplattformen und integriertes Informationsmanagement an der Hochschule. In: Dittrich, König, Oberweis, Rannenberg, Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003. Innovative Informatikanwendungen, Band 2, 2003, Seiten 90–96.
- [Ma09] Martin, B.; Brown, M.; Paller, A.; Christley, S.: 2009 CWE/SANS Top 25 most Dangerous Programming Errors. Online: <http://cwe.mitre.org/top25>, Januar 2009.
- [MK07] Meucci, M.; Keary, E. (Hrsg.): OWASP Testing Guide 2.0. Open Web Application Security Project (OWASP Foundation), 2007.
- [POP08] Parata, A.; Ongaro, F.; Pellerano, G.: Moodle 1.9.3 Remote Code Execution. Security Focus – BugTraq, online: <http://www.securityfocus.com/archive/1/499172/30/840/threaded>, Dezember 2008. [19.03.2009]
- [POS05] Pankratius, V.; Oberweis, A.; Stucky, W.: Lernobjekte im E-Learning – Eine kritische Beurteilung zugrunde liegender Konzepte anhand eines Vergleichs mit komponentenbasierter Software-Entwicklung. In: 9. Workshop Multimedia in Bildung und Wirtschaft. TU Ilmenau, September 2005.
- [We05] Weippl, E.R.: Security in E-Learning. Springer Science+Business Media, New York, 2005.

Prozesse und Abläufe beim kollaborativen Wissenserwerb mittels computergestützter Videoannotation

Cristian Hofmann¹, Nina Hollender², Dieter W. Fellner¹

¹TU Darmstadt, Graphisch-Interaktive Systeme / Fraunhofer IGD
Fraunhoferstr. 5, 64283 Darmstadt

²TU Darmstadt, Hochschuldidaktische Arbeitsstelle
Hochschulstr. 1, 64289 Darmstadt

{cristian.hofmann, d.fellner}@gris.informatik.tu-darmstadt.de
hollender@hda.tu-darmstadt.de

Abstract: Computergestützte Annotation und Analyse von Videoinhalten finden zunehmend Anwendung in unterschiedlichen Lehr-Lernszenarien. Eine Reihe von Projekten hat sich mit dem Forschungsbereich Videoannotation mit unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten beschäftigt, diese fokussierten jedoch stets einen oder nur wenige Bestandteile des gesamten Annotationsprozesses. Bisher wurde den einzelnen Aufgaben, Prozessen und Abläufen, die einer (kollaborativen) Annotation von Videos zugrunde liegen, keine ausreichende Beachtung geschenkt. In diesem Beitrag möchten wir unter besonderer Berücksichtigung von einer Applikation in kollaborativen Lehr-Lernsituationen ein Modell präsentieren, das die Phasen, die zu erledigenden Aufgaben sowie die konkreten Abläufe innerhalb von Videoannotationsprozessen beschreibt.

1 Einleitung

Szenario: eine Gruppe von Studenten hat die Aufgabe, mittels einer webbasierten Anwendung Videosequenzen aus Fernseh-Diskussionsrunden bezüglich des Gebrauchs spezifischer Argumentationsstrategien zu analysieren. Dazu markieren sie Objekte und Sequenzen innerhalb der Videos, kategorisieren diese Bereiche in einem weiteren Schritt und fügen Annotationen in Form von eigenen Beschreibungen und Bewertungen über die beobachteten Ereignisse hinzu. Anschließend vergleicht und diskutiert die Gruppe die einzelnen Ergebnisse. Zu diesem Zweck müssen die annotierten Daten der Gruppenteilnehmer, sowie bereits vorhandene Videoanalyseprojekte exploriert werden. Benutzer, die mit einer spezifischen Videoanalyse- bzw. Videoannotationssoftware arbeiten, sehen sich aufgrund der Varietät und Anzahl von zu erledigenden Aufgaben mit schwer überschaubaren Benutzungsschnittstellen konfrontiert. Besonders Anfänger wissen oft nicht, welche konkreten Arbeitsschritte als nächstes zu erledigen und welche Werkzeuge dabei zu verwenden sind [Sp04]. Um diesem Problem entgegenzutreten, muss sich eine Anwendung demnach den Aufgaben, den zum Teil zyklischen Prozessabläufen sowie den entsprechend angemessenen Werkzeugen und Verfahren anpassen.

Unsere Forschungsarbeit fokussiert die Unterstützung von kollaborativen Analysen von Videoinhalten mittels Videoannotationssoftware. Eine wesentliche Eigenschaft von videobasierten Medien ist die Fähigkeit zu Transfer und Reflektion von realen Gegebenheiten auf eine direkte Art und Weise [Ra03]. Dies begründet sich unter anderem durch den hohen Grad an Authentizität und einer als „natürlich“ empfundenen Präsentationsform [Br03]. Diese „zusätzliche Lebendigkeit“ bietet Aufmerksamkeits- und Motivationsanreize an und gestattet zudem eine Unterstützung und sogar die Steuerung von kognitiven Verarbeitungsprozessen [Ma01] [Sc00]. Weiterhin können durch Videos dynamische Prozessabläufe auf eine verbesserte Weise visualisiert werden [Fi05]. Dies kann dann gelten, wenn Prozesse nicht in der Realität beobachtbar oder kaum verbal zu verdeutlichen sind [ZF03]. Annotationsverfahren generieren referenzierbare multimediale Dokumente, die als Mittel zur Beschreibung, Dokumentation und Validierung von Analyseergebnissen dienen [HHK08] [MJ06]. Durch die Möglichkeit, zusätzliche Informationen beliebigen Medienformats wie Texte oder Graphiken zu annotieren, wird ein „Aufbruch“ der ursprünglich linearen Rezeptionsweise klassischer Videopräsentationen erreicht, hin zu einem nicht-linearen Organisationskonzept für interaktive Videoinformationen [Fi05]. Für den Nutzer resultieren daraus Möglichkeiten zur aktiven und selektiven Exploration des Informationsraums, bei der er selbstständig den Pfad durch die Inhalte bestimmen kann [SFZ06]. Bei kooperativen Lernprozessen mit Video spielt das visuelle Referenzieren spezifischer Regionen innerhalb eines Videos eine wichtige Rolle und wird bei Face-To-Face-Situationen oft durch deiktische Gesten erreicht [PLR06].

In den vergangenen Jahren hat der Forschungsbereich um computergestützte Videoannotation starken Zuwachs erhalten. Entsprechende Lösungen wurden für unterschiedliche Einsatzfelder realisiert, so z.B. für interaktive audiovisuelle Präsentationen in E-Commerce und Edutainment, oder interaktive technische Dokumentationen [Ri07]. Für den Einsatz von Videoannotationssoftware beim kollaborativen Wissenserwerb können eine Reihe von Anwendungsszenarien lokalisiert werden. An Seminaren eines Fachbereichs für Filmwissenschaften einer amerikanischen Hochschule wurden zwei unterschiedliche Verfilmungen des Stücks „Henry V“ von studentischen Gruppen hinsichtlich der Umsetzung des Originaltextes durch verschiedene Schauspieler und Regisseure analysiert [PLR06]. Verschiedene Projekte berichten von computergestützter Analyse von Unterrichtsvideos in der Lehramtsausbildung, bei denen Aufzeichnungen von sog. Lehrproben nachträglich reflektiert werden [HMP05] [SHH07]. Weitere Anwendungsbeispiele finden sich bei Bewegungsanalysen in den Sportwissenschaften oder auch Kompetenztrainings zur Erweiterung von Fähigkeiten in den Bereichen Präsentation und Argumentationstechnik [HHD08].

Viele Disziplinen sind dem Forschungsbereich Kollaborative Videoannotation angegliedert, z.B. Hypermedia Forschung, CSCL, Mensch-Computer-Interaktion oder Videoanalyse [Fi05] [HHD08] [HH07] [PLR06] [SFZ06]. Diese beschäftigen sich jeweils mit einem oder nur wenigen Bereichen innerhalb des gesamten Annotationsprozesses. Bisher wurde den einzelnen Aufgaben, Prozessen und Abläufen, die einer (kollaborativen) Annotation von Videos zugrunde liegen, keine ausreichende Beachtung geschenkt [HHK08].

Ein vollständiger Annotationsprozess beinhaltet zahlreiche Phasen und zu erledigende Aufgaben, die mit Hilfe einer Vielzahl von unterschiedlichen Werkzeugen und Verfahren bearbeitet werden können [HB92]. Dementsprechend sehen sich Benutzer solcher Anwendungen oft mit komplexen Benutzungsoberflächen konfrontiert, die viele Bedienungsoptionen und aufrufbare Werkzeuge anbieten [Sp04]. Derartige Benutzungsoberflächen können einen solchen Aufwand für das bloße Zurechtfinden und Bedienenlernen abfordern, dass eigentliche inhaltliche Lernprozesse im Rahmen der Videoannotation beeinträchtigt werden können. Damit sind also zunächst zwei Arten von Lernprozessen zu unterscheiden: Zum einen erlernen Benutzer, die Videoannotationssoftware zu bedienen. Darüber hinaus gibt es Lernprozesse, die mit der inhaltlichen Auseinandersetzung mit Videomaterial verknüpft sind. Zusätzlich kann auch das Erlernen von Methoden, also z.B. die Vorgehensweise bei quantitativen Videoanalysemethoden, als weiterer Lernprozess gesehen werden. Die vorliegende Arbeit setzt sich zum Hauptziel, die Belastung durch die Bedienung der Software möglichst gering zu halten, so dass Lernende den Fokus auf inhaltliche Lernziele rücken können. Weiterhin wird das Erlernen von Methoden unterstützt durch Anbieten einer visuellen Brücke zwischen Methoden und zugehörigen Werkzeugen. In diesem Zusammenhang zielt unsere Forschungsarbeit darauf ab, Übergänge zwischen einzelnen Phasen und Aufgaben, aber auch insbesondere durch kollaboratives Schaffen bedingte Schleifen und Rücksprünge innerhalb des Annotationsprozesses seitens der Benutzungsschnittstelle zu unterstützen. Konkret sollen zur Verfügung stehende Werkzeuge und Verfahren abhängig von der aktuellen Phase im Annotationsprozess zum richtigen Zeitpunkt bzw. im richtigen Kontext hervorgehoben werden, während nicht relevante Elemente in den Hintergrund gestellt werden. Dies entspricht der Verwendung von „Affordanzen“ (engl. affordances) und Einschränkungen im Sinne von Norman [No88] zur Vereinfachung der Interaktion mit einer Schnittstelle. Da insbesondere Laien bzw. Anfänger in einer Domäne häufig Probleme haben, ihren Lernprozess angemessen zu steuern [Ba00] [Sp04] sollen Lernenden zudem Statusinformationen angeboten werden über den zu erledigenden Aufgabenbereich, bereits erledigte Aufgaben, und die nächsten durchzuführenden Schritte. Vor allem unter der Annahme, dass das Erlernen der Bedienung von Videoannotationssoftware nicht das primäre Lernziel sein soll, erwarten wir eine wesentliche Entlastung von Lernenden hinsichtlich der Handhabung derartiger Anwendungen.

In diesem Beitrag stellen wir unsere Ergebnisse aus der Analyse von Phasen, Aufgaben und gängigen Verfahren vor, bei der ein besonderes Augenmerk kollaborativen Szenarien galt. Dazu soll ein entsprechendes strukturelles Modell exemplifiziert werden. Die Ergebnisse basieren auf Experteninterviews sowie aus einer vergleichenden Analyse von fünfzehn aktuellen Videoannotations- bzw. Videoanalyseanwendungen.

2 Prozesse und Abläufe beim kollaborativen Annotieren von Videos

Bezüglich einer zukünftigen Realisierung eines Systems, das Übergänge zwischen einzelnen Phasen, Aufgaben und durch kollaborative Aktivitäten bedingte Schleifen und Rücksprünge unterstützt, haben wir als ersten Schritt ein Modell aufgestellt, das die Arbeitsabläufe beim kollaborativen Annotieren von Videos beschreibt. Zu diesem Zweck haben wir Experten aus dem Bereich wissenschaftlicher Videoanalysen am IPN Kiel und am Institut für Sportwissenschaften an der Technischen Universität Darmstadt interviewt. Darüber hinaus führten wir Gespräche am IWM Tübingen, welche Studien zum kooperativen Design von videobasierten Hypermedien in der universitären Lehre geleitet haben [SFZ06]. Das Modell basiert ebenfalls auf gegebener Literatur zum Workflow von Videoanalyseprozessen [BFW07] [BCR04] [HHK08] [HB92] [MJ06] [PH07] [Ra03] [SPK05]. Die lokalisierten Veröffentlichungen fokussieren zu meist unterschiedliche Teilaspekte des gesamten Annotationsprozesses. Darüber hinaus wird der Aspekt einer kollaborativen Zusammenarbeit nicht berücksichtigt. Zu diesem Zweck haben wir die einzelnen Berichte und Ergebnisse zu einem gemeinsamen Modell zusammengefasst und anschließend durch die Beschreibung von kollaborativen Aktivitäten, die durch eine Gruppe von Benutzern bzw. Lernenden durchgeführt werden, erweitert. Dazu wurden Erkenntnisse aus Seminaren zu kollaborativem Hypermedia Design in das Modell integriert [SFZ06]. Wir haben ebenfalls eine vergleichende Analyse von fünfzehn Videoannotationssystemen hinsichtlich Funktionalitäten bzw. Diensten, Benutzungsschnittstellen- und Interaktionsdesign durchgeführt. Auf diese Weise konnten wir herausfinden, welche spezifischen Dienste derzeit angeboten werden und damit auch welche Aufgaben beim Analysieren von Videos durch Annotationssoftware erledigt werden können.

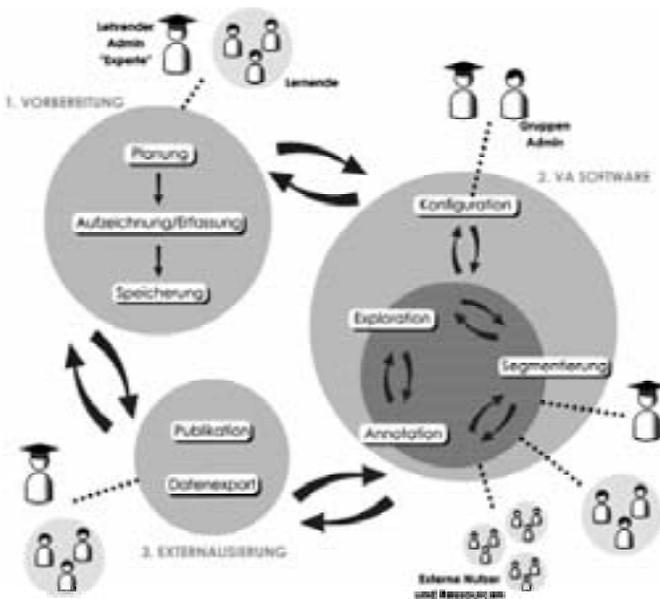


Abbildung 1: Prozessabläufe bei kollaborativer Videoannotation.

Wie in Abb. 1 zu sehen ist, kann der Annotationsprozess in drei grundlegende Phasen gegliedert werden: *Vorbereitung*, *Arbeit mit der Annotationssoftware* und *Externalisierung*. Im Folgenden sollen die wesentlichen Bestandteile dieser Arbeitsphasen erläutert werden.

2.1 Vorbereitung

Die Vorbereitungsphase impliziert alle Aufgaben und Arbeitsschritte, die vor der eigentlichen Analysetätigkeit mit Hilfe der spezifischen Software erledigt werden müssen.

2.1.1 Planung

Am Anfang eines Projekts müssen ggf. diverse Entscheidungen hinsichtlich der Videoaufzeichnungsprozedur getroffen werden, beispielsweise wie viele Kameras verwendet werden sollen, ob und welche Art von Beleuchtung notwendig ist, ob ein Storyboard erstellt werden muss, etc. [PH07] [Ra03]. Weiterhin muss in Erwägung gezogen werden, ob Zusatzinformationen wie Sensor- oder Eye-Tracking-Daten parallel zur Videoaufzeichnung erfasst werden sollen [BR04] [HHK08]. Aus methodischer Sicht muss unter Umständen ein theoretisches Rahmenwerk gebildet werden, das die Identifikation von Forschungsfeldern, Forschungsfragen und Hypothesen einbezieht [SPK05]. In Videoanalyseszenarien wird oftmals basierend auf Categoriesystemen annotiert. Diese werden entweder deduktiv anhand einer Theorie oder induktiv basierend auf gegebenem Videomaterial entwickelt [BD06] [Li06] [MJ06] [SPK05].

2.1.2 Aufzeichnung/Erfassung

Im nächsten Schritt wird das Video aufgezeichnet und die zusätzlichen Daten erfasst. Wenn das Informationsmaterial bereits vorhanden ist, können die Daten aus diversen spezifischen Datenbanken oder Speichermedien einbezogen werden [HHK08] [MJ06] [PH07].

2.1.3 Speicherung

Abhängig vom Format der erfassten Daten müssen die Videoinhalte zu konformen Dateien enkodiert oder digitalisiert werden [MJ06] [PH07]. Anschließend werden die Dateien gespeichert und innerhalb des Speicherbereichs organisiert [PH07]. Dieses kann zu einem erneuten Aufbereiten der Videodateien zu feiner granulierten Einheiten führen [HHK08] [SFZ06].

2.2 Arbeit mit der Annotationssoftware

Grundsätzlich beinhaltet die Arbeit mit der Annotationsanwendung Aktivitäten von der Systemkonfiguration, Videosegmentierungs- und -annotationsprozeduren, bis hin zu Informationsaustausch.

2.2.1 Konfiguration

Bevor die (kollaborative) Arbeitsphase eingeleitet wird, müssen die Teilnehmenden erfasst und Benutzeraccounts und Benutzergruppen zugewiesen werden. Die Zuweisung zu Gruppen entspricht dabei den spezifischen Aufgaben oder den verknüpften zu untersuchenden Teilen des Videos. Benutzer werden Rollen zugesprochen, welche üblicherweise mit Zugangsrechten und -beschränkungen verbunden sind. Vor und während des Annotationsprozesses kann ein Gruppenadministrator Aufgaben und Aufgabenbereiche unter den Gruppen und Gruppenmitgliedern aufteilen [LTS03] [VSN05]. Darüber hinaus können spezifische Projektkonfigurationen wie z.B. individuelle Einstellungen an der Benutzungsoberfläche editiert werden [BR04]. In Videoanalyseprojekten muss (falls verwendet) ein oder mehrere Categoriesystem in Form eines Metaschemas in das Annotationssystem übertragen werden [Li06]. Dabei muss eine nachträgliche Modifikation von Categoriesystemen gestattet sein, insbesondere wenn ein induktiver bzw. einvernehmlicher Ansatz verfolgt wird [BD06].

Die folgenden drei Phasen – *Segmentierung*, *Annotation*, *Exploration* – sehen wir als eine (kollaborative) Einheit. In diesen Phasen stehen inhaltliche Lernprozesse bei der Auseinandersetzung mit Videomaterial im Vordergrund. Pea und Hoffert beschreiben den Prozess der Videoanalyse als eine Anordnung von Aktivitäten der Zerlegung (segmentieren, kodieren, kategorisieren, transkribieren) und des Wiederausammenfassens (bewerten, interpretieren, reflektieren, vergleichen, zusammenstellen) der Videoinhalte, welche in starker Wechselbeziehung zueinander stehen [BD06] [PH07]. Dabei wird ein komplexer Prozess durchlaufen, der zyklische und iterative Schleifen beinhaltet, in denen Analytiker abwechselnd markieren und kategorisieren, bewerten und reflektieren, sowie nach vorhandenen Informationen und Resultaten suchen. Diese Prozesse werden von Datenüberprüfungen, Vergleichen und daraus folgenden Modifikationen begleitet [PH07] [Ra03] [SFZ06]. So gesehen, müssen die Phasen Segmentierung, Annotation und Exploration – als den beschriebenen Arbeitsschritten übergeordnete Phasen – ebenfalls zusammenhängend betrachtet werden. Für kollaborative Szenarien muss zudem beachtet werden, dass es sich bei Informationen, die sich aus den Segmentierungs- und Annotationsphasen ergeben, um verteilte kollaborative Beiträge handeln kann. Darüber hinaus kann Exploration auch kollaborative Aktivitäten implizieren [BCR04] [BR04] [NRC93]. In den folgenden Abschnitten sollen die drei Prozessphasen, auch unter Berücksichtigung ihrer kollaborativen Aspekte, exemplifiziert werden.

2.2.2 Segmentierung

Die Annotatoren beginnen mit der Markierung von relevanten Inhalten, indem sie die Videosequenz in kleinere Video-Subsets aufteilen. Zu diesem Zweck können generell sowohl manuelle als auch halb- und vollautomatische Verfahren benutzt werden [Fi05] [Ki08] [PH07]. Beispiele dafür sind manuelles Selektieren von Zeitpunkten innerhalb der Wiedergabefläche oder einer Zeitleistendarstellung [Ki08] [Li06], die semiautomatische Keyframe-Methode, welche sich auf lineare Interpolation stützt [Fi05] [HH07], oder automatische Ansätze wie Object/Scene Detection, Scene-based Event Logging, oder Object of Focus Detection [Ba04] [Be04] [SW05].

In Bezug auf den Zeitcode, in welchem Ereignisse auftreten, können entweder Zeitpunkte als Einzelbild oder Zeitintervalle als eine Reihe von aufeinanderfolgenden Einzelbildern definiert werden. Darüber hinaus ist es meistens notwendig, diese zeitlichen Angaben durch räumliche Informationen zu erweitern, um auf räumliche Bereiche innerhalb der Videofläche verweisen oder „zeigen“ zu können [Fi05] [HH07] [Ki08] [PLR06]. Videosegmente können entweder von einer einzelnen Person, aber auch von einer verteilten Gruppe von Lernenden gemeinsam erstellt und editiert werden. Stahl und Kollegen berichten beispielsweise von Hochschulkursen, in denen Studenten zunächst die zu definierenden Segmente konzipierten und diskutierten, bevor die erforderlichen Informationen in das System eingegeben wurden [SFZ06]. Um Vorgänge des *Distributive Authoring* zu koordinieren und unterstützen, werden systemintern Annotationen in Form von kommunikativen Beiträgen verwendet. In einigen der identifizierten Anwendungsszenarien wird zudem die Segmentierungsaufgabe geteilt und diese Teilaufgaben verschiedenen Benutzern oder Benutzergruppen zugewiesen. Beispielsweise segmentiert Gruppe A das Video gemäß einer bestimmten Eigenschaft 1, Gruppe B sucht nach Eigenschaft 2, usw. Weiterhin können Benutzer und/oder Gruppen auch innerhalb des gleichen Projekts mit unterschiedlichen Categoriesystemen bzw. Segmentierungsanleitungen arbeiten.

2.2.3 Annotation

Nach Erstellung von Videosegmenten werden diese mit bestimmten Informationen annotiert. Anschließend werden die Annotationen angeordnet, für gewöhnlich anhand einer ebenenbasierten Zeitleiste [Ki08] [Li06].

Annotationen lassen sich in unterschiedliche Typen gliedern. Beispielsw. können Segmente mit Metadaten oder spezifischen Beschreibungsinformationen versehen werden. Videoannotation setzt typischerweise eine Klassifizierung von Videoelementen wie Ereignisse oder Objekte gemäß einer bestimmten vordefinierten Ontologie der vorliegenden inhaltlichen Domäne voraus. So ist beispielsweise Tagging ein nützliches Verfahren zur Organisation und Strukturierung von videobasierten Informationen [BFW07]. Semantische Videoannotation, insbesondere in Verbindung mit der Nutzung von Ontologien, ist ein fundamentales Werkzeug zur Bewältigung einer wachsenden Anzahl von videobasierten Informationen, die eine Nachfrage nach geeigneten Such- und Abfragemechanismen mit sich zieht [BBS08].

Mittels Annotationen können Lernende beobachtetes Verhalten, Ereignisse oder Objekte innerhalb des Videos beschreiben. In den meisten Fällen werden dazu freie Textannotationen verwendet. In diesem Kontext können auch andere beliebige Medienformate integriert werden [Fi05]. Eine andere Aufgabe in der Annotierungsphase kann das Transkribieren von verbaler oder nonverbaler Kommunikation zwischen Charakteren des Videos sein. Dieses Verfahren wird oft im Rahmen von Kommunikations- oder Interaktionsanalysen angewandt [MJ06]. Bei der Analyse von Videos beinhaltet die Annotationsphase auch Bewertungs-, Interpretations- und Reflektionsaktivitäten. Diese können entweder qualitativ durch Gruppendiskussion oder quantitativ mit Hilfe von spezieller Software durchgeführt werden [HHK08] [PH07].

Entsprechend dem Vorgehen bei Segmentierungsaufgaben, kann auch die spezielle Annotationsaufgabe aufgeteilt und verschiedenen Nutzern und Nutzergruppen zugewiesen werden. In diesem Fall erhält jeder Teilnehmende schreibenden Zugriff auf die Annotationen seiner Gruppe und ist in der Lage, diese zu modifizieren. Demnach handelt es sich bei diesen Annotationen um verteilte kollaborative Beiträge [Fi05] [HH07].

Kommunikationsbeiträge sind ein essentieller Annotationstyp im Bezug auf kollaborative Anwendungsszenarien. Sie ermöglichen eine systeminterne Kommunikation zwischen Co-Annotatoren sowie organisatorische Absprachen hinsichtlich gemeinsam zu bearbeitenden Aufgaben. Die meisten der von uns analysierten Applikationen bieten dazu die Eingabe von textuellen Beiträgen ähnlich Diskussionsforen des Internets. Weiterhin ist es bei einer räumlichen Trennung von Annotatoren notwendig, dass diese ihre eigenen Annotationen, Ergebnisse und den Arbeitsverlauf mit anderen Teilnehmern diskutieren [BCR04] [BR04] [NRC93]. Demnach ist Diskussion ein wesentlicher Bestandteil von kollaborativen Annotationsprozessen. Im Kontext von einvernehmlichen Ansätzen ist Diskussion ein Mittel zur Gewährleistung von Übereinstimmung und Konsistenz von Resultaten verschiedener Annotatoren. Diskussion führt dabei häufig zu Rücksprüngen zu vorangegangenen Phasen innerhalb des Prozesses. Letztendlich ergeben sich die finalen Resultate eines kollaborativen Annotationsprojekts aus der Traversierung von iterativen Schleifen innerhalb des Gesamtprozesses, bei denen die Daten stetig modifiziert und angepasst werden. Beispielsweise berichten die interviewten IPN Experten von Trainingsphasen, die vor dem eigentlichen Analysieren der Videos durchlaufen werden. Diese Phasen dienen vorwiegend der Erlangung und Erweiterung von grundlegenden Fähigkeiten [SFZ06]. Außerdem werden Checks hinsichtlich Objektivität und Reliabilität anhand von unterschiedlichen Übereinstimmungsmaßen durchgeführt, welche oft zu Rücksprüngen in die Planungs- und Konfigurationsphasen führen [HHK08] [Li06] [MJ06] [SPK05]. Folglich halten wir als relevante Lernaktivität den Vergleich mit Informationen anderer Lernenden fest [HHD08].

2.2.4 Exploration

Suchen und Durchstöbern gehen stets einher mit Segmentierungs- und Annotationstätigkeiten. Pea und Hoffert stellen fest, dass das Begutachten von eigenen Daten notwendig ist, um Analysen auf eine angemessene Weise durchzuführen. Insbesondere hinsichtlich kollaborativer Prozesse benötigen Lerner Informationen über Resultate von Co-Annotatoren oder Experten, wie auch Daten aus externen Quellen [HHD08]. Eine Exploration von externen Informationen ist in diesem Zusammenhang eine essentielle Lernaktivität, denn so wird ein Vergleich mit Informationen von anderen Lernenden oder Experten ermöglicht. In den vom IPN beschriebenen Trainingsphasen beispielsweise betrachten Anfänger bereits annotierte bzw. analysierte Videos und vergleichen ihre eigenen Ergebnisse mit denen von erfahrenen Kollegen [HHD08].

Die Exploration von Informationen anderer Lernender kann auch in Prozessen eine Rolle spielen, die sich – zumeist asynchron – über einen längeren Zeitraum erstrecken. In diesem Fall müssen Lernende, die sich erneut in das System einloggen, zunächst Änderungen und neue Beiträge sichten, die sich im Zeitraum ihrer Abwesenheit ereignet haben.

Hier dient Exploration der Gewährleistung von *Change Awareness* [TG06]. Weiterhin ist es möglicherweise notwendig, dass Chat- oder Kommentar-Histories durchforstet werden müssen [BFW07].

Ein wesentlicher Aspekt der Exploration von videobasierten Annotationsdaten ist die Restrukturierung von dargestellten Informationen. Um wichtige Lernaktivitäten wie Vergleiche und Gegenüberstellungen zu unterstützen, müssen Lernende eigenständig die Datenpräsentation umstrukturieren und filtern können. Wie Pea und Hoffert aufzeigen, gehört das Zusammenstellen von ähnlich kategorisierten Daten sowie statistische Vergleiche zu den Aktivitäten des „Wiederzusammenfassens“ eines Videos [PH07]. Dies ermöglicht die Erschließung von multiplen Sichten auf das Video. Folglich unterstützt Exploration auch eine Reflektion von Prozess und Resultaten. Auch dies wird als relevanter Aspekt respektive Lehr-Lernsituationen angesehen, denn auf diese Weise erhalten Lernende eine Sicht auf die angebotenen videobasierten Lerninhalte, die über ihren eigenen subjektive Blickpunkt hinausgeht [SFZ06] [VSN05].

2.3 Externalisierung

Externalisierung umfasst alle Aktivitäten, die ohne Nutzung der Videoannotationssoftware ausgeführt werden. Dazu gehört die Veröffentlichung von Ergebnissen. Dies beginnt mit der Editierung und Umwandlung der Daten in unterschiedliche Formate und fährt fort mit der Informationspräsentation mittels angemessenen Medienformaten [PH07]. Veröffentlichte Ergebnisse können beispielsweise für demonstrative Zwecke genutzt werden. In der *CPV Video Study Physics* beispielsweise wurden ausgewählte Unterrichtssequenzen in der Lehramtsausbildung als Beispiele der „guten“ Praxis eingesetzt [MJ06]. Wie oben erwähnt, können Datenbanken mit bereits analysierten bzw. annotierten Videoinhalten als digitale Ressource für Informationsabfragen in nachfolgenden Annotationsprojekten dienen.

Oft ist es notwendig, Daten zur weitergehenden analytischen Begutachtung durch spezifische Software zu exportieren. Lernende müssen unter Umständen Überblicke und Zusammenstellungen von ähnlich kategorisierten Inhalten erstellen, sowie Vergleiche von annotierten Daten durchführen [HHK08] [PH07]. Die Experteninterviews ergaben, dass Informationen in beliebig unterschiedliche Formate exportiert werden. Dies reicht von Text- und Transkriptionsdateien bis hin zu Zusammenfassungen von Videosegmenten. Demnach werden weitergehende analytische Vorgänge mittels Werkzeugen und Diensten ausgeführt, die zumeist nicht von der vorhandenen Annotationssoftware angeboten werden.

3 Zusammenfassung

In diesem Artikel haben wir ein Modell illustriert, das einzelne Aufgaben, Phasen und iterative Schleifen innerhalb eines kollaborativen Videoannotationsprozesses aufzeigt. Wir haben drei Arten von Lernprozessen unterschieden: Erlernen der Softwarebedienung, videobezogene inhaltliche Lernprozesse und Lernprozesse bezogen auf Methoden

und Vorgehensweisen. Als inhaltliche Lernaktivitäten haben wir auf der einen Seite die Auseinandersetzung mit den gegebenen Videoinhalten beim Segmentieren und Annotieren und auf der anderen Seite den Vergleich Exploration von Resultaten anderer Projektteilnehmer, Experten oder Datenbanken von bereits annotierten Videos identifiziert. Exploration ermöglicht eine Erschließung von Videos in multiplen Sichten, die über den eigenen subjektiven Blickpunkt hinausgehen. Dies führt oftmals zu einer Revision und Modifikation von Ergebnissen.

Ausgehend von dem hier beschriebenen Modell haben wir eine service-orientierte Referenzarchitektur entwickelt, die Steuerung, Regulation und Übergänge zwischen einzelnen Arbeitsphasen und Aufgaben unterstützt. Momentan arbeiten wir seitens der Benutzungsschnittstelle an der visuellen Präsentation von Aufgaben und Arbeitsschritten sowie an der Gestaltung von angemessenen Interaktionsstrategien. Zusammenfassend erwarten wir eine verbesserte Handhabung von Videoannotationssoftware sowie einen flüssigeren Prozessablauf, so dass folglich die eigentlichen inhaltlichen Lernprozesse im Rahmen der Videoannotation in den Fokus treten.

Literaturverzeichnis

- [BFW07] Baecker, R.M., Fono, D., Wolf, P.: Toward a Video Collaboratory Video research in the learning sciences. In (Goldman, R., Pea, R., Barron, B., and Derry, S.J., Hrsg.): Video Research in the Learning Sciences. Lawrence Erlbaum Associates, 2007; S. 461-478.
- [Ba04] Banerjee, S. et al.: Creating multi-modal, user-centric records of meetings with the carnegie mellon meeting recorder architecture. In: IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Meeting Recognition Workshop, Montreal 2004.
- [Ba00] Bannert, M.: The effects of training wheels and selflearning materials in software training. In: Journal of Computer Assisted Learning 16, 2000; S. 336-346.
- [Be04] Bertini, M. et al.: Applications ii: Semantic video adaptation based on automatic annotation of sport videos. In: Proc. 6th ACM SIGMM Int. Workshop on Multimedia Information Retrieval, New York 2004. ACM Press, New York, 2004; S. 291-298.
- [BBS08] Bertini, M., Del Bimbo, A., and Serra, G.: Learning ontology rules for semantic video annotation. In: Proc. 2nd ACM Workshop on Multimedia Semantics MS '08. ACM Press, New York, 2008; S. 1-8.
- [BD06] Bortz, J., Döring, N.: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer, Berlin, 2006.
- [Br03] Braun, N.: Nonlinear Storytelling: Programmierter, interaktiver Narrationsansatz für kontinuierliche Medien. Dissertation, Technische Universität Darmstadt, 2003.
- [BCR04] Brugman, H., Crasborn, O.A., Russel, A.: Collaborative annotation of sign language data with peer-to-peer technology. In: Proc. 4th Int. Conf. on Language Resources and Evaluation, Lisbon 2004. European Language Resources Association, Paris, 2004; S. 213-216.
- [BR04] Brugman, H., Russel, A.: Annotating multi-media / multi-modal resources with ELAN. In: Proc. 4th Int. Conf. on Language Resources and Evaluation, Lisbon 2004. European Language Resources Association, Paris, 2004; S. 2065-2068.
- [Fi05] Finke, M.: Unterstützung des kooperativen Wissenserwerbs durch Hypervideo-Inhalte. Dissertation, Technische Universität Darmstadt, 2005.
- [HHK08] Hagedorn, J., Hailpern, J., Karahalios, K.G.: VCode and VData: illustrating a new framework for supporting the video annotation workflow. In: Proc. Working Conf. on Advanced Visual Interfaces, Napoli 2008. ACM Press, New York, 2008; S. 317-321.

- [HB92] Harrison, B.L. and Baecker, R.M.: Designing video annotation and analysis systems. In: Proc. Conf. on Graphics Interface '92, Vancouver 1992. Morgan Kaufmann Publishers, 1992; S. 157-166.
- [HH07] Hofmann, C., Hollender, N.: Kooperativer Informationsaustausch mit Hypervideo: Potentiale für das Web 2.0. In: Proc. Pre-Conf. Workshops of DeLFI 2007, Logos Verlag, Berlin, 2007.
- [HHD08] Hollender, N., Hofmann, C., Deneke, M.: Principles to reduce extraneous load in web-based generative learning settings. In: Workshop on Cognition and the Web 2008, S. 7-14.
- [HMP05] Huppertz, P., Massler, U., Ploetzner, R.: V-share - video-based analysis and reflection of teaching experiences in (virtual) groups. In: Proc. Of the 2005 Conf. on Computer Support For Collaborative Learning, Taipei 2005. International Society of the Learning Sciences, 2005; S. 232-236.
- [Ki08] Kipp, M.: Spatiotemporal Coding in ANVIL. In: 6th Int. Conf. on Language Resources and Evaluation. European Language Resources Association, Marrakech, 2008.
- [LTS03] Lin, C.Y., Tseng, B.L. Smith, J.R.: Video Collaborative Annotation Forum: Establishing Ground-Truth Labels on Large Multimedia Datasets. In: TRECVID 2003 Workshop, 2003.
- [Li06] Link, D.: Computervermittelte Kommunikation im Spitzensport. Sportverlag Strauß, Köln, 2006.
- [Ma01] Mayer, R.E.: Multimedia Learning. Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
- [MJ06] Mikova, M., Janik, T.: Analyse von gesundheitsfördernden Situationen im Sportunterricht: Methodologisches Vorgehen einer Videostudie. In (Mužík, V., Janík, T., Wagner, R., Hrsg.): Neue Herausforderungen im Gesundheitsbereich an der Schule. Was kann der Sportunterricht dazu beitragen? MU, Brno, 2006; S. 248 -260.
- [No88] Norman, D.A.: The design of everyday things. Basic Books, New York, 1988.
- [NRC93] National Research Council Committee on a National Collaboratory: National Collaboratories: Applying information technology for scientific research. Nation Academy Press, Washington, 1993.
- [PLR06] Pea, R., Lindgren, R., Rosen, J.: Computer-supported collaborative video analysis. In: 7th Int. Conf. on Learning Sciences, Bloomington 2006. International Society of the Learning Sciences, 2006; S. 516-521.
- [PH07] Pea, R., Hoffert, E.: Video workflow in the learning sciences: Prospects of emerging technologies for augmenting work practices. In (Goldman, R., Pea, R., Barron, B., Derry, S.J., Hrsg.): Video Research in the Learning Sciences. Lawrence Erlbaum Associates, London, 2007; S. 427-460.
- [Ra03] Ratcliff, D.: Video Methods in Qualitative Research. In (Camic P.M., Rhodes, J.E., Yardley, L., Hrsg.): Handbook of Qualitative Research in Psychology: Expanding Perspectives in Methodology and Design. American Psychological Association, Washington, 2003; S. 113-130.
- [RI07] Richter, K., Finke, M., Hofmann, C., Balfanz, D.: Hypervideo. In (Pagani, M., Hrsg.): Encyclopedia of Multimedia Technology and Networking. Idea Group Pub, 2007; S. 641-647.
- [Sc00] Schwan, S.: Video in Multimedia-Anwendungen. Gestaltungsanforderungen aus kognitionspsychologischer Sicht. In (Krampen, H. Zayer, (Hrsg.): Psychologiedidaktik und Evaluation II: Neue Medien und Psychologiedidaktik in der Haupt- und Nebenfachausbildung. Deutscher Psychologenverlag, Bonn, 2000; S. 55-72.
- [SFZ06] Stahl, E.; Finke, M.; Zahn, C.: Knowledge Acquisition by Hypervideo Design: An Instructional Program for University Courses. In Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, Vol. 15, Nr. 3, 2006; S. 285-302.

- [SHH07] Schmellekamp, D.; Holodynski, M.; Haaser, K.: Studieren geht über probieren?! Computerbasierte Analyse von Unterrichtsvideos in der Ausbildung von Lehramtsstudierenden. In (Berendt, B., Voss, H.P., Wildt, J., Hrsg.): Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten. [Teil] D. Medieneinsatz. Elektronische Medien. Raabe, Berlin, 2007.
- [Sp04] Spiers, J.A.: Tech Tips: Using Video Management/Analysis Technology in Qualitative Research. In: International Journal of Qualitative Methods, 3(1), 2004; Article 5.
- [SPK05] Seidel, T., Prenzel, M., Kobarg, M. (Hrsg.): How to run a video study. Technical report of the IPN Video Study. Waxmann, Münster, 2005.
- [SW05] Snoek, C. G. M., Worrying, M.: Multimodal video indexing: A review of the state-of-the-art. In: Multimodal Tools and Applications. Springer, 2005; S. 5-35.
- [TG06] Tam, J. and Greenberg, S.: A framework for asynchronous change awareness in collaborative documents and workspaces. In: Int. J. of Man-Machine Studies 64(7), 2006; S. 583-598.
- [VSN05] Volkmer, T., Smith, J. R., Natsev, A.: A web-based system for collaborative annotation of large image and video collections: an evaluation and user study. In: 13th Annual ACM international Conference on Multimedia, Singapore 2005. ACM Press, New York, 2005; S. 892-901.
- [ZF03] Zahn, C., Finke, M.: Collaborative knowledge building based on hyperlinked video. In (Wasson, B., Baggetun, R., Hoppe, U., Ludvigsen, S., Hrsg.): Proc. Int. Conf. on Computer Support for Collaborative Learning, Bergen 2003. InterMedia, 2003; S. 173-175.

Electures-Wiki – Aktive Nutzung von Vorlesungsaufzeichnungen

Christoph Hermann
Georges-Köhler-Allee 51
79115 Freiburg

hermann@informatik.uni-freiburg.de

Andreas Janzen
Margueritenweg 3
70563 Stuttgart

andreas.janzen@gmail.com

Abstract: Wir beschreiben die Integration von Vorlesungsaufzeichnungen und einem Wiki unter Verwendung des von uns entwickelten Tools namens *aofconvert*, das es Studierenden ermöglicht, Vorlesungsaufzeichnungen zu einem exakt definierten Zeitpunkt im Wiki visuell zu referenzieren. Die hiermit erreichte starke Integration zwischen einem Wiki und Vorlesungsaufzeichnungen ermöglicht es Studierenden Themen, die in der Vorlesung behandelt werden, anhand der vorhandenen Aufzeichnungen im Detail auszuführen (um etwa gemeinsam ein Skript auszuarbeiten) als auch eigene Aspekte weiter zu diskutieren. Dies führt zu einer stärkeren aktiven Einbeziehung der Studierenden in einen kollaborativen Lernprozess. Wir diskutieren anhand einer Evaluation dieses erweiterten Wikis die Nützlichkeit eines solchen Angebots und zeigen auf, welche der von uns implementierten Funktionalitäten für ein Wiki und die Studierenden am wichtigsten sind.

1 Motivation

Mit der zunehmenden Verwendung von Vorlesungsaufzeichnungen denken immer mehr Dozenten, dass die reine Bereitstellung der Aufzeichnungen der Veranstaltung für die Studierenden ausreichend ist und dass es nicht notwendig sei, ein zusätzliches Skript mit den Vorlesungsinhalten zu verteilen. Zupancic and Horz konstatieren sogar, dass die Zeit, die Studierende mit Vorlesungsaufzeichnungen verbringen, vergleichbar ist mit der, die früher mit Skripten und Büchern zugebracht wurde [ZH02]. Das kann dazu führen, dass die Studierenden die Vorlesungsaufzeichnungen lediglich passiv (etwa von zu Hause aus) konsumieren, da keinerlei Interaktion mit den Materialien notwendig ist. Viele Universitäten verwenden Vorlesungsaufzeichnungen als einfachen Ersatz für Skripte. Die Aufzeichnungen werden direkt während der Vorlesung erzeugt oder in einem speziellen Studio aufgezeichnet und danach ins Internet gestellt oder über andere Kanäle an die Studierenden verteilt. Auf diese Weise können die Studierenden frei wählen, wann sie ihre Zeit mit den Materialien verbringen. Zusätzlich tendieren die Anbieter dazu, Online-Portale zu erstellen, um diese elektronischen Vorlesungsaufzeichnungen (von uns als Electures bezeichnet) zu organisieren und zu kategorisieren, um einen einfacheren Zugriff auf die Materialien sicherzustellen.

Existierende Forschungsergebnisse [MLK07, Lau08] im Zusammenhang der Interaktion der Studierenden mit den Lehrmaterialien lassen darauf schließen, dass die Intensität, mit denen sich die Studierenden mit den Lernmaterialien (z.B. Animationen) auseinandersetzen, einen Effekt auf die Leistungen der Studierenden hat.

Oftmals wird an Universitäten kein didaktisches Szenario für das Lernen mit Vorlesungsaufzeichnungen entwickelt. Die Dozenten werden nicht speziell auf diese Art des Lernens vorbereitet und haben somit kein Wissen um die Wiederverwendung solcher Materialien oder des Einsatzes anderer zusätzlicher Materialien. Des Weiteren existiert kein oder nur schlechter Kontakt zu anderen Studierenden oder dem Dozenten während des Arbeitens mit den Vorlesungsaufzeichnungen, wenn dieses z.B. von zu Hause aus erfolgt. Verglichen zu einer Präsenzveranstaltung, in der die Möglichkeit besteht, Fragen zu stellen, kann sich dies als Nachteil herausstellen. Wir wollen deshalb untersuchen, ob das gemeinschaftliche und kollaborative Arbeiten in einem Wiki sowie das Wiederverwenden von Vorlesungsaufzeichnungen in diesem Kontext mit direktem Bezug zur Veranstaltung hilft, die Inhalte einer Veranstaltung besser zu verstehen.

2 Verwandte Arbeiten

Vor über 10 Jahren hat die Universität Freiburg den Grundstein der heutigen Vorlesungsaufzeichnungen gelegt. Die Entwicklung von Vorlesungsaufzeichnungen begann mit einem System namens *AOF*[HMMO01], welches es einem Dozenten erlaubte, eine Präsentation samt Annotationen und dem gesprochenen Vortrag aufzuzeichnen und diese Datenströme an mehrere Computer synchron zu übertragen. Nach und nach haben sich diese Aufzeichnungssysteme weiterentwickelt und sind heutzutage sehr einfach zu bedienen (z.B. kommerzielle Systeme wie Camtasia Studio¹ oder Lecturnity²). Immer mehr Dozenten tendieren dazu, Vorlesungen aufzuzeichnen (oder werden von den Studierenden explizit darum gebeten), und stellen diese direkt nach der Veranstaltung den Studierenden zur Verfügung. An unserer Universität werden annähernd jede Vorlesung des Informatik- und Mikrosystemtechnikcurriculums sowie Vorträge anderer Disziplinen wie z.B. der VWL oder der Psychologie aufgezeichnet. Die dabei anfallenden Datenmengen müssen effizient gespeichert, organisiert und katalogisiert werden.

Zu diesem Zweck haben wir ein Archiv, das sogenannte *Electures-Portal* [HHW06] entwickelt, mit Hilfe dessen alle unsere Vorlesungsaufzeichnungen archiviert und katalogisiert werden, um den Studierenden einen einfachen Zugriff auf die Materialien zu ermöglichen. Diese haben die Möglichkeit, direkt die Aufzeichnungen anzusehen (bei Streaming-Formaten wie z.B. Adobe Flash) oder diese herunterzuladen. Sie können auch den Katalog nach geeignetem Material durchsuchen [Hü03b, Hü03a], um genau das zu finden, was sie für ihre Vorbereitungen benötigen.

Wikis werden an Schulen und Universitäten immer mehr in verschiedenen Szenarien genutzt. Parker und Chao [PC07] zeigen, wie unterschiedlich Wikis eingesetzt werden. Sie

¹<http://www.techsmith.de/camtasia.asp>

²<http://www.lecturnity.de/>

untersuchen, welche Auswirkungen der Einsatz von Wikis auf unterschiedliche Lernparadigmen hat, und schlagen verschiedene pädagogische Einsatzmöglichkeiten für Wikis vor. Als wesentliche Eigenschaften von Wikis und anderer “Web 2.0-Software” oder “Social-Software” heben sie hervor, dass diese Art von Software sehr einfach zu installieren und zu nutzen ist. Sie erlaubt es, sich auf die Inhalte zu konzentrieren, und fördert das kollaborative Arbeiten, anstatt die Nutzer mit technischer Komplexität zu verwirren und damit die Produktivität negativ zu beeinflussen.

Parker und Chao erläutern, dass hauptsächlich zwei Lernparadigmen von Wikis unterstützt werden: Das kooperative/kollaborative Paradigma und das konstruktivistische Paradigma. Beide sind für uns interessant, da wir mit unserer Entwicklung – dem Electures-Wiki – versuchen, beide Paradigmen in unserem Lehr-/Lernszenario, das wir im Abschnitt 5 beschreiben, zu integrieren. Sie erläutern auch, dass Wikis Gruppenarbeit vereinfachen und die Studierenden durch die Verwendung dazu animiert werden, Dokumente zu erstellen, die ihren aktuellen (Gruppen-)Wissensstand repräsentieren. Durch die Möglichkeit, direkt im Wiki Vorlesungsmaterial zu referenzieren und darüberhinaus die Inhalte bildlich darzustellen, straffen wir den Zusammenhang zwischen den im Wiki erstellten Inhalten und den vom Dozenten präsentierten Vorlesungsinhalten.

O’Neill [O’N05] beschreibt ein Lernszenario unter Verwendung des Tools *slides2Wiki*, mit dem Studierende ausgehend von den präsentierten Vorlesungsinhalten Wiki-Seiten erstellen können. Dieser Ansatz, mit wenig technischem Aufwand eine Grundstruktur im Wiki aus den Folieninhalten zu erzeugen, die von den Studierenden erweitert werden kann, kann zur Erstellung von Vorlesungsunterlagen genutzt werden. O’Neill erwähnt, dass es hauptsächlich drei Möglichkeiten gibt, den Studierenden ein Skript zukommen zu lassen, oder nicht: a) Man gibt den Studierenden überhaupt keine zusätzlichen Materialien und zwingt diese somit, eine eigene Mitschrift anzufertigen. b) Man gibt den Studierenden die Folien/ Materialien, nachdem die Veranstaltung stattgefunden hat. c) Man verteilt die Materialien vor der Präsenzveranstaltung an die Studierenden und gibt ihnen so die Möglichkeit, die Materialien mit eigenen Annotationen zu ergänzen. Sie sagt aber auch, dass eigentlich alle diese drei Möglichkeiten problematisch sind, da keine dieser Möglichkeiten alle Studierenden zufriedenstellt, insbesondere dann nicht, wenn zusätzliche Materialien während der Präsenzphasen verwendet werden. Aus dieser Problematik heraus hat O’Neill das *slides2Wiki* Werkzeug entwickelt, um die Vorlesungsmaterialien in ein Wiki zu übertragen und lässt dann die Studierenden dieses Grundgerüst zu vollständigen Dokumenten ausarbeiten. Damit das Wiki die ursprünglichen Folien überhaupt verarbeiten kann, müssen bestimmte Vorlagen bei der Erstellung der Präsentationen genutzt werden, was die Erstellung der Materialien für die Autoren verkompliziert.

Der Unterschied in unserem Ansatz ist, dass wir das Originaldokument in seiner ursprünglichen Form behalten und die Inhalte nicht in das Wiki übernehmen, sondern es den Studierenden ermöglichen, einzelne Teile der Aufzeichnungen im Wiki visuell zu referenzieren. Auf diese Art und Weise unterstützen wir die Studierenden, viele verschiedene Materialien zu verwenden (auch von anderen Kursen), um Artikel über ein bestimmtes Thema zu erstellen.

Wir haben festgestellt, dass Vorlesungsfolien häufig nicht der von O’Neill vorgegebenen

Struktur entsprechen. Deshalb ist es sinnvoller, Vorlesungsinhalte, die einen bestimmten Inhalt beschreiben, wiederzuverwenden (z.B. die Beschreibung eines Algorithmus) oder ein Objekt oder ein Diagramm zu zeigen und die Studierenden das angesprochene Thema ausarbeiten zu lassen. Ausserdem ermöglicht unsere Vorgehensweise die Wiederverwendung sämtlicher auf dem Electures-Portal vorhandener Materialien. Dies eröffnet den Studierenden den Zugang zu einer sehr breiten Basis wiederverwertbarer Inhalte.

Es gibt auch andere synchrone Systeme, die es erlauben, dass Studierende kollaborativ Themen der Vorlesungen aufarbeiten wie z.B. gemeinsam genutzte Whiteboards oder Annotationssysteme wie *livenotes* [KWI⁺05]. Diese Systeme unterscheiden sich komplett von unserem Ansatz, da sie nur den kollaborativen Aspekt des Zusammenarbeitens oder die Diskussion der Studierenden untereinander während einer Präsenzveranstaltung unterstützen.

Sack und Waitelonis [SW08] beschreiben, dass sie Wiki-Seiten zu den Inhalten ihrer akademischen Videosuchmaschine *Yovisto*³ hinzufügen, die entweder vom Dozenten selbst, wissenschaftlichen Mitarbeitern oder den Studierenden erstellt werden können, um die Vorlesungsaufzeichnungen mit weiteren Informationen zu ergänzen. Die Inhalte dieser manuell erstellten Wiki-Seiten können dann verwendet werden, um die Suchergebnisse zu verbessern. Zusätzlich verwenden sie weitere Benutzer-generierte Inhalte wie z.B. Tags, um die Suchergebnisse noch weiter zu verbessern.

Lauer und Trahasch [LT07] schlagen vor, Benutzerdiskussionen direkt in den Vorlesungsaufzeichnungen zu verankern. Sie beschreiben, wie diese Vorgehensweise in einer Software verwendet werden kann, um die Diskussion zwischen den Studierenden über Vorlesungsinhalte direkt während der Darstellung der Vorlesungsaufzeichnung zu visualisieren.

Andere Autoren verwenden Vorlesungsaufzeichnungen hauptsächlich dazu, um die Vorlesungsinhalte anderen Studierenden bzw. anderen Zielgruppen über das Internet oder anderen Kanälen zukommen zu lassen [KMM06] und so orts- und zeitunabhängiges Lernen zu ermöglichen.

3 Das Electures-Wiki

Wikis werden in zunehmendem Maße sowohl an Schulen und Universitäten [BH05, Hon05, Kla05] als auch in Firmen [Bar06, MWY06] eingesetzt, um Intranets und andere Wissensportale aufzubauen. Notary führt aus, dass Kollaboration und die Diskussion über Inhalte oft zu einem besonderen Lernerfolg, der als „self-explanation effect“ bezeichnet wird, führt [Not06]. (Wir benutzen den Term Kollaboration in dem Sinne, dass eine Gruppe Studierender gemeinsam mit unterschiedlichen Rollen an klar definierten Aufgaben arbeiten: Die Studierenden arbeiten in kleinen Gruppen zusammen und werden von Tutoren betreut. [Dil99]) Der erwähnte Lernerfolg kann durch den Einsatz von weiteren Texten, Diagrammen [AL03] und anderen Materialien (z.B. Algorithmenvisualisierungen) noch weiter erhöht werden. Ausgehend von diesen Erkenntnissen haben wir nach Möglichkeiten

³Bei Yovisto ist auch eine direkte zeitbasierte Referenzierung der Real-Videos möglich

gesucht, Vorlesungsaufzeichnungen mit einem Wiki zu kombinieren. Ziel war, dass die Studierenden direkt Inhalte der Aufzeichnungen im Wiki referenzieren können, indem visuelle Referenzen (verlinkte „Screenshots“), genau wie bisher Hyperlinks in traditionellen Wikis und anderen Quellen verwendet werden. Selbstverständlich wäre es möglich, dass Studierende einfach eine Vorlesungsaufzeichnung verlinken (bzw. dessen Datei), jedoch wollten wir an genau diesem Punkt ansetzen: Es sollte möglich sein, jeden Zeitpunkt in der Aufzeichnung exakt zu referenzieren und direkt die Erläuterungen des Dozenten zu dem angegebenen Zeitpunkt abzurufen. Deshalb haben wir einige zusätzliche Funktionalitäten in das Open Source Wiki JamWiki⁴ implementiert, um unsere gegebenen Anforderungen sowie einige weitere Anforderungen, die an ein „wissenschaftliches“ Wiki gestellt werden (z.B. die Unterstützung von mathematischen Formeln), zu erfüllen. Zusätzlich sollten die Studierenden, nach der Erstellung der Materialien, in der Lage sein, diese weiterzuverwenden. Dies sollte auch unabhängig von einer dauerhaften Internetverbindung und sogar unabhängig von einem Computer möglich sein. Mit dem von uns erstellten Erweiterungen des Wikis ist es den Studierenden möglich, ein druckbares Skript (PDF) von den erzeugten Inhalten zu erstellen, das überall wiederverwendet werden kann.

4 Technischer Hintergrund

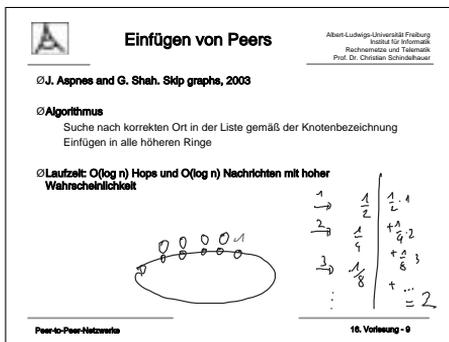


Abbildung 1: Beliebiger skalierbarer „Screenshot“ einer Vorlesungsaufzeichnung über peer-to-peer Netzwerke zu einem exakt gewählten Zeitpunkt.

Um die Möglichkeit zu haben, Vorlesungsaufzeichnungen visuell zu referenzieren, mussten wir eine Software entwickeln (wir bezeichnen diese als *aofconvert*), welche es uns erlaubt, „Screenshots“ einer Vorlesungsaufzeichnung (siehe Abbildung 1) zu erzeugen und in das Wiki einzubinden. Da diese Screenshots in verschiedenen Größen eingesetzt werden, musste das skalierbar und möglichst verlustfrei erreicht werden. Unter Verwendung eines objektbasierten Aufzeichnungsverfahrens ist uns eine verlustfreie skalierbare Darstellung der Inhalte möglich (z.B. wenn diese mit *Lecturnity* aufgezeichnet wurden). Das von uns entwickelte Tool zeichnet

alle zu einem bestimmten Zeitpunkt darzustellenden Objekte (Linien, Punkte, Annotationen etc.), die im AOF/Lecturnity-Format [HM99] vorliegen, auf ein Panel, das beliebig skalierbar ist. Dieses können wir dann in der gewünschten Größe als Bild ausgeben. Das von uns entwickelte Tool hat als schönes Nebenprodukt, dass wir eine skalierbare Version der annotierten Präsentation (z.B. im PDF-Format) erzeugen können, welche dann an die Studierenden verteilt oder ausgedruckt werden kann. Dies behebt das Problem, dass es bisher unmöglich war, die annotierten Aufzeichnungen folienweise effizient zu drucken

⁴<http://www.jamWiki.org>

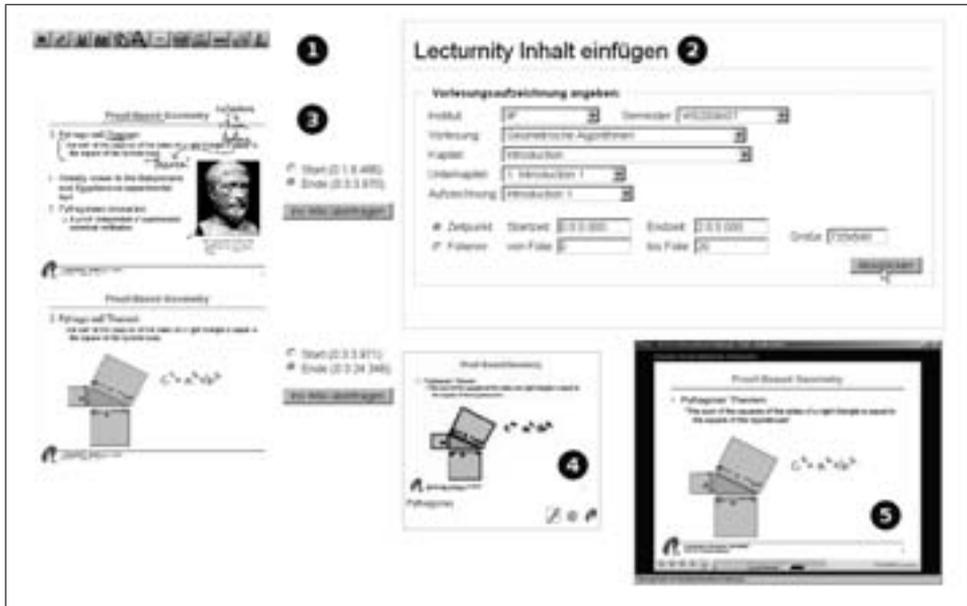


Abbildung 2: Ablauf des Einfügens einer visuellen Referenz: Über die Toolbar (1) kann der Einfüge-Dialog (2) aufgerufen werden. In einem weiteren Schritt wählt man die Referenz zu dem Zeitpunkt, den man angegeben hat (mit oder ohne Annotationen) (3), und fügt die Referenz als Bild in das Wiki ein (4). Beim Aufruf des Flash-Links startet der Player direkt bei dem angegebenen Zeitpunkt (5).

(bisher war es nur möglich, von jeder dargestellten Folie manuell einen Screenshot zu erzeugen und diese zu einem druckbaren Dokument zu kombinieren).

Beim Einfügen der visuellen Referenz in das Wiki werden abgesehen von dem Screenshot drei Icons in der rechten unteren Ecke der Abbildung eingefügt (siehe Abbildung 3), welche dazu verwendet werden können, direkt zu dem gewählten Zeitpunkt die Aufzeichnungen in verschiedenen Formaten aufzurufen (Flash, Lecturnity und ein Link zur Webseite des entsprechenden Moduls). Der Abspielvorgang der Aufzeichnung wird beim Aufrufen eines dieser Links genau an dem Zeitpunkt gestartet, bei dem die Referenz gesetzt wurde (siehe Abbildung 2).

Die Abbildungen zeigen sehr schön, wie wichtig es ist, skalierbare Ausgabeformate wie Flash oder PDF zu erzeugen, wann immer das möglich ist (Abbildung 1 ist beliebig skalierbar, während Abbildung 3 (ein echter Screenshot) nicht verlustfrei skalierbar ist).

Des Weiteren wurde ein Skript-Export der Wiki-Seiten implementiert. Da wir bereits einen Renderer im Wiki haben, der es ermöglicht, sämtliche Inhalte als HTML darzustellen, haben wir diese Funktionalität wiederverwendet, um PDF-Dateien der Wiki-Inhalte zu erzeugen. Die mit dieser Funktionalität erzeugten PDF-Dateien ermöglichen es den Studierenden, ihre Arbeit abzuspeichern und sogar für eine „Offline-Verwendung“ zu drucken, um diese auch in anderen (Lern-)Kontexten wiederzuverwenden.

5 Evaluation der Verwendung des Wikis

Bevor wir das Wiki mit den Studierenden in einem Modul in der Lehre ausprobiert haben, wurde eine Demo eines Prototypen einem Publikum von E-Learning-Nutzern und Contentanbietern in einer kurzen Demonstration vorgeführt. Diesen wurden dann fünf Fragen gestellt, welche sie dann live mit einer „Ted-Fernbedienung“ beantworten konnten.

Das Feedback, welches wir von dieser kurzen Fragerunde bekommen haben, war durchaus positiv ($n \approx 40$):

Frage 1) Wie gefällt Ihnen die vorgestellte Idee?

sehr gut: 52.4%, gut: 38.1%, befriedigend: 9.5%, ausreichend: 0%, schlecht: 0%

Frage 2) Hat das System ihrer Meinung nach praktische Relevanz?

ja, uneingeschränkt: 40.9%, ja, wenn bestimmte Verbesserungen durchgeführt werden: 50%, eher forschungsrelevant: 9.1%, nein, derzeit nicht: 0%, nein, auf lange Sicht nicht: 0%

Frage 3) Wie beurteilen Sie die technische Umsetzung?

sehr gut: 8.3%, gut: 66.7%, befriedigend: 20.8%, ausreichend: 4.2%, schlecht: 0%

Frage 4) Wie beurteilen Sie den vorgestellten Funktionsumfang?

sehr gut: 8.7%, gut: 65.2%, befriedigend: 21.7%, ausreichend: 0%, schlecht: 4.3%

Frage 5) Können Sie sich vorstellen, das System in ihrer Organisation einzusetzen, wenn es marktreif ist?

ja, uneingeschränkt: 28.6%, ja, wenn bestimmte Verbesserungen durchgeführt wurden: 57.1%, nein, derzeit nicht: 9.5%, nein, passt gar nicht zu unserem Bedarf: 4.8%

Dieses Feedback hat uns veranlasst, das System weiter zu verbessern und in einem Lehr- / Lernszenario in einem Modul einzusetzen.

Während des Sommersemesters 2008 haben wir erste Experimente mit unserem weiterentwickelten Wiki in einer Informatikvorlesung durchgeführt. 77 Studierende nahmen an diesem Modul teil. Abgesehen von der hauptsächlichen Vorlesung, bei der ein Dozent die Vorlesungsinhalte vortrug, nahmen die Studierenden an tutoriell betreuten Übungsgruppen teil, in denen sie Aufgaben selbst lösen mussten. Diese Übungsaufgaben waren teilweise Programmieraufgaben oder Aufgaben, in denen die Studierenden gebeten wurden, Wiki-Artikel über bestimmte Vorlesungsinhalte zu erstellen. Die Studierenden wurden in acht Gruppen ungefähr gleicher Größe aufgeteilt – abhängig von der Schwierigkeit der Aufgabenstellungen während der Übungen. Tutoren halfen den Studierenden, die Aufgaben innerhalb der Gruppe zu verteilen, um dann gemeinsam die Aufgaben zu lösen. Die ersten behandelten Themen waren “Linear verkettete Listen”, “Stapel und Schlangen”, “Skip Listen”, “Bubble Sort, Selection Sort und Insertion Sort”, “Heap Sort”, “Merge und Distribution Sort”, “Suchalgorithmen” und “Quick Sort”.

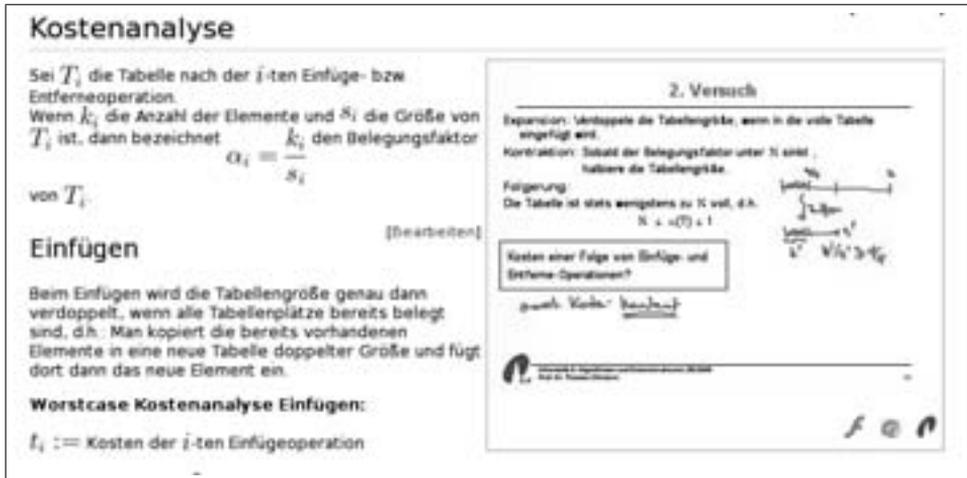


Abbildung 3: Screenshot einer Wiki Seite mit einer visuellen Referenz. Mit Hilfe der Links kann man direkt zu der Stelle der Aufzeichnung springen, an der die Kostenanalyse erläutert wird.

Die von einer Gruppe Studierender zu diesen Themen erstellten Artikel wurden dann von den Tutoren anhand folgender Merkmale bewertet: Inhalt 30%, Korrektheit 40%, Klarheit des Artikels 15%, Präsentation (Aussehen) 15%.

Diese Übung wurde dann nochmal mit einer zweiten Reihe von Themen und der gleichen Art der Bewertung wiederholt: "Hashing", "Balancierte Bäume", "Amortisation", "Fibonacci-Heaps", "Natürliche Suchbäume", "Dynamische Tabellen", "Graphen" und "Selbstanordnende lineare Listen". Zusätzlich zu den Themen wurde den Studierenden vorgegeben, bestimmte Inhalte in die Artikel aufzunehmen. Für das Thema "Linear linked lists" war das z.B.: a) Definieren Sie linear verkettete Listen; b) Beschreiben Sie die Datenstruktur, Elemente, Zeiger und Zugriffsmöglichkeiten; c) Beschreiben Sie die Einfüge- und Löscheroperationen und geben Sie eine Laufzeitanalyse an; d) Beschreiben Sie die Konzepte der linear verketteten Listen, Elemente, Zeiger und Zugriffsmöglichkeiten; e) Beschreiben Sie die Einfüge- und Löscheroperationen einer doppelt verketteten Liste und geben Sie eine Laufzeitanalyse an; f) Geben Sie Beispiele an.

Die Tutoren unterstützten die Studierenden bei der Verwendung des Wikis und waren in der Lage, weitere Tipps zu geben, wie die Artikel verbessert werden können.

In der ersten Runde wurde den Studierenden ein Anreiz geliefert, exzellente Artikel zu erstellen, da jeder Teilnehmer derjenigen Gruppe, die den besten Artikel erstellt hatte, einen 1GB USB Stick erhalten sollte. In der zweiten Runde wurde dieser Anreiz nicht mehr gegeben. Dies hatte dann auch unterschiedliche Ergebnisse in der Qualität der Artikel zur Folge: In der ersten Runde wurde die Qualität der Artikel durchschnittlich mit 92,01% bewertet (Inhalt: 26%, Korrektheit: 40%, Klarheit des Artikels: 13,13%, Präsentation: 12,88%). In der zweiten Runde wurden durchaus auch gute Artikel erstellt (75,16% durchschnittlicher Bewertung), jedoch nicht ganz so deutlich wie in der ersten Runde. Das Feedback der Studierenden zeigt, dass selbst die Studierenden untereinander die fehlende Motivation ohne einen zusätzlichen Anreiz bei manchen Mitstreitern bemängeln.

Um herauszubekommen, wie die Studierenden mit dem Wiki arbeiten und was für Funktionalitäten ihnen am wichtigsten sind, haben wir ihnen eine Reihe von Fragen gestellt, deren Antworten wir im Folgenden präsentieren wollen (77 Studierende wurden gebeten, die Fragebögen auszufüllen, und wir haben 33 vollständige Antworten bekommen).

Die meisten der Fragen waren Likert-Skala-basierte Fragen mit 5 Items von +2 bis -2 inklusive der 0 (wobei +2 jeweils eine positive Bewertung und -2 eine negative Bewertung der Fragen darstellt).

Von den 33 Studierenden, die den Fragebogen komplett ausgefüllt haben, hatten 88% Deutsch als Muttersprache. Wir haben uns nach der Muttersprache erkundigt, um überprüfen zu können, ob Muttersprachler weniger Probleme mit dem Wiki haben als nicht nativ deutschsprachige Studierende. Hier haben sich jedoch keine signifikanten Unterschiede ergeben.

Zuerst haben wir den Studierenden etwas allgemeinere Fragen bezüglich der Nutzung des Wikis gestellt: Die meisten Studierenden fanden es nützlich, ein Wiki in dem Modul zu verwenden, mit einem arithmetischen Mittel (μ) von 0.97 und Median (m) von 1. Die Studierenden waren unentschlossen, ob sie den Einsatz des Wikis in weiteren Veranstaltungen befürworten: $\mu = 1$, $m = 0$. Die Einteilung der Studierenden in Gruppen, die spezielle Themen bearbeiten sollten, wurde auch nicht als besonders sinnvoll bewertet: $\mu = 0.55$, $m = 0$. Andererseits wurde die vorgegebene Artikelstruktur als sinnvoll angesehen: $\mu = 1.09$, $m = 1$. Die Hilfe von Tutoren wurde von den Studierenden als nicht besonders wichtig angesehen: $\mu = 0.18$, $m = 0$. Die Studierenden gaben ausserdem an, das Wiki nicht sehr intensiv zur Vorbereitung für die Prüfungen zu nutzen: $\mu = -0.48$, $m = -1$.

Nach diesen einführenden Fragen haben wir den Studierenden auch etwas technischere Fragen gestellt und untersucht, wie schwer oder einfach es für sie war, das Wiki zu nutzen. Das Ergebnis zeigt, dass die Nutzung des Wikis für die Studierenden kein Problem war, lediglich zwei der Studierenden antworteten, dass es schwierig für sie war, das Wiki zu nutzen: $\mu = 1.03$, $m = 1$.

Wir wollten auch in Erfahrung bringen, welche der von uns zusätzlich implementierten Funktionalitäten besonders wichtig für die Studierenden waren und wie sie diese einzeln bewerteten. Wir fanden heraus, dass alle der implementierten Funktionalitäten (Export als PDF, Syntaxhighlighting für Programmiersprachen, Einfügen von Applets und Flash Animationen, sowie die visuelle Referenzierung von Vorlesungsaufzeichnungen) als nützlich angesehen wurden. Tabelle 1 zeigt das Ergebnis der Bewertung durch die Studierenden.

Um direkt die Nützlichkeit der Funktionalitäten im Wiki bewerten zu können, haben wir die Studierenden auch gebeten, die Funktionen von 1 (bester Platz, nützlichste Funktionalität) bis 7 (letzter Platz, am wenigsten nützliche Funktionalität) einzuordnen.

Das Ranking hat fast die exakt gleichen Ergebnisse erzielt wie die Einzelbewertung (mit einem Unterschied: Die Bewertung des Einfügens von Java Applets und Flash haben ihre Plätze vertauscht). Das Einfügen von Bildern wurde ganz klar auf den ersten Platz gehoben ($\mu = 2.18$, $m = 2$), gefolgt von der visuellen Referenzierung von Vorlesungsaufzeichnungen ($\mu = 3.33$, $m = 3$) und dem Syntax Highlighting ($\mu = 3.85$, $m = 4$). Dann folgten drei fast gleich bewertete Funktionalitäten: Einfügen von Java Applets ($\mu = 4.12$, $m = 5$),

| Funktionalität | μ | m |
|--|-------|-----|
| Einfügen von Bildern in das Wiki | 1.66 | 2 |
| Visuelles Referenzieren von Vorlesungsaufzeichnungen | 1.31 | 2 |
| Syntax Highlighting | 1.36 | 1 |
| Einfügen von Flash Animationen | 1.14 | 1 |
| Einfügen von Java Applets | 1.00 | 1 |
| Erzeugen eines PDF-Scripts aus den Inhalten | 0.65 | 1 |
| Erstellen von GIF-ähnlichen Animationen | 0.68 | 0 |

Tabelle 1: Einzelbewertung der Funktionalitäten des Wikis

Einfügen von Flash Filmen ($\mu = 4.55$, $m = 5$) und das Exportieren der Wiki-Seiten als PDF-Skript ($\mu = 4.79$, $m = 5$). Das Erstellen von GIF-ähnlichen Animations im Wiki wurde als am wenigsten nützlich bewertet ($\mu = 5.18$, $m = 6$).

Die zusätzlichen Kommentare der Studierenden aus Freitextfeldern waren auch durchaus aufschlussreich für uns. Diese variierten von “Die Nutzung des Wikis sollte in mehr Module integriert werden” bis “Ich fand das ganze recht überflüssig”. Glücklicherweise gab es nur eine solch negative Einschätzung bezüglich der Nutzung des Wikis. Die meisten der Kommentare waren extrem positiv: „das Electures-Wiki ist eines der sinnvollsten Wissensportale an der Uni und sollte mehr in die einzelnen Vorlesungen integriert werden“; „Ich halte das selbstständige Erstellen des Wikis für sehr sinnvoll, da man sich mit dem zugewiesenen Thema beschäftigt.“. Andere Studierende gaben uns Anregungen wie wir das Wiki weiter verbessern können: “Bessere \LaTeX Unterstützung ist notwendig”, “Es sollte die Möglichkeit gegeben werden, Openoffice-Formeln direkt einzufügen” oder “Ich würde mich freuen, wenn ich eine Garantie hätte, dass die Wiki-Seite immer zur Verfügung steht”.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Hauptsächlich aufgrund des positiven Feedbacks haben wir uns dazu entschlossen, das Wiki weiterzuentwickeln. Die Kernfunktionalitäten des Prototyps (wie das visuelle Referenzieren von Vorlesungsaufzeichnungen oder die bessere Unterstützung mathematischer Formeln) wurden bei der weiteren Entwicklung des Electures-Portals bereits berücksichtigt. Die meisten dieser Funktionalitäten wurden bereits implementiert (etwa ein verbessertes Plugin für die Darstellung mathematischer Formeln) und die Grundlage der visuellen Referenzierung, das Tool (*aofconvert*) ist derzeit unter kontinuierlicher Entwicklung, um weitere Dateitypen wie etwa PDF, Open Document Präsentationen, Powerpoint Folien, andere Videos etc. zu unterstützen.

Wir wollen mit der Weiterentwicklung auch sicherstellen, dass das Wiki weiterhin jederzeit verfügbar ist und von allen Dozenten an unserer Fakultät genutzt werden kann. Wir werden den Dozenten die Möglichkeit geben, ein Wiki speziell für ein Modul einzurichten (so dass die Zugriffsrechte auf die Teilnehmer des Moduls beschränkt werden können);

und wir werden auch ein allgemeines Wiki zur Verfügung stellen, das von allen frei genutzt werden kann.

Das hier von uns vorgestellte Wiki hat nicht nur in der Informatik-Ausbildung das Potential, das Lehrangebot zu verbessern, sondern sollte auch in anderen Disziplinen eingesetzt werden. Sobald das Wiki vollständig in das Electures-Portal integriert wurde und sich in der Informatik bewährt hat, werden wir den Zugang auch anderen Disziplinen ermöglichen.

Es ist natürlich wichtig zu verstehen, dass eine Menge an guten Werkzeugen zur Unterstützung der Lehre nicht zwingend die Qualität der Lehre verbessert. Dazu würde eine spezielle Schulung gehören, um mehr multimediale Inhalte in die Lehre zu integrieren, als auch eine didaktische Schulung für Dozenten, um den komplett passiven Konsum von Vorlesungsaufzeichnungen zugunsten integrierter Projekte und einem aktiveren Lernen zu fördern.

Weitere Experimente mit dem Wiki müssen zeigen, ob durch die Verwendung des Wikis ein nachhaltigerer Lernerfolg erzielt werden kann und ob der Einsatz des Wikis (wenn auch der benötigte Aufwand aufgrund der einfachen Handhabung und der Integration in das Electures-Portal sehr gering ist) für die Studierenden einen Nutzen hat.

Literatur

- [AL03] Shaaron Ainsworth und Andrea Th. Loizou. The effects of self-explaining when learning with text or diagrams. *Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal*, 27:669–681, 2003.
- [Bar06] Tim Bartel. Nutzung von Wikis in Unternehmen - Kollaboratives Arbeiten mit Wikis im Unternehmensumfeld. In *KnowTech 2006 - Mit Wissensmanagement besser im Wettbewerb*, 2006.
- [BH05] Axel Bruns und Sal Humphreys. Wikis in teaching and assessment: the M/Cyclopedia project. In *WikiSym '05: Proceedings of the 2005 international symposium on Wikis*, Seiten 25–32, New York, NY, USA, 2005. ACM Press.
- [Dil99] Pierre Dillenbourg. What do you mean by collaborative learning? In *P. Dillenbourg (Ed) Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*, Seiten 1–19. Elsevier, Oxford, 1999.
- [HHW06] Christoph Hermann, Wolfgang Hürst und Martina Welte. The Electures-Portal: An advanced archive for lecture recordings. In *Informatics Education Europe*, Oct 2006.
- [HM99] W. Hürst und R. Müller. A synchronization model for recorded presentations and its relevance for information retrieval. In *MULTIMEDIA '99: Proceedings of the seventh ACM international conference on Multimedia (Part 1)*, Seiten 333–342, New York, NY, USA, 1999. ACM.
- [HMMO01] W. Hürst, G. Maass, R. Müller und Th. Ottmann. The Authoring on the Fly system for automatic presentation recording. In *Extended Abstract, Proceedings of ACM CHI 2001, Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM Press, Apr 2001.
- [Hon05] Beat Doebeli Honegger. Wikis: a rapidly growing phenomenon in the German-speaking school community. In *WikiSym '05: Proceedings of the 2005 international symposium on Wikis*, Seiten 113–116, New York, NY, USA, 2005. ACM Press.

- [Hü03a] Wolfgang Hürst. Indexing, Searching, and Skimming of Multimedia Documents Containing Recorded Lectures and Live Presentations. In *Proceedings of the 11th Annual ACM International Conference on Multimedia (extended abstracts)*, Seiten 450–451. ACM Press, Nov 2003.
- [Hü03b] Wolfgang Hürst. Suche in aufgezeichneten Vorträgen und Vorlesungen. *DeLFI 2003, Tagungsband der 1. e-Learning Fachtagung Informatik*, 37:27–36, Sep 2003.
- [Kla05] Alfred Klampfer. Wikis in der Schule - Eine Analyse der Potentiale im Lehr-/Lernprozess, 2005.
- [KMM06] M. Ketterl, R. Mertens und K. Morisse. Alternative content distribution channels for mobile devices. In *International Conference on Micromedia & eLearning 2.0: Getting the Big Picture*, Seiten 119–130, June 2006.
- [KWI⁺05] Matthew Kam, Jingtao Wang, Alastair Iles, Eric Tse, Jane Chiu, Daniel Glaser, Orna Tarshish und John Canny. Livenotes: a system for cooperative and augmented note-taking in lectures. In *CHI '05: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, Seiten 531–540, New York, NY, USA, 2005. ACM.
- [Lau08] Tobias Lauer. When does Algorithm Visualization Improve Algorithm Learning? – Reviewing and Refining an Evaluation Framework. In *Proceedings of Informatics Education Europe III*, Dec 2008.
- [LT07] Tobias Lauer und Stephan Trahasch. Scripted Anchored Discussion of Multimedia Lecture Recordings. In H. Mandl J.M. Haake F. Fischer, I. Kollar, Hrsg., *Scripting Computer-Supported Collaborative Learning*. Springer, Feb 2007.
- [MLK07] Niko Myller, Mikko Laakso und Ari Korhonen. Analyzing engagement taxonomy in collaborative algorithm visualization. In *ITiCSE '07: Proceedings of the 12th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, Seiten 251–255, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [MWY06] Ann Majchrzak, Christian Wagner und Dave Yates. Corporate wiki users: results of a survey. In *WikiSym '06: Proceedings of the 2006 international symposium on Wikis*, Seiten 99–104, New York, NY, USA, 2006. ACM Press.
- [Not06] Michele Notary. How to use a Wiki in education: 'Wiki based effective constructive learning'. In *WikiSym '06: Proceedings of the 2006 international symposium on Wikis*, Seiten 131–132, New York, NY, USA, 2006. ACM.
- [O'N05] Melissa E. O'Neill. Automated use of a Wiki for Collaborative Lecture Notes. In *36th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, Seiten 23–27. ACM, February 2005.
- [PC07] Kevin R. Parker und Joseph T. Chao. Wiki as a Teaching Tool. *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 3:57–72, 2007.
- [SW08] Harald Sack und Jrg Waitelonis. Zeitbezogene kollaborative Annotation zur Verbesserung der inhaltsbasierten Videosuche. In Birgit Gaiser, Thorsten Hampel und Stefanie Panke, Hrsg., *Good Tags and Bad Tags - Workshop Social Tagging in der Wissensorganisation*, Seiten 107–118. Waxmann, 2008.
- [ZH02] Bernd Zupancic und Holger Horz. Lecture recording and its use in a traditional university course. *SIGCSE Bull.*, 34(3):24–28, 2002.

Hybride Lernarrangements - Informatik-Lehre an der Hochschule Offenburg

Claudia Schmidt, Volker Sänger, Jeremias Endres

Medien und Informationswesen
Hochschule Offenburg
Badstraße 24
77652 Offenburg

c.schmidt@fh-offenburg.de, volker.saenger@fh-offenburg.de,
jeremias.endres@fh-offenburg.de

Abstract: Mehrere Informatik-Veranstaltungen der Fakultät Medien und Informationswesen an der Hochschule Offenburg werden als hybride Lernarrangements realisiert, in denen Präsenzveranstaltungen (Vorlesungen und Labore) mit E-Learning-Elementen (Online-Spiel, Online-Lektionen, kooperative Lernumgebung) verknüpft werden. Das Arrangement soll die Studierenden zum verstärkten Lernen motivieren, um das Wissen und Können umfassend und nachhaltig zu gestalten. Umfragen belegen, dass der Wechsel von instruktivem Lernen mit Selbstlernphasen und kooperativem Arbeiten von den Studierenden geschätzt wird, die Motivation erhöht und das Lernen erleichtert.

1. Einführung

Informatik-Veranstaltungen in der Fakultät Medien und Informationswesen (abgekürzt MI) vermitteln meist komplexe Inhalte, die anschließend in begleitenden Laborveranstaltungen praktisch und an konkreten Beispielen vertieft werden. Allerdings benötigen die Studierenden für ein lehrreiches Labor und die selbstständige Erarbeitung korrekter Lösungen einige Grundkenntnisse, die aus der jeweiligen Theorieveranstaltung mitgebracht werden müssen.

Um den Studierenden weiterhin die Möglichkeit zu geben, den Stoff der Lehrveranstaltungen raum- und zeitunabhängig nachzuarbeiten und auch didaktisch aufbereitete Übungen virtuell durchzuführen, haben wir zu den Veranstaltungen Software Engineering, Computernetze und Datenbanken webbasierte E-Learning Materialien konzipiert und erstellt (<http://mi-learning.mi.fh-offenburg.de>). Diese Materialien erlauben den Lernenden, selbstbestimmt, im eigenen Lernrhythmus und über unterschiedliche Medien einen Zugang zu der Thematik zu finden. Derartige hybride Lernarrangements (Blended Learning) kombinieren die Vorteile unterschiedlicher didaktischer Methoden und Medien [Ke01].

2. Die eingesetzten Lehr- und Lernformen

Alle betroffenen Informatik-Fächer werden mittels verschiedener Lehrformen gelehrt. Als Mittelpunkt existiert eine Vorlesung, in welcher der Stoff des Themengebietes vorgestellt wird. Aufgelockert wird die Vorlesung durch Übungsblöcke, in denen die Studierenden einfache Aufgaben lösen. Die Lösungen werden anschließend in der Vorlesung gemeinsam besprochen.

Ergänzend und vertiefend absolvieren die Studierenden noch ein Praktikum im Fach Software-Engineering und Labore in den Bereichen Computernetze und Datenbanken. Hier werden etwas größere Aufgabenstellungen mit praxisnahen Werkzeugen gelöst. Im Labor Datenbanken etwa wird eine Datenbank entsprechend einer Anforderungsanalyse konzipiert, implementiert, mit Daten gefüllt und mit einem Web-Interface versehen.

Parallel zu diesen klassischen Präsenzveranstaltungen werden zu allen Veranstaltungen E-Learning-Applikationen angeboten, die das Selbststudium unterstützen sollen. Gleichzeitig werden aber auch interaktive Animationen aus diesen Lektionen zur Visualisierung komplexer Algorithmen in den Vorlesungen genutzt.

Zur Vorlesung Software-Engineering entwickelten wir das Online-Lernspiel „Software Engineering in the Future“, in dem die Studierenden mit Modellen und Konzepten des Software Engineerings in einer anregenden Science-Fiction Welt arbeiten bzw. spielen können. Damit soll die Motivation zum Umgang mit den Themen dieser Disziplin erhöht werden – der Spaßfaktor spielt eine wichtige Rolle. Ausgangspunkt für das Spiel war die Tatsache, dass die Studierenden für die teilweise abstrakten Themen des Software-Engineering wenig Interesse aufbringen und nicht zum Lernen motiviert sind.

Für alle Fächer existieren darüber hinaus MI-Learning Online-Lektionen, mit denen Studierende die wichtigen Inhalte der zugehörigen Veranstaltungen nachlesen, interaktiv erproben und ihr Wissen vertiefen können. Zusätzlich wurde seit einigen Jahren das „Interaktive Webmuseum Telekommunikation“ entwickelt, das eine Vielzahl von Abläufen in Computernetzen in Animationen visualisiert oder darüber hinaus eine interaktive Steuerung von anwendungsnahen Beispielszenarien erlaubt.

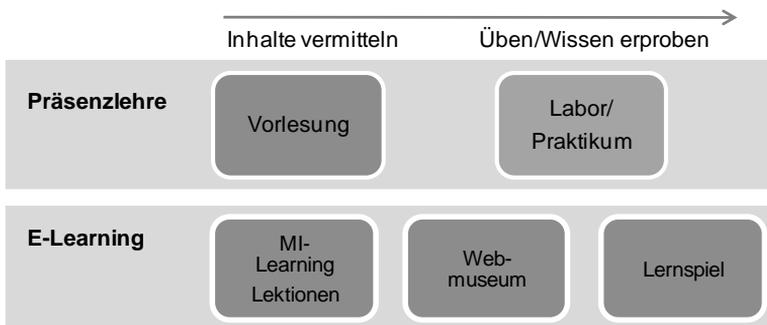


Abbildung 1: Die eingesetzten Lehrformen im Überblick

3. Vorstellung der E-Learning-Applikationen

3.1 Das Lernspiel „Software Engineering in the Future“

Im Lernspiel „Software Engineering in the Future“ wendet die Spielerin zentrale Methoden des Fachs Software-Engineering an. Das Spiel ist in Adobe Flash implementiert und online frei verfügbar. Zur Verwendung ist das Plug-In Shockwave Flash ab Version 9 notwendig.

Weil für die Lernenden klar definierte und gut erreichbare Ziele wichtig sind, ist das Spiel in kleine Einheiten unterteilt, so genannte Minispiele, in denen die Konzepte und Methoden des Software-Engineering trainiert werden.

Als Identifikationsfigur für die Studierenden wurde die Hauptperson, der Student Ben, ausgewählt, der am Semesterende noch die Prüfung in seinem Studienfach Software-Engineering zu bestehen hat. Um gleichzeitig aber eine alternative Lernsituation zu erhalten, spielt die Geschichte in der Zukunft. Ben möchte nach Abschluss seiner Prüfung schnellstmöglich zusammen mit seiner Freundin Jacqueline zu einem Festival in einem anderen Teil des Weltalls reisen. Auf seiner Reise wird er mit unterschiedlichen Problemen konfrontiert, deren Lösungen Kenntnisse und Fertigkeiten des Software-Engineering erfordern.

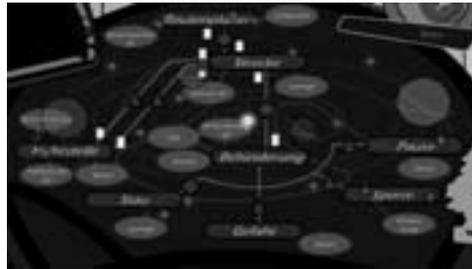


Abbildung 2 (a) Ben

(b) Ausschnitt eines Entity-Relationship Diagramms

Abbildung 2 zeigt exemplarisch grafische Umsetzungen im Spiel. In Abbildung 2 a ist Ben in dem pink gefärbten Helm seiner Freundin dargestellt.

Obwohl die Story einige Kontraste zur studentischen Realität aufweist, ist es für das Lernen unabdingbar, dass die Lerninhalte und somit die einzelnen Aufgaben sehr eng an den Inhalten der Vorlesung Software-Engineering orientiert sind. Die verwendeten Begriffe, Notationen, Diagramme und Konzepte zeigen große Parallelen zu den Unterlagen der Vorlesung (siehe Abbildung 2 b). Behandelt werden klassische Themen des Software-Engineering [LL07], wie UML (Unified Modeling Language), Entity-Relationship Diagramme, Qualitätsmanagement und Graphical User Interfaces.

3.2 MI-Learning – Online-Lektionen

Die MI-Learning-Lektionen – es gelten die gleichen technischen Voraussetzungen wie für das Online-Spiel – basieren auf einem flexiblen Rahmenwerk, das realisiert wurde, damit die eigentlichen Inhalte der Lektionen von unterschiedlichen Personen erstellt werden können. Der Rahmen jeder Lektion ist für alle Inhalte unveränderlich und damit für den Lernenden konsistent [SS07]. In Abbildung 3 sind die Kapitel der Lektion Computernetze am oberen Bildrand erkennbar, die Unterkapitel erscheinen am linken Bildrand. Diese Kapitel sind identisch mit den Kapiteln der korrespondierenden Vorlesung.

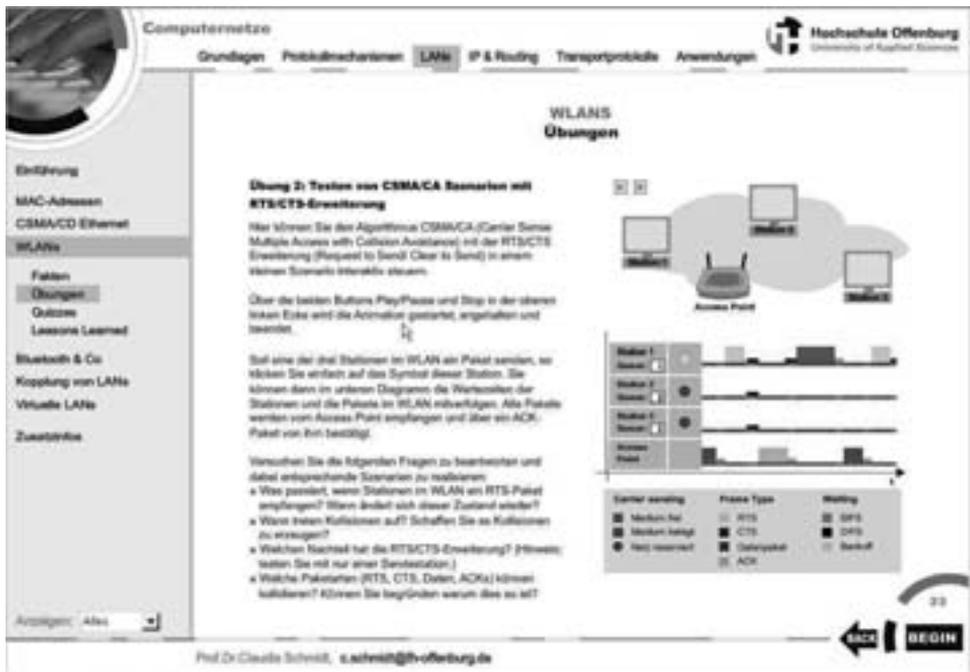


Abbildung 3: MI-Learning Übung Computernetze

In der Einführung werden die wichtigen Aspekte eines Kapitels beschrieben. In jedem Unterkapitel gibt es die Bereiche Fakten, Übungen und Quizzes sowie Lessons Learned. In den Fakten wird das notwendige Faktenwissen textuell, grafisch und teilweise auch animiert präsentiert. Bei der Durchführung der Übungen wenden die Lernenden Faktenwissen anhand konkreter Aufgabenstellungen selbstständig an. Die Umgebung liefert ständig Feedback, das die Lernenden zur richtigen Lösung führt. Mit den Quizzes überprüfen sie ihr Wissen wiederum anhand konkreter Aufgabenstellungen, allerdings bewertet das System die Antworten nur mit richtig oder falsch, und es liefert am Ende einer Einheit eine Statistik der richtigen und falschen Antworten. Zusatzinfos zu einem Kapitel beinhalten Links mit weiteren Informationen und Literaturhinweise.

3. 3 MI-Cooperate – Online-Lernen in der Gemeinschaft

Die Hochschule Offenburg setzt hochschulweit die Lernplattform Moodle [CF07] ein. Alle Informatikkurse verfügen hier über eigene Kursseiten, in denen neben dem Austausch von Dokumenten, die Studierenden und Dozenten gemeinsam über Kommunikations- und Kooperationswerkzeuge (z.B. Foren, Chats, Wikis) den Lernprozess steuern, organisieren und auch gemeinsam lernen. Besonders erfolgreich haben sich den letzten Jahren so genannte Klausurforen erwiesen, in denen zur Klausurvorbereitung konkrete Fragestellungen der Studierenden gemeinsam in der Lerngruppe gelöst wurden.

Basierend auf diesen Erfahrungen, wurden die beschriebenen E-Learning-Anwendungen, das Lernspiel und auch die Online-Lektionen, in Moodle integriert und mit kommunikativen und kooperativen Elementen versehen. Diese Elemente sollen unterschiedliche Formen der Kooperation in der Lerngruppe ermöglichen:

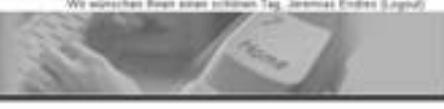
- **Diskussion und kooperative Problemlösung:** Foren und Chats dienen der Kommunikation innerhalb der gesamten Lerngruppe. Ergeben sich bei der Bearbeitung der E-Learning-Aktivitäten offene Fragen oder können Aufgaben nicht gelöst werden, so können die Lernenden sich über dieses Form austauschen und gegenseitig beim Lernen unterstützen.
- **Supervision:** Die Dozenten sind in die o.g. Foren eingebunden. Bei größeren Problemen oder falschen Lösungen greifen sie helfend ein. Darüberhinaus werden die Studierenden über E-Mail von den Dozenten betreut.
- **Gemeinsame Wissensbasis:** Zu jeder Anwendung existieren Wikis und Glossare. Hier können die Studierenden gemeinsam eine Wissensbasis aufbauen und das bereits Erlernte austauschen und gemeinsam strukturieren.

MI-Cooperate ist nicht nur als Angebot zu verstehen, das die Studierenden nutzen können, sondern es wird, wie die anderen Elemente des Lernarrangements, didaktisch in das Gesamtkonzept eingebunden. Die Aufgaben sind so gestaltet, dass die Studierenden die E-Learning-Angebote nutzen und dabei offene Fragestellungen gemeinsam diskutieren sowie Wissen gemeinsam sammeln und damit kooperativ lernen [Ke01].

Abbildung 4 zeigt MI-Cooperate, in dessen Rahmen die Online-Lektion Software-Engineering integriert ist. Der Lernende kann die angezeigte Übung bearbeiten und gleichzeitig im darunter befindlichen Kommunikationsbereich agieren. Über die verschiedenen Reiter kann er zwischen den angebotenen Kommunikationsformen umschalten. Sämtliche Kommunikationsmittel entstammen Moodle und sind kontextbezogen, d.h. spezifisch für jede E-Learning-Applikation.

Wir wünschen Ihnen einen schönen Tag. Jemina Endler (Logout)





Home > MEC/eng/2006



Software Engineering

Software UML Qualitätsmanagement IT-Merkmal Benutzerschnittstelle Vorgehenswissen

Software Engineering

Software-Qualität

Testen

Fehler

Übungen

Quizzes

Learnens Learned

Kurzfragenmanagement

Zustufzettel

Anzeigen: Alle



Hochschule Offenburg
University of Applied Sciences

Testen Übungen

Übung 1: Black Box Test

Geben Sie ein Programm, das folgende Spezifikation erfüllen soll:

Das Programm benötigt die Eingabe von drei ganzzahligen Werten zwischen 1 und 500. Die 3 Zahlen werden als Länge der Seiten a, b, c eines Dreiecks interpretiert. Das Programm untersucht, ob die drei Strecken ein Dreieck bilden und klassifiziert gültige Dreiecke.

Es liefert folgende Ausgaben:

- kein Dreieck, wenn $a + b < c$ oder $a + c < b$ oder $b + c < a$
- gleichseitiges Dreieck, wenn $a = b = c$
- gleichschenkeliges Dreieck, wenn $a = b$ oder $b = c$ oder $a = c$
- unebenmäßiges Dreieck, sonst
- die Fehlermeldung "ungültige Eingabe", wenn andere Daten als drei ganzzahlige Werte aus dem vorgegebenen Bereich eingegeben werden.

Das Programm zeichnet alle gültigen Dreiecke einsehbar und speichert in der Datenstruktur Box. Die Seite 2 legt unten parallel zur Heronformel.

Untersuchen Sie die Versionen dieses Programms mit Black Box Testing auf Fehler. Dabei sind die Ergebnisse immer angelegt, sobald Sie auf einen der drei Quizzes klicken. Zwei der Programme haben jeweils 3 Programmierfehler. Finden Sie alle Fehler!

Bitte Zahlen für die Seiten a, b und c eingeben

a: b: c:



Vektor 1



Vektor 2



Vektor 3



Prof. Dr. Claudia Schmidt, c.schmidt@h-offenburg.de Prof. Dr. Volker Säenger, volker.saenger@h-offenburg.de

Forum: Wiki Chat

Forum > Qualitätsmanagement > Testen / Übung 1

Suche in Forum

Abwage der Antworten geschaltet

Testen | Übung 1

von Sabine Weber - Donnerstag, 28. Februar 2006, 10:07

Hallo,

habe eine Frage zur ersten Übung im Kapitel "Testen". Was sind denn hier gültige Äquivalenzklassen? (ungültige gibt es ja hier nur eine einzige, nämlich wenn etwas anderes als ganze Zahlen in die Felder eingetragen werden, oder?)

Vielen Dank für die Hilfe!

Sabine

Antwort

Re: Testen | Übung 1

von Sabine Weber - Donnerstag, 28. Februar 2006, 11:07

Hallo Peter,

gültige Äquivalenzklassen sind und hier von den Bedingungen abhängig, für die Ausgaben wie "kein Dreieck" oder "gleichschenkliges Dreieck" ausgegeben werden. Also eine Äquivalenzklasse umfasst z.B. alle Eingaben, für die gilt: $a + b < c$.

Eine weitere wäre eben: $a * b * c = 0$ usw.

Hilft ich bereits helfen?

Grüß

Sabine

Übungsmitteltag | Bearbeiten | Löschen | Antwort

Wir wünschen Ihnen einen schönen Tag. Jemina Endler (Logout)

[Über mich](#) | [Meine Themen](#) | [mein Testlog](#)

Abbildung 4: MI-Cooperate integriert mit MI-Learning

4. Das hybride Lernarrangement

In der Bildungspraxis stellt sich inzwischen nicht mehr die Frage, ob E-Learning eine echte Alternative zur klassischen Präsenzlehre ist, sondern vielmehr wie man durch eine Kombination zu einer höheren zeitlichen und räumlichen Flexibilität und zu mehr methodischen Variationen gelangt [Ke01]. Im vorgestellten Konzept werden unterschiedliche Elemente in Präsenzveranstaltungen und Online-Angeboten kombiniert:

- **Wissenspräsentation:** In der konventionellen Form der Vorlesung werden die Inhalte präsentiert. Hier sind Lernort und –zeit vorgegeben und auch die Lerngeschwindigkeit kann nicht auf die individuellen Bedürfnisse angepasst werden. Als Ergänzung können die Lernenden die Inhalte auch in den MI-Learning-Lektionen, und hier mit räumlicher und zeitlicher Selbstbestimmung sowie im eigenen Lerntempo, erarbeiten.
- **Selbstlernaktivitäten:** Für individuelle Vor- und Nachbereitung der Inhalte können die Lernenden neben Büchern nun über die Online-Angebote sehr flexibel, im individuellen Tempo und in der selbstgewählten Reihenfolge den Stoff wiederholen und an anwendungsnahen Beispielen praktisch trainieren.
- **Kooperatives Lernen:** Durch den Austausch unterschiedlicher Perspektiven findet einerseits eine intensive Auseinandersetzung mit den Inhalten statt, andererseits wird die Motivation erhöht [Hi04]. Wer einen Sachverhalt erklären kann, hat ihn sicherlich verstanden. Daher sind sowohl in die Präsenzveranstaltungen kooperative Lernphasen eingebaut als auch die Online-Angebote mit Werkzeugen zur Kooperation und Kommunikation ergänzt.

Die Kombination der einzelnen Elemente zu einem hybriden Lernarrangement zielt darauf ab, über die Vorlesungen und die Faktenbereiche der Online-Lektionen Wissen zu vermitteln. Um das reine Faktenwissen zu erweitern, werden sowohl in den integrierten Übungen der Vorlesungen als auch in den Online-Lektionen authentische Beispiele eingesetzt, mit denen das Wissen umgesetzt werden kann. Eine Vertiefung an größeren Beispielen findet darüber hinaus in den Laboren und im Praktikum statt. Schließlich helfen die eingesetzten Kooperations- und Kommunikationselemente bei der Vertiefung und Vernetzung von Wissen (siehe Abbildung 5).

Neben der inhaltlichen Vertiefung fokussieren die drei beschriebenen Elemente des hybriden Lernarrangements unterschiedliche Lernebenen [AK01]. Mit der Wissenspräsentation werden die Lernebenen Kennen und Verstehen angesprochen. Die darauf aufbauenden Selbstlernaktivitäten sowie Labore und Praktika zielen auf das Anwenden der Lerninhalte, und das kooperative Lernen adressiert die höchsten Lernebenen Analysieren, Bewerten und zum Teil auch Synthetisieren. Dafür ist der kontinuierliche Wechsel zwischen E-Learning und Präsenzlehre besonders hilfreich, weil Problempunkte der kooperativen Online-Arbeit in den Präsenzveranstaltungen aufgegriffen, diskutiert und gemeinsam gelöst werden können.

4.1 Motivation

Ein Hauptziel bei der Entwicklung der Lernarrangements lag in der Motivation der Studierenden. Sowohl die Übung an authentischen Beispielen als auch der Einsatz des Lernspiels und die Integration der Kooperationselemente wurden im Hinblick auf eine motivationsfördernde Wirkung ausgewählt.

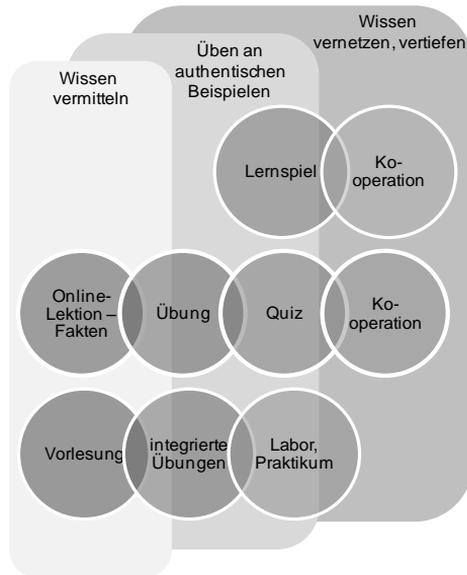


Abbildung 5: Elemente des hybriden Lernarrangements

Die Aufmerksamkeit der Studierenden wird zunächst durch Hinweise in den Lehrveranstaltungen geweckt und durch grafisch ansprechende Inhalte gefördert. Die Relevanz des Lehrstoffs wird deutlich, weil sowohl das Lernspiel als auch die Online-Lektion die Struktur der Vorlesung widerspiegeln. Quizzes, Übungen und Minispiele bilden kleine Einheiten, an deren Ende sofort Feedback geliefert wird, um die Erfolgszuversicht und Zufriedenheit beim Lernenden zu gewährleisten.

Besonders das Lernspiel „Software Engineering in the Future“ hat die Motivationsförderung zum Ziel. Die Studierenden sollen einen Zugang zu den abstrakten Methoden der Softwareentwicklung finden und gleichzeitig Spaß am Spiel selbst haben. Laut [GAD02] fördern digitale Spiele die Motivation der Lernenden, indem sie die Fantasie anregen, neugierig machen, Herausforderungen bieten, audio-visuell gestaltet sind und dabei den Lernenden über definierte Regeln die Kontrolle überlassen. Alle diese Aspekte wurden in „Software Engineering in the Future“ bewusst integriert, um die Motivation zum Spielen hoch zu halten [PSS08].

Herausforderungen bieten das gesamte Spiel und auch die Übungen aus MI-Learning, weil der Schwierigkeitsgrad mit dem Vorankommen steigt. Der Einstieg in ein Thema ist einfach, die nachfolgenden Aufgaben sind schwieriger, komplexer und bauen auf den vorangegangenen auf. So muss beim Thema Benutzerschnittstelle im ersten Minispiel nur der Zweck verschiedener Komponenten (Ein- und Ausgabe sowie Dialogkontrolle) einer Benutzerschnittstelle identifiziert werden. Im nachfolgenden Minispiel muss der Lernende bereits die richtigen Java-Klassen [DD03] auswählen, um eine Maske zu realisieren. Gleich darauf lernt der Spieler auch noch das Entwurfsmuster MVC - Model View Controller - kennen [GHJ04]. Da sich die Minispiele in der Spielart unterscheiden, fördern diese gleichzeitig auch die Neugierde.

4.2 Kooperatives Lernen in Gruppen

Lernen ist immer auch ein sozialer Prozess und wird über die Kommunikation und Kooperation der Teilnehmer beeinflusst. Kommunikationstools wie Foren, Wikis und Chats, die unter dem Oberbegriff Social Software zusammengefasst sind, können zur Unterstützung des Lernprozesses eingesetzt werden [Ba06]. Gegenüber rein rezeptiven E-Learning-Formen sieht [Hi04] folgende Vorteile: eine höhere Motivation, Erwerb von zusätzlichen Kompetenzen, die Möglichkeit eines individualisierten Lernweges und eine höhere Perspektivenvielfalt verbunden mit einem objektiveren Blick auf die Thematik.

Die Erfahrungen mit den E-Learning-Lektionen [SS07] zeigten, dass Studierende diese intensiv nutzen, da sie zeit- und ortsabhängig lernen und ihr Wissen vertiefen können. Insbesondere zur Klausurvorbereitung greifen sie erneut auf die E-Learning-Lektionen zu, um den Stoff zu wiederholen, Details herauszuarbeiten und das Wissen zu festigen.

Damit auch in diesen Selbstlernphasen ein gemeinsames Lernen und eine Betreuung möglich sind, wurden alle E-Learning-Anwendungen in Moodle mit den beschriebenen Kooperationsszenarien ausgestattet. Nun können Studierende, die beispielsweise am Abend den Stoff der Präsenzphase nachbereiten, bei offenen Fragen oder Problemen direkt über das Forum Kontakt mit Gleichgesinnten aufnehmen und gemeinsam eine Lösung erarbeiten. Bei der Suche nach Information kann auch die gemeinsam von den Studierenden des Kurses erstellte Wissensbasis im Wiki genutzt werden.

4.3 Lernen an authentischen Beispielen

Bei der Entwicklung der MI-Learning Lektionen wurde ein besonderes Augenmerk auf die Vermittlung von anwendbarem Wissen gelegt. Daher sind eine Vielzahl von Übungen, Quizzes und auch das Lernspiel in authentische Situationen eingebettet; die Studierenden können hier ihr Wissen in konkreten Situationen anwenden. Beispielsweise dient im Lernspiel die futuristische Geschichte als narrativer Anker, der das Interesse wecken und die Aufmerksamkeit auf die zu lösenden Problemstellungen aus dem Software-Engineering lenken soll. Dies entspricht dem so genannten Anchored-Instruction-Modell [Br90], das außerdem „träges Wissen“, also Faktenwissen, das nicht angewendet werden kann, vermeidet.

Im Themengebiet Datenbanken gibt es beispielsweise SQL-Übungen, bei denen Anfragen an eine Datenbank für Mietwagen zu stellen sind. Die Studierenden schicken gemäß der jeweiligen Aufgabenstellung einen SQL-Befehl an die angeschlossene Datenbank ab. Das zurück gelieferte Resultat wird in Tabellenform präsentiert. Der Lernende kann dieses Ergebnis mit der Musterlösung vergleichen, die ebenfalls in Tabellenform vorliegt. Stimmen selbst erzeugtes Ergebnis und Musterlösung inhaltlich überein, so ist dies ein Indiz, dass auch die formulierte Anfrage korrekt ist.

Weiterhin können im Themengebiet Computernetze komplexe Netzwerkalgorithmen in den Übungen explorativ erforscht werden. Abbildung 3 zeigt eine Übung zum Zugriffsverfahren in einem WLAN (Wireless LAN) [KR05]. Die Studierenden erhalten in dem Textblock auf der linken Seite eine Aufgabenstellung und können dann das rechts dargestellte Netzwerkszenario eigenständig erkunden und diese Aufgabe lösen. Sobald sie dabei auf einen der dargestellten Rechner klicken, versucht dieser ein Paket zu schicken. Der Algorithmus selbst wird unterhalb der Grafik auf einer Zeitleiste visualisiert. Nach der Taxonomie von Schulmeister handelt es sich hierbei um eine Interaktivität der Stufe 4 [Sc05]. Der Zugriffsalgorithmus im WLAN wird direkt durch den Lerner gesteuert. Er kann dabei Hypothesen aufstellen und diese dann gezielt überprüfen. Die bisherigen Erfahrungen und Rückmeldungen der Studierenden zeigen, dass dieser Typ von Übungen das Interesse der Studierenden weckt und sie eine hohe Motivation aufbringen, um die vorgegebenen Aufgabestellungen zu lösen.

5. Umfrage und Bewertung

Um die Erfahrungen und Einschätzungen unserer Studierenden in Bezug auf die bereitgestellten E-Learning Applikationen zu ermitteln, erhielten sie im Anschluss an die Klausur Software Engineering im Februar 2009 einen Fragenbogen mit Fragen zum Online-Spiel „Software Engineering in the Future“ und zum MI-Learning Software Engineering. 50 Studierende - das komplette Semester umfasst 52 Studierende – gaben ihr Feedback. Sie hatten mit beiden Anwendungen semesterbegleitend gelernt und sich anschließend auf die Klausur vorbereitet. Das Pflichtfach Software Engineering war für die Studierenden mit der Klausur abgeschlossen. Bei der Interpretation der Umfrageergebnisse ist zu beachten, dass die Informatik nur ein Teilbereich des interdisziplinären Studiums Medien und Informationswesen ist. Erfahrungsgemäß befinden sich deshalb unter den Studierenden einige, die nur ein geringes Interesse an der Informatik zeigen und ihren Interessenschwerpunkt auf die Medienbetriebswirtschaft oder die Gestaltung legen.

Abbildung 6 gibt einen Überblick über einige zentrale Ergebnisse der Umfrage. Alle Fragen konnten mit den Werten 5 (sehr gut) bis 1 (weniger gut) bewertet werden. Den Studierenden gefällt MI-Learning ausnehmend gut, dies belegt der von Wert 4,7 (dritter Balken von links). Die niedrige Standardabweichung zeigt, dass alle Lernenden hier einer Meinung sind. Auch der Lernerfolg wird durch die Online-Lektionen sehr positiv bewertet. Für die etwas schlechteren, aber trotzdem noch positiven Bewertungen des Online-Spiels erscheinen aufgrund der Freitext-Antworten auf den Fragebögen zwei Erklärungen relevant:

- MI-Learning scheint durch die klare Struktur und die deutlich sichtbaren Lernziele auf manche Lernenden besser zugeschnitten zu sein. Der Spielcharakter gefällt nicht allen Studierenden für das „ernsthafte“ Lernen, und die Transformation von den Spielen auf die Konzepte und Methoden des Software Engineering fällt manchen Studierenden schwer.
- Während des Semesters gab es zeitweise ein technisches Problem im Spiel, so dass manche Bereiche nicht gespielt werden konnten. Dafür bringen viele Studierende wenig Verständnis auf und kritisierten dies auch bei der Befragung.

Unabhängig von der etwas unterschiedlichen Bewertung von Spiel und MI-Learning wird E-Learning insgesamt sehr gut akzeptiert. Die Frage, ob die E-Learning Anwendung die Kenntnisse des SWE verbesserten, wird mit 4,3 sehr positiv bewertet. Die Motivation für weitere E-Learning Anwendungen liegt mit 4,1 ebenfalls sehr hoch.

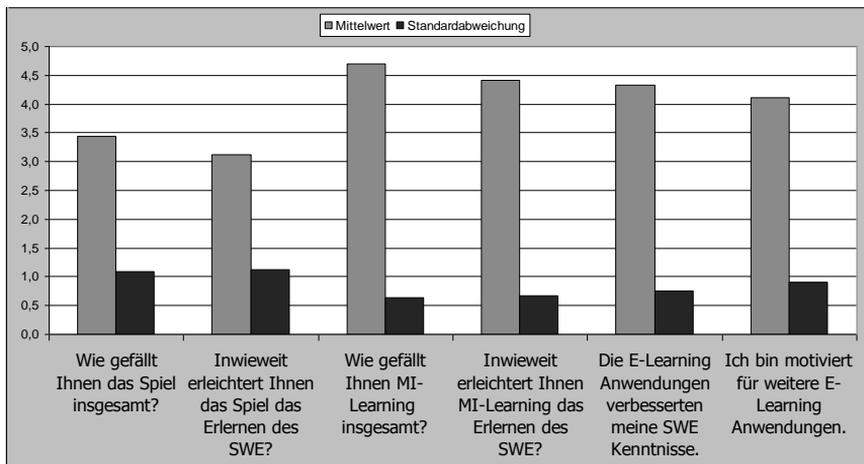


Abbildung 6: Umfrageergebnisse

6. Fazit und Ausblick

Die Erstellung unserer E-Learning-Anwendungen war sehr aufwändig und langwierig. Wir sind jedoch sicher, dass sich diese Arbeit gelohnt hat. Alle Veranstaltungen gestalten sich damit abwechslungsreicher, die Studierenden beteiligen sich engagierter als in reinen Präsenzveranstaltungen. Um weitergehende, konkrete Aussagen über den verbesserten Wissens- und Kompetenzerwerb durch das Lernarrangement zu erhalten, sollen in der nächsten Zeit weitere Tests und Untersuchungen durchgeführt werden.

Insgesamt verstärkt das hybride Lernarrangement den Betreuungsaufwand. Vor allem das kooperative Lernen erfordert von den Betreuern ständiges Lesen der neuen Inhalte sowie kurzfristige, wohlüberlegte Reaktionen. Trotzdem profitieren auch die Lehrenden von der Kooperation mit den Studierenden, da in den Diskussionen auch völlig neue Sichtweisen auf einen Themenbereich eröffnet werden und sich aus dieser Sicht heraus die didaktischen Methoden anpassen und verbessern lassen.

Literaturverzeichnis

- [AK01] Anderson, L.W.; Krathwohl, D.R. (Eds.): A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Addison Wesley Longman, 2001
- [Ba06] Baumgartner, P. Web 2.0: Social Software & E-Learning. In Computer + Personal, Schwerpunktheft: E-Learning und Social Software. 14.Jg. (8): 20-22 und 34, 2006
- [Br90] Bransford, J. D.; Sherwood, R.D.; Hasselbring, T.S.; Kinzer, C.K.; Williams, S. M. Anchored Instructions: Why we need it and how technology can help. Cognition, Education and Multimedia: Exploring ideas in high technology.; Nix, D.; Spiro, R. (eds.). S. 115 ff. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1990.
- [CF07] Cole, J; Foster, H. Using Moodle. O'Reilly Community Press, 2nd Edition, 2007.
- [DD03] Deitel, H.M.; Deitel, P.J. Java – How to Program. Kapitel 14. Upper Sadle River, Prentice Hall, 2003
- [GAD02] Garris, R; Ahlers, R.; Driskell, J.E. Games - Motivation and Learning: Research and Practice Model. In "Simulation & Gaming". Newbury Park, Sage Publ., 2002.
- [GHJ04] Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J. Entwurfsmuster. S. 373 ff. München, Addison-Wesley, 2004.
- [Hi04] Hinze, U. Kooperatives E-Learning, Stand 29.7.04. (http://www.e-teaching.org/lehrszenarien/seminar/gruppenarbeit/koop_e-learning.pdf)
- [Ke83] Keller, J. Motivational design of instruction. Instructional design theories and models. Reigeluth, C. (ed.), S. 386 ff.; Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1983.
- [Ke01] Kerres, M. Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung. 2. Auflage. S. 257 ff. R. Oldenbourg Verlag. München. 2001.
- [KR05] Kurose, J.F.; Ross, K.W.: Computer Networking – A Top-down Approach Featuring the Internet; 3. Auflage, Addison-Wesley, 2005
- [LL07] Ludewig, J.; Lichter, H. Software Engineering: Grundlagen, Menschen, Prozesse, Techniken. dpunkt Verlag, 2007.
- [Ni04] Niegemann, H.; Hessel, S.; Hochscheid-Mauel, D.; Aslanski K.; Deimann, M.; Kreuzberger, G. Kompendium E-Learning. , S. 206 ff. Springer-Verlag, Berlin, 2004.
- [PSS08] Pfannstiel, J; Sänger, V; Schmidt; C. "Game based learning im Bildungskontext einer Hochschule - ein Praxisbericht". In: Medienpädagogik (www.medienpaed.com), 15/16 Computerspiele und Videogames in formellen und informellen Bildungskontexten, 2009
- [SS07] Sänger, V; Schmidt, C. "MI-Learning: ein Rahmenwerk für webbasiertes E-Learning". In: Die Energie der Didaktik - Beiträge zum 7. Tag der Lehre, Biberach, 2007, S. 64-67
- [Sc05] Schulmeister, R. Lernplattformen für das virtuelle Lernen. 2. Auflage. , S. 210 ff. Oldenbourg Verlag. München. 2005

Unterstützung für das Lernen sozialer Praxis in NGOs

Till Schümmer, Jörg M. Haake

Fakultät für Mathematik und Informatik
FernUniversität in Hagen
Universitätsstr. 1
58084 Hagen
till.schuemmer@fernuni-hagen.de
joerg.haake@fernuni-hagen.de

Abstract: Der Austausch von Handlungswissen (Good Practice) ist eine Voraussetzung für organisationales Lernen in Nichtregierungsorganisationen (NGOs). Aktuelle Ansätze für das Erlernen von Handlungswissen fokussieren auf die individuelle Beschreibung bzw. Aneignung von Erfolgsrezepten und vernachlässigen ihre kooperative Erkennung und Beschreibung in Organisationen. Wir schlagen einen Pattern-basierten Ansatz vor, der die kooperative Erzeugung, Verbesserung und gemeinsame Nutzung von guter Praxis mittels Web 2.0-Konzepten befördert.

1 Einleitung

NGOs (Nichtregierungsorganisationen wie z.B. Kirchen, Hilfsorganisationen, Verbände, Gewerkschaften) sind soziale Organisationen ohne Gewinnabsicht, die wichtige gesellschaftliche Funktionen übernehmen. Gerade in Zeiten von beschränkten Mitteln auf der einen Seite und einem immer größer werdenden Potential von Menschen, die keiner Erwerbstätigkeit nachgehen und somit Möglichkeiten haben, sich vermehrt für das Gemeinwohl einzusetzen, werden NGOs immer wichtiger, insbesondere mit Blick auf dem darin verankerten ehrenamtlichen Engagement.

Vor allem in räumlich stark verteilten NGOs ist eine Vielfalt von Praktiken vorhanden, die an die lokalen Gegebenheiten angepasst sind. Ein Austausch von erfolgreichen Praktiken (lokale Good Practice) kann helfen, die Qualität der gesamten NGO zu verbessern (z.B. bezüglich Leistung, Effizienz, Zufriedenheit). Durch Vernetzung und gemeinsame Reflexion über erfolgreiche Praktiken kann eine lokale Praktik sowohl in engen Bezugsgruppen (Communities of Practice) [We99] als auch im gesamten Netz der NGO zu einer anwendbaren Praktik weiterentwickelt werden. Je weiter sich Praktiken verbreiten, desto mehr entwickelt sich die Organisation hin zu einem Network of Practice (NoP) [BD02]. Die Kombination von Reflexion über Praktiken und sozialem Lernen in einem Network of Practice ist der Kern einer lernenden Organisation. Im Idealfall führt dies nicht nur zu einer besseren Leistung sondern auch zu einer intensiveren Bindung der Mitarbeiter an die NGO (also der Stärkung von Communities of Practice). Erfolgreiche Praktiken und der Prozess ihrer Erstellung und Kommunikation tragen somit zur Identitätsstiftung der Community bei.

Aktuelle Ansätze für das Teilen von Erfolgsrezepten in Organisationen konzentrieren sich auf die Problemerkennung (z.B. Identifikation von Break-down Situationen [Sc83]), das Problemlösen (z.B. durch Finden von Erfolgsrezepten in einem Repository) sowie die Kommunikation, gemeinsame Inhaltserstellung und Wiedernutzung in Gemeinschaften (z.B. mittels Web 2.0-Konzepten). Während die Web 2.0-Pradigmen auf die gemeinsame Inhaltserstellung und dessen Wiedernutzung in virtuellen Organisationen fokussieren, ist noch unklar, wie Web 2.0-Konzepte für die Unterstützung des Erlernens sozialer Praxis in NGOs angewendet werden können.

In diesem Beitrag stellen wir einen Pattern-basierten Ansatz zum gemeinsamen Erstellen und Teilen sozialer Praxis mittels Web 2.0-Konzepten vor. Praktiker können mit diesem Ansatz gemeinsam Patterns im Sinne von Entwurfsmustern, wie sie in den Ingenieurwissenschaften bekannt sind [AIS+77, GHJ+95, SL07], erstellen, einsetzen und verbessern. Patterns sollen als Medium dazu beitragen, implizites Wissen zu explizieren, Vor- und Nachteile einer Lösung abzuwägen und gute Praktiken möglichst breit zu nutzen.

Im nächsten Abschnitt diskutieren wir verwandte Arbeiten und zeigen, dass diese die kooperative Erkennung und Erstellung von Patterns sozialer Praxis vernachlässigen. Außerdem ist der Prozess des Lernens und Teilens üblicherweise nicht Gegenstand weiterer Verbesserung. Abschnitt 3 präsentiert unseren Ansatz. Abschließend fasst Abschnitt 4 unseren Ansatz zusammen, berichtet über erste Rückmeldungen von Praktikern und diskutiert zukünftige Arbeiten.

2 Verwandte Ansätze

Das Erlernen sozialer Praxis zielt auf individuelle und organisationale Verbesserung. Douglas Engelbart [En92] unterscheidet drei Typen von Aktivitäten in Organisationen: Typ A-Aktivitäten tragen direkt zur Arbeit der Organisation bei ("core business activities"), Typ B-Aktivitäten verbessern die Fähigkeit der Organisation zur Durchführung ihrer Typ A-Aktivitäten (d.h. Verbesserung der eigenen Arbeitsweise), und Typ C-Aktivitäten verbessern die Fähigkeit der Organisation zur Durchführung ihrer Typ B-Aktivitäten (d.h. Verbesserung der Art und Weise, die eigene Arbeitsweise zu verbessern). Daneben ist das Zusammenspiel zwischen impliziten und expliziten Wissen von großer Bedeutung. Nonaka und Takeuchi [NT97] haben hierzu eine Wissensspirale entwickelt, in der die Übergänge zwischen expliziten und impliziten Wissen beschrieben sind. Bei der Entwicklung einer neuen Praxis entsteht diese zunächst als implizites Wissen (bspw. durch Versuch und Irrtum). Implizites Wissen kann direkt an andere Praktiker weitergegeben werden (durch Beobachtung und Imitation), was auch als Sozialisation von Wissen bezeichnet wird. Dieser Ansatz birgt jedoch das Problem, dass er schlecht skaliert, sowohl was die Anzahl der anzulernenden Praktiker als auch deren zeitlichen und räumlichen Abstand zum Experten betrifft. Deshalb kann Wissen auch externalisiert werden (bspw. durch Verschriftlichung). Das so festgehaltene Wissen kann mit anderen externalisierten Wissensseinheiten in Beziehung gesetzt (also kombiniert) werden und bildet so die Wissensbasis eines Networks of Practice. Seine Wirkung kann es jedoch nur dann entfalten, wenn es durch andere Praktiker wieder internalisiert wird.

Dies beinhaltet insbesondere die Abbildung der abstrakteren Handlungsvorschrift im externalisierten Wissen auf die konkreten Handlungsweisen des spezifischen Praktikers. Dieser Wissenszyklus von impliziten über explizites hin zu von anderen Praktikern internalisiertem Wissen vermittelt zwischen Typ-A und Typ-B-Aktivitäten.

Im organisationalen Kontext werden diese Prozesse der Reflexion von Handlungen und der Externalisierung des so entstandenen Handlungswissens oft in Form von Prozessmodellen beschrieben. Hauptziel dieser Modelle ist die Weiterentwicklung von organisationsweit eingesetzten Praktiken. Zwei prominente Beispiele hierfür sind die für das Feld der Software-Entwicklung entwickelte Experience Factory [BCR94] oder das Plan-Do-Study-Act-Modell [De82], welches zur Weiterentwicklung von Produktionsprozessen eingesetzt wird.

Für unseren Kontext der Verbesserung sozialer Praktiken kommt der Externalisierung von Handlungswissen eine besondere Bedeutung zu. Deshalb betrachten wir im Folgenden zwei Forschungsgebiete, die zur Unterstützung organisationalen Lernens und Verbesserung beitragen können.

2.1 Patterns und Pattern Languages

Patterns stellen eine strukturierte Form zur Beschreibung erfolgreicher Praktiken dar. Durch semantische Beziehungen zu einem Netz verbundene Patterns bilden eine Pattern Language. Das Ziel einer Pattern Language ist es, Laien zu ermöglichen, wie Experten zu handeln [AIS+77]. In den letzten Jahrzehnten wurden zahlreiche Pattern Languages in verschiedenen Anwendungsgebieten erstellt und eingesetzt. Am erfolgreichsten wurden Patterns im Software Engineering angewendet [GHJ+95]. Andere Gebiete der Informatik folgten, z.B. die Anwendung von Patterns für das Design von Benutzungsoberflächen [Ti05], Patterns zur Erstellung von Web 2.0 Sites [Ya08] oder Patterns für Computervermittelte Interaktion [SL07]. Andere Projekte in Bildung [Sc08b], Management und Zivilgesellschaft zeigten, dass Patterns nicht auf technische Anwendungsgebiete beschränkt sind. Das Liberating Voices Projekt [Sc08a] ist das bekannteste Beispiel für die Sammlung von Patterns zur Förderung gesellschaftlichen Wandels.

Patterns entsprechen wie folgt der Engelbart'schen Aktivitäts-Typologie:

- Patterns helfen Mitgliedern der Organisation, ihre Arbeit auszuführen. Die Anwendung von Patterns resultiert deshalb in Typ A-Aktivitäten.
- Wenn Praktiker über ihre Arbeit reflektieren und Erfolgsrezepte erkennen, die es wert sind, mit anderen geteilt zu werden, dann erfassen sie diese Erfolgsrezepte als Patterns. Der Prozess des Erfassens der Praktik als Pattern ist eine Typ B-Aktivität.
- Wir haben beobachtet, dass die Fähigkeit zur Erfassung von Erfolgsrezepten selbst Unterstützung benötigt. Die Autoren brauchen typischerweise Hilfe im Autorenprozess, um Patternbeschreibungen zu erstellen, die einfach zu verstehen

sind und organisationale Erfolgsrezepte reflektieren. Solche Unterstützung, d.h. die Verbesserung der Fähigkeit zum Schreiben von Patterns, ist eine Typ C-Aktivität.

Kritiker bemängeln an Patterns oft ihren imperativen Charakter, was eine Anpassung an neue Einsatzkontexte erschwert. Sind Patterns einmal publiziert, passen sie sich meist nicht mehr an neue Erkenntnisse an. Wir nehmen jedoch an, dass jedes Pattern nur einen kleinen Schritt hin zum Entdecken einer wirklichen Invariante darstellt, besonders wenn das Pattern die Interaktion zwischen lebendigen Organismen und Organisationen erfasst. Alexanders Beschreibung des Begriffs Pattern Language unterstützt diese Sichtweise:

“We hope, of course, that many of the people who read, and use this language, will try to improve these patterns – will put their energy to work, in this task of finding more true, more profound invariants – and we hope that gradually these more true patterns, which are slowly discovered, as time goes on, will enter a common language, which all of us can share.” [AIS+77], p. xv

Nach unserer Auffassung sollten Patterns somit als lebendige Dokumente angesehen werden, die von den Nutzern der Patterns verbessert und wiederum in der Organisation ausgetauscht werden, so dass organisationales Lernen auf der C-Ebene stattfinden kann.

2.2 Web 2.0

Neben den technischen Veränderungen, die mit der Web 2.0-Technologie einher gingen, bezeichnet der Begriff Web 2.0 hauptsächlich eine neue Art der Interaktion zwischen Web-Benutzern [RLS07]. Verglichen mit traditionellen Web 1.0-Anwendungen fokussieren Web 2.0-Anwendungen auf die gemeinsame Erstellung und Nutzung von Inhalten in einer Gemeinschaft (Community). Mitglieder der Gemeinschaft profitieren von Netzwerkeffekten, die das Verhältnis zwischen eigenem Aufwand und Nutzen verbessern, und zeigen ein größeres Interesse an Partizipation. Am wichtigsten ist hierbei, dass die Interaktion zwischen Benutzern reziprok wird. Während die meisten Web 1.0-Anwendungen nur einen oder eine kleine Gruppe von Inhaltsanbieter(n) betrachten, erlauben Web 2.0-Anwendungen allen Nutzern als Inhaltsanbieter aufzutreten. Benutzer werden ermuntert, Rückmeldungen zu Informationen anderer Nutzer zu geben, Wissen neu zusammenzustellen und ihm neue Bedeutungen zu geben.

In diesen Konstellationen ist Kooperation wichtiger als Kontrolle. Die Vision ist, dass Menschen beginnen, Peer-Netze zu bilden, und das System direkten Zugang zu den Peers erlaubt (z.B. Diskussionsgelegenheiten zwischen Lesern und Autoren bietet). Solche direkte Interaktion umgeht viele organisatorische Hierarchien. Dies ist wahrscheinlich die wichtigste Veränderung beim Übergang vom Web 1.0 zum Web 2.0.

2.3 Defizite

Nach unserem Wissen adressiert bisher kein Ansatz eine solche direkte Interaktion zur Erkennung, gemeinsamen Erstellung und Vernetzung von Patterns sowie den Austausch von Erfahrungen mittels Patternsammlungen. Heute bleibt das Lernen mit Patterns eine Typ A-Aktivität, bei der explizites Handlungswissen angewandt wird. Die Prozesse des Findens und Dokumentierens von Patterns sowie ihre Qualitätssicherung (Typ B-

Aktivitäten) und die Verbesserung von Patterns (Typ C-Aktivität) werden dabei in der Regel ignoriert. Im Folgenden beschreiben wir deshalb einen soziotechnischen Ansatz zum Erstellen und Teilen von Beschreibungen sozialer Praktiken.

3 Pattern-basiertes Teilen von erprobtem Handlungswissen

Wir schlagen die Unterstützung des Erlernens sozialer Praxis durch einen Pattern-basierten Ansatz vor, bei dem Patterns durch die Mitglieder der Organisation mittels Web 2.0-Konzepten und Technologie erzeugt, ausgetauscht und genutzt werden.

NGOs sollten eine Kultur etablieren, die individuelles und organisationales Lernen unterstützt und bei der Etablierung eines Network of Practice hilft. Die Mitglieder sollten dazu angeregt werden, ihre Aktionen zu reflektieren, über ihre Handlungsweisen mit anderen Mitgliedern der Organisation zu kommunizieren und anderen Mitgliedern bei der Verbesserung ihres Handelns zu helfen [Ed97]. Die Kommunikation sollte auf individuelle Good Practice fokussieren und die oft implizite Expertise in eine explizite Repräsentation verwandeln, die mit anderen geteilt werden kann. Ein Web 2.0-Ansatz (siehe vorheriger Abschnitt) beschreibt die notwendigen Zutaten für eine solche Lösung. Um diesen Ansatz umzusetzen, sind die folgenden Fragen zu beantworten:

1. Wie soll die Praxis bzw. das Wissen repräsentiert werden? Wie kann das Wissen über Erfolgsrezepte sozialen Handelns so strukturiert werden, dass es sowohl einfach zugänglich und anwendbar ist als auch einfach erzeugt werden kann?
2. Was ist ein geeigneter evolutionärer Wissensprozess? Was sind geeignete Prozesse zur Unterstützung von Reflexion und Diskussion von Erfolgsrezepten in NGOs? Wie viel Diskussion ist zur Bereitstellung optimaler Unterstützung für die einzelnen Mitglieder als auch für die ganze NGO notwendig? Wie kann sich der Prozess selbst an sich verändernde Bedürfnisse der Organisation anpassen? Wie kann das Wissen über Erfolgsrezepte konserviert und für lange Zeit zugreifbar gehalten werden?
3. Wie kann ein solcher Prozess durch (Web 2.0-) Technologie unterstützt werden? Welche Werkzeuge sind zur Förderung der Interaktion zwischen den Mitgliedern notwendig? Wie kann die Technologie selbst als motivierender Faktor für die Reflexion von Praxiswissen dienen?
4. Wie kann die effektive Verbreitung dieser Lösung organisiert werden? Wie kann das Problem der Erreichung einer kritischen Masse an Inhalt und Teilnehmern adressiert werden? Wie können die Mitglieder der NGO dazu motiviert werden, ihre Zeit in den Prozess zu investieren, und wie können die notwendigen zusätzlichen Fertigkeiten vermittelt werden, die zur Übernahme von Verantwortung bei Tätigkeiten wie Moderation oder Autorenschaft nötig sind?

Wir diskutieren diese Fragen und erste Lösungsansätze zu den Fragen in den folgenden Unterabschnitten.

3.1 Repräsentation von Praxis bzw. Wissen

Wir schlagen die Beschreibung sozialen Handelns durch Patterns vor. Ein Pattern kann in einem standardisierten Format, z.B. als Seite in einem Wiki, repräsentiert werden. Basierend auf Erfahrungen mit der Erstellung und Nutzung verschiedener Pattern Languages (z. B. Patterns für die Betreuung von Abschlussarbeiten [Sc08b]) bietet sich für die Kommunikation über gute Praktiken die folgende Patternstruktur an (siehe auch Abbildung 2):

- **Kontext:** Für welche Anwendungsgebiete ist das Pattern gedacht, wann kann es angewendet werden?
- **Herausforderung:** Was sind die wichtigsten gegensätzlichen Einflussfaktoren die zum Problem führen? Welche unterschiedlichen Anforderungen haben die beteiligten Personen an eine bestimmte Situation in der NGO?
- **Einflussfaktoren:** Wie kann man feststellen, dass verschiedene Anforderungen oder Einflussfaktoren miteinander im Konflikt stehen?
- **Lösung:** Wie können die Einflussfaktoren so ausbalanciert werden, dass alle beteiligten Personen hieraus einen Vorteil ziehen können?
- **Umsetzung:** Wie genau wird die Lösung realisiert?
- **Reflexion:** Warum führt die Lösung zu einer Minderung des in der Herausforderung identifizierten Konfliktes?
- **Checkliste:** Welche Designentscheidungen müssen gefällt werden, um das Pattern auf den konkreten Anwendungskontext anzuwenden?
- **Verwandte Patterns:** Zur Lösung eines komplexen Problems müssen oft mehrere Pattern kombiniert werden. Dieser Abschnitt bettet das Pattern in den Hypertext-Graphen der Pattern Language ein.
- **Erfahrungen:** Wir betrachten Patterns als lebendige Dokumente. Traditionelle Pattern-Beschreibungen stellen einen Abschnitt „known uses“ bereit, in dem mindestens drei Beispiele erfolgreicher Anwendung dokumentiert sein sollten. Wir gehen einen Schritt weiter und erlauben Nutzern ihre eigenen Nutzungserfahrungen beizutragen. Gleichzeitig öffnen sich Patterns hierdurch der Beschreibung innovativer Konzepte. In diesem Fall ist die Lösung noch nicht von einer breiten Masse des Interessensnetzwerks erprobt oder verifiziert worden. Die klassische Pattern-Literatur würde eine solche Lösung nicht als Pattern bezeichnen. Wir haben hingegen die Erfahrung gesammelt, dass die Beschreibung von Ideen und Visionen im Format eines Patterns dazu beitragen kann, dass die Anwender des Patterns intensiv über die im Pattern vorgestellte Innovation diskutieren.

Dieses standardisierte Format leitet zum einen die Leser bei der Lektüre an. Sie erlaubt ihnen, die zentrale Aussage eines Patterns schnell zu erfassen und somit das darin beschriebene Wissen zu erschließen. Daneben hilft die Struktur den Pattern-Autoren beim Schreiben ihrer Beschreibungen sozialen Handelns (vgl. Abbildung 3).

Patterns verweisen üblicherweise auf andere Patterns und bilden so eine Pattern Language. Die Nutzung der Pattern Language resultiert in einer Sequenz von Patternanwendungen, die den Praktiker (und Kooperationspartner) über das angemessene soziale Verhalten in der Organisation informieren.

3.2 Der evolutionäre Wissensprozess

Um die Pattern Language in der Organisation zu erzeugen, zu verbessern und zu nutzen, wird ein Prozess benötigt, der die Mitglieder bei der Verbesserung ihrer Arbeitsweise durch Anwendung der Pattern Language anleitet.

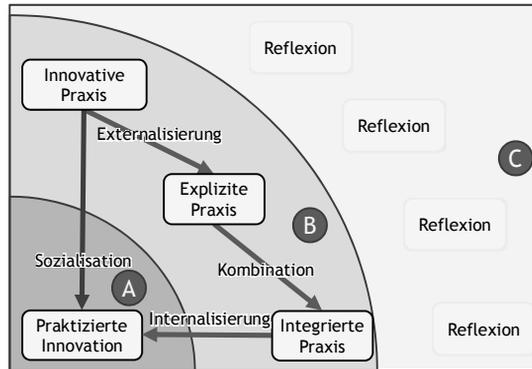


Abbildung 1: Der Prozess der Weitergabe von Wissen.

Dieser Prozess ist in Abbildung 1 dargestellt. Auf die drei Ebenen (A, B, C) von Engelbart bezogen, involviert der vorgeschlagene Prozess die folgenden Kernaktivitäten:

Anwendung von Patterns (Ebene A): Das in Patterns explizit gemachte Wissen wird von den Praktikern in der täglichen Arbeit eingesetzt. Praktiker lernen, neuen Herausforderungen professionell zu begegnen und sich somit wie Experten zu verhalten. Hierbei ist festzuhalten, dass das Expertenwissen auf zwei Wegen angeeignet werden kann: Durch Sozialisation von Wissen und durch Internalisierung von Wissen, welches zuvor expliziert wurde. Da die Sozialisation von Wissen, wie in Abschnitt 2 erwähnt, nicht gut skaliert, bietet sich der Weg über expliziertes Wissen in Form von Patterns an. Für die Anwendung müssen Praktiker passende Patterns identifizieren und internalisieren. Haben sie ein passendes Pattern gefunden, so können sie weitere verwandte Patterns untersuchen und deren Anwendbarkeit überprüfen.

Erzeugung von Patterns (Ebene B): Nutzer erfassen ihre Erfahrungen mit guter Praxis im standardisierten Format. Die Praxisbeschreibungen sind für andere Mitglieder verfügbar. Dabei durchläuft die Externalisierung die in Kapitel 2 beschriebenen und in Abbildung 1 dargestellten Stufen.

Verbesserung von Patterns (Ebene C): Die Externalisierung von Wissen in Form von Patterns ist wiederum ein komplexer und anspruchsvoller Vorgang. Sobald ein Pattern

verfügbar wird, startet deshalb ein Mentoren-Prozess (Abbildung 4). Dieser Prozess bringt einen erfahrenen Pattern-Autor mit dem Autor der Praxisbeschreibung zusammen. Der erfahrene Autor schlägt Wege zur Verbesserung der Klarheit des Patterns vor und agiert als *Advocatus Diaboli*, der den Autor und das Pattern herausfordert. Dabei geht es vor allem um die Reflexion der externalisierten Praktik. Unser Mentoren-Prozess ist eng mit dem „shepherding“ und den „writers workshops“ verwandt, die beide in der Software Patterns Community [CW00][Ha06] angewandt werden.

Erweiterung von Patterns durch Erfahrungsberichte (Ebene C): Freiwillige Mitarbeiter der NGO sollten über ihre Aktionen reflektieren (im Sinne der „reflection in action“ [Sc83]) und ihre Einsichten als Pattern formulieren. Diese Patterns sollten in der Organisation diskutiert und von anderen Freiwilligen aufgegriffen werden. Freiwillige etablieren so eine Diskussion gemeinsamer Praxis und beginnen sowohl ihre individuelle als auch die organisationale Praxis zu verbessern. Erfahrungen aus der Anwendung der Patterns sollten in die Praxisbeschreibung zurückfließen, so dass die vorgeschlagene Lösung über die Zeit verbessert wird.

Zur Unterstützung des Prozesses haben wir einen Prototyp eines Portals zur Pattern-basierten Wissenskommunikation entwickelt. Das Portal hilft durch Bereitstellung eines Überblicks über Patterns, die einen Mentor benötigen, und unterstützt die Interaktion zwischen Autoren und Mentoren. Abbildung 4 zeigt z.B. wie der Mentor durch Annotation des Patterns (siehe die gefärbten Rechtecke) nützliche Vorschläge für die Verbesserung machen kann.

Der Prozess sieht für die Teilnehmenden mehrere Rollenwechsel vor. Mitglieder übernehmen zuerst die Rolle von Lernenden, die Patterns finden und anwenden. Danach werden sie zu Kommentatoren, die Verbesserungsvorschläge zu dem Pattern machen. Haben Sie das Pattern eingesetzt, so können sie als Berichterstatter Erfahrungsberichte beisteuern. Aus den Erfahrungsberichten können dann wiederum Patterns entstehen. Der Berichterstatter wird so zum Autor von Patterns. Autoren profitieren von der Autor-Mentor-Interaktion und lernen schrittweise selbst als Mentor zu agieren.

In einer lernenden Organisation sind sowohl die Patterns, die Erfolgsrezepte für soziales Handeln repräsentieren, als auch die Prozesse, die die Erzeugung, Verbesserung und Nutzung von Patterns regulieren, Gegenstand der Verbesserung. Daraus folgern wir, dass der Prozess, der Typ B- und C-Aktivitäten reguliert, ein evolutionärer Wissensprozess sein sollte. Technologieunterstützung muss so gestaltet sein, dass existierendes Wissen in verbesserte Repräsentationsformen migriert werden kann. Dies erlaubt der Community, ihre Werkzeuge an sich verändernde oder besser verstandene Anforderungen des Prozesses anzupassen. Deswegen wird ein agiler Prozess für die Entwicklung von Web 2.0-Technologie für den Wissensprozess benötigt.

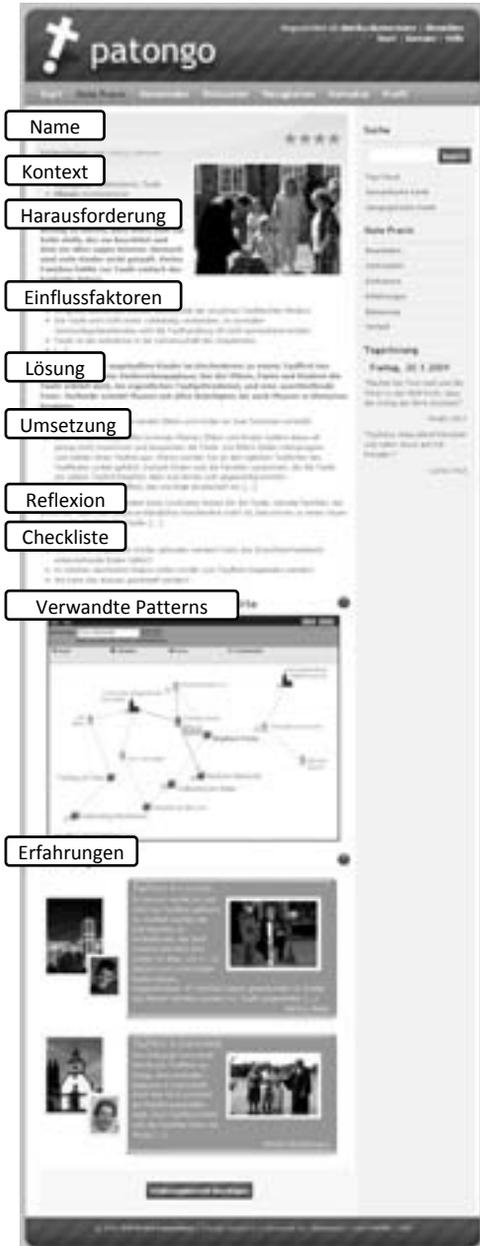


Abbildung 2: Eine Pattern-Repräsentation für gute Praxis



Abbildung 3: Bearbeitungsansicht



Abbildung 4: Kommentarsicht

3.3 Technologische Unterstützung

Der vorgeschlagene evolutionäre Wissensprozess basiert auf der gemeinsamen Erstellung und Nutzung der Pattern Language. Deswegen schlagen wir vor, Web 2.0-basierte Kooperationswerkzeuge zur Dokumentation sozialer Praxis, zur Kontaktaufnahme mit anderen Nutzern der Praxisbeschreibung und zur Etablierung nachhaltiger zeit- und raumübergreifender Kooperation einzusetzen. Als ersten Schritt nutzen wir die Wiki-Metapher [LC01] zur Ko-Konstruktion einer Sammlung von Praxisbeschreibungen. Wiki-Links verdeutlichen dabei das Zusammenspiel der einzelnen Patterns in der Pattern Language. Um die Nutzer bei der Erstellung standardisierter Pattern-Beschreibungen zu unterstützen, nutzten wir Vorlagen (Templates). Ein Template [HLS05] definiert die Struktur einer Wiki-Seite anhand erlaubter Elemente, ihrer Datentypen sowie Regeln zur Anzeige solcher Seiten für Leser und Autoren. In unserem Fall füllen Pattern-Autoren ein Formular mit vorgeschriebenen und optionalen Feldern, inkl. Links zu anderen Pattern-Seiten. Templates bilden somit die technische Grundlage für die strukturierte Ablage von Patterns.

Zusätzliche Aspekte, die im Kontext von Web 2.0-Anwendungen üblich sind, wie z.B. die Erzeugung virtueller Identitäten (VIRTUAL ME [SL07]), die Anordnung von Nutzern in einer USER GALLERY [SL07] oder die Möglichkeit zur Erfassung von Erfahrungen mit einem Pattern mittels eines LETTER OF RECOMMENDATION [SL07], können die Kooperation bei der Erstellung gemeinsamer Praxisbeschreibungen weiter fördern.

Kommunikation im Mentoren-Prozess wird durch Pattern-spezifische Foren (FORUMS [SL07]) und SHARED ANNOTATIONS [SL07] unterstützt. Koordination wird durch Unterstützung der Autoren beim Finden eines MENTORS [SL07] erleichtert, z.B. durch einen EXPERT FINDER [SL07], der passende Mentoren zu einem gegebenen Thema listet. Awareness-Mechanismen wie PERIODIC REPORTS [SL07] oder CHANGE NOTIFICATIONS [SL07] helfen Autoren und Mentoren, im Prozess zu bleiben. Schließlich wird ein SHARED FILE REPOSITORY [SL07] benötigt, um die Fassungen der Patterns (Wiki-Seiten bzw. Hypermedia-Knoten) zu speichern und die Kooperation auf diesen Dokumenten zu erlauben.

3.4 Einführung der Lösung

Beim Starten des evolutionären Wissensprozesses in einer NGO ist die Einführung eine der schwierigsten Phasen. Die Mitglieder der Organisation müssen dazu motiviert werden, ihr Wissen herzugeben, ohne dafür einen direkten Gewinn zu erzielen (da ja anfangs noch nicht viele Mitglieder beigetragen haben). Diese Situation verletzt das Prinzip der RECIPROCITY [SL07], welches in jeder virtuellen Community respektiert werden sollte. Nach unseren Vorstellungen spielt ein Pattern Scout [Sc05] eine zentrale Rolle, solange noch kein kritisches Volumen an Inhalt erreicht wurde. Ein Pattern Scout analysiert die Aktionen in einer NGO und sucht nach Aktivitäten, die ein Potential zur Inspiration anderer Mitglieder zur Verbesserung ihrer Aktionen haben. Er hilft dann den Praktikern, ihr Wissen in Form eines Patterns zu externalisieren, was für sich genommen schon nicht-trivial ist. Trainingsmodule können eine weitere Unterstützung für die Heranbildung professioneller Pattern-Autoren sein.

Verglichen mit der Autor-Mentor Interaktion im vorangegangenen Abschnitt kann der Pattern Scout als Mentor aufgefasst werden, der die Rolle des Autors für den Praktiker spielt. Der Praktiker besitzt das relevante Wissen, kann dies aber noch nicht selbstständig erkennen und als Pattern repräsentieren. Wir erwarten, dass solche Praktiker nach der Interaktion mit dem Pattern Scout zu aktiv Beitragenden werden.

4 Zusammenfassung

In diesem Beitrag stellen wir einen evolutionären Wissensprozess für das Erkennen, Erstellen und Teilen von Erfolgsrezepten (Good Practice) speziell für NGOs vor, die aufgrund ihrer Kooperationskultur an der Basis besonders für einen partnerschaftlichen Wissensaustausch geeignet sind. Wir zeigten, wie Patterns als Knoten in einem lebendigen Hypertext aus Beschreibungen guter Praxis repräsentiert werden können, und elaborierten die spezifischen Rollen und Prozesse, die für die kooperative Konstruktion und Nutzung der Pattern Language notwendig sind. Die Pattern Language wird so zur Quelle der Verbesserung der Arbeitsprozesse in der NGO, während sie zugleich Gegenstand weiterer Verbesserung in einem Mentoren-Prozess ist. Im Zusammenspiel führen die präsentierten Aktivitäten zu organisationalen Verbesserungen auf allen drei von Engelbart aufgeführten Ebenen.

Erste Nutzungserfahrungen stammen aus Untersuchungen der Einsetzbarkeit des Ansatzes für die Evangelische Kirche Deutschland (EKD). Wie in vielen NGOs existiert auch hier eine enge Verbindung zwischen einer viertel Million hauptamtlichen und etwa einer Million ehrenamtlichen Mitarbeitern. Die Professionalisierung des Haupt- und Ehrenamtes ist ein zentrales Thema im aktuellen Reformprozess der EKD [EKD06].

Ein erster Prototyp eines Web 2.0-basierten Community-Systems für das Teilen und Kommentieren von Praxisbeschreibungen wurde auf einer Innovationsmesse einer Landeskirche der EKD präsentiert und diskutiert. Feedback während der Demonstration des Ansatzes und erste Tests mit Benutzern auf der Messe machen uns optimistisch, dass dieser Ansatz zur Professionalisierung von Mitarbeitern in der EKD beitragen kann.

Der Schwerpunkt unserer aktuellen und zukünftigen Arbeiten liegt deshalb im Nachweis der Wirksamkeit unseres Ansatzes. Hierzu wird nach aktuell laufenden Vorstudien mit kleinen Benutzergruppen ab Winter 2009 ein erstes System eingeführt und nach aktueller Planung anfangs von ca. 600 verteilten Mitarbeitern eines spezifischen Handlungsfeldes getestet. Aktuelle Schätzungen auf Basis von informellen Interviews mit Angehörigen dieser Gruppe versprechen das Erreichen einer kritischen Masse von Patterns, die einen hinreichend großen Anteil der haupt- und ehrenamtlichen Mitarbeiter in der EKD ansprechen. Dies wird uns voraussichtlich die Möglichkeit geben, den Prozess mit sehr großen Nutzerzahlen zu testen. Um die Anwendbarkeit des Ansatzes in anderen kulturellen Kontexten zu untersuchen, befinden wir uns zurzeit im Dialog mit anderen NGOs, die an dem beschriebenen Wissensprozess interessiert sind. Die Nutzung des Prozesses durch eine Vielzahl verschiedener Organisationen wird uns ein besseres Verständnis der Rolle von Web 2.0-Ansätzen für eine Unterstützungskultur in NGOs erlauben.

Literaturverzeichnis

- [AIS+77] Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I. & Angel, S.: A pattern language. Oxford University Press, New York, USA, 1977.
- [BD02] Brown, J. S., Duguid, P.: The social life of information. Harvard Business Press, 2002.
- [BCR94] Basili, V., Caldiera, G., Rombach, H.: The experience factory. In: J. J. Marciniak (E.): Encyclopedia of Software Engineering, vol. 1, J. Wiley & Sons. New York, 1994.
- [CW00] Coplien, J. O. & Woolf, B.: A Pattern Language for Writer's Workshops. In: Neil Harrison and Brian Foote and Hans Rohnert (Eds.): Pattern Languages of Program Design 4. Addison Wesley, Reading, MA, USA, 2000, S. 557-580.
- [De82] Deming, W. E.: Out of the Crisis. MIT Press International, 1982.
- [Ed97] Edwards, M.: Organizational learning in non-governmental organizations: What have we learned? In: Public Admin. Dev., Vol. 17: 235-250, 1997.
- [EKD06] Kirchenamt der Ev. Kirche in Deutschland (EKD): Kirche der Freiheit – Perspektiven für die Evangelische Kirche im 21. Jahrhundert. Impulspapier, Hannover, 2006.
- [En92] Engelbart, D. C.: Toward high-performance organizations: A strategic role for groupware. In Proceedings of the GroupWare '92 Conference. Morgan Kaufmann, San Mateo, Calif, 1992.
- [GHJ+95] Gamma, E., Helm, R., Johnson, R. & Vlissides, J.: Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, Reading, MA, 1995.
- [HLS05] Haake, A., Lukosch, S. & Schümmer, T.: Wiki-templates: adding structure support to wikis on demand. Proceedings of WikiSym'2005, ACM Press, 2005, S. 41-51.
- [Ha06] Harrison, N.: The Language of Shepherding, In: Manolescu, D., Voelter, M., Noble, J. (Eds.): Pattern Languages of Program Design 5. Addison Wesley, Reading, MA, USA, 2006, S. 507-530.
- [LC01] Leuf, B. & Cunningham, W.: The Wiki Way. Addison Wesley, 2001.
- [NT97] Nonaka, I., Takeuchi, H.: Die Organisation des Wissens. Wie japanische Unternehmen die brachliegende Ressource nutzbar machen. Campus, 1997.
- [RLS07] Rollett, H., Lux, M., Strohmaier, M., Dösinger, G., Tochtermann, K.: The Web 2.0 way of learning with technologies. Int. J. Learning Technology, Vol. 3, No. 1, 2007, S. 87-107.
- [Sc83] Schön, D. A.: The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. Basic Books, New York, 1983.
- [Sc08a] Schuler, D.: Liberating Voices, A Pattern Language for Communication Revolution, MIT Press, 2008, to be published.
- [Sc08b] Schümmer, T.: Agile Betreuung von Abschlussarbeiten – Ein auf technopädagogischen Entwurfsmustern basierender Ansatz. In: DELFI2008: Die 6. E-Learning Fachtagung Informatik. LNI P-132, Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2008, S. 305-316.
- [Sc05] Schümmer, T.: A Pattern Approach for End-User Centered Groupware Development. JOSEF EUL VERLAG GmbH, Lohmar – Köln, Germany, 2005.
- [SL07] Schümmer, T. & Lukosch, S.: Patterns for Computer-Mediated Interaction. John Wiley & Sons, 2007.
- [Ti05] Tidwell, J.: Designing Interfaces. O'Reilly, 2005.
- [We99] Wenger, E.: Communities of practice: learning, meaning, and identity. Cambridge University Press, 1999.
- [Ya08] Yahoo Inc.: Yahoo Developer Network Design Pattern Library. <http://developer.yahoo.com/ypatterns/>, 2008.

Unterstützung kreativer Lernprozesse mit Student-Generated-Webtours

Isa Jahnke¹, Thomas Laukamm²

¹Technische Universität Dortmund
Hochschuldidaktisches Zentrum (HDZ)
isa.jahnke@tu-dortmund.de

²Fachhochschule für Oekonomie
& Management (FOM), Essen
thomas.laukamm@fom.de

Abstract: In diesem Beitrag wird ein E-Learning-Szenario beschrieben, welches in Anlehnung an das didaktische Konzept der 3-Phasen-Lernstruktur (Input, Reflexion und Bewertung) entwickelt und erprobt wurde. Lernprozess und Produkt im Szenario „Student Generated Webtours“ ist eine von Studierenden zu erzeugende Webtour, deren Auswahl sie zu begründen haben. Die Webtour beinhaltet die Selektion von Webseiten (inkl. Multimedia-Elemente, z.B. Videos und Podcasts), didaktisch geeignete Fragestellungen und Antworttypen. Die Evaluation zeigt, dass das Nutzungspotenzial vielfältig ist, die 3-Phasen-Lernstruktur und die neu choreografierte Balance zwischen Lehrinhalten (Instruktion) und Technology-enhanced Learning (Konstruktion) wird qualitativ bestätigt.

1 Medien-didaktische Unterstützung von Lernprozessen

Konstruktivistische Lerntheorien und damit zusammenhängende Erkenntnisse wie bspw. der Paradigmenwechsel „Shift from Teaching to Learning“ [BT95] sowie „Conceptual Change“ [Du99] betonen, dass es eine angemessene Balance zwischen Lehrobjekten, Lehrinhalten und Lernprozessen bedarf. Dies ist – so die Annahme – lernförderlicher. Mit dieser Sichtweise ist ein Redesign von Lehr-/Lern-Arrangements verbunden, welches Lernprozesse aus der Perspektive des Lerners gestaltet (Studierende-zentrierte Lehre). In diesem Sinne wird die Hochschullehre neu kontextuiert und aus Sicht der Lernenden durchgedacht [Wi07]. In der Design-basierten Lehr-/Lernforschung [WH05] wird davon ausgegangen, dass diese didaktischen Kriterien auch für E-Learning-Szenarien anzuwenden sind. Kontinuierlich mehr Lehrveranstaltungen werden als E-Learning oder Blended Learning (Kombination aus Präsenz- und Onlinephasen) angeboten. Dies ist z.B. erkennbar an der Initiative RuhrCampusOnline, die jährlich mehrere Projekte fördert. Ein Problem beim E-Learning ist jedoch der damit verbundene Aufwand (z.B. Zeit und Ressourcen), den viele Lehrende scheuen (vgl. Studie zu Kapazitätseffekte von [KI08]).

In diesem Beitrag wird ein E-Learning-Szenario vorgestellt, welches die Lehrenden und den Studierenden unterstützt.

Es wird ein Blended Learning-Szenario vorgestellt, das die Lernenden zeitweise in die Rolle des Lehrenden hineinversetzt und es ihnen ermöglicht, beispielsweise kreativ Lösungen zu erarbeiten. Die Lehrenden werden unterstützt, da unter anderem der Aufwand bei der Erstellung der E-Learning-Module gering ist. Bevor das Blended Learning-Szenario (Abschnitt 3) vorgestellt wird und Evaluationsergebnisse (Abschnitt 4) diskutiert werden, wird zunächst das didaktische Konzept erläutert (Abschnitt 2). Schließlich folgen eine Zusammenfassung und ein Ausblick (Abschnitt 5).

2 Die Drei-Phasen-Lernstruktur

Geht man von der Annahme aus, dass "Lernen ein aktiver, konstruktiver und höchst individueller Prozess" [Ha08] ist, so stellt sich die Frage, wie Wissen in den Köpfen von Menschen (re-)konstruiert wird. Um die Einbettung zu ermöglichen, ist die Lernsituation möglichst eng mit der Anwendungssituation zu verkoppeln (z.B. situiertes Lernen [LW91]) entweder mittels praktischem Handeln – Neues (aus Sicht des Lerners) anwenden lernen bspw. learning-by-doing – oder mit theoretischem Handeln, welches durch reflektierende Methoden gefördert werden kann. Im theoretischen Handeln findet Lernen vor dem inneren Auge des Betrachters statt, in dem er sein bestehendes Wissen mit neuem Wissen verknüpft. Lernen findet somit in einem 'Raum' statt, in dem Erfahrungen gemacht, re-konstruiert, re-modelliert und Kompetenzen entwickelt werden können.

| Die 3-Phasen-Lernstruktur | Aktivitäten |
|--|---|
| Schritt 1: Input | Der Lehrende gibt Input und vermittelt <i>sein</i> Wissen (Instruktionsphase). Hierbei spielt Zeit ein kritischer Faktor. Die Erfahrung zeigt, dass die Inputphase nur so lange dauern sollte, wie es die Aufnahmekapazität zulässt |
| Schritt 2: Reflexion | Der Lehrende stellt geeignete Fragen/Aufgaben, die zur Reflexion über das in der Inputphase Gehörte, Gesehene etc. anleiten (Konstruktionsphase). Ziel ist, den Studierenden die Möglichkeit zu geben, den neuen Input in ihren jeweils eigenen Kontext integrieren zu können. Dies kann z. B. durch geeignete Aktivitäten wie Kopfstand-Methode, Moderations- und Kreativitätstechniken unterstützt werden. |
| Schritt 3: Bewertung der Reflexion A) durch den Lerner selbst B) durch die Gruppe C) durch die Lehrenden | Es ist die Qualität der Reflexionsergebnisse (z. B. die Antworten der Lernenden) durch den Lerner selbst, die Gruppe und die Lehrenden zu kommentieren. Die Bewertung des Lernfortschritts erfolgt durch Feedback und Evaluation, z. B. <ul style="list-style-type: none"> – Hinweise geben, welche Antworten richtig sind, welche Antworten eher problematisch sein könnten – Hilfsmittel können z. B. sein: aus eigenen Erfahrungen berichten, Story-Telling und Moderationsmethoden. |

Tabelle 1: Aktivitäten in der 3-Phasen-Lernstruktur

In dieser Perspektive bedeutet Lernen, neue und bereits bekannte Zusammenhänge zu verschränken und dies zu erkennen. Biggs und Tang betonen zudem die geeignete Abstimmung der Lernziele, die Relevanz der Feedback-Phase und die Reflexion: “Constructive aligning intended learning outcomes, teaching and assessment tasks” ([BT07] S. 59).

Eine Methode, die dies unterstützt, ist die 3-Phasen-Lernstruktur, die ein solches Lernen befördern kann [Ja09]. Die Methode ist in Anlehnung an Gagné [Ga65] „Conditions of Learning“ entstanden, der äußere, vorgegebene Lehrprozesse und innere Lernprozesse verbindet. Sein Konzept sieht vor, dass es nach jeder Instruktionsphase („instructional event“) einen korrespondierenden Lernprozess gibt. Daher ist die Grundidee der 3-Phasen-Lernstruktur, den Input und die Konstruktion des Wissenserwerbs zu koppeln. Es kann dabei unterstützen, neues Wissen in bestehenden Erfahrungen durch reflektierende Methoden einzubinden. Die Methode leitet Teilnehmer und Teilnehmerinnen an, neue Lehrinhalte zu reflektieren und ihnen Hilfestellungen während des Lernprozesses zu geben, z.B. durch Checklisten und geeignete Fragestellungen. Die 3-Phasen-Lernstruktur umfasst drei Schritte, die mehrmals durchlaufen werden können, siehe Tab. 1.

3 Fallbeispiel: eLearning-Module mit Student Generated Webtours

3.1 Software WebTourCreator

Die Applikation „WebTourCreator¹“ ist, vereinfacht dargestellt, eine Kopplung von Inhalten im Internet, zu entwickelnden Fragen und Antworten. Die Software ermöglicht es, Fragen oder Kommentare auf beliebigen Webseiten einzublenden, ohne dass man dazu über Programmierkenntnisse verfügen muss. Durch die gezielte Aneinanderreihung von zu besuchenden Webseiten entsteht eine Webtour. Diese kann von Nutzern durchlaufen werden. Sie haben die Aufgabe, die eingeblendeten unterschiedlichen Fragetypen (offene, geschlossene) zu beantworten. Die Antworten werden dem Autor per Rückkanal auf den PC übermittelt. Es ist rein Internet-basiert und erfordert keine Installation. Die erzeugte Webtour ist ebenfalls webbasiert und wird im Internet gespeichert. Die Generierung einer Webtour ist im 3-Klick-Verfahren zu erstellen:

1. Es werden themenspezifische Webseiten ausgewählt, auf denen Fragen eingeblendet werden,
2. es werden fachspezifische Fragen formuliert und
3. es werden Antwortmöglichkeiten entwickelt, z. B. offene Antwort, Skala 1-10.

¹ <http://www.mywebtour.de>

Der Creator ermöglicht es, Fragen, Hinweise oder Kommentare auf jeder Internetseite einzublenden. Die Art der Fragen und ihre Antworttypen variieren in der Spannweite von geschlossen, teils-geschlossen bis offen, z.B. eine Skala von 1-6 (stimme zu bis stimme nicht zu); offene Antworten (z. B. Gründe benennen), ja/nein, Multiple-choice und vieles mehr – je nach Interesse und Ziel, welches der/die Ersteller/in verfolgt.

3.2 Bisheriges und verändertes Nutzungsszenario für den WebTourCreator

Ein Vorteil des Lehr-/Lern-Szenarios mit dem WebTourCreator ist es, dass Studierende per Internetbrowser die vom Lehrenden vorgefertigten Fragen orts- und zeitunabhängig beantworten können (vgl. Abschnitt 3.1). Der Dozent oder die Dozentin kann sich die Antworten der Studierenden jederzeit aus dem Internet herunterladen und auswerten. Der Nachteil der Methode ist – wie der Creator bisher eingesetzt wurde –, dass der Dozent sich die Mühe machen muss, qualitativ gute Webseiten zu finden, auf denen passende Inhalte in Text, Bild, Ton oder auch Video zu finden sind.

Aus diesen Gründen wurde der WebTourCreator im Wintersemester 2008/09 erstmalig anders als oben genannt eingesetzt. Dem veränderten Nutzungsszenario liegt die Idee zugrunde, dass der Lehrende den Rechercheaufwand an die Studierenden überträgt. Anstelle konventioneller Hausarbeiten werden webbasierte Arbeiten vergeben. Nicht der Dozent, sondern die Studierenden erzeugen eine Webtour: Die Studierenden haben die Aufgabe, zu einem wissenschaftlichen Thema, welches der Dozent vorschlagen kann, unterschiedlichste Fragen und Antworttypen auf ca. 25 Webseiten zu entwickeln. Aus didaktischer Sicht sind möglichst vielfältige und unterschiedliche Frageformen und Antworttypen/-kategorien zu entwickeln. Hierbei ist aus didaktischer Sicht entscheidend, dass die Studierenden auch die Aufgabe haben, die Auswahl der Webseiten sowie die Erstellung der Fragen und Antworten zu begründen. Das neue Nutzungsszenario im Sinne der 3-Phasen-Lernstruktur zeigt Tab. 2.

| 3-Phasen-Lernstruktur | Student Generated Webtours |
|--|--|
| Input | Studierende erhalten vom Dozent einen kurzen Input (Überblick) zum Thema X (Einführung) |
| Reflexion | Studierende haben die Aufgabe a) eine Webtour mit angemessenen Fragen und Antwortmöglichkeiten zu einem Thema zu erstellen und b) diese Tour den Kommilitonen zu präsentieren und durchzuführen. Die Reflexion ihrer Aktivität wird durch die Aufgabe ‚Begründung der Auswahl‘ gefördert. |
| Bewertung der Reflexion a. durch den Lerner selbst b. durch die Gruppe c. durch die Lehrenden | a) Studierende haben die Aufgabe zu begründen, warum sie für diese Webseiten Fragen und Antwortkategorien entwickelt haben und keine anderen Webseiten und keine anderen Frageformen ausgewählt haben. Sie bewerten sich im Anschluss an die Präsentation untereinander. b) Die Gruppe bewertet die Tour c) Der Lehrende bewertet die Tour |

Tabelle 2: Lehrveranstaltung mit ‚Student Generated Webtours‘ nach der 3-Phasen-Lernstruktur

Ein Lernziel ist, das Thema fachlich zu vertiefen. Da es viele Möglichkeiten gibt, zu einem bestimmten Thema eine Webtour zu erzeugen – es gibt bei der Auswahl der Webseite sowie dem Design der Fragen und Antworttypen kein richtig oder falsch –, wird auch der Kompetenzerwerb zur Reflexionsfähigkeit und Kreativität unterstützt nach dem Motto „You cannot be creative without creating something“ (Zitat, Gerhard Fischer, CSCL 2009). Es ist ggf. sinnvoll (abhängig vom Erfahrungshintergrund oder Semester) Hinweise zu geben, wie unterschiedliche Frage- und Antworttypen aussehen können.

Zusätzlich mussten die Studierenden ihre webbasierten E-Learning-Module im Rahmen einer Seminar-Sitzung den Dozenten und Kommilitonen präsentieren. Es sollten die Kompetenzen Präsentations- und Argumentationsfähigkeiten erworben werden können. In dieser Lernphase übernahmen die Studierenden die Rolle des Lehrenden und mussten ihre erzeugte Webtour den jeweils anderen Kommilitonen erklären und begründen. In Anlehnung der Lernpyramide von Dale (1954) ist diese Art des Lernens – jemandem etwas Neues erklären und beibringen – am effektivsten.

3.3 Fallbeispiel

Im WS 2008/09 wurde an der FOM, Fachhochschule für Oekonomie & Management in Essen, ein englischsprachiger MBA-Kurs zu International Marketing mit 30 Studierenden durchgeführt. Es gab insgesamt fünf Präsenztermine 24.10.2008, 22.11., 19.12., 23.01. und 13.02.2009 (pro Monat einen Termin). Die Studierenden hatten die Aufgabe, ein webbasiertes E-Learning-Modul zu einem wissenschaftlichen Thema zu erzeugen (Lehr/Lernszenario ist in Abschnitt 3.2 beschrieben). Dazu wurde ihnen das im Internet verfügbare und für Bildungszwecke kostenlose Tool WebTourCreator (siehe 3.1) zur Verfügung gestellt, welches ihnen erlaubte, ohne größeren Einarbeitungsaufwand Fragen und Antworten auf beliebigen Webseiten einzublenden. Tab. 3 zeigt die Aufgaben im Detail.

| Aufgaben | Lehrveranstaltung „International Marketing“ |
|------------------------|--|
| Assignment 1 | Entwickeln Sie ein E-Learning-Modul gemäß Themenliste (z.B., market segmentation, consumer/business marketing, communication) |
| Assignment 2 | Begründen Sie die Auswahl Ihrer Quellen (URLs) und die Art der Fragen und Antworten, die Sie stellen. |
| Präsentationsdauer | 20 Minuten online per Internet |
| Termin / Sprache | Präsentationstermin gemäß Themenliste; in Englisch |
| Schriftliches Dokument | Assignment 2; tabellarisch, mit Screenshots (schwarz/weiß reicht); je URL 1-2 Seiten |
| Verfahren | <ol style="list-style-type: none"> 1. WebTourCreator (auf www.professorenweb.de, „Tool“) 2. Name der WebTour: mba_<eigener name> 3. 25 – 30 URLs 4. Möglichst multimedial (inkl. 1-2 Videos), interaktiv 5. Möglichst viele Frage-/Antworttypen zur Anwendung bringen 6. Pro URL „Richtige Antwort“ als eigenständige Seite einfügen 7. Fertige Webtour exportieren an den Dozent/in |

Tabelle 3: Aufgaben in der Lehrveranstaltung

Durch die Aneinanderreihung ausgewählter Webseiten (inkl. Fragen) haben die Studierenden so genannte WebTouren entwickelt. Sie hatten zur Erstellung einer solchen WebTour in aller Regel etwa vier Wochen Zeit und mussten diese dann in einer ca. 30-minütigen Präsentation live im Internet den Kommilitonen und verantwortlichen Dozenten präsentieren und verteidigen. Abb. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer solchen Webtour. Die Frageleiste ist auf jeder Webseite i.d.R. unten eingeblendet. In diesem Fall besteht die Webtour aus sechs Webseiten. Auf der sechsten Seite stellen die Studierenden die Frage, was die fünf zentralen Schritte der Wettbewerb-/Konkurrenzanalyse sind.



Abb. 1. Beispiel einer Webseite mit eingeblendeter Fragenleiste

4 Evaluation: Ergebnisse und Erkenntnisse

4.1 Ergebnisse

Am Ende des Semesters wurde zur Lehrveranstaltung (vgl. Abschnitt 3.3. Beschreibung des Fallbeispiels) eine qualitative Befragung sowie eine schriftliche Online-Befragung durchgeführt (n=23). Der Altersdurchschnitt lag bei 30 Jahren. Von den Teilnehmenden waren 7 weiblich und 16 männlich. Die Ergebnisse der schriftlichen Evaluation zeigen folgendes Bild: Auf einer Skala von 1 bis 5 (1=gering bis 5=sehr hoch) wurde die subjektive Lernwirksamkeit und der persönliche Erkenntnisgewinn mit einem Durchschnittswert von fast 4 als hoch bewertet, und 20 von 23 Personen sagen, dass die Erstellung der WebTour für sie persönlich sehr lehrreich war (vgl. Abb. 2).

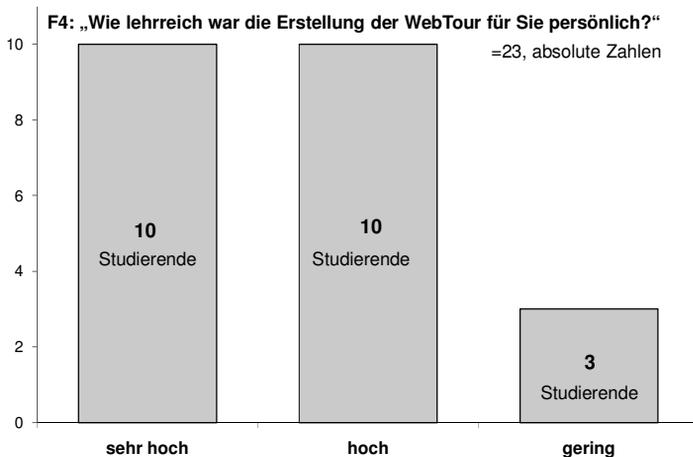


Abb. 2: Subjektive Lernwirksamkeit

Demgegenüber steht die Bewertung des hohen Aufwands. Im Durchschnitt geben die Teilnehmer/innen eine 4,5 (von 6 möglichen Antwortkategorien) an. Allerdings gibt es hierzu keine Vergleichsmöglichkeit: Ob die Erstellung von Hausarbeiten subjektiv mehr oder weniger aufwändig bewertet wird, kann leider nicht geklärt werden und bedarf einer Überprüfung in zukünftigen Lehrveranstaltungen. In der qualitativen mündlichen Befragung wurde deutlich, dass diese Form des Lernens mit dem WebTourCreator sehr geschätzt wurde. Dies wurde begründet mit „Spaß“ und „mal etwas anderes“.

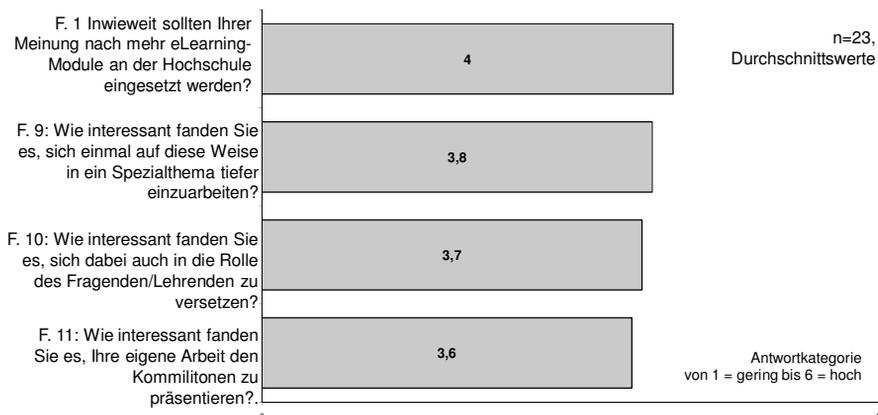


Abb. 3. Auswertung

Die Ergebnisse der schriftlichen Befragung ergänzen diese Aussage. Durchschnittlich mit eher hoch bewertet (4,0 von 6) sind die TeilnehmerInnen der Meinung, dass mehr E-Learning-Module an der Hochschule eingesetzt werden sollten (vgl. Abb. 3).

Es gab keine nennenswerten technischen Probleme. Die Mehrheit (21 TeilnehmerInnen) hatte keine bis wenige Probleme mit der Software. Nur 2 Studierende gaben an, mehr Probleme mit der Technik gehabt zu haben. Der Aufwand zum Erlernen des Tools lag im Minutenbereich, d.h. deutlich unter 1 Stunde.

4.2 Erkenntnisse

Aus den Evaluationsergebnissen der schriftlichen und mündlichen Befragung kann geschlossen werden, dass das Nutzenpotenzial vielfältig ist. Positiv ist folgendes herauszustellen:

- a) Die Student Generated Webtour, didaktisch basierend auf der 3-Phasen-Lernstruktur (Input, Reflexion, Bewertung der Reflexion), fördert die Lernwirksamkeit im Sinne einer subjektiven Lerner-Zufriedenheit und Akzeptanz durch die Studierenden.
 - Die Erkenntnis, dass das Internet viele informative Webseiten enthält, war für die meisten Studierenden eine interessante Erkenntnis. Das Vertiefen einer Thematik nur über das Internet war für viele Studenten neu, wurde aber als Bereicherung empfunden.
 - Die Erstellung von didaktisch sinnvollen Fragen, deren Antwort sich aus dem Inhalt der angesteuerten Webseite ergibt, sowie das Formulieren von falschen und richtigen Antworten wurden als Herausforderung, aber zugleich als sehr lehrreich empfunden.
- b) Das medien-didaktische Szenario unterstützt die Entwicklung von bestimmten Kompetenzen (Medienkompetenz, Co-opetition, Erzeugen kreativer Lösungen).
 - Das Präsentieren, Kommentieren und Verteidigen der erstellten E-Learning-Module wurde durch die Multimedialität erleichtert; insbesondere Sound und Video wirkten positiv auf das Plenum; aber sie konnten ansonsten vorhandene persönliche Präsentationsschwächen nicht per se verbessern.
 - Durch die über das gesamte Semester verteilten Präsentationstermine ergab sich ein gewisser Wettbewerb um inhaltlich-lehrreiche und medienwirksame Präsentationen. Aus der Sicht des Lehrenden scheint dies sehr positiv zu sein. Es unterstützt die Lernmotivation, sich anzustrengen, was in der mündlichen Befragung von den Studierenden bestätigt wurde. In der schriftlichen Befragung wurde die „Entwicklung eines gewissen sportlichen Ehrgeiz im Wettbewerb mit Kommilitonen“ jedoch eher unterdurchschnittlich gering bewertet (2,7). Die Unterschiede, resultierend aus der schriftlichen und mündlichen Befragung, können eventuell mit der Formulierung erklärt werden.
 - Die Multimedialität des Internets, insbesondere auch unter Einschluss attraktiver Videos, wurde sehr geschätzt und als deutliche Horizonterweiterung gegenüber herkömmlichen Hausarbeiten gewertet. Mit der freien Mediengestaltung stellte sich ein gewisser Spaß- und Kreativitätsfaktor ein.

- c) Die Bewertung der eigenen Reflexionsergebnisse durch die Gruppe und den Lehrenden unterstützt die subjektive Lernwirksamkeit.
- Aus der mündlichen Befragung wurde deutlich, dass die Beurteilung der Arbeiten durch die Kommilitonen des Semesters, welche teilweise auch online per Internet erfolgte, für alle Beteiligten ein lehrreicher Zugewinn war.
 - Die Studenten empfanden es als besonders konstruktiv und persönlich wertvoll, mit ihrer Semesterarbeit einen „bleibenden Wert für nachfolgende Studentengenerationen“ geschaffen zu haben; landen doch herkömmliche Arbeiten nach der Benotung meist in der Schublade. Dies wird durch die schriftliche Befragung bestätigt (Durchschnittswert ist 3,6). 14 von 23 TeilnehmerInnen bewerten es mit eher hoch und hoch.

Ein Vergleich zu einer vorherigen konventionellen Veranstaltung ohne den Webtour-Creator zeigt, dass die Noten der Studierenden im Szenario mit den Webtours durchschnittlich um eine Note besser waren. Ob dies allerdings auf das Szenario, auf individuelle Dispositionen der Teilnehmenden oder auf ganz andere Variablen (Gruppeneffekte, Moderationseffekte) zurückzuführen ist, kann nicht ausgesagt werden. Es ist jedoch ein Indiz, welches für das Webtour-Szenario spricht.

Trotz der überwiegend positiven Ergebnisse, muss das Blended Learning-Szenario der Student Generated Webtours allerdings durch eine entsprechende Vorbereitung und Durchführung seitens des Dozenten erschlossen werden. Folgende Maßnahmen sind zu beachten:

- Der Aufwand zur Recherche passender Webseiten war beträchtlich und zuvor von den Studierenden unterschätzt worden. Empfehlung: In der Einführungsveranstaltung den Aufwand ankündigen und verdeutlichen.
- Die Notwendigkeit eines geeigneten ‚Drehbuchs‘ wurde von manchen Studierenden zu spät erkannt, d.h. die didaktisch richtige Abfolge der angesteuerten Webseiten bereitete manchmal Probleme. Empfehlung: In der Einführungsveranstaltung die Notwendigkeit eines Drehbuchs (roter Faden, Aufbau der Webtour) verdeutlichen und ggf. Unterstützung zur Verfügung stellen. Klare, eingegrenzte Aufgabenstellungen erleichtern den Studenten die Arbeit und steigern die Qualität der studentischen Beiträge
- Es kann vorteilhaft sein, die E-Learning-Module in Gruppenarbeiten erstellen zu lassen, vor allem wenn die (MBA-)Studenten aus sehr unterschiedlichen Disziplinen und Berufsfeldern stammen.

4.3 Nutzen für Studierende und Lehrende

Bei Einsatz der Methode, die aus einer Kombination von a) Didaktik zur Balance von Lehr-/Lernprozessen und b) Didaktik zum Einsatz neuer Medien besteht, können sich folgende Nutzenaspekte für alle Beteiligten ergeben (vgl. Tab. 4):

| Aktion | Nutzen | Zusatznutzen |
|--|---|--|
| StudentIn durchsucht Internet zielgerichtet nach qualitativ hochwertigen Webseiten zu einem bestimmten Thema | StudentIn beschäftigt sich intensiv mit weltweit vorhandenen Quellen zum Thema und lernt dabei Vielfalt, verschiedene Medien und Formate kennen (HTML, PDF, Video etc.) | Medienkompetenzentwicklung: Durch Vergleich und Sichtung mehrerer Webseiten mit ähnlichen Inhalten, jedoch unterschiedlich aufbereitet, lernen Studierende, Informationen einzuschätzen (richtige, eher falsche Darstellung, etc.) |
| Um sinnvolle Fragen und Antwortalternativen auf den Webseiten einblenden zu können, muss sich StudentIn sehr intensiv mit den Inhalten der gefundenen/ausgewählten Webseiten auseinandersetzen | StudentIn beschäftigt sich in vertieft mit dem Thema | Entwicklung eines Medialitätsbewusstseins wird gefördert: Lernen, dass Medien ähnliche Inhalte unterschiedlich darstellen, es ist alles sozial-konstruiert. |
| StudentIn muss jeweils auch eine Musterlösung zu seinen Fragen einblenden | Dadurch durchdenkt er/sie das Thema nochmals stärker und muss sich mit falsch/richtig auseinandersetzen | Die Vorgabe, dass Studierende begründen müssen, warum sie etwas ausgewählt haben, ist wichtig, ansonsten würden die Studierenden irgendwelche Webseiten selektieren |
| StudentIn stellt sein/ihr eLearning-Modul online | StudentIn kann schnellen Rollenwechsel zwischen „Dozent“ und „Student“ vollziehen und beide Seiten kennen lernen | Eine für Studierende seltene, aber sehr lehrreiche Erfahrung. Es entsteht auch ein gewisser Spaßfaktor in Coopetition (<i>Konkurrenz und Kooperation</i>) |
| StudentIn präsentiert sein/ihr eLearning-Modul live online vor seinen Kommilitonen | StudentIn referiert intensiv zum Thema und verteidigt die Auswahl der Quellen, Fragen und Antworten | Kommilitonen und DozentIn erhalten ein intensives, multimediales Referat über ein spezielles Thema |
| Verschiedene Studierende bearbeiten das selbe Thema gleichzeitig, aber unabhängig von einander | Die Kommilitonen erfahren, wie unterschiedlich ein gemeinsames Thema bearbeitet werden kann | Wissenszuwachs („spielerisch“) über das Medium Internet sowie zu unterschiedlichen didaktischen Methoden |
| Zu Beginn jeder Veranstaltung wird ein spezielles Thema von den Studierenden präsentiert; über das Semester verteilt | Es entwickelt sich ein Wettbewerb über qualitativ hochwertige eLearning-Module über das Semester hinweg | Dieses gilt insbes., wenn zu Beginn im Semester hochwertige, beeindruckende eLearning-Module präsentiert werden |
| Es entstehen verschiedene eLearning-Module zum selben Thema | DozentIn kann aus den verschiedenen eLearning-Modulen die besten Elemente entnehmen und zu eigenen hochwertigen eLearning-Modulen zusammenfügen. | Die Erstellung von eLearning-Modulen wird Studierenden übertragen; diese erhalten damit den nötigen Workload – und DozentIn qualitativ hochwertige eLearning-Module, die er/sie ins Lehrprogramm einfügen kann (ein vorheriger Check ist notwendig, aufgrund potentieller Veränderungen der Webseiten) |

Tabelle 4: Gestaltungs- und Nutzenaspekte zu „Student Generated Webtours“

5 Zusammenfassung und Ausblick

In Anlehnung an das didaktische Konzept der 3-Phasen-Lernstruktur – Input, Reflexion und Bewertung/Feedback der Reflexion – wurde ein neues E-Learning-Szenario entwickelt und erprobt, um das Zusammenspiel zwischen Lehrinhalten und Lernprozessen geeignet aufeinander abzustimmen, eine neue Balance von Instruktion und Konstruktion. Dieses Szenario wurde „Student Generated Webtours“ genannt. Im Lehr-/Lern-Arrangement bekamen die Studierenden die Aufgaben zu einem vorgegeben Thema eine Webtour zu erstellen und diese zu begründen. Die Webtour beinhaltete die Auswahl von Webseiten (inkl. Multimedia-Elemente, z.B. Videos und Podcasts) und die Erzeugung von didaktisch geeigneten Fragestellungen und Antwortmöglichkeiten. Die Webtour wurde in einer Präsenzveranstaltung verteidigt sowie von den jeweils anderen Studierenden online durchgeführt und bewertet.

Aus den Evaluationsergebnissen wurde deutlich, dass das Szenario die Kompetenzen des Lernalers und die Learning Outcomes befördern kann. Beispielsweise wurde durch den Rollenwechsel (Studierende werden teils zu Lehrenden) den TeilnehmerInnen abverlangt, dass erarbeitete Wissen anderen Personen zu erklären. Dies verstärkte den Lernprozess. Zudem wurden die Teilnehmer/innen angeregt, kreative Lösungen zu erzeugen und dies zu reflektieren. Ein Zusatznutzen ist, dass das Szenario die Entwicklung der Medienkompetenz (z. B. Umgang mit Vielfalt von Informationen sowie Unterscheidung richtige, falsche, problematische) und das Medialitätsbewusstsein. (Wahrnehmung und Bewusstwerdung, dass die Welt medial-konstruiert ist, und dass verschiedene soziale Konstruktionen von Realitäten vorhanden sind) fördert.

Zudem wurde der Lehrende unterstützt, da die erzeugten studentischen Webtours in anderen Seminaren weiterverwendet werden können. Der Aufwand zur Erzeugung von E-Learning-Modulen kann auf diese Weise reduziert werden. Die Evaluation zeigt auch, dass sich das neu choreografierte Zusammenspiel zwischen Lehrinhalten und Lernprozessen als qualitativ gut bewährt hat. Aus subjektiver Einschätzung der Teilnehmer und Teilnehmerinnen ist es lernförderlich. Zudem gibt es eine hohe Akzeptanz der Studierenden.

Kritisch zu betrachten ist, dass das Szenario in der Lehrveranstaltung International Marketing durchgeführt wurde. Nun könnte man behaupten, dass sich die Webtour geradezu für dieses Thema anbietet. In Gesprächen mit Jura- und Informatik-Lehrenden zeigte sich aber das Potential, dass diese Fächer bieten. Das hier aufgezeigte E-Learning-Szenario könnte auch dort angewendet werden. Den Beweis bleiben wir zurzeit noch schuldig, werden jedoch die Student Generated Webtours im nächsten Semester auch in anderen Fakultäten durchführen und weitere Evaluationsergebnisse sammeln und im Sinne des Design-Based Research [Ree06; Rei05] weiterentwickeln.

Literaturverzeichnis

- [BT95] Barr, R.B.; Tagg, J.: From Teaching to Learning. A New Paradigm for Undergraduate Education. *Change*, 27 (6), 1995, pp. 13-25.

- [BT07] Biggs, J. & Tang, C.: Teaching for Quality Learning at University. Third Edition. New York: Open University Press, 2007.
- [Du99] Duit, R.: Conceptual change approaches in science education. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New Perspectives on Conceptual Change*. Oxford: Pergamon, 1999. S. 263-282.
- [Ga65] Gagné, R.: *The Conditions of Learning*. New York. 1965.
- [Ha08] Hanke, U.: Lehrform von gestern? Wie Vorlesungen das Lernen fördern. In: *Forschung und Lehre*, 09/2008. S. 600-601.
- [Ja09] Jahnke, I.: Digitale Didaktik. Eine Anleitung zum Einsatz von Web 2.0 & Co. in der Lehre. In: *Neues Handbuch Hochschullehre (NHHL)*, Raabe Verlag. Oktober, 10/2009. In Druck.
- [Kl08] Kleimann, B.: Kapazitätseffekte von E-Learning an deutschen Hochschulen, HIS, Hannover, 2008.
- [LW91] Lave, J. & Wenger, E.: *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press, 1991.
- [Rei05] Reinmann, G.: Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. In: *Unterrichtswissenschaft*, 33. Jg., 2005, Heft 1, S. 52-69.
- [Ree06] Reeves, T.: How do you know they are learning? the importance of alignment in higher education. *Int. J. Learning Technology*, Vol. 2, No. 4, 2006. S. 294-309
- [WH05] Wang, F., & Hannafin, M. J.: Design-based research and technology-enhanced learning environments. In *Educational Technology Research and Development*, 53 (4), 2005, S. 5-23.
- [Wi07] Wildt, J.: Vom Lehren zum Lernen. In: Bretschneider, F. & Wildt, J. (Hg.): *Handbuch Akkreditierung von Studiengängen*. Bielefeld, 2007, S. 44-54.

Mobile Schreibtische als neue Form des betreuten virtuellen Lernens

Reinhard Keil
Heinz Nixdorf Institut
Universität Paderborn
Fürstenallee 11
33102 Paderborn
reinhard.keil@uni-pader-
born.de

Detlef Schubert
Bezirksregierung Detmold
Fürstenallee 7
33102 Paderborn
dschubert@hnf.de

Harald Selke
Heinz Nixdorf Institut
Universität Paderborn
Fürstenallee 11
33102 Paderborn
hase@uni-paderborn.de

Abstract: In Bezug auf die Nutzung digitaler Medien wird Mobilität gewöhnlich charakterisiert als durchgängige Verfügbarkeit von Daten an jedem Ort, an dem sich die Nutzer gerade befinden, ohne dass sie sich in Kabelnetze einklinken müssen. Im Vordergrund stehen mobile Geräte wie z.B. Mobiltelefone oder Notebooks und damit zusammenhängend eine spezifische Nutzungsform, die durch Begriffe wie „spontanes Lernen“, „kurze Lernphasen“ und „häufige Unterbrechungen“ gekennzeichnet wird. Sobald jedoch mobiles Lernen mehr als nur eine Aneinanderreihung individueller kurzer Lernaktivitäten sein soll, wird ein Ansatz benötigt, der das gemeinsame Arbeiten auf verteilten Lernobjekten ins Zentrum rückt. Der Beitrag stellt einen Ansatz und seine technische Umsetzung vor, bei dem das Konzept der Mobilität sich nicht in erster Linie auf den entfernten Zugriff auf eine Netzressource bezieht, sondern darauf, einen partiellen gemeinsamen Wahrnehmungsbereich zwischen verschiedenen Beteiligten beim eLearning zu schaffen. Solche virtuellen mobilen Schreibtische schaffen insbesondere auch neue Möglichkeiten in der netzgestützten Betreuung von Lernaktivitäten.

1 Lehren und Lernen als Wissensarbeit

Speziell in Bezug auf die Umsetzung von eLearning ist unsere Lernkultur immer noch als mediale Einbahnstraße ausgeprägt. Bei Medien mit analogen Einschreibtechniken ist dies nicht verwunderlich, sind doch die jeweiligen Zeichen – einmal eingeschrieben in den jeweiligen Träger – nicht mehr als einzelne Objekte manipulierbar. Man kann Zahlen, die einmal an die Tafel geschrieben worden sind, nicht mehr umsordieren; man kann sie nur erneut einschreiben. Da der Einschreibprozess je nach Medium technisch aufwändig und zumindest in früheren Zeiten mit enormen Kosten verbunden war, war es nur natürlich, dass sich im Laufe der Jahrhunderte eine Lernkultur herausgebildet hat, bei der technische, ökonomische und organisatorische Faktoren letztlich auf eine Lehrzentrierung hinführen: Im Vordergrund beim eLearning stehen deshalb so genannte Lernobjekte, die z.T. aufwändig produziert und dann in möglichst vielen Variationen wieder genutzt werden können. Dazu werden sie in Repositorien gespeichert, mit Metadaten

versehen, um sie auffinden zu können, und der Zugriff wird über möglichst viele Kanäle ermöglicht. Das heißt, es gibt eine meist stillschweigend unterstellte Einschreib-Transport-Rezeptions-Metapher, die dem Aufbau von eLearning-Strukturen zugrunde liegt.

Damit lässt sich in der Tat schon ein enormes Potenzial neuer Möglichkeiten erschließen, ist doch die schnelle und flexible Bereitstellung von Unterrichtsmaterialien ein Kernaspekt aller Lehr-/Lernaktivitäten. Doch verstellt dieses Rationalisierungspotenzial vor dem Hintergrund unserer jahrhundertelangen Medienerfahrung auch ein wenig den Blick auf die erweiterten (technischen) Möglichkeiten, die mit digitalen Medien einhergehen, denn sowohl in unserer Alltagssprache als auch in unserer Alltagspsychologie folgen wir der Transportmetapher. Wissen wird im Kopf erzeugt, dann in Form von Sprache, Gestik oder Schrift ausgegeben und an andere optisch, elektrisch oder physisch übermittelt und dort wieder aufgenommen. Diese Metapher orientiert sich an den schon angesprochenen physischen Einschränkungen analoger Einschreibtechnologie. Wir können z.B. das Papier (Medienträger) zerschneiden und dann die Schnipsel sortieren, auf denen die Zahlen stehen, nicht aber die Zahlen selbst. Entsprechend dieser Metapher wird Wissen zu einem Produkt, das replizierbar, übertragbar und speicherbar ist.

Betrachtet man jedoch genauer, worin eigentlich der Alltag von Lehrenden und Lernenden besteht, so fällt schnell auf, dass das aktive Bearbeiten oder auch das Ausarbeiten von Materialien auch ohne das Bemühen konstruktivistischer Lernparadigmen eine zentrale Rolle sowohl auf der Seite der Lehrenden als auch der Lernenden darstellt. Gemeinsam ist beiden, dass sie mit vorgefertigten Materialien arbeiten, die sie miteinander in Beziehung setzen, auswählen, kommentieren, ergänzen, modifizieren usw. Medientechnisch ist hier entscheidend, dass die Einschreibungen anderer Autoren in das Material nicht die semantischen Zusammenhänge verkörpern, die z.B. die Lehrenden zur Unterstützung des Lernprozesses benötigen, insbesondere wenn sie dabei auf die aktuelle Situation und auf die individuelle Verständnislage der jeweiligen Lernenden Bezug nehmen. Das Gleiche gilt für die Lernenden, die sich selbst aktiv gestaltend Inhalte erschließen müssen und dies nicht nur in rein rezeptiv lesender Form, sondern auch in Form von Übungen, Ausarbeitungen, Recherchen, Kommentierungen etc.

Im Gegensatz zur vorhergehend skizzierten Produktsicht des Wissens könnte man diese Perspektive als Prozesssicht des Wissens bezeichnen, bei der sich das Wissen der Beteiligten in der Bearbeitung und Transformation der zugrunde liegenden Materialien niederschlägt. Diese Sicht der Wissensarbeit beim eLearning [Ke07a] ist unmittelbar anschlussfähig an eine kulturwissenschaftlich-informatische Sicht, wie sie z.B. die Transkriptivitätstheorie verkörpert, denn auch hier dienen technische Medien nicht nur dem Transport und der Transformation physischer Zeichen, sondern ihrer Transkription als Vergegenständlichung der Wissenserschließungsprozesse einer Praxisgemeinschaft (community of practice). Die Transkriptivitätstheorie postuliert, „... dass Wissens- oder Mitteilungsinhalte nicht von ihrer medialen Darstellung zu trennen sind. Sie räumt somit performativen, materiellen und ästhetischen Perspektiven Vorrang gegenüber einer rein ontologisierenden, auf eine prämediale Referenzbeziehung zwischen Begriff und »realem Objekt« gerichtete aristotelischen bzw. cartesianischen Weltsicht, ein“ ([Jä08], S. 22).

Sobald man die Prozesssicht des Wissens in den Vordergrund stellt, wird deutlich, dass die Orientierung auf Lernobjekte allein nicht mehr ausreichend ist. Vielmehr gilt es, auch für diese Form der Wissensarbeit virtuelle Arbeitsplätze bereit zu stellen: Räume, in denen sich die Transkriptionen an und auf den jeweiligen Objekten auch physisch manifestieren können. Nur wenn Handlungs- und Wahrnehmungsraum sich überlagern, können – wie Geißler [Ge07] herausarbeitet – auch im virtuellen Raum mediale Destillationen als Resultat von Wissensarbeit stattfinden und nicht nur bloße Aggregationen von Wissensartefakten. Genau hier entsteht eine neue Herausforderung, denn virtuelle Wissensräume können beispielsweise eine adäquate Unterstützung für die individuelle und kooperative Wissensarbeit nur insoweit verkörpern, als es sich um nur auf einen (virtuellen) Ort bezogene Aktivitäten handelt.

Sobald man aber davon ausgeht, dass die Beteiligten über ihre jeweils eigenen Wissensräume hinweg kooperieren sollen, stellt sich das Problem, wie man die jeweiligen Wissensarbeitsplätze so miteinander verknüpfen kann, dass ein adäquater gemeinsamer Handlungs- und Wahrnehmungsbereich aus Teilen der bestehenden Wissensarbeitsplätze gebildet wird, um entsprechende Medienbrüche auf ein Minimum zu reduzieren. Der Schreibtisch wird gewissermaßen in Teilen mobil, um sich mit anderen verbinden zu können. Nachfolgend wird ein solches Anwendungsszenario kurz vorgestellt und eine Lösung entwickelt, die eine neue Form des betreuten virtuellen Lernens ermöglicht.

2 Lernen auf Reisen

Der Besuch einer Schule stellt die Kinder beruflich Reisender – wie z.B. von Schaustellern, reisenden Handwerkern, Binnenschiffern und Zirkusartisten – und ihre Lehrer vor besondere Herausforderungen. Da die Kinder während der bis zu zehn Monate dauernden Reisesaison stets nur kurze Zeit am selben Ort verweilen, müssen sie in kurzen Abständen die Schule wechseln. Damit verbunden sind u.a. häufige Wechsel von Lehrkräften und die Konfrontation mit unterschiedlichen Unterrichtsmethoden und Unterrichtsinhalten sowie einer Vielfalt von Schulbüchern. Ein kontinuierliches Lernen ist für sie damit kaum möglich.

Während der Reisezeit werden die Schülerinnen und Schüler jeweils einer Stützpunktschule zugeordnet, in deren Nähe sich die Familie aufhält. Dabei besuchen sie nicht selten mehr als 40 verschiedene Schulen in allen Bundesländern und dem benachbarten Ausland. Für eine gewisse Kontinuität des Lernprozesses sorgen Bereichslehrer, die als mobile Lehrkräfte in festgelegten Regionen tätig und so als Lernbegleiter für die Schüler aktiv sind. Die tatsächlich zur Verfügung stehende Lernzeit reduziert sich jedoch häufig auf deutlich unter die Hälfte der Lernzeit, die anderen Schülerinnen und Schülern zur Verfügung steht. Im Regierungsbezirk Detmold gibt es für diese mobilen Schülerinnen und Schüler ein besonderes Bildungsangebot: die „Lernen auf Reisen“-Schule (kurz LARS), durch die ergänzende sowie zum Teil neue Lernangebote für Schülerinnen und Schüler auf Reisen bereitgestellt und die Möglichkeiten zu strukturiertem Lernen verbessert werden. Mit individuellen Förderplänen und virtueller Verbindung zu ihren persönlichen Lernbegleitern in LARS üben und vertiefen die Schülerinnen und Schüler ihre Lernangebote.

Als Basisplattform für das Projekt wird der im Schuleinsatz bewährte Server bid-owl (Bildung im Dialog – Ostwestfalen-Lippe) [Se06] eingesetzt. Diese Plattform ist zunächst für den Einsatz in gewöhnlichen Schulen konzipiert. Sie ermöglicht es Schülern und Lehrern, auf Dokumentenbasis kooperativ miteinander zu arbeiten und Arbeitsergebnisse gezielt für bestimmte Benutzergruppen oder auch für die Öffentlichkeit bereitzustellen. Für die „Lernen auf Reisen“-Schule sind einige Funktionen der Plattform – wie die Möglichkeiten zum Austausch von Dokumenten, die nur für die jeweils Beteiligten sichtbar sind – von besonderer Bedeutung. Die Verteilung von Materialien wird dabei auch durch RSS-Feeds und Podcasts unterstützt. Zusätzlich werden elementare Hilfsmittel zur Koordination und Kommunikation wie Foren und Kalender angeboten.

Die Schüler der „Lernen auf Reisen“-Schule lernen an unterschiedlichsten Orten, während des Aufenthalts in einer fremden Stadt beispielsweise im Wohnwagen der Familie. Um einen jederzeitigen Zugang zu den für sie individuell bereitgestellten Materialien sicherzustellen und die Kommunikation mit dem Betreuungslehrer zu ermöglichen, ist ein Netzwerkzugriff notwendig. Die Schüler wurden daher mit Notebooks ausgestattet, die über UMTS in Verbindung mit einer Flatrate verfügen.

3 Das Betreuungskonzept

Im Kern der „Lernen auf Reisen“-Schule steht die individuelle Betreuung einzelner Schüler. Anders als in konventionellen Schulen, wo der Klassenverband gemeinsam unterrichtet wird und sich daher – selbst bei Binnendifferenzierung – mit weitestgehend gleichen Inhalten und Aufgaben beschäftigt, wird hier aufgrund der vorstehend beschriebenen Rahmenbedingungen jeder Schüler einzeln unterrichtet. Es ist daher notwendig, dass der Lehrer einen Überblick über den aktuellen Lernstand jedes einzelnen Schülers hat und entsprechend dem individuellen Förderbedarf Materialien bereitstellt, um an den Lernstand anknüpfend neue Inhalte zu unterrichten, sowie Diskussionen mit dem Schüler zu den gerade behandelten Inhalten führt, um das Verständnis zu überprüfen und zu vertiefen.

Die Schüler müssen auf der anderen Seite ihren eigenen Lernfortschritt so sichtbar machen, dass für den Lehrer transparent ist, mit welchen Inhalten sie sich derzeit beschäftigen, ob sie überhaupt am Unterricht teilnehmen oder derzeit – beispielsweise aus gesundheitlichen Gründen oder wegen der Reisetätigkeit der Familie – verhindert sind. Sie müssen in die Lage versetzt werden, Nachfragen zu Inhalten zu stellen sowie bearbeitete Aufgaben an den Lehrer zu senden, so dass dieser sie beurteilen und bewerten kann. Darüber hinaus müssen Betreuungslehrer und Schüler miteinander kommunizieren können, da sie sich nicht regelmäßig in einem Präsenzunterricht sehen.

Der Grundgedanke des Konzepts besteht darin, dass jeder Benutzer einen persönlichen virtuellen Schreibtisch erhält, auf dem er seine eigenen Materialien verwalten kann. Dabei unterscheiden sich die Schreibtische von Lehrern und Schülern in ihrem Funktionsumfang nicht, so dass allen dieselbe Funktionalität zur Verfügung steht. Jeder Benutzer kann für seinen eigenen Schreibtisch festlegen, wer auf diesen lesend und wer schreibend zugreifen darf. Im Regelfall gibt der Schüler seinen Schreibtisch für die ihn betreu-

enden Lehrer so frei, dass diese die Möglichkeit zum schreibenden Zugriff erhalten; die Lehrer hingegen geben ihre Schreibtische entweder nicht frei oder erlauben Kollegen oder den von ihnen betreuten Schülern einen lesenden Zugriff.

3.1 Erstellung von Aufgabenpaketen

Jeder Benutzer kann seinen Schreibtisch in verschiedene Bereiche untergliedern. Bei Schülern sind diese Bereiche beispielsweise die Schulfächer, in denen unterrichtet wird, bei Lehrern Ordner für die einzelnen Unterrichtsreihen. Innerhalb dieser Bereiche erstellen dann üblicherweise die Lehrer Aufgabenpakete – zunächst im Regelfall auf dem eigenen Schreibtisch. Diese enthalten Materialien, die von Schülern in einem vorgegebenen längeren Zeitraum möglichst selbstständig bearbeitet werden sollen. Neben den bereitgestellten Dateien umfassen die Aufgabenpakete bei Bedarf Annotationen für jedes Dokument, in denen z. B. Hilfen und Anregungen für die Bearbeitung gegeben werden können, und einen Mitteilungsblock, über den sich ein Schüler, nachdem ein Aufgabenpaket für ihn bereitgestellt wurde, mit dem Lehrer über den Lösungsweg austauschen kann.

Für die Unterrichtsvorbereitung können in einem solchen Aufgabenpaket Materialien aus den auf dem Server bid-owl befindlichen Ressourcen abgelegt werden, auf die ebenfalls vom Schreibtisch aus (im Wesentlichen lesend) zugegriffen werden kann. Außerdem besteht die Möglichkeit, Dateien vom eigenen Computer aus bereitzustellen und Texte, ggf. mit eingebundenen Bildern oder anderen Medienelementen, direkt auf dem Schreibtisch zu erstellen. Auf anderen Servern im Internet befindliche Ressourcen wie beispielsweise Materialien von einem Bildungsserver oder auch Nachschlagewerke können als Linkobjekte ebenfalls zu einem Aufgabenpaket hinzugefügt werden. Dokumente, die Aufgaben bzw. Lösungen enthalten, können entsprechend markiert werden, so dass die Schüler später diese für sie besonders wichtigen Dokumente leicht identifizieren können.

Die zunächst auf dem eigenen Schreibtisch erstellten Aufgabenpakete können einem Schüler von dem eigenen Schreibtisch aus zugewiesen werden. Der Lehrer kann den Schreibtisch des Schülers in seinen eigenen Schreibtisch einbinden, um einfach auf diesen zugreifen zu können. Das für einen Schüler bereitgestellte Aufgabenpaket wird zusätzlich noch in das persönliche Archiv des Lehrers unter den automatisch angelegten Schülerorder kopiert, damit er auch später noch nachvollziehen kann, welche Aufgaben der Schüler bereits erhalten hat. Außer auf dem Lehrerschreibtisch erstellten Arbeitspaketen können auch einzelne Dokumente aus den Ressourcen an einen Schüler übergeben werden. Diese werden dabei automatisch zu einem für diesen Schüler individualisierten Aufgabenpaket mit den oben beschriebenen Zusatzfunktionen (also insbesondere Annotationsmöglichkeiten und Mitteilungsblock) geschnürt.

Abbildung 1 zeigt ein von der Lehrerin vorbereitetes Arbeitspaket. Im mittleren Teil wird oben eine einfache Aufgabe mit einem eingebundenen Tondokument angezeigt; weitere Dokumente befinden sich unterhalb dieser Aufgabe. Unterhalb der Aufgabe kann die Lehrerin eine Mitteilung eingeben, um beispielsweise Hinweise zur Bearbeitung der Aufgabe zu geben. Am linken Rand des Bildschirms befindet sich in diesem konkreten

Beispiel nur ein Ordner mit zwei Aufgabenpaketen. Am rechten Rand des Bildschirms hat die Lehrerin die Ressourcen eingblendet, die sie derzeit benötigt. Im oberen Bereich befindet sich eine Auswahl von Ordnern und Dokumenten, die auf dem Server bid-owl abgelegt sind; im unteren Bereich befinden sich Internet-Lesezeichen, die hier beispielsweise auf Nachschlagewerke verweisen.



Abbildung 1: Ein vorbereitetes Aufgabenpaket auf dem mobilen Schreibtisch einer Lehrerin.

3.2 Durchführung des Unterrichts

Der Betreuungsprozess und damit die eigentliche Durchführung des Unterrichts findet auf dem Schreibtisch des Schülers statt. Beim nächsten Besuch seines Schreibtischs wird dem Schüler angezeigt, dass ein neues Aufgabenpaket vorliegt. Dort wird das Aufgabenpaket unmittelbar nach der Bereitstellung so angezeigt, wie es zuvor auch auf dem Lehrerschreibtisch zu sehen war. Es ist zunächst als unbearbeitet gekennzeichnet. Der Schüler kann (und sollte) den Lehrer über den Fortgang des Bearbeitungsprozesses informieren. Dazu kann er dem Aufgabenpaket einen neuen Status zuweisen („Wird bearbeitet“ bzw. „Abgabebereit“). Der Status der einzelnen Aufgabenpakete wird auch dem Lehrer angezeigt, sobald er den Schreibtisch des Schülers besucht. Innerhalb des Aufgabenpakets kann der Schüler über den Mitteilungsblock jederzeit Nachfragen an den Lehrer senden, falls etwas bei der Bearbeitung unklar sein sollte oder er zusätzliche Unterstützung benötigt. Die Antwort des Lehrers erfolgt ebenfalls über diesen auf das Aufgabenpaket bezogenen Mitteilungsblock.

Je nach Dokumenttyp stehen dem Schüler nun unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung. Textdokumente können unmittelbar in der Plattform bearbeitet werden – und als Lösung gekennzeichnet werden. Während so bei der Benutzung von Textdokumenten

Medienbrüche vermieden werden, müssen Office-, PDF- und andere Dokumente heruntergeladen, ggf. auf dem eigenen Rechner bearbeitet und wieder auf den Server übertragen werden. Ein Schüler kann beliebige Dokumente in ein Aufgabenpaket einfügen, so dass als Arbeitsergebnisse auch Bilder, Audio- oder Videodateien erstellt werden können. Sobald der Schüler die Bearbeitung abgeschlossen hat, weist er dem Aufgabenpaket den Status „Abgabebereit“ zu.

Dieser Status wird jederzeit dem Lehrer angezeigt, so dass dieser über die Aktivität informiert ist und die Arbeitsergebnisse des Schülers betrachten kann. Der Lehrer kann dem Schüler eine Rückmeldung wahlweise innerhalb des Dokuments, über eine Anmerkung an das Dokument oder über den Mitteilungsblock zukommen lassen. Er kann auch weitere Dokumente oder zusätzliche Aufgaben bereitstellen. Wird dem Aufgabenpaket schließlich der Status „Abgeschlossen“ zugewiesen, kann der Schüler es archivieren. Im Archiv bleiben alle Dokumente zusammen mit der auf das Aufgabenpaket bezogenen Diskussion im Meldungsblock erhalten. Dieses Archiv ist sowohl für den Schüler als auch für alle den Schüler betreuenden Lehrer einsehbar, so dass auch bei einem Lehrerwechsel der neue Lehrer sich über den Lernstand des Schülers informieren kann.



Abbildung 2: Lehrerinnensicht des mobilen Schreibtischs eines Schülers.

Abbildung 2 zeigt einen Schnappschuss des Betreuungsprozesses. Im mittleren Teil wird die mittlerweile vom Schüler teilweise bearbeitete Aufgabe angezeigt; die vom Schüler eingesetzten Begriffe sind in fetter Schrift gesetzt. Unterhalb der Aufgabe wird die Kommunikation zwischen Lehrerin und Schüler angezeigt. Am linken Rand des Bildschirms ist zu sehen, dass diese Lehrerin nur einen Schüler in einem Fach betreut und dort derzeit ein Arbeitspaket vorliegt. Die grüne Kugel hinter dem Benutzernamen zeigt an, dass der Schüler derzeit am System angemeldet ist. Die blassorange Farbe des Icons für das Aufgabenpaket visualisiert, dass dessen Status „In Bearbeitung“ ist. Dieser Status kann

durch Lehrer und Schüler geändert werden. Nach Abschluss der Bearbeitung des Aufgabenpakets kann der Schüler dieses in sein persönliches Archiv verschieben, das auch für die Lehrerin einsehbar ist.

4 Virtuelle Wissensräume als Grundlage mobiler Schreibtische

Die Umsetzung der mobilen Schreibtische erfolgt auf der Basis virtueller Wissensräume (vgl. [Ha01]). Deren wesentliche Merkmale sind:

Persistenz: Virtuelle Wissensräume bleiben dauerhaft erhalten und ermöglichen es so, dass auch ein längerfristiger Lernprozess unterstützt wird. Diese Eigenschaft ist für die Betreuungsprozesse im Rahmen von „Lernen auf Reisen“ unabdingbar, da die Betreuung mindestens über ein gesamtes Schuljahr – ggf. sogar länger – erfolgt.

Verknüpfbarkeit: Virtuelle Wissensräume können im Rahmen der Nutzung durch die Benutzer erstellt und dem Nutzungskontext entsprechend angeordnet werden. Diese Eigenschaft wird zum einen benötigt, um die Materialien geeignet strukturieren zu können – auf Seiten des Schülers entsprechend der Schulfächer, in denen er unterrichtet wird, auf Seiten des Lehrers entsprechend der Schüler, die von ihm unterrichtet werden, sowie gliedert nach Unterrichtsthemen für die Verwaltung der Arbeitspakete. Zum anderen kann dank dieser Eigenschaft eine Verbindung zwischen den Schreibtischen der Lehrer und denen der durch sie betreuten Schüler hergestellt werden und die Bereitstellung der Materialien erfolgen.

Kreierbarkeit: Virtuelle Wissensräume können auf einfache Weise sowohl von den Lehrenden als auch von den Lernenden selbst erzeugt und ggf. wieder entfernt werden. Durch diese Eigenschaft ist eine Strukturierung der Schreibtische in dynamischer Weise möglich. Neben beliebigen Schulfächern können auch projektbezogene Ordner oder beliebige weitere Ordner angelegt werden. Die Erstellung von Unterräumen wurde für die mobilen Schreibtische zugunsten einer einfachen Struktur eingeschränkt.

Strukturierungsfunktion: Virtuelle Wissensräume dienen der Strukturierung der enthaltenen Dokumente und ggf. auch Personen, die sich innerhalb des Raums aufhalten. Die mobilen Schreibtische weisen innerhalb der Aufgabenpakete mit den darin enthaltenen Aufgaben, Lösungen, weiteren Dokumenten und dem Mitteilungsbereich eine in weiten Teilen festgelegte Struktur auf, die den jeweils aktuellen Arbeits- bzw. Lernkontext widerspiegelt. An die Struktur gekoppelte Kommunikationsfunktionen befinden sich derzeit in der Erprobung.

Universelle Zugreifbarkeit: Virtuelle Wissensräume besitzen eine fest verankerte Position im Netz und sind so von verschiedenen Lernorten aus zugreifbar. Die Struktur des Raums ist zunächst unabhängig von der gewählten Repräsentation durch ein entsprechendes Zugriffswerkzeug (Client/Browser). Wie auch bei der als Basis verwendeten Plattform bid-owl ist ein Zugriff über andere webbasierte Oberflächen sowie über weitere Clients möglich, um Materialien zu verwalten – beispielsweise WebDAV-Clients oder Rich Internet Clients wie die Medi@rena [Ni06].

Zugriffsschutz: Der Zugang zu virtuellen Wissensräumen und den in ihnen enthaltenen Objekten kann von den Benutzern gezielt eingeschränkt werden. Die mobilen Schreibtische sind zunächst nur für den Besitzer des Schreibtischs einsehbar. Jeder Benutzer kann jedoch festlegen, welche anderen Benutzer oder Gruppen von Benutzern einen lesenden oder schreibenden Zugriff erhalten sollen. Für den spezifischen Einsatzkontext im Rahmen von „Lernen auf Reisen“ ist es ausreichend, dass die Zugriffsrechte für den gesamten Schreibtisch vergeben werden, da es durchaus gewollt ist, dass die die Schüler betreuenden Lehrer auch die Ordner zu anderen Fächern als dem eigenen einsehen können. Private Arbeitsbereiche sowie Bereiche, die mit beliebigen Zugriffsrechten versehen werden können, stehen allen Benutzern – also auch den Schülern – außerhalb der Schreibtische über die Basisplattform bid-owl zur Verfügung.

Gegenseitige Wahrnehmung (Awareness): Virtuelle Wissensräume stellen Mechanismen bereit, die Benutzer über die Anwesenheit anderer Personen informieren und Möglichkeiten bieten, etwas über die Aktivitäten dieser Personen zu erfahren (Koordinationsfunktion). Für alle Schreibtische, die ein Benutzer in seinen eigenen eingebunden hat, wird angezeigt, ob der entsprechende Benutzer derzeit online ist. Da alle Mitteilungen zeitnah versendet und die Ansichten automatisch aktualisiert werden, ist so bei Bedarf eine Art Chat möglich. Eine Integration von Videokonferenzen ist derzeit in der Erprobung.

Kooperative Ausübung der Medienfunktionen: Virtuelle Wissensräume stellen kooperative Medienfunktionen bereit. Auch Lernende können eigene Objekte erzeugen, Verknüpfungen zwischen Objekten herstellen, diese arrangieren und transportieren. Weiterhin sind Handlungen zwischen Lernenden und Lehrenden in Bezug auf die jeweiligen Objekte synchronisierbar. Während im Rahmen von „Lernen auf Reisen“ der individuelle Betreuungsprozess im Vordergrund steht, ermöglicht die Umsetzung tatsächlich auch die Unterstützung von Lerngruppen, da Schreibtische statt einem einzelnen Benutzer auch einer Gruppe zur gemeinsamen Nutzung bereitgestellt werden können. Diese Art der Nutzung befindet sich derzeit in der Erprobung.

5 Technische Umsetzung

Die mobilen Schreibtische sind als Frontend für den sTeam-Server [HK01] umgesetzt. Dieser Server stellt eine Implementierung virtueller Wissensräume dar, unterstützt die im vorangegangenen Abschnitt genannten Merkmale und eignet sich daher als Basis für eine Implementierung. Ebenso wie die Plattform bid-owl stellen die mobilen Schreibtische damit eine Sicht auf den zugrunde liegenden Server dar. Dies ermöglicht den medienbruchfreien Zugriff auf alle Materialien, die auf bid-owl zur Verfügung stehen, insbesondere die dort befindlichen Unterrichtsmaterialien.

Für die Realisierung der Benutzungsoberfläche wird das AJAX-Framework ExtJS eingesetzt. Dieses ermöglicht die browserübergreifende Umsetzung in einer Form, die in ihrer Bedienung eher mit einer Desktop-Anwendung als mit konventionellen Web-Anwendungen vergleichbar ist. So kann ein Lehrer beispielsweise ein Arbeitspaket per *Drag and Drop* auf dem Schreibtisch eines Schülers bereitstellen. Aufgrund der asynchronen Kom-

munikation des Frontends mit dem Server können einzelne Teile der Oberfläche aktualisiert werden, ohne dass dazu die komplette Seite erneut geladen werden muss. Dies ermöglicht insbesondere die Anzeige von Awareness-Informationen.

Die Anwendung ist so ausgelegt, dass sie für verschiedene Bildschirmgrößen skaliert und insbesondere auch auf kleinen Bildschirmen gut verwendet werden kann. Diese Skalierbarkeit wird zum einen durch das verwendete Framework unterstützt, zum anderen können die einzelnen Bereiche der Schreibtische bei Bedarf ein- bzw. ausgeblendet werden. So können Schüler sogar auf Netbooks gut arbeiten, wenn sie sich lediglich den mittleren Bereich anzeigen lassen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die mobilen Schreibtische stellen einen Ansatz dar, Wissensarbeit als wesentlichen Bestandteil von Lehr- und Lernprozessen zu unterstützen. Sie verknüpfen die Handlungs- und Wahrnehmungsräume verschiedener Benutzer und ermöglichen eine langfristige Kooperation, wobei Medienbrüche so weit wie möglich vermieden werden. Die Umsetzung, die in diesem Beitrag vorgestellt wird, ist auf die spezifische Betreuungssituation der „Lernen auf Reisen“-Schule angepasst, bei der einzelne Schüler individuell durch Betreuungslehrer unterrichtet werden. Auf der Grundlage der virtuellen Wissensräume ist die Übertragbarkeit auf andere Einsatzkontexte jedoch gewährleistet. Im Konzept bereits vorgesehen sind mobile Gruppenschreibtische; vor einem Einsatz im Unterrichtsalltag sind jedoch noch einige offene Punkte zu klären, beispielsweise ob die einzelnen Schüler in einem Klassenverbandsszenario die persönlichen mobilen Schreibtische zusätzlich benötigen oder auf diese eher verzichtet werden soll.

Die mobilen Schreibtische werden seit Kurzem im Rahmen von „Lernen auf Reisen“ von einer kleinen, aber wachsenden Zahl von Benutzern verwendet. Die Lehrer wurden während einer halbtägigen Schulung in die Konzepte und die Benutzung des Systems eingeführt, die Schüler nahmen lediglich an einer Einführungsveranstaltung teil, bei der das System kurz vorgestellt wurde. Die ersten Erfahrungen zeigen, dass die mobilen Schreibtische insbesondere für Schüler, die in erster Linie auf ihren eigenen Schreibtischen tätig sind, sehr einfach zu verwenden sind. Die Online-Hilfe und eine Videohilfe, in der die wichtigsten Tätigkeiten aus Schülersicht vorgestellt werden, scheint daher nach den ersten Erfahrungen auszureichen.

Ein entscheidendes Moment für den Erfolg dieses Ansatzes liegt in der Tatsache begründet, dass die Konzeption und Architektur der vorgestellten Lösung sich an der Unterstützung der Arbeit von Lehrenden wie auch Lernenden orientiert, also auf eine Prozessunterstützung, nicht auf eine Produktunterstützung zielt. Dem liegt ein Gestaltungsansatz zugrunde, der davon ausgeht, dass die entscheidende Qualität des Lehrens wie auch des Lernens sich erst in der spezifischen Ausgestaltung des Prozesses entfaltet und damit in allererster Linie der Kompetenz und dem Engagement der beteiligten Personen geschuldet ist. Dort wo es um Misserfolge beim eLearning im Speziellen und beim mediengestützten Lernen im Allgemeinen geht, lässt sich häufig ein Defizit in Bezug auf die soziale Einbettung konstatieren. Lehrende wie Lernende müssen in der Lage sein, die

Lernsituation ihren Anforderungen und Bedürfnissen gemäß zu gestalten. Dabei müssen triviale Anforderungen z. B. nach der Bereitstellung von Materialien ebenso berücksichtigt werden wie fortgeschrittene Szenarien zur Diskursstrukturierung (vgl. [Ke07b]) oder wie die in diesem Beitrag vorgestellten neuen Formen der Betreuung und des Coaching.

Menschen brauchen Raum, um sich entfalten zu können, und sie brauchen Räume, in denen sie einzeln wie auch kooperativ Prozesse selbst gestalten und ihre Wissensarbeit erledigen können. Bislang konzentrierte sich jedoch auch die Bereitstellung solcher Räume darauf, einen jeweils lokalen Bezugspunkt für die Wissensarbeit herzustellen. Wie das Beispiel der „Lernen auf Reisen“-Schule zeigt, ist ein solcher lokaler Bezug nicht mehr ausreichend, wenn es um räumlich und zeitlich dispartate und nicht nur unterbrochene Lernszenarien geht. Das Konzept der mobilen Schreibtische verlagert den Aspekt der Mobilität weg von der Zugriffsmöglichkeit auf lokale Objekte hin zu der Möglichkeit, auch im Netz gemeinsame Wahrnehmungs- und Handlungsbereiche unter Einbeziehung verschiedener virtueller Lokalitäten zu schaffen. Die vorgestellten mobilen Schreibtische verdeutlichen das Potenzial, sind dabei aber nur eine erste, spezielle Variante der unzähligen Möglichkeiten.

Danksagung: Ein besonderer Dank gilt Rolf Wilhelm von der Universität Paderborn, der die Implementierung mit größtem Engagement vorgenommen und mit zahlreichen Ideen zur Umsetzung des Konzepts beigetragen hat.

Literaturverzeichnis

- [Ge07] Geissler, S.: Mediale Destillation als innovative Qualität sozialer Software. Dissertation. Universität Paderborn. http://ubdok.uni-paderborn.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-6860/Diss_Geissler.pdf, 2007.
- [Ha01] Hampel, T.: Virtuelle Wissensräume: ein Ansatz für die kooperative Wissensorganisation. Dissertation. Universität Paderborn. <http://ubdok.uni-paderborn.de/servlets/DocumentServlet?id=5078>, 2001.
- [HK01] Hampel, T.; Keil-Slawik, R.: sTeam: Structuring Information in a Team – Distributed Knowledge Management in Cooperative Learning Environments. *ACM Journal of Educational Resources in Computing* 1 (2) 2001; S. 1–27.
- [Jä08] Jäger, L.; Jarke, M.; Klamma, R.; Spaniol, M.: Transkriptivität: Operative Medientheorien als Grundlage von Informationssystemen für die Kulturwissenschaften. *Informatik-Spektrum* 31 (1) 2008; 21–29.
- [Ke07a] Keil, R.: Medienqualitäten beim eLearning: Vom Transport zur Transformation von Wissen. *Bibliothek Forschung und Praxis* 31 (1), 2007; S. 41–50.
- [Ke07b] Keil, R.: Wissensarbeit in lernenden Organisationen. In (Keil, R.; Kerres, M.; Schulmeister, R., Hrsg.): *eUniversity – Update Bologna. education quality forum 2006*. Bd. 3. Waxmann, Münster, New York, München, Berlin, 2007; S. 11–32.
- [Ni06] Niehus, D.; Hampel, T.; Sprotte, R.; Roth, A.: medi@rena: An Eclipse based Rich Client application for open-sTeam and its real world usage. In (Pearson, E.; Bohman, P., Hrsg.): *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, 2006*; S. 1304–1309.
- [Se06] Selke, H.: Knowledge Management in Schools – From Electronic Schoolbag to Social Software. In (Nejdl, W.; Tochtermann, K., Hrsg.): *EC-TEL 2006, LNCS, Band 4227*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006; S. 398–410.

Bildung einer Community zur Vermittlung von E-Learning-Erfahrungen auf Basis semantischer Netze

Christoph Rensing, Doreen Böhnstedt

Multimedia Communications Lab (KOM) - TU Darmstadt

Merckstr. 25

64283 Darmstadt

Christoph.Rensing@kom.tu-darmstadt.de

Doreen.Boehnstedt@kom.tu-darmstadt.de

Abstract: Der Austausch von praktischen Erfahrungen, die Lehrende im E-Learning gemacht haben, ist für die nachhaltige Durchdringung der Hochschullehre mit E-Learning-Methoden ein wichtiges Erfolgselement. Insbesondere über die Weitergabe von Erfahrungen können Lehrende für den Einsatz von E-Learning-Methoden gewonnen werden. Heute ist es aber in der Regel nicht transparent, welche Erfahrungen bei welchen Lehrenden vorliegen. Damit fehlt eine Grundlage für einen persönlichen Austausch zwischen Lehrenden. Einschlägige existierende Portale und Communities leisten die Transparenz nicht. Dieser Beitrag stellt eine Lösung vor, die Transparenz schafft und damit einen Erfahrungsaustausch zwischen Lehrenden überhaupt ermöglicht. Die Community verknüpft die Ideen und die Offenheit sowie einfache Nutzbarkeit von sozialen Netzwerken im Internet mit semantischen Technologien, die unterschiedliche Zugänge zu den Erfahrungsträgern ermöglichen.

1 Motivation

Lehrende an nahezu allen Hochschulen haben in den vergangenen Jahren vielfältige Erfahrungen mit dem Einsatz der neuen Medien und Kommunikationstechnologien in der Lehre gesammelt. Sie haben Lehrinhalte für die Studierenden elektronisch und multimedial aufbereitet und neue Formen des Lehrens und Lernens erprobt. Der dabei angehäufte Erfahrungsschatz schlummert bisher zumeist im Verborgenen. Oftmals wissen Lehrende nicht, welche Methoden oder Werkzeuge andere Lehrende am gleichen Fachbereiche ihrer Hochschule einsetzen. Erfahrungen werden zumeist nur wissenschaftlich publiziert und auf Fachtagungen und Kongressen vorgestellt. Sie bleiben daher naturgemäß nur einer relativ kleinen Gruppe vorbehalten. Am Einsatz neuer Medien Interessierte werden als Einstieg keine wissenschaftlichen Publikationen lesen wollen, sondern von persönlichen Erfahrungen lernen wollen. Als Physiker bin ich beispielsweise daran interessiert, wie andere Physiker E-Learning-Elemente in die Lehre integrieren. Bin ich Dozent einer Lehrveranstaltung mit 300 Hörern, interessiert mich beispielsweise, wie andere Lehrende in Massenveranstaltungen mit potenziell vielen studentischen Fragen in elektronischen Foren umgehen oder wie kontinuierlich während des Semesters Leistun-

gen der Studierenden bewertet werden können. Gerade in diesen beispielhaften Fällen ist Erfahrungswissen sehr wertvoll.

Transparenz ist eine Voraussetzung dafür, dass ein direkter Austausch von Erfahrungen und aufbereiteten Lerninhalten erfolgen kann. Communities besitzen ein sehr hohes Potenzial, Erfahrungen transparent zu machen und weiterzugeben. Das gilt für Communities, die sich in Präsenz zu einer Zeit an einem Ort zusammenfinden, aber auch für virtuelle Communities im Internet. In den Zeiten der sozialen Netze und der Web 2.0-Anwendungen besteht oftmals eine grundsätzliche Bereitschaft, dass Personen einerseits ihre Erfahrungen und Kompetenzen öffentlich darstellen und andererseits anderen, oftmals auch ihnen persönlich unbekanntenen Personen bei Problemen helfen und deren Fragen beantworten. Charakteristische Beispiele für diese Beobachtung sind das Community-Netzwerk XING¹ und die Vielzahl von thematisch fokussierten Foren zu unterschiedlichsten Themen von Fragen rund um den Bau² bis hin zum Kochen³ oder auch Expertenforen zu heterogenen Themen⁴.

Ausgehend von dieser Motivation und den Potenzialen von Communities bestand im Projekt Kompetenznetz E-Learning Hessen die Aufgabe darin, eine Community der E-Learning Erfahrungsträger und Interessenten zu bilden und dieser Community eine Plattform zur Darstellung von Erfahrungen zur Verfügung zu stellen. Auf Basis der mit der Community-Plattform realisierbaren Transparenz sollte ein persönlicher Austausch von Erfahrungen angeregt werden.

Im folgenden Kapitel werden verwandte Ansätze zur Dokumentation von Erfahrungen und zur Suche nach Erfahrungsträgern bzw. Experten betrachtet und funktionale Anforderungen an die Lösung definiert. Technologische Grundlage der in diesem Beitrag vorgestellten Lösung sind semantische Netze, die in Kapitel 3 präsentiert werden. Kapitel 4 stellt die Modellierung sowie technische und organisatorische Umsetzung der Community-Plattform vor. Den Abschluss des Beitrags bildet eine Zusammenfassung und Bewertung der zwischenzeitlich gesammelten Erfahrungen in der Etablierung der Community.

2 Verwandte Ansätze und Definition funktionaler Anforderungen

Wesentliche Zielsetzung des Projektes war es, wie in der Motivation dargestellt, Transparenz über die E-Learning Erfahrungen der Lehrenden zu schaffen. Dazu sollen die Lehrenden in die Lage versetzt werden, innerhalb eines Community-Portals ihre Erfahrungen zu dokumentieren und diese Erfahrungsdokumentationen unter Berücksichtigung individueller Interessen zu recherchieren. Die funktionalen Anforderungen, die sich daraus ableiten, werden nachfolgend spezifiziert und bestehende Ansätze vorgestellt sowie hinsichtlich der Anforderungen beurteilt.

¹ www.xing.de

² www.bauexpertenforum

³ www.chefkoch.de/forum

⁴ www.expertenseiten.de/

2.1 Allgemeine, öffentliche Portale und Communities

Der Darstellung eigener Kompetenzen in Form eines persönlichen Profils, die Suche nach Experten und das Ermöglichen sowie das Management von Kontakten zu anderen Personen ist Aufgabe verschiedener sogenannter „Sozialer Netzwerke“ [RK08]. Beispielfähig sei an dieser Stelle XING⁵ genannt, eine primär deutschsprachige Community mit ca. 4 Millionen Teilnehmern. Die Beschreibung der Kompetenzen bleibt in Sozialen Netzwerken zumeist beschränkt auf die Angabe von Interessensgebieten. Diese können von den Mitgliedern frei angegeben werden. Eine Einordnung in eine Taxonomie oder die Verwendung einer vorgegebenen Ontologie erfolgt nicht. Daher ist es für die Suche nach einem Erfahrungsträger notwendig zu wissen, welche Kompetenzen man sucht. Innerhalb des Sozialen Netzwerks werden die Erfahrungen selbst nicht dokumentiert, sondern der Interessent muss persönlich Kontakt zum Erfahrungsträger aufnehmen.

Andere Plattformen legen weniger Wert auf das Management von Kontakten, sondern dienen mehr der Zielsetzung, Kompetenzen unmittelbar zu dokumentieren und Interessenten verfügbar zu machen. Hier seien beispielhaft Brainguide⁶ oder Wissenschaftsmanagement Online⁷ genannt. In diesen Portalen können Experten Dokumente, wie beispielsweise Veröffentlichungen, zu verschiedenen Themen zur Verfügung stellen. Dabei werden diese Dokumente, wie auch die Experten selbst, einer gegebenen umfangreichen Taxonomie von Themen zugeordnet. Experten präsentieren sich also in Form von Dokumenten und stehen für die persönliche Kontaktaufnahme zur Verfügung.

Eine dritte Form von öffentlichen Expertenportalen basieren auf Foren, wie beispielsweise „Wer weiß was“⁸ oder „Expertenseiten“⁹. Hier können die Mitglieder in thematisch kategorisierten Foren Fragen posten, die von anderen Mitgliedern beantwortet werden. Experten können zudem angeben, in welchen Bereichen sie über Expertise verfügen.

2.2 E-Learning-Portale

E-Learning spezifische Portale im Hochschulbereich werden oftmals von Bildungsträgern, z.B. den Hochschulen selbst, oder von Verbänden von Hochschulen, z.B. in Länderinitiativen, betrieben. Beispiele sind die TU Darmstadt¹⁰, Campus Innovation¹¹, das Portal der sechs öffentlichen Hamburger Hochschulen, oder Virtuelle Hochschule Baden-Württemberg¹², die übergreifende Plattform der Aktivitäten des Landes Baden-Württemberg. Dementsprechend stellen diese Portale insbesondere Informationen aus den eigenen Institutionen in den Mittelpunkt, berichten aber in Form von Nachrichten auch über allgemein interessante Themen.

⁵ www.xing.de

⁶ www.brainguide.de

⁷ www.wissenschaftsmanagement-online.de

⁸ www.wer-weiss-was.de/

⁹ www.eXpertenseiten.de

¹⁰ www.e-learning.tu-darmstadt.de/

¹¹ www.campus-innovation.de

¹² www.virtuelle-hochschule.de/

Als länder- bzw. institutionenübergreifende Portale seien an dieser Stelle e-teaching.org¹³ und das Portal des Projektträgers des Förderprogramms Neue Medien in der Bildung¹⁴ (NMB) genannt. Das Portal e-teaching.org fasst redaktionell aufbereitete Informationen zum Thema E-Learning in der Hochschule zusammen. Es will ein „hochwertiges, niedrighschwelliges, anwendungs- und zielgruppenorientiertes Informationsangebot“ [Hes09] sein. Dabei werden dem Informationssuchenden verschiedenartige Zugänge zum Thema E-Learning angeboten. Er kann sich beispielsweise über Lehrszenarien, Medientechnik oder didaktisches Design informieren. Innerhalb einer Projektdatenbank kann er nach Fachbereichen und Lehrfunktionen suchen. Nach Erfahrungsträgern kann man nicht direkt suchen. Sie sind nur innerhalb von Referenzbeispielen oder Erfahrungsberichten genannt.

In der Datenbank des Projektträgers (NMB) finden sich Informationen über eine Vielzahl von Projekten, über die letztendlich auch Erfahrungsträger identifiziert werden können. Eine direkte Suche nach Erfahrungen oder Kompetenzen ist aber nicht möglich, sondern nur nach Projektnamen und an Projekten beteiligten Hochschulen. Teile der in der Datenbank angebotenen Informationen, wie beispielsweise die Projektlaufzeit oder die Fördersumme, sind zudem für den Erfahrungsaustausch uninteressant. Welche Personen in den Projekten Erfahrungen gesammelt haben und wie diese Personen zu kontaktieren sind, bleibt offen.

2.3 Bewertung existierender Ansätze und Definition funktionaler Anforderungen

Die zuvor beschriebenen Ansätze weisen jeweils verschiedene Nachteile auf. Allgemeine, öffentliche Portale erlauben eine Beschreibung der Erfahrungen bzw. Kompetenzen mit einzelnen Begriffen und eine Suche nach diesen Begriffen. Dieses erscheint für eine detaillierte Beschreibung in einer spezifischen Themen-Community unzureichend und erschwert den Zugang für Interessierte, die die Begrifflichkeit noch nicht kennen. Im Portal e-teaching.org ist der Zugang für Interessierte, die eine unterschiedliche Motivation, sich dem Thema E-Learning zu nähern, besitzen können, wesentlich einfacher. Aber e-teaching.org stellt im eigentlichen Sinne keine Community-Plattform dar. Lehrende können ihre Erfahrungen nicht selbst darstellen.

Die in diesem Beitrag beschriebene Anwendung soll die Funktionen eines sozialen Netzwerks zur Verfügung stellen, auch Lehrenden ohne Vorwissen im E-Learning einen seinen Anforderungen entsprechenden Zugang zu den Informationen ermöglichen und zudem auf das Thema E-Learning spezialisiert sein. Insbesondere soll ein Lehrender als Mitglied der Community folgende Informationen erfassen können:

- Kontaktinformationen und Zugehörigkeit zu Hochschule und Fachbereich,
- Erfahrungen mit E-Learning in Lehrveranstaltungen,
- Erstellte bzw. genutzte Lehr- und Lerninhalte,
- Technische oder didaktische Kompetenzen im E-Learning.

¹³ www.e-teaching.org

¹⁴ www.medien-bildung.net

Die Spezialisierung auf das Thema E-Learning soll sich darin ausdrücken, dass sich nur diese genannten Informationen erfassen und darstellen lassen. Die Suche nach einem Erfahrungsträger soll entsprechend der Motivation desjenigen, der sucht, nach folgenden Kriterien möglich sein:

- Erfahrungsträger in meiner Institution (Hochschule, Fachbereiche), denn zunächst interessieren mich Erfahrungen aus meinem lokalen Umfeld,
- Erfahrungsträger in meinem Fach, denn Erfahrungen aus meiner Fachdisziplin sind ggf. wertvoller als die aus einer fremden Disziplin,
- Erfahrungsträger in speziellen didaktische Methoden, wenn ich spezielle Methoden einsetzen will, aber keine Erfahrungen in der Umsetzung besitze,
- Erfahrungsträger im Einsatz von Technologien und Werkzeuge, wenn ich Technologien und Werkzeuge zur Verfügung habe und über den möglichen Einsatz informiert werden möchte,
- Erfahrungsträger in Lehrszenarien, wenn ich ein konkretes Lehrszenario (Vorlesung mit mehr als 100 Studierenden) durch den Einsatz von E-Learning Methoden unterstützen will.

Die Anforderung an Lehrende um Mitglied in der Community zu werden sollen niedrig und daher auf eine Nennung der Erfahrungen und Kompetenzen beschränkt sein. Eine komplexe Darstellung der Erfahrungen soll nicht Voraussetzung für eine Teilnahme in der Community sein, denn nur wenige Lehrende werden bereit sein den entsprechenden Aufwand zu betreiben. Gegebenenfalls sind sie auch nicht bereit, ihre Erfahrungen einer anonymen Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen, sofern sie nicht ausgewiesene Experten sind. Eine Darstellung der Erfahrungen soll aber möglich sein, indem die Lehrenden Dokumente, die ihre Erfahrungen beschreiben, im Portal zur Verfügung stellen können. Zusammenfassend ergeben sich die folgenden benutzerzentrierten Hauptfunktionalitäten:

- Anlegen eines persönlichen Profils mit Kontaktinformationen,
- Erfassen von Erfahrungen und Kompetenzen,
- Suche und Browsen nach Erfahrungsträgern entsprechend der zuvor genannten Kriterien.

3 Semantische Netze als technologische Basis

Zur Realisierung der oben beschriebenen funktionalen Anforderungen wurde auf die Technologie der semantischen Netze in Verbindung mit Ontologien zurückgegriffen. Gegenstand dieses Kapitels ist eine allgemeine Beschreibung semantischer Netze.

Ein semantisches Netz besteht aus einer Zusammenstellung von Konzepten¹⁵, die sinnbehaftet, d.h. semantisch, miteinander durch Relationen verbunden sind, d.h. in Beziehungen zueinander stehen. Aufgrund der häufig gewählten graphischen Darstellung in Form von Knoten, die die Konzepte repräsentieren, und Kanten, die die Beziehungen

¹⁵ Zu den unterschiedlichen Begrifflichkeiten siehe [Pan06].

repräsentieren spricht man von Netzen [Sow92]. Dabei wird bei den Konzepten häufig zwischen Typen, z.B. Fach, und Instanzen der Konzepttypen, z.B. Chemie, unterschieden (vgl. Abb.1). Instanzen können über Attribute genauer beschrieben werden. Auch Relationen zwischen Instanzen können typisiert sein

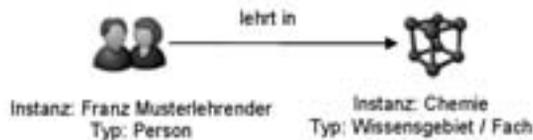


Abbildung 1: Elemente eines semantischen Netzes

Semantische Netze bieten damit gegenüber einfachen Thesauri, die eine nicht typisierte Zuordnung zu Begriffen erlauben, erweiterte Strukturierungsmerkmale; insbesondere wird der Kontext des Wissens beschrieben [Bei04]. Sie sind zudem durch die Nutzer flexibel erweiterbar indem individuell Instanzen angelegt und Typen zugeordnet werden können. Die Umsetzung semantischer Netze kann mit verschiedenen Technologien erfolgen. Die bekanntesten sind die des Semantic Web, das Resource Description Framework (RDF) [W3C09] und die Web Ontology Language (OWL) [GH04]. Es existiert aber auch eine Vielzahl an spezialisierten Werkzeugen zur Erstellung semantischer Netze, stellvertretend seien K-Infinity¹⁶ und CMapTools¹⁷ genannt.

4. Realisierung der offenen E-Learning Experten Community

Gegenstand dieses Kapitels ist die Beschreibung der konkreten Realisierung der E-Learning Community-Plattform mit Hilfe eines semantischen Netzes und von Ontologien im Projekt Kompetenznetz E-Learning Hessen.

4.1 Basiselemente der Community und Modellierung im semantischen Netz

Die Community im vorgestellten Anwendungsszenario wird von den Lehrenden gebildet. Sie dokumentieren ihre Erfahrungen im semantischen Netz, indem sie Instanzen von Konzepttypen anlegen und sie mit Instanzen anderer Typen in Beziehung setzen (vgl. Abbildung 2). Die Lehrenden sollen die in Kapitel 2.3 aufgeführten Informationen erfassen. Dementsprechend werden neben den *Lehrenden* die nachfolgenden Konzepttypen¹⁸ unterschieden:

- *Lehrveranstaltung*, in denen der Lehrenden Erfahrungen mit E-Learning-Methoden gesammelt hat (Relation: *Lehrender ist Dozent in Lehrveranstaltung*),

¹⁶ www.i-views.de

¹⁷ cmap.ihmc.us

¹⁸ Zusätzlich zu den Konzepttypen sind jeweils mögliche Relationstypen für Instanzen der Typen angegeben. An dieser Stelle sind nur die wichtigsten Typen genannt. Eine vollständige Liste findet sich innerhalb der Community unter www.e-learning-hessen.de.



Abbildung 2: Basiselemente und Relationen des semantischen Netzes

- *Lerninhalte*, die multimedial aufbereitet sind und in Lehrveranstaltungen eingesetzt oder ergänzend den Studierenden zur Verfügung gestellt werden (Relationen: *Lehrender ist Autor von Lerninhalt*, *Lerninhalt wird in Lehrveranstaltung eingesetzt*).
- *Wissensgebiet* (Relationen: *Lehrender lehrt in Wissensgebiet*, *Wissensgebiet ist Gegenstand von Lehrveranstaltung*),
- *Werkzeuge und Systeme* (Relationen: *Lehrender verwendet Werkzeug*, *System wird in Lehrveranstaltung eingesetzt*),
- *Technologie* (Relationen: *Lehrender besitzt Kompetenz in Technologie*),
- *Lehrmethode / didaktische Methode* (Relationen: *Lehrmethode wird in Veranstaltung eingesetzt*, *Lehrender besitzt Kompetenz in didaktischer Methode*),
- *Institution* (Relationen: *Person arbeitet bei Institution*, *Lehrveranstaltung wird angeboten von Institution*)

Die Lehrenden können selbst formularbasiert neue Instanzen der Typen *Lehrveranstaltung* und *Lerninhalt* anlegen und beschreiben. Für die anderen Typen wird eine feste Ontologie verwendet. Lehrende haben keine Berechtigung eigene neue Instanzen dieser Typen anzulegen, sondern können neue Instanzen nur vorschlagen, die dann von den Betreibern der Community geprüft und in die bestehende Ontologie eingeordnet werden. Durch die Verwendung einer einheitlichen Ontologie werden die Möglichkeiten der Recherche erweitert (vgl. Abschnitt 4.3) Die Ontologien wurden zu Beginn des Projektes festgelegt, indem entweder bestehende Ontologien verwendet oder neue entwickelt wurden. Für *Wissensgebiete* wurde eine hierarchische Ontologie zur Studien- und Berufswahl¹⁹ übernommen, die aus 89 Instanzen besteht. Die *Institutionen* (162 Instanzen) wurden aus den Organigrammen der Hochschulen abgeleitet. Die Ontologien für *Lehrmethoden*, *Werkzeuge und Systeme* sowie *Technologien* wurden in der ersten Projektphase kooperativ von fachlichen Experten des htcc und aus den hessischen Hochschulen erarbeitet²⁰ und werden seitdem auf Basis von Nutzervorschlägen laufend erweitert. Die Ontologie *Werkzeuge und Systeme* umfasst beispielsweise 48 Kategorien in die zwischenzeitlich 114 Werkzeuge eingeordnet sind.

¹⁹ www.studienwahl.de

²⁰ Die Ontologien sind unter <http://www.e-learning-hessen.de/index.php?id=538> veröffentlicht.

4.2 Organisatorische Umsetzung und Rollen in der Community

Die Dokumentation der Erfahrungen der Lehrenden basiert auf einem Community getriebenen Ansatz. Nach diesem Ansatz sind alle Lehrenden an den Hochschulen gleichermaßen aufgefordert, ihre Erfahrungen zu dokumentieren, zu kommentieren und ihre multimedialen Lehrinhalte vorzustellen. Nur so können sie auch davon profitieren. Dabei soll die Community, mit dem Ziel Erfahrungen zu dokumentieren, explizit nicht auf einige wenige Experten beschränkt bleiben, sondern die Erfahrungen vieler Lehrender dokumentieren; auch die Weitergabe von negativen Erfahrungen ist wertvoll.

Die E-Learning Supporteinrichtungen an den Hochschulen und der Community-Betreiber übernehmen dabei die Rolle der Moderation und der Unterstützung. Sie dokumentieren zudem selbst ihre Erfahrungen und ihre Kompetenzen innerhalb des Netzes. Dementsprechend werden in der Community-Plattform drei Rollen unterschieden:

- **Anonyme Benutzer** dürfen uneingeschränkt lesend auf alle Elemente des Netzes zugreifen.
- **Lehrende** haben das Recht neue Instanzen vom Typ Lehrveranstaltung und Lerninhalte anzulegen und deren Attribute zu editieren. Sie dürfen außerdem die Attribute der ihnen zugeordneten Instanz Person editieren. Sie können Relationen zwischen diesen Instanzen und anderen bereits bestehenden Instanzen anlegen.
- **Mitarbeiter in Supporteinrichtungen** sind beratend als Multiplikator innerhalb der Hochschule tätig. Sie können daher für Ihre Hochschule und deren Lehrende in zentraler Funktion Instanzen der Typen Person, Lehrveranstaltung und Lerninhalt und entsprechende Relationen anlegen und pflegen. Dies sollte nicht der Normalfall sein, denn die Lehrenden sollen selbst als Mitglieder der Community aktiv sein. Andererseits können damit einerseits in der Initialphase Erfahrungen erfasst werden und andererseits können Lehrende die Pflege ihrer Informationen delegieren.
- Der **Plattform-Master** ist Mitarbeiter des Community-Betreibers. Er ist für den Betrieb und die Konsistenz des gesamten Netzes verantwortlich. Insbesondere pflegt er die zuvor beschriebenen Ontologien.

4.3 Technische Umsetzung

Die technische Umsetzung des semantischen Netzes erfolgt im Server Backend unter Nutzung der k-Infinity²¹ Software, die das semantische Netz verwaltet sowie eine Layout- und Searchengine zur Verfügung stellt. Der Zugriff auf das Netz erfolgt für die Lehrenden ausschließlich per Web-Browser über das sogenannte Knowledge-Portal. Hier können die Lehrenden ihre eigenen Erfahrungen formularbasiert erfassen bzw. Relationen zu bestehenden Instanzen angeben.

²¹ www.i-views.de

4.4 Nutzungsszenarien, Suche und Recherche

Eine funktionale Anforderung an die Community-Plattform besteht darin, den Lehrenden flexible Zugänge zu den Informationen zu bieten (vgl. Abschnitt 2.3), die auch denjenigen Lehrenden offen stehen, die noch keine Erfahrung im E-Learning besitzen und die Terminologie nicht kennen.

Die Recherche nach Erfahrungsträgern und anderen Informationen kann in der Plattform über eine Suche erfolgen, wobei die Ergebnismenge auf Instanzen eines bestimmten Konzepttyps eingeschränkt werden kann (vgl. Abbildung 3a). Die primäre Suche erfolgt auf Basis der semantischen Relationen. Sucht ein Lehrender also beispielsweise nach *Mechatronik*, so werden ihm in der Trefferliste mit *Mechatronik* in Verbindung stehende Instanzen angezeigt (vgl. Abbildung 3b). Sie sind damit auch dann Teil der Trefferliste, wenn der Begriff *Mechatronik* selbst nicht im Titel oder der Beschreibung der Instanz verwendet wird. Auch indirekt mit dem Suchbegriff in Verbindung stehende Instanzen werden gefunden. Eine Volltextsuche und ein integrierter Web-Crawler erweitern die Suchmöglichkeiten.

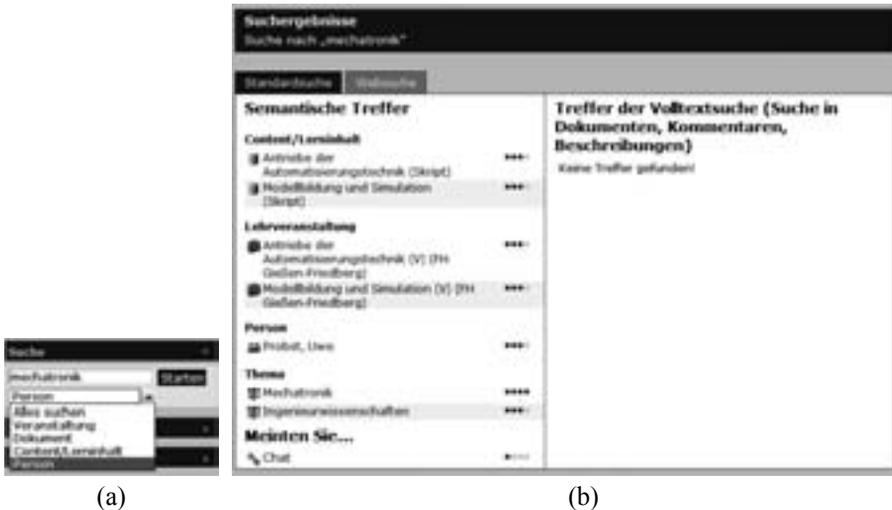


Abbildung 3: Typisierte Suche im Community-Portal

Eine zweite Form des Informationszugangs besteht in der Navigation durch die hierarchisch aufgebauten Ontologien (vgl. Abbildung 4a). Damit wird es auch Lernenden, die die Terminologie nicht kennen, möglich zielgerichtet Erfahrungsträger ausfindig zu machen (vgl. Abbildung 4b). So ist es auf identische Weise auch möglich Erfahrungsträger in der eigenen oder einer fremden Institution bzw. im eigenen Fach ausfindig zu machen.



Abbildung 4: Zugriff auf Erfahrungsträger mittels Navigation in Ontologien

Die dritte Form des Informationszugangs besteht auf Basis einer grafischen Darstellung des semantischen Netzes (vgl. Abbildung 5). Hierüber ist ein entdeckender, browsender Zugang möglich.

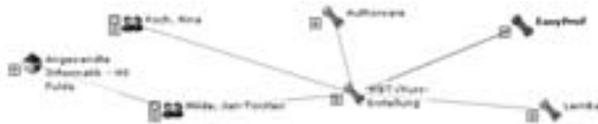


Abbildung 5: Browsender Zugang basierend auf grafischer Darstellung des Netzes

5. Erfahrungen in Betrieb und Nutzung der Community

Das Community-Portal wurde im August 2007 in seiner ersten Version der Öffentlichkeit vorgestellt. Um die Funktionsweise und die Mehrwerte der Community darzustellen, wurden dazu in einem ersten Schritt zentral seitens des Betreibers des Portals und von den Supporteinrichtungen der hessischen Hochschulen Erfahrungen einiger Lehrender dokumentiert. Die dazu verwendeten Informationen stammten aus Projektberichten von öffentlich geförderten Projekten. Relativ schnell konnten in den ersten Monaten nach der Vorstellung des Portals weitere Lehrende als Mitglieder gewonnen werden. Zu Beginn des Jahres 2008 nahm der Mitgliederzuwachs ab, ein für erfolgreiche Communities eher untypisches Phänomen. Daraufhin wurden mit Vertreterinnen der zehn hessischen Supporteinrichtungen und einzelnen Lehrende an den hessischen Hochschulen Gespräche geführt, um die Ursachen dafür zu bestimmen. Betrachtet man die von [RS08] abgeleiteten Parameter der Erfolgsmessung von Social-Software-Systemen²² so kann man für die E-Learning Community das Folgende feststellen:

- **Systemqualität:** Die Systemqualität ist nicht ausreichend; insbesondere die unzureichende Benutzerfreundlichkeit, ein zentraler Aspekt, ist verbesserungswürdig. Lehrende hatten teilweise Schwierigkeiten ihre Erfahrungen zu dokumentieren.

²² Die Parameter können aufgrund des beschränkten Platzes hier nicht erklärt werden. Dazu sei auf [RS08] verwiesen.

- Informationsqualität: Betrachtet man verschiedene Aspekte der Informationsqualität, so gilt derzeit, dass die Informationsvielfalt noch nicht ausreichend ist. In einigen Fächern findet man beispielsweise noch sehr wenige Informationen. Die Präzision der Inhalte erscheint aufgrund der semantischen Modellierung und der Fokussierung auf das Thema E-Learning ausreichend. Verlässlichkeit und Aktualität der Informationen sind vorhanden, aber nicht in allen Fällen ausreichend. Oftmals können Lehrende zwar als Community-Mitglieder gewonnen werden, pflegen aber ihre Informationen nicht.
- Servicequalität: Die Servicequalität erscheint ausreichend zu sein. Die ununterbrochene Erreichbarkeit der Community bei guter Performance ist gegeben. Ausführliche Dokumentationen und FAQs unterstützen die Nutzer.
- Nutzung: Die Nutzung der Community ist insgesamt noch hinter den Erwartungen zurückgeblieben. Das betrifft sowohl die Anzahl der Nutzer; derzeit 300 Lehrende, als auch die Nutzungshäufigkeit, bei zuletzt ca. 1000 Zugriffen und ca. 400 Suchanfragen pro Monat. Viele Lehrende waren nicht bereit, den Aufwand zur Erfassung ihrer Erfahrungen zu investieren, da zum einen die Mehrwerte für die Lehrenden nicht klar herausgestellt wurden und zum anderen Lehrende sich scheuten, ihre Erfahrungen zu dokumentieren. Sie befürchteten entweder mit einer Vielzahl von Anfragen belastet zu werden, oder sie sahen sich nicht als Kompetenzträger an und hielten ihre Erfahrungen nicht als dokumentationswürdig.
- Nutzerzufriedenheit: Die Nutzerzufriedenheit wurde bisher noch nicht gemessen. Qualitative Rückmeldungen liegen nur in individuellen Fällen vor.
- Nettonutzen: Unter Nettonutzen lassen sich insbesondere die Ziele der Community-Plattform, Transparenz und Anregung eines Erfahrungsaustausches bewerten. Ob diese Ziele erreicht wurden ist für die Autoren, die die Community-Plattform betreiben, nicht messbar, weil die Kontaktaufnahme zwischen Erfahrungsträger und Interessenten außerhalb der Community erfolgt. Auch zu diesem Aspekt liegen nur einzelne individuelle Rückmeldungen vor.

Die Ergebnisse der Analyse zeigen deutlich, dass weitere Maßnahmen ergriffen werden müssen. Darauf soll im Ausblick eingegangen werden.

6. Fazit und weitere Schritte

Auf Basis eines semantischen Netzes wurde eine Community-Plattform geschaffen, welche die in Abschnitt 2.3 genannten, funktionalen Anforderungen erfüllt und sich von bestehenden Ansätzen aufgrund ihrer thematischen Fokussierung, der Einbeziehung der Lehrenden als Mitglieder der Community und der flexiblen Möglichkeiten des Informationszugangs unterscheidet. Trotz dieser funktionalen Vorteile, zeigte sich in der Analyse, dass die Community noch nicht erfolgreich betrieben wird und die kritische Masse der Community-Mitglieder bisher noch nicht erreicht wurde. Daher wurden und werden verschiedene Maßnahmen unternommen, die Community auch in der Praxis erfolgreich zu gestalten.

Die Benutzerfreundlichkeit wurde in einer neuen Version, die seit Oktober 2008 online ist, deutlich erhöht. Insbesondere ist die Erfassung der Erfahrungen für die Lehrenden

intuitiver gestaltet und orientiert sich an erfolgreichen Communities. Weiterhin wurden verschiedene Maßnahmen unternommen, um die Bekanntheit der Community zu erhöhen. So wurde sie vielfach in Präsenzveranstaltungen der Zielgruppe an den Hochschulen vorgestellt. Insbesondere aber dienen die Supporteinrichtungen, die den persönlichen Kontakt zu den Lehrenden an den Hochschulen pflegen, als Multiplikatoren und weisen auf die Community hin. Der Erfolg dieser Maßnahme zeigt sich deutlich in relativ stark wachsenden Teilnehmerzahlen seit November 2008. Um die Verlässlichkeit und Aktualität der Information zu erhöhen, werden die Community-Mitglieder durch die Zustellung von aktuellen Informationen in Form eines Newsletters an ihre Mitgliedschaft in der Community erinnert. Dabei wird der Newsletter redaktionell aufbereitet und enthält interessante Informationen rund um E-Learning in Hessen und darüber hinaus.

Literaturverzeichnis

- [Bei04] Beier, H.: Vom Wort zum Wissen – Semantische Netze als Mittel gegen die Informationsflut, *Information Wissenschaft und Praxis*, 55 (3), S. 133-138, 2004.
- [GH04] McGuinness, D.L., van Harmelen, F.: OWL Web Ontology Language Overview, <http://www.w3.org/TR/owl-features/>, letzter Zugriff am 13.02.2009
- [Hes09] Hesse, F. W.: Zielsetzungen des Portals e-teaching.org, online <http://www.e-teaching.org/news/portalinformationen/ziele>, Zugriff am 25.06.2009
- [RK08] Richter, A., Koch, M.: Funktionen von Social-Networking-Diensten. In: Bichler, M. et.al. (Hrsg.): *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008*, Gito-Verlag, Berlin, 2008. S. 1239- 1250.
- [RS08] Reisberger, T., Smolnik, S.: Modell zur Erfolgsmessung von Social-Software-Systemen. In: Bichler, M. et.al. (Hrsg.): *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2008*, Gito-Verlag, Berlin, 2008. S. 565- 577.
- [Sow92] Sowa, F. J.: *Semantic Networks*. In: Shapiro, S. C.: *Encyclopedia of Artificial Intelligence*, John Wiley, New York, 1992. S. 1493-1511.
- [W3C09] W3C Consortium, RDF Core Working Group: *Resource Description Framework (RDF)*, <http://www.w3.org/RDF/>, letzter Zugriff am 13.02.2009

Digicampus: Integration von E-Learning-Werkzeugen und Realisierung einer campusweiten Lehr-/Lernplattform

Patrick Noack, Peter Rosina, Bernhard Strehl

Medienlabor
Institut für Medien und Bildungstechnologie
Universitätsstraße 2
86159 Augsburg
{ vorname.nachname }@its.uni-augsburg.de

Abstract: Der Digicampus ist die zentrale Plattform zur virtuellen Unterstützung von Lehre und Studium an der Universität Augsburg. Es handelt sich um ein Webportal, in das bestehende Plattformen und Tools im Bereich E-Learning und Campus Management unter einer einheitlichen Benutzeroberfläche integriert werden. Ein zentraler Loginmechanismus erlaubt es, sich gleichzeitig in die integrierten Applikationen an- oder abzumelden. In diesem Paper werden die Anforderungen an eine zentrale Lehr-Lernplattform umrissen und deren Realisierung im Rahmen des Digicampus näher vorgestellt.

1 Einleitung

Im Rahmen des DFG-geförderten Projekts „Aufbau eines IT-Servicezentrums“ wird an der Universität Augsburg am Medienlabor des Instituts für Medien und Bildungstechnologie die zentrale Lehr-Lernplattform „Digicampus“ (www.digicampus.de) implementiert. Das im Jahre 2007 begonnene Projekt hat die Integration aller E-Learning-Anwendungen an der Universität Augsburg zum Ziel und basiert auf fundierten Forschungs- und Evaluationsergebnissen zu Learning-Management-Systemen [Sch00; BH02; Gru08]. Der Digicampus befindet sich seit Ende 2007 im Einsatz, wird kontinuierlich weiterentwickelt und steht allen Fakultäten offen. Finanziell wird das Projekt und dessen Entwicklung derzeit vom Institut für Medien- und Bildungstechnologie sowie aus Mitteln des genannten DFG-Projekts getragen.

Die in dem Projekt entwickelte Webapplikation ist eine Lehr-Lernplattform zur Verwaltung von Veranstaltungen und zur virtuellen Begleitung der Präsenzlehre. Die Anwendung stellt Methoden zur Verfügung, um verschiedene heterogene Systeme unter einer einheitlichen Oberfläche mit identischem Look-and-Feel zusammenzuführen und Datenredundanzen sowie -Inkonsistenzen zu vermeiden. Die Benutzer sollen also von den Hürden befreit werden, Daten an vielen Stellen aktuell zu halten sowie neue Navigationsstrukturen unterschiedlicher Systeme zu erlernen [BW02]. Die enthaltenen Systeme werden bei diesem Vorgang nicht verändert, sondern bleiben eigenständig und austauschbar um langfristige Erweiterbarkeit zu gewährleisten.

Im folgenden Kapitel wird auf die Herausforderungen bei der Implementierung einer universitätsweiten Lehr-Lernplattform eingegangen; im dritten Kapitel werden dann verschiedene Lösungsansätze der im zweiten Kapitel beschriebenen Herausforderungen dargestellt und analysiert. Das vierte Kapitel handelt von der konkreten Umsetzung des Digidampus. Das fünfte Kapitel fasst die Ergebnisse dieses Papers zusammen.

2 Anforderung an die zentrale Lehr-Lernplattform

Eine Universität mit ihren unterschiedlichen Fakultäten und Fachbereichen, Studierenden verschiedenster Studiengänge und Mitarbeitern in Verwaltung, zentralen Einrichtungen und Lehrstühlen ist als hochgradig heterogene Organisation aufzufassen [KB04]. Dadurch entstehen vielfältige Anforderungen, die bei der Entwicklung des Digidampus berücksichtigt werden müssen. Diese reichen von einer angepassten Darstellung der Teilnehmerlisten zu Veranstaltungen über die Möglichkeit, spezielle Werkzeuge wie Wikis oder Blogs einzubinden, bis hin zur Bereitstellung wissenschaftlicher Texte als Ergänzungsmaterialien. Da es kaum ein System gibt, das alle diese Funktionalitäten mitbringt, wird an Universitäten eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme eingesetzt. Bei dieser großen Anzahl zu integrierender Systeme muss allerdings beachtet werden, dass kein zu komplexes, unübersichtliches und nicht mehr wartbares Gesamtsystem entsteht [DE02].

Wartbarkeit der IT-Infrastruktur. Die Wartbarkeit der IT-Systemlandschaft ist aus zwei Gesichtspunkten zu betrachten. Zum einen die Wartbarkeit durch Administratoren, die regelmäßig aktuelle Versionen der verwendeten Software einspielen, um Sicherheitslücken zu schließen und neu entwickelte Features den Nutzern zugänglich zu machen. Updates haben jedoch in der Regel zur Folge, dass jene Änderungen an den Systemen jedesmal erneut eingepflegt werden müssen, die durchgeführt wurden, um lokalen Gegebenheiten Rechnung zu tragen. Zum anderen sollte trotz großer Funktionsvielfalt für den Nutzer die Übersichtlichkeit gewahrt bleiben.

Benutzerfreundliche Bedienbarkeit der Systeme. Eine einheitliche Lehr-Lernplattform erfordert daher, dass ein Wechsel zwischen den darin beteiligten Systemen möglichst nahtlos vonstatten geht. Wird beispielsweise von einer Veranstaltung in das zugehörige e-Portfolio verlinkt, so ist es von Vorteil wenn Seitenlayout und Navigation identisch aufgebaut sind. Denn durch eine standardisierte Navigationsstruktur fällt es den Nutzern leichter, sich in den angeschlossenen Systemen zurechtzufinden.

Datenkonsistenz bei den Personendaten. Die eingesetzten Webanwendungen bringen in der Regel immer einen eigenen Login-Mechanismus sowie eigene Profildatenbanken mit sich. Schon ab einer kleinen Anzahl von Systemen stehen die Nutzer vor dem Problem, dass sie sich in einer Sitzung mehrere Male, oft mit unterschiedlichen Kennungen und Passwörtern, anmelden müssen. Mit der Anzahl der Systeme steigt so auch der administrative Aufwand für den Nutzer und es besteht die Gefahr dass die Aktualisierung in einem der Systeme vernachlässigt wird und somit in manchen Systemen falsche Daten angezeigt werden [DE02].

Datenkonsistenz bei den Veranstaltungsdaten. Bei weitem wichtiger als die Kontaktdaten einzelner Anwender sind für die Studierenden jedoch die Informationen zu einer Veranstaltung. Werden Grunddaten von Veranstaltungen sowohl in ein Content-Management-System als auch in das Learning-Management-System eingetragen, so ist bei einer Änderung der Daten (beispielsweise des Raumes oder der Veranstaltungszeit) diese Änderung bereits an zwei Stellen durchzuführen. Wird dies (teilweise) vergessen, so werden Studierende versuchen, die Veranstaltung im falschen Raum zu besuchen oder kommen zu einer falschen Zeit am Veranstaltungsort an. Derartige Fehlinformationen verringern die Akzeptanz der eingesetzten Systeme und führen zu Unmut bei den Nutzern.

3 Zielsetzung und Lösungsansatz des Digicampus

Da die von uns getesteten Learning-Management-Systeme allesamt nur einen kleinen Teil der geforderten Funktionalität erfüllen konnten, wurden im Vorfeld der Entwicklung des Digicampus 2007 zwei verschiedene Ansätze diskutiert.

3.1 Entwicklung eines eigenen Learning-Management-Systems (LMS)

Die Entwicklung eines eigenen LMS bietet die Chance, das System von vornherein so zu planen, dass Funktionen und Usability exakt auf die Strukturen und Prozesse innerhalb der eigenen Universität ausgelegt werden können. Der Entstehungsprozess eines solchen Systems ist jedoch langwierig. Zunächst müssen die Strukturen in der Universität und die darin stattfindenden Prozesse genau analysiert werden. Die digitale Abbildung eben dieser Prozesse muss dann für alle beteiligten Benutzergruppen gleichermaßen verständlich sein und allgemein Arbeitserleichterung schaffen, um auch universitätsweit Akzeptanz zu finden. Erschwerend kommt hinzu, dass die verschiedenen Fachkulturen unterschiedliche Anforderungen an E-Learning-Lösungen haben und diese unterschiedlichen Bedürfnisse eine stetige partielle Anpassung des LMS erforderlich machen, was den Entwicklungsprozess zusätzlich verlängert. Ein weiterer Nachteil ist, dass zunächst erhebliche Aufwendungen gemacht werden müssen und die erzielten Ergebnisse erst vergleichsweise spät nutzbar sind und somit die Universität während der finanzierten Entwicklungszeit nicht von den Aufwendungen profitieren kann. Darüber hinaus muss auch die langfristige Weiterentwicklung gesichert sein, und diese auch an die Bedürfnisse anderer Universitäten angepasst werden, damit das System nicht zu einer Insellösung wird. Gleichzeitig zeigt sich, dass mit der Zeit das Bedürfnis innerhalb der einzelnen Lehrstühle wächst, Verwaltungsaufgaben wie beispielsweise Übungen und deren Abgaben über ein LMS abzuwickeln. Dort, wo noch kein etabliertes System vorhanden ist, greifen die Lehrstühle auf eigene, teils selbstentwickelte Lösungen zurück. Die Bereitstellung einer einheitlichen und umfassenden Lösung für die Lehr- und Lernverwaltung muss also sehr zeitnah erfolgen, da mit einer steigenden Anzahl von Einzelsystemen die Migration der Daten und die Umstellung auf ein einheitliches System immer schwieriger wird.

Viele der genannten Risiken lassen sich minimieren, indem auf bereits bestehende Frameworks und Content-Management-Systeme (CMS) zurückgegriffen wird. Die Implementierung kann sich dann stärker auf die Modellierung der Prozesse und Strukturen an der Universität konzentrieren. Der Einsatz eines CMS erfordert jedoch an einigen Stellen Kompromisse bei der Umsetzung administrativer Prozesse, da diese auf die Benutzer- und Gruppenverwaltung des CMS sowie der daran angeknüpften Rechte- und Rollenverteilung abgebildet werden müssen. Diese technischen Vorgaben hätten somit auch bei Verwendung eines CMS einen längeren Entwicklungszeitraum und Probleme bei der Migration bestehender Daten mit sich gebracht.

Aus diesen Gründen fiel die Entscheidung zugunsten der Weiterentwicklung eines bestehenden LMS.

3.2 Weiterentwicklung eines bestehenden Learning-Management Systems

Hierfür stand eine Vielzahl verschiedener LMS zur Auswahl, von denen allerdings die meisten nur unzureichende Verwaltungsfunktionen für die komplexen Organisationsstrukturen der Universität Augsburg bereithielten. Auf der anderen Seite waren die Systeme, die nahezu alle Prozesse und Strukturen der Universität abbilden konnten, nur schwierig erweiterbar. Die Entscheidung für oder gegen ein bestimmtes LMS ist zudem nicht nur von den funktionalen Anforderungen der Universität Augsburg abhängig, sondern bezieht ebenso wie bei einer Eigenentwicklung die Verbreitung an anderen Universitäten mit ein. Die verfügbaren Systeme wurden daher vor der Entwicklung des Digicampus durch das Projekt „LMSNews“ [Gru08] des Lehrstuhls für Medienpädagogik evaluiert. Ausgehend von den Ergebnissen wurde die Auswahl auf drei geeignete LMS (*Olat*¹, *Moodle*² und *Stud.IP*³) eingegrenzt. Ein wichtiger Faktor war dabei ein offener Quellcode, um lizenzrechtliche Schwierigkeiten bei der Anpassung und Weiterentwicklung des Systems zu vermeiden [GB02; Kie02]. Letztendlich fiel die Entscheidung auf Stud.IP, da diese Plattform an der Universität Augsburg bereits erfolgreich in der Lehre eingesetzt wurde und einen hohen Verbreitungsgrad an anderen deutschen Universitäten aufweist⁴.

Das LMS Stud.IP stellt jedoch lediglich die Basis für ein universitäres Gesamtsystem dar. Es erfüllt alle grundsätzlichen Funktionen zur Verwaltung von Vorlesungen, Lehrstühlen, Dozenten, Studenten und deren Zuordnungen innerhalb der verschiedenen Einrichtungen, Fakultäten und Fachbereiche. Die virtuelle Zusammenarbeit und die Unterstützung der Lehre durch interaktive Lerninhalte ist in Stud.IP allerdings für den an der Universität Augsburg bestehenden Bedarf nicht ausreichend umgesetzt. Gleiches gilt für die Verwaltung von Übungsgruppen, Noten- und Punkteverteilung sowie speziellen Aufnahmemodalitäten. Auch eine Anbindung an das campusweite Identity-Management ist mit Stud.IP alleine nicht möglich. Aus diesem Grund müssen weitere Anwendungen in den Digicampus integriert werden.

¹ www.olat.uzh.ch

² www.moodle.de

³ www.studip.de

⁴ ein Drittel der deutschen Universitäten nutzt Stud.IP: siehe blog.studip.de

3.3 Erweiterungsmöglichkeiten der Basisfunktionen des Digicampus

Um über das Basissystem von Stud.IP hinausreichende Funktionen in den Digicampus hinzuzufügen wurden die im Folgenden beschriebenen Ansätze verfolgt:

Erweiterung des Basissystems von Stud.IP. Die Weiterentwicklung von Stud.IP hat den Vorteil, dass die Universität die Erweiterungen an der Software auch anderen Hochschulen zur Verfügung stellen kann und so einen Beitrag zur Verbesserung des Open-Source-Systems leistet. Allerdings sind alle unispezifischen Veränderungen nur schwer im allgemeinen Projektzweig von Stud.IP unterzubringen. Dies bezieht sich insbesondere auf die Integration bestimmter bereits bestehender Anwendungen, wie Blog, E-Portfolio und Login-System. Werden diese Zusatzanwendungen an die Benutzer- und Rollenfunktionen von Stud.IP gekoppelt, so ist eine langfristige Austauschbarkeit dieser Anwendungen sowie deren Verwendung in anderem von Stud.IP unabhängigen Kontext nicht mehr gewährleistet. Für die Entwicklung von Erweiterungen bietet Stud.IP daher ein Plugin-System. Dieses ermöglicht es, eigene Module zu entwickeln ohne dass Änderungen am Quelltext des zugrunde liegenden Basissystems notwendig sind.

Erweiterungen des Digicampus um autonome Systeme. Bei diesem Ansatz wird versucht, die im Digicampus integrierten Programme möglichst eigenständig und somit austauschbar zu halten. Der Vorteil dieser Architektur ist die hohe Flexibilität und eine vereinfachte Einbettung neuer Anwendungen. Die Implementierung erweist sich jedoch als schwierig, da die daran beteiligten Anwendungen jeweils über ein eigenes System zur Benutzerverwaltung und –Authentifizierung verfügen. Dies muss ebenso berücksichtigt werden wie eventuell mehrfach vorhandene Funktionen zur Benutzerkommunikation und Profilverwaltung. Auch hier gibt es die Möglichkeit, die Systeme an sich so zu verändern, dass diese ihre Benutzerdaten vom Digicampus beziehen sowie Funktionen zu deaktivieren, die in anderen zum Einsatz kommenden Systemen besser gelöst sind.

Die Anpassung sämtlicher zu integrierender Anwendungen erfordert jedoch einen immensen Wartungsaufwand, da die Veränderungen auch nach einem Update noch funktionieren müssen. Aus Benutzersicht genügt es, wenn eine Funktion nicht aus der Programmlogik einer Anwendung entfernt wird, sondern lediglich der Zugriff auf diese innerhalb des Benutzerinterfaces. Werden die Veränderungen an den Teilsystemen auf diese Anforderung reduziert, sinkt der Wartungsaufwand erheblich, da nur Teile der Benutzeroberfläche ausgetauscht werden müssen, anstelle elementarer Funktionen im Programmcode.

3.4 Benutzerverwaltung und Login

Um mehrere Systeme in die Lehr-/Lernplattform zu integrieren, muss ein Benutzer beim Login in den Digicampus simultan in alle daran beteiligten Webanwendungen mit den ihm zugewiesenen Rechten eingeloggt werden. Problematisch ist dies, wenn ein Benutzer in einem System verschiedene Rollen verkörpert (z.B. Dozent und Student) und infolgedessen mehrere Benutzeraccounts in einer im Digicampus integrierten Anwendung benötigt. Um einen simultanen Login in allen Systemen zu gewährleisten, wurden im Digicampus zwei verschiedene Ansätze geprüft:

Zentraler Login und zentrale Benutzerdatenbank. Hier gibt es einen zentralen Authentifizierungsserver (z.B. *LDAP*⁵, *Shibboleth*⁶, *OpenID*⁷, *Webauth*⁸), an dem der Benutzer sich mit seiner Benutzerkennung und seinem Passwort einloggt. Alle beteiligten Webanwendungen erfragen dabei die Benutzer, deren Rechte und Rollen sowie den Login-Status von dem verwendeten Authentifizierungsserver. Diese Authentifizierung setzt allerdings voraus, dass die verwendeten Webanwendungen allesamt einen solchen Login-Mechanismus unterstützen, was bislang aber nur vereinzelt der Fall ist.

Dezentraler Login und dezentrale Benutzerdatenbank. Bei einem dezentralen Login-Mechanismus weiß die Anwendung selbst nichts von einem Login-Server. Loggt sich der Benutzer am Authentifizierungsserver ein, so erstellt dieser die für den Zugriff notwendigen Sitzungen in der Datenbank der jeweiligen Systeme und setzt für jedes System das erforderliche Authentifizierungs-Cookie im Browser des Benutzers. Zudem ist für den Login-Server keine Kenntnis des Benutzerpasswortes erforderlich, da dieser den Login-Status direkt in der Datenbank der Anwendung setzen kann, in die der Benutzer eingeloggt werden soll, ohne dass die Anwendung selbst eine Passwortüberprüfung anstößt. Die Abfrage des „richtigen“ Passwortes geschieht daher nur einmalig am Authentifizierungsserver.

3.5 Funktionale Verknüpfung von Anwendungen

Wünschenswert wäre auch die Darstellung unterschiedlicher Informationen aus verschiedenen Anwendungen auf einer Webseite. Ein Beispiel hierfür ist die Anzeige neuer Einträge eines Portfolio-Systems beim Aufruf der entsprechenden Vorlesungsseite in Stud.IP. Um dies zu erreichen, müssen die Darstellung der angezeigten Webseite sowie deren Inhalte voneinander separiert und in Form eines Mashups rekombiniert werden. Die Möglichkeit, verschiedene Anwendungen durch Mashup unter einer einheitlichen Benutzeroberfläche miteinander zu verzahnen, ist nicht trivial. Im Folgenden werden drei mögliche Ansätze zur Realisierung erläutert.

⁵ www.isode.com/whitepapers/ldap-standards.html

⁶ www.shibboleth.internet2.edu

⁷ www.openid.net

⁸ webauth.stanford.edu

Clientseitige Integration über Javascript und AJAX. Bei dieser Variante wird in jeder am Digicampus beteiligten Anwendung ein Javascript integriert. Ruft der Benutzer die Anwendung auf, so wird das Javascript aktiv, und verhindert zunächst, dass das Benutzerinterface des aufgerufenen Systems angezeigt wird. Stattdessen wird der gesamte Inhalt der aufgerufenen Seite clientseitig im Browser des Benutzers nochmals durchgearbeitet, die störenden redundanten GUI-Elemente entfernt, und Style- und Layout-Angaben durch ein Corporate Layout ersetzt. Um Fremdanwendungen zu integrieren, können diese via AJAX zur Laufzeit nachgeladen, und ebenfalls gearbeitet werden. Wichtig ist dabei, dass der Benutzer selbst in jeder der beteiligten Anwendungen eingeloggt ist. Diese Technik hat den entscheidenden Vorteil, dass sämtliche Prozesse zur Integration der Anwendungen ineinander auf den Rechner des Benutzers ausgelagert werden, und der Server somit stark entlastet wird. Nachteilig ist jedoch, dass technisch versierte Benutzer den eigentlichen Quellcode einsehen und modifizieren können und somit Zugriff auf eigentlich gesperrte Funktionen erhalten.

Serverseitige Integration eines Parsers. Die serverseitige Integration der Parsing-Funktion funktioniert über einen in PHP vorgesehenen Mechanismus, der die Ausgabe einer Webanwendung in einen „OutputBuffer“ genannten Zwischenspeicher schreibt, anstatt diese direkt an den Browser des Benutzers weiterzuleiten. Somit ist es möglich, die gesamte Seite auch serverseitig durchzuparsen, und dort wesentliche GUI-Elemente auszutauschen, bevor die Seite beim Benutzer angezeigt wird. Das zugrunde liegende Prinzip bleibt also dasselbe wie bei der Javascript basierten Lösung. Es erfordert jedoch einige Tricks, um zu verhindern, dass Anwendungen selbst den „OutputBuffer“ überschreiben oder Programmabbrüche dazu führen, dass auch der Parser vorzeitig beendet wird. Diese Technik erzeugt eine erhöhte Serverlast durch das nochmalige Durchparsen der aufgerufenen Seite, hat jedoch den Vorteil, dass zum Browser des Benutzers keine Daten übertragen werden, die der Benutzer nicht einsehen darf.

Serverseitige Integration über Parser mit vorgeschaltetem Proxy. Die Vorschaltung eines Proxies ermöglicht es, dass auch Anwendungen, die auf anderen Servern liegen in den Digicampus integriert werden können. Mit dieser Technologie kann einerseits eine Lastverteilung erzielt werden, indem alle im Digicampus beteiligten Systeme auf ein Netzwerk von Einzelservern für jede Anwendung verteilt werden. Andererseits ist auch die Integration von Anwendungen möglich, auf deren Server kein Zugriff möglich ist. Die Ausgabe des Proxies wird wie im vorhergehenden Absatz erläutert in einen „OutputBuffer“ geschrieben und danach durch einen Parser geleitet, der die GUI-Anpassungen durchführt.

4 Technische Umsetzung

Im Folgenden wird die Realisierung der im zweiten Kapitel dargestellten Anforderungen am Beispiel der Augsburger Lehr-Lernplattform „Digicampus“ beschrieben.

4.1 Single-Sign-Login

Die vielen verschiedenen Benutzerprofile und Login-Mechanismen in den Anwendungen wurden durch das Konzept eines Single-Sign-Logins mit einheitlicher Profildatenbank ergänzt. Anstelle eines separaten Logins für jede Applikation reicht ein übergeordnetes System im Digicampus die Login-Informationen der Nutzer an den zentralen Authentifizierungsserver (Webauth) des Rechenzentrums der Universität Augsburg weiter (vgl. Abb. 1). Nach erfolgreicher Anmeldung wird dem Benutzer, sofern er in einer der Anwendungen mehrere Accounts besitzt und keinen Standard-Account festgelegt hat, eine Auswahlmöglichkeit gegeben, aus der er die Accounts wählt, die er in dieser Sitzung verwenden möchte. Zudem ist es möglich, während einer Sitzung zwischen bestehenden Accounts zu wechseln so dass beispielsweise ein Administrator die getätigten Änderungen gleich aus der Sicht eines Studierenden sehen kann. Dieses Verfahren ist nötig, da in den meisten Systemen nicht Benutzern verschiedene Rollen zugewiesen werden, sondern verschiedene Rollen existieren und einzelne Accounts genau einer Rolle zugeordnet sind. Beispielsweise hat bei Stud.IP ein Account entweder den Status Administrator oder Student – was beispielsweise dazu führt, dass eine studentische Hilfskraft sich mit dem Administratoren-Account nicht mehr zu Vorlesungen anmelden kann.

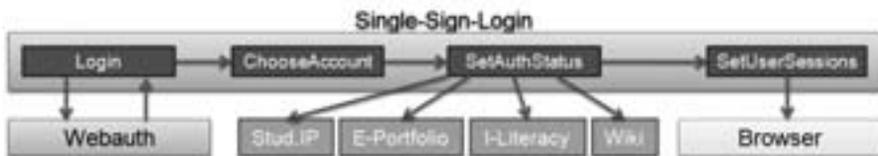


Abbildung 1: Single-Sign-Login im Digicampus – vereinfachte Darstellung

4.2 Datenkonsistenz

Verwaltung der Benutzerdaten. Im Zuge des oben genannten Login-Mechanismus wurde auch eine zentrale Profilverwaltung eingeführt. Im zentralen Profil werden benutzerbezogene Daten, die in mehreren Systemen benötigt werden, einheitlich gespeichert. Beim Speichern dieses Profils werden die Datensätze in den unterschiedlichen Systemen neu gefüllt. Dadurch dass alle vier Monate eine Zwangsaktualisierung des Profils angestoßen wird, ist gewährleistet, dass Studierende nicht vergessen, beispielsweise ihre Fachsemester zu aktualisieren.

Mehrfachverwendung der Veranstaltungsdaten. Neben dem Abgleich persönlicher Daten wurde zudem eine Schnittstelle für gespeicherte Veranstaltungsdaten geschaffen. Basierend auf einem XML-Service, dessen Ausgabe mithilfe eines einfachen Wizards konfigurierbar ist, lassen sich Veranstaltungsdaten unter Zuhilfenahme von AJAX auf Fremdseiten, also auch im Content-Management-System der Universität einbinden. Da diese Daten auch serverseitig verarbeitet werden können, ist ein Update der Daten beispielsweise in der Notenverwaltungssoftware des Prüfungsamtes möglich.

4.3 Erweiterung des LMS Stud.IP um eigene Plugins

Ein praktisches Beispiel für die Umsetzung eines Plugins ist das an der Universität Augsburg zum Einsatz kommende System „LectureReg“, das ein erweitertes Anmeldeverfahren für Vorlesungen und Übungsgruppen innerhalb von Stud.IP bereitstellt. Stud.IP bringt von Haus aus nur zwei einfache Anmeldeverfahren mit sich: Dozenten haben zum einen die Möglichkeit, die Anmeldung zu einer Veranstaltung so einzurichten, dass die Studierenden einen Platz erhalten, die sich als erstes anmelden. Dieses System führt aber zu einer erheblichen Serverlast, da alle Interessenten unmittelbar zum Anmeldestart die Seite aufrufen und der Server somit sehr viele parallele Seitenaufrufe bearbeiten muss. Zum anderen gibt es ein Anmeldeverfahren über ein Lossystem, was aber zu einer undurchsichtigen Verteilung der Studierenden führt. Bei der Entwicklung von LectureReg wurde daher Wert auf eine gerechte Verteilung bei geringerer Serverlast gelegt. Zudem sollte das Plugin für die Benutzer einfach zu bedienen sein und für die Entwickler ohne Umstände modifiziert werden können.

Neue Anmeldeverfahren. LectureReg bietet eine Prioritätswahlliste an. Die Studierenden können unterschiedliche Veranstaltungen mit Prioritäten versehen, gemäß denen die Verteilung vollautomatisch nach Anmeldeende erfolgt. Neben den angegebenen Prioritäten kann der Dozent noch weitere Parameter hinzuziehen, welche die Verteilung beeinflussen: das Fachsemester des Studierenden, um Studierenden in höheren Fachsemestern Vorrang zu gewähren, einen studiengangbezogenen Koeffizienten und eventuell auch das Anmeldedatum. Die errechnete Verteilung kann jederzeit manuell abgeändert werden, um etwaige Sonderwünsche zu berücksichtigen. Die Studierenden werden nach erfolgter automatisierter Verteilung per Email über den Ausgang informiert und sind dann bereits als Teilnehmer der entsprechenden Veranstaltungen in Stud.IP eingetragen worden.

Die in der Weboberfläche des Plugins dargestellten Steuerelemente, basierend auf dem Javascript-Framework *Dojo*⁹, werden über AJAX angesprochen um eine flüssige Bedienung zu gewährleisten. So können die Prioritäten der Kurse einfach per Drag&Drop in einer Liste festgelegt werden. Nach jeder Transaktion erhält der Benutzer ein Feedback. In jedem Systemzustand wird dem Benutzer situationsbezogene Hilfe angeboten, sowohl als Tooltip als auch durch einen aufrufbaren detaillierteren Hilfetext. Die kompetente Darstellung ist zudem templatebasiert¹⁰, um das Layout einfach modifizieren zu können.

Verbesserte Übungsverwaltung. Die neben dem Anmeldeverfahren zweite Aufgabe des Plugins ist die Verwaltung von Übungen und Hausarbeiten. Für die Zulassung zu einer Klausur oder dem Erhalt eines Scheins muss oft eine Voraussetzung erfüllt werden, z.B. das Erreichen von 50% aller Punkte in den wöchentlich abzugebenden Übungsblättern oder das Halten von drei Referaten etc. LectureReg ermöglicht das Anlegen von Übungsblättern und Zulassungskriterien. Die Tutoren oder Dozenten können die Punkte/Noten online eintragen.

⁹ www.dojotoolkit.org

¹⁰ www.smarty.net

Diese sind dann nur für den jeweiligen Studenten sichtbar und er erhält schnell einen Überblick welche Leistung er noch zu erbringen hat, um die Zulassung zu erreichen. Die Kriterien lassen sich dabei relativ frei festlegen, in der Form „mindestens x von y“, „maximal x mal“ etc. So könnte man für einen Kurs X festlegen, dass der Studierende maximal dreimal fehlen darf, zweimal selbst vorzurechnen hat und insgesamt mehr als 50% aller Punkte erreicht werden müssen.

4.4 Integration autonomer Anwendungen

Einheitliche Benutzeroberfläche aller Systeme. Der Digicampus bietet dem Benutzer ein Benutzerinterface, welches über mehrere Anwendungen hinweg eine konsistente Benutzerführung aufweist. Der Benutzer sieht den Digicampus als ein einheitliches Gesamtsystem an Stelle der darin integrierten Einzelanwendungen. Im Abschnitt 3.3 wurden bereits Ansätze erläutert, wie die Einbettung von Zusatzanwendungen erfolgt, ohne dass dazu deren Quellcode verändert werden muss.

Alle Anwendungen innerhalb des Digicampus sind prinzipiell eigenständig und werden auch nur teilweise von den Entwicklern am Medienlabor betreut. Beim Aufruf einer Anwendung innerhalb des Digicampus wird deren Ausgabe in einen OutputBuffer geschrieben und über einen Webservice an einen Layout-Manager übergeben (siehe Abb. 2). Der Layout-Manager parst nun die gesamte Seite durch, und fügt die relevanten Inhaltselemente anhand vordefinierter Regelsätze in das einheitliche Layout-Template des Digicampus ein. Bei diesem Vorgang wird auch der Zugriff auf bestimmte Funktionen, wie beispielsweise die Benutzerverwaltung des Teilsystems unterbunden, indem die dafür notwendigen Steuerfunktionen aus der Benutzeroberfläche entfernt werden. Der Layout-Manager seinerseits gibt die „fertige“ Seite wieder an den Browser des Benutzers zurück.

Funktionale Verknüpfung der Teilsysteme. Die Verknüpfung zwischen den Systemen untereinander wird über sogenannte „Widgets“ realisiert. Widgets sind kurze Informationsblöcke aus einem anderen System, z.B. eine Projektfortschrittsübersicht aus dem E-Portfoliosystem, die innerhalb einer Kursverwaltungsseite von Stud.IP angezeigt wird. Diese Widgets werden aus Performancegründen erst zur Laufzeit vom Browser des Benutzers über AJAX an relevanten Stellen in einem anderen System nachgeladen. Das Aussehen der Widgets und die darin enthaltenen Funktionen werden ebenfalls über Regeln im Layout-Manager festgelegt. Widgets werden im Unterschied zu den Anwendungen selbst über ein Proxysystem (vgl. Abb. 2) aufgerufen, um zu gewährleisten, dass die Ursprungs-URL die gleiche ist wie die des gerade aufgerufenen Systems.

Mittels dieser Widgets ist es auch möglich, Seiten in bestehenden Systemen um neue Funktionen zu erweitern. So wurde beispielsweise ein Tool zur Erstellung von E-Portfolios in das LMS integriert und Informationen daraus werden an entsprechenden Stellen innerhalb der Veranstaltungsseiten angezeigt. Ebenso findet sich im Digicampus ein Helpdesk-System zur Abwicklung von Supportanfragen sowie eine Anwendung, in der Lehrtexte ähnlich einem Wiki präsentiert werden können.

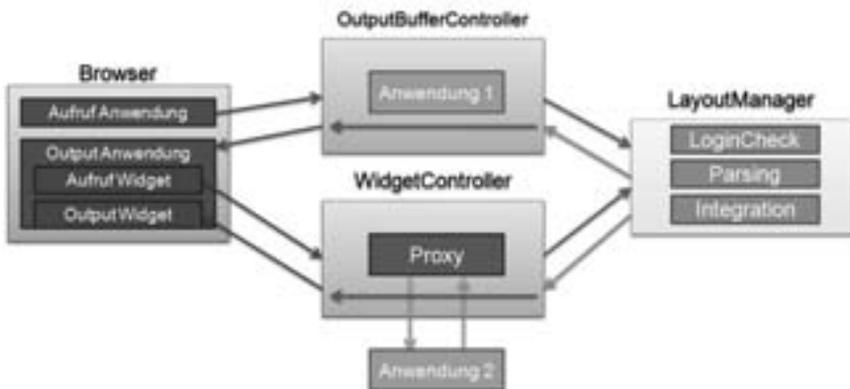


Abbildung 2: Konzept zur Integration autonomer Anwendungen im Digicampus

5 Zusammenfassung

Im Digicampus wurde erreicht, dass die eingesetzten Lehr-/Lern- und E-Learning-Systeme eigenständig bleiben, die für den Benutzer sichtbare graphische Ausgabe jedoch in einer einheitlichen Benutzeroberfläche vereinigt ist. Dies ermöglicht es, mit vergleichsweise geringem Aufwand neue Anwendungen optisch und funktional in die zentrale Plattform zu integrieren oder diese auszutauschen. Darüber hinaus gestaltet sich auch die Administration der im Digicampus integrierten Systeme einfacher, da diese unabhängig gewartet und auf separate Server verteilt werden können.

Trotz der vielen unterschiedlichen Systeme ist eine Datenkonsistenz durch ein übergeordnetes Login-System und eine zentrale Profilverwaltung gewährleistet, so dass die Benutzer von der Aufgabe befreit werden, ihre persönlichen Daten in den integrierten Systemen aktuell zu halten. Die zentrale Komponente des Digicampus stellt das LMS Stud.IP dar, in dem die Verwaltung der Einrichtungen und Veranstaltungen erfolgt. Aus diesem werden auch die Veranstaltungsdaten über einen XML-Service an das CMS der Universität und nicht integrierte Systeme exportiert.

Neben den E-Learning-Anwendungen verfügt der Digicampus über ein integriertes Ticket-Supportsystem, das den Benutzern schnelle Hilfe bei offenen Fragen oder Problemen bietet. Die aus den Support-Anfragen gewonnenen Daten werden genutzt, um Schwierigkeiten aufzudecken und den Digicampus stetig zu verbessern. Inzwischen wird der Digicampus von verschiedenen Lehrstühlen an fünf von sieben Fakultäten der Universität Augsburg eingesetzt. Mittelfristig ist die Ausweitung auf alle Fachbereiche der Hochschule und die Einbettung weiterer bis dato autonomer Webanwendungen, wie ein Webmail-System, die Webseite der Bibliothek oder Tools für Projektmanagement und Aufgabenverwaltung geplant.

Alte vereinzelt genutzte Inselfösungen werden durch die Bereitstellung neuer Funktionen obsolet und die Integration bereits etablierter Anwendungen wie des Prüfungsverwaltungssystems FlexNOW¹¹ macht den Digicampus zunehmend attraktiver für Studierende und Lehrende, da sie dort alle studienrelevanten Informationen vorfinden.

Literaturverzeichnis

- [BH02] Baumgartner, P; Häfele, H; Maier-Häfele: K.: E-Learning Praxishandbuch: Auswahl von Lernplattformen. Marktübersicht - Funktionen - Fachbegriffe. StudienVerlag, Innsbruck, 2002 <http://peter.baumgartner.name/publications-de/pdfs/evaluation-lms.pdf>
- [BW02] Bett, K.; Wedekind, J.: Lernplattformen in der Praxis. Münster: Waxmann, 2002.
- [DE02] Doberkat, E.; Engels, G.; Hausmann, J.H.; Lohmann, M.; Veltmann, C.: Anforderungen an eine eLearning-Plattform – Innovation und Integration. Studie im Auftrag des Ministeriums für Schule, Wissenschaft und Forschung in NRW, 2002 http://www.uni-paderborn.de/cs/ag-engels/Papers/2002/Studie_elp.pdf
- [GB02] Grob, H. L., Bensberg, F., Strategische Potenziale von Open Source-Software für die computergestützte Hochschullehre (cHL). In (G. Bachmann, O. Haefeli, M. Kindt): Campus 2002 – Die Virtuelle Hochschule in der Konsolidierungsphase. Münster: Waxmann, 2002; S. 262-276
- [Kie02] Kiedrowski, J.: Open-Source-Software - E-Learning zum Nulltarif?. In (A. Hohenstein; K. Wilbers): Handbuch E-Learning. Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis. Stand: 9. Erg.-Lfg. Verlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, 2002.
- [KB04] Kubicek, H.; Breiter, A.; Fischer, A.; Wiedwald, C.: Organisatorische Einbettung von E-Learning an deutschen Hochschulen. Bremen: Institut für Informationsmanagement Bremen GmbH, 2004 http://www.ifib.de/publikationsdateien/MMKH_Endbericht_2004-05-26.pdf
- [Sch00] Schulmeister, R: Selektions- und Entscheidungskriterien für die Auswahl von Lernplattformen und Autorenwerkzeugen. Gutachten für das BM: BWK ...Österreich, 2000 <http://www.zhw.uni-hamburg.de/pdfs/Plattformen.pdf>
- [Gru08] Grünwald, S.: Learning Management Systeme im universitären Betrieb. Lulu.com, Deutschland, 2008.

¹¹ flexnow.uni-bamberg.de

Werkzeuge zur Spezialisierung von XML-Sprachen für die vereinfachte, didaktisch unterstützte Erstellung von eLearning-Inhalten

Volker Gries¹, Ulrike Lucke², Djamshid Tavangarian²

¹ ANOVA Multimedia Studios GmbH, Joachim-Junius-Str. 10, 18059 Rostock
nachname@anova.de

² Universität Rostock, Institut für Informatik, Lehrstuhl für Rechnerarchitektur
Albert-Einstein-Str. 21, 18059 Rostock
vorname.nachname@uni-rostock.de

Abstract: Durch eLearning ist ein einfacher und breiter Einsatz von Lernangeboten möglich, dem jedoch oft ein hoher Entwicklungsaufwand für die Lerninhalte gegenüber steht. Die Entwicklung von effizienten Verfahren und Werkzeugen zur Produktion von eLearning-Inhalten sowie die Entwicklung von Basistechnologien für die effektive Wiederverwendung von Inhalten sind daher von entscheidender Bedeutung. Der Beitrag schildert hierfür einen Ansatz, der die Leistungsfähigkeit moderner XML-Sprachen mit der Einfachheit und didaktischen Unterstützung der drehbuchbasierten Inhaltserstellung verbindet. Kern des Konzeptes ist die gezielte, werkzeuggestützte Reduktion des Sprachumfangs einer generalisierten XML-Sprache für eLearning auf die Erfordernisse des jeweiligen Projekts, wodurch sich die Komplexität für den Autor erheblich reduziert. Die Arbeiten resultieren aus einem Verbundprojekt zwischen der ANOVA Multimedia Studios GmbH, die seit vielen Jahren erfolgreich in der Produktion moderner eLearning-Anwendungen tätig ist, und dem Lehrstuhl für Rechnerarchitektur der Universität Rostock, der umfangreiche Erfahrungen mit dem Einsatz der XML-Technologie im eLearning einbringt.

1. Motivation

Bildungsmaßnahmen sind ein wichtiger Aufgabenbereich nicht nur für traditionelle Bildungseinrichtungen, sondern auch für Unternehmen, der die eigene Marktposition gerade in Krisensituationen u. U. entscheidend beeinflusst [BBS01]. Unternehmen jeder Größe stehen verstärkt vor der Herausforderung, für ihre Produkte zu werben, über sie zu informieren:

- Kunden, ob bereits gebunden oder noch zu werben, benötigen eine (mehr oder weniger detaillierte) Anleitung, wie sie das Produkt für ihre Zwecke einsetzen oder anpassen können. Damit werden Vertrauensbildung und Kundenbindung unterstützt sowie das Kaufverhalten nachhaltig beeinflusst.

- Partnerunternehmen und Dienstleister, auch potentielle, brauchen detailliertere Informationen über die Verwendungsmöglichkeiten und Schnittstellen von Produkten bzw. über die Rahmenbedingungen und Einsatzbereiche von Verfahren.
- Mitarbeiter müssen durch eine individuelle, arbeitsprozessbezogene Weiterbildung sowie breite Schulungsmaßnahmen über technische Neuerungen an den Produkten und Verfahren auf dem Laufenden gehalten werden.

Es ist heute unbestritten, dass viele dieser Bildungs- und Informationsprozesse vorteilhaft mit eLearning bzw. durch Präsenzveranstaltungen unter gezielter Einbeziehung von eLearning-Anteilen (Blended Learning) realisiert werden können.

Die Produktion von inhaltlich, gestalterisch und mediendidaktisch hochwertigen Lerninhalten ist aufwändig und damit teuer. Hinzu kommt, dass viele Inhalte mehrfach produziert werden. Als Begründung dient oft die Aussage, dass der vorhandene oder beschaffbare eLearning-Inhalt gut sei, aber Design, inhaltliche Aufteilung, didaktischer Ansatz oder anderes nicht wie im konkreten Fall gewünscht oder gefordert. Werden jedoch die Inhalte für alle Szenarien einzeln und voneinander unabhängig erstellt, ist die Pflege aufwändig: jede Änderung muss in jedes Dokument separat eingearbeitet werden; schnell entstehen inkonsistente Beschreibungen.

Eine tragfähige Idee zur Überwindung dieser Probleme ist, den Inhalt von seinen möglichen Darstellungsformen zu trennen – der sog. Single-Source-Ansatz [LWS02] [TR06]. Der Inhalt wird zunächst medienneutral in einem (standardisierten) Format beschrieben und erst im Prozess der Nutzung mit geeigneten, effektiven Werkzeugen an die jeweiligen Erfordernisse (Design, Modularisierung, Ausgabeform, ...) angepasst. Zumeist kommt hier die XML-Technologie zum Einsatz. Damit wird ein wesentliches Problem klassischer Formate wie Hypertext, Word oder Powerpoint beseitigt.

Da mit dem Single-Source-Ansatz Änderungen des Inhalts automatisiert auf alle Darstellungsformen übertragen werden, ergeben sich daraus völlig neue Lösungen für die kontinuierliche und konsistente Aktualisierung vorhandener Lerninhalte/Dokumente. So können die Inhalte beispielsweise in verschiedenen Dimensionen [LT02][Lu07] skalierbar sein:

- inhaltlich
 - Welches Thema soll vermittelt werden; welche Anlage oder welches Subsystem wird beschrieben (inhaltliche Hierarchie)?
 - Wie ist der Qualifizierungsstand der Lernenden; welches Vorwissen (fachlich, aber auch Medienkompetenz, Selbstlernkompetenz) kann vorausgesetzt werden?
 - Welcher Wissensstand bzw. Detaillierungsgrad wird angestrebt; was soll und was darf der Lernende wissen?

Diese Fragen sind vom Fachautor bei der Materialproduktion zu berücksichtigen.

- gestalterisch
 - Welches Layout (Corporate Design) soll angewendet werden?

- Welches Ausgabeformat (Online-Material, Folienpräsentation, druckbares Manuskript, ...) soll erzeugt werden?

Diese Aspekte sind vom Mediendesigner zu konzipieren; das kann vor, während oder nach der Entwicklung der Inhalte erfolgen.

- didaktisch
 - Welches Szenario (Präsenzlehre, selbstgesteuertes Lernen, ...) und welche didaktischen Modelle sollen zugrunde gelegt werden?
 - Welche Freiheitsgrade (lineare, hierarchische, freie, ... Navigation) werden dem Lernenden geboten?

Hier ist eine besondere Flexibilität des Materials nötig, da die aktuelle Forschung zur Didaktik des eLearning nicht abgeschlossen ist (und es vermutlich auch nie sein wird). Zugleich bestehen Verbindungen zu den anderen Dimensionen.

Die hier beschriebene Mehrdimensionalität geht weit über die schlichte Erzeugung verschiedener Ausgabeformate aus einer XML-Beschreibung hinaus – sie umfasst darüber hinaus z. B. auch die Betrachtung mehrerer Schwierigkeitsgrade oder Zugriffslevel (ohne redundantes Auftreten mehrfach genutzter Elemente) innerhalb eines einzigen Moduls.

Die Erstellung von qualitativ hochwertigen Bildungsangeboten ist i. d. R. ein arbeitsteiliger Prozess, der unterschiedliche Fachkompetenzen benötigt. Daraus haben sich mehrere Modelle der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaftsunternehmen und eLearning-Dienstleistern entwickelt, die von der Auslagerung der gesamten Entwicklung (out-sourcing) über viele Zwischenstufen bis zur vollständigen Eigenproduktion (in-house) reichen. Die Funktion von eLearning-Dienstleistern ändert sich in diesem Kontext: Sie liefern weniger Inhalte, sondern eher Werkzeuge und Komponenten (z. B. Inhalte in XML oder Layouts) für den Prozess. Angesichts der Komplexität von existierenden Verfahren und Werkzeugen bleibt aber die In-House-Produktion besonders für kleine und mittlere Unternehmen eine enorme Herausforderung.

2. Ausgangsbasis

2.1 Drehbuchbasierte Erstellung von eLearning-Inhalten

Mit Hilfe von *Drehbüchern* können Autoren eine weitreichende Orientierung und Unterstützung bei der Produktion von eLearning-Inhalten erhalten. Beim Out-Sourcing der Inhaltsproduktion sind Drehbücher zudem das hauptsächliche Arbeitsinstrument, der Vertragsgegenstand zwischen Dienstleister und Auftraggeber [AN02]. Ein Drehbuch ist – ähnlich wie in der Filmindustrie – die vollständige Beschreibung des Inhalts und der Funktionalität einer Multimediaanwendung. Es besteht aus drei Hauptkomponenten:

- Der *Strukturplan* definiert die Bedingungen und Möglichkeiten des Übergangs zwischen den Informationseinheiten bzw. zwischen den Bildschirmseiten. Er ist durch eine Überlagerung verschiedener Strukturprinzipien gekennzeichnet; häufig

auf konkrete didaktische Entwurfsmuster (z. B. Szenario-/Problem-basiertes Lernen, Game-based Learning) festzulegen [Ni06].

Die technische Unterstützung des Produktionsprozesses beschränkt sich bislang auf das Angebot von Word-Formularen für die Seiteninhaltsbeschreibungen. Dort müssen selbst Standardinteraktionen (wie *weiter*, *zurück*, *Index*, *Druck*) stets manuell ausgewählt werden. Weiteres Potential für Automatisierungen bietet sich etwa bei der Übernahme von Seitentiteln, -nummern und -typen aus der Strukturbeschreibung.

2.2 Erstellung von XML-basierten eLearning-Inhalten

Mit dem Einsatz der XML-Technologie zur Inhaltserstellung ist das Prinzip der Trennung von Inhalt und Layout (*separation of concerns*) verbunden. Ausgangspunkt ist die Spezifikation erlaubter Sprachelemente und ihres strukturellen Zusammenhangs, i. Allg. definiert als XML Schema. Auf dieser Basis werden einerseits die eigentlichen Inhalte als XML-Datei formuliert, andererseits deren Abbildung auf ein konkretes Layout, z. B. mittels Stylesheet. Beides wird durch einen Transformator zusammengeführt und in das benötigte Ausgabeformat umgewandelt.

Im Umfeld der eLearning-Förderung vor etwa fünf bis zehn Jahren ist eine Reihe von XML-Sprachen entstanden. Beispielhaft seien die Learning Material Markup Language (LMML) [Fr02], die eLesson Markup Language (eLML) [FB06] oder die Educational Modelling Language (EML) [KM04] genannt. Darüber hinaus sind auch Dokument-Beschreibungssprachen ohne eLearning-Fokus einsetzbar, wie z. B. DocBook [Wa02] oder DITA [PAH07], die jedoch zunächst auf den Anwendungsbereich eLearning angepasst werden müssen. In dem hier vorgestellten Projekt wird die *Multidimensional Learning Objects and Modular Lectures Markup Language* <ML>³ verwendet, da sie durch die mehrdimensionale Kapselung verschiedenster Ausprägungen eines Lernobjekts (für mehrere Schwierigkeitsstufen, Zielgruppen und Ausgabemedien) besonders gut die im Kontext von industriellen Bildungsprozessen erforderliche Flexibilität des Materials unterstützt [LT02]. Dies wird erreicht, indem während des Erstellungsprozesses im noch medienneutralen Rohmaterial der Gültigkeitsbereich von Elementen festgelegt und erst im Zuge einer parametrisierten Transformation ausgewertet wird. Das abstrakte XML-Format enthält also alle definierten Bestandteile des Lernobjekts, die konkreten Ausprägungen nur noch die jeweils benötigten.

Über die XML-typische Trennung von Inhalt und Layout hinaus sieht <ML>³ die Auszeichnung verschiedener Geltungsbereiche (Dimensionen) einzelner Elemente für verschiedene Einsatzzwecke vor. Zudem erfolgt eine separate didaktische Beschreibung von Lernobjekten. Dies ermöglicht es, eine gegebene inhaltliche Beschreibung (unabhängig von deren sachlogischer Struktur) in unterschiedlichen Lernarrangements wiederzuverwenden – etwa mit hierarchischer, linearer oder freier Navigation. Dies veranschaulicht Abbildung 2.

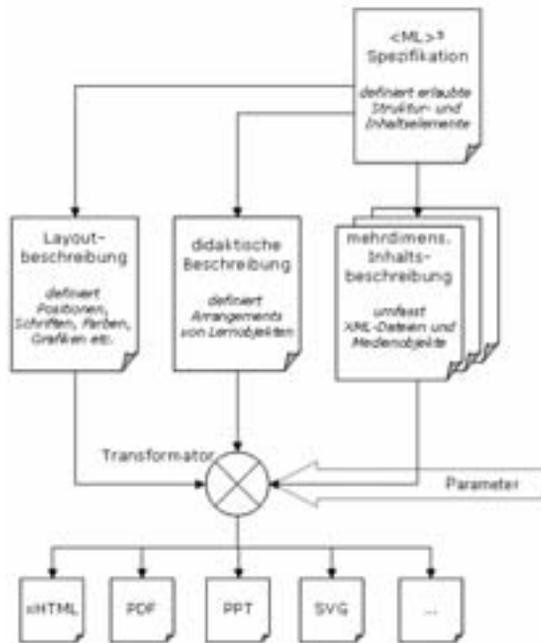


Abbildung 2: Dokumententypen und Prozess der XML-basierten Inhaltsproduktion

Die Sprache wurde für das Hochschul Umfeld entwickelt und ist deshalb darauf ausgelegt, dass alle Arbeiten durch den Fachautor selbst durchgeführt werden. Die Sprach- und Layoutdefinition sind fest. Der Fachautor spezifiziert die Inhalte sowie eine (oder mehrere) Didaktikbeschreibung(en) von Lernobjekten und erzeugt daraus in einer parametrisierten Transformation die benötigten Varianten für Präsenzlehre (Folien als PPT, HTML oder SVG), Online-Lernen (HTML) oder begleitendes Selbstlernen (PDF); jeweils als Dozenten- oder Studentenversion (also z. B. mit bzw. ohne Musterlösungen); entsprechend des für die Lehrveranstaltung relevanten Schwierigkeitsgrads/Umfangs.

Aus dem Verbundprojekt *Wissenswerkstatt Rechensysteme* (WWR) existieren zahlreiche Werkzeuge für alle Schritte im Lebenszyklus von <ML>³ Modulen [LMT06]. Beispielhaft seien Autorenlösungen für MS Word und Adobe FrameMaker sowie Verwaltungs- und Transformationswerkzeuge auf Basis der Projektumgebung Eclipse, des Content Management Systems Zope und der Lernplattform Stud.IP genannt. Zwar ist der Verarbeitungsprozess dank der vielen Automatismen sehr einfach, jedoch erfordert die Erstellung der Inhalte gute Kenntnisse nicht nur fachlicher, sondern auch fachdidaktischer und technischer Natur. Während sich die technische Unterstützung durch geeignete Editoren realisieren lässt, erfordert die fachdidaktische Unterstützung eine modifizierte Herangehensweise.

Weitere XML-Autorenwerkzeuge, die ebenfalls eine Reduktion der Komplexität des Erstellungsprozesses fokussieren, sind in den vergangenen Jahren entstanden. Häufig handelt es sich um einfache Editoren, die explizit für eine Beschreibungssprache

entwickelt wurden und nicht in weiterführende Lösungen integriert sind. Dagegen bietet z. B. die Authoring-Plattform Explain [LZC08] eine umfangreiche Unterstützung nicht nur für Inhaltserstellung, Medienverwaltung und didaktische Assistenz, sondern auch für Aspekte von Workflow- und Projektmanagement. Auch hier handelt es sich jedoch um ein in sich geschlossenes System, das nicht flexibel an andere Systeme zur Verwaltung oder Nutzung von eLearning-Inhalten koppelbar ist.

Der grundsätzliche Ansatz des nachfolgend geschilderten Vorhabens ist es daher, die umfassende Führung des Fachautors durch den drehbuchbasierten Erstellungsprozess (ggf. begleitet durch professionelle Medienproduzenten) mit der technischen Flexibilität und daher breiten Wiederverwendbarkeit der XML-Technologie zu verbinden und in eine Systemarchitektur zur dynamischen Kopplung verschiedener eLearning-Werkzeuge zu integrieren.

3. Personalisierung von XML-Sprachen und Werkzeugunterstützung für die Inhaltserstellung mit Drehbüchern

Für die Verschmelzung des drehbuchbasierten und des XML-basierten Ansatzes wurde zunächst die (ursprünglich für den Einsatz im Fachgebiet Informatik konzipierte) Sprache <ML>³ verallgemeinert. Dafür waren nur marginale Ergänzungen in der didaktischen und inhaltlichen Beschreibung erforderlich. So wird z. B. in geisteswissenschaftlichen Fächern ein (in den Natur- und Technikwissenschaften eher übliches) Personenverzeichnis benötigt. Tests mit Anwendern aus Themenfeldern wie Linguistik, Biologie und Archivierung zeigten die gute Eignung von <ML>³ auch in diesen Gebieten.

In einem zweiten Schritt wurden die Erfordernisse des drehbuchbasierten Ansatzes (Dokumenttypen und Sprachelemente) ausgehend von der bisherigen Vorgehensweise mit Word-Formularen auf <ML>³ abgebildet. Auch hier zeigte sich kein deutlicher Änderungsbedarf, was die Leistungsfähigkeit und Flexibilität der Sprache unterstreicht.

Ein dritter, deutlich aufwändigerer Schritt umfasst die Erweiterung von <ML>³ um weitere didaktische Konzepte, die derzeit verfolgt wird. Neben der bereits spezifizierten zweistufigen Hierarchie aus sog. Lessons und Learning Steps (die sich wie auch der Drehbuch-basierte Ansatz an der Web-Didaktik orientiert) werden Mechanismen zur Navigation in Topic Maps [KH06] umgesetzt, die für die Abbildung verschiedener didaktischer Entwurfsmuster einsetzbar sind. Die didaktischen Modelle stehen in der <ML>³ Spezifikation gleichberechtigt nebeneinander und verweisen jeweils auf die in der inhaltlichen Beschreibung definierten Elemente.

Für Fachautoren mit geringem technischem Vorwissen wird der große Funktionsumfang von <ML>³ jedoch nicht benötigt; die Komplexität der Sprache kann sich hier eher negativ auswirken. Die Innovation des hier verfolgten Ansatzes ist es daher, in einem initialen Verarbeitungsschritt zunächst die für den aktuellen Projektkontext nicht benötigten Sprachelemente auszublenden. Dies beinhaltet zunächst die Auswahl eines konkreten didaktischen Modells. Weiterhin kann es sich um Konstrukte wie Definition

oder Satz und Beweis handeln. Auch können Audio-Effekte (z.B. Sound, Sprechertext) oder generell dynamische Medien (Audio/Video und Animationen) deaktiviert werden. Weiterhin können Art und Untersetzung der Dimensionen für den Projektkontext festgelegt werden, z. B. hinsichtlich Mehrsprachigkeit oder Schwierigkeitsstufen. Im Ergebnis entsteht ein spezialisierter $\langle ML \rangle^3$ Dialekt, der nur für das aktuelle Projekt Gültigkeit besitzt.

Auf dieser Basis können anschließend unabhängig voneinander die grafische Gestaltung (Layout) und die inhaltliche Beschreibung erstellt werden. Für den Layouter vereinfacht sich die Arbeit, da er die genaue Menge der tatsächlich zu gestaltenden Sprachelemente kennt. Die von ihm entworfenen Grafiken, Farbdefinitionen etc. werden anschließend über Mapping-Regeln auf die Sprachdefinition abgebildet. Auch für den Fachautor vereinfacht die reduzierte Zahl der verwendbaren Elemente die kognitive Belastung. Zunächst wird gemeinsam mit einem geschulten Medienproduzenten (und zwar zumeist mit einem Didaktikexperten) der Strukturplan festgelegt. Auf dieser Basis kann der Fachautor dann mit der formularbasierten Eingabe der Fachinhalte beginnen, die durch die Editoren auf $\langle ML \rangle^3$ abgebildet werden. Vor dem Fachautor bleibt die XML-Technologie jedoch verborgen.

In einem letzten Schritt werden die erzeugten Inhaltsbeschreibungen dann mit Hilfe der Mapping-Regeln auf das entworfene Layout abgebildet, und zwar für das jeweils benötigte Ausgabeformat (z.B. HTML oder PDF). Abbildung 3 zeigt die sich ergebende Struktur der beschriebenen Werkzeuge und Datenformate.



Abbildung 3: Zusammenspiel der Werkzeuge und ihrer Aufgabenbereiche

Dieses System von Werkzeugen widerspiegelt den Workflow der Erstellung von eLearning-Inhalten und dessen arbeitsteilige Gestaltung. Zugleich zeigt die vertikale Aufteilung die mit XML verbundene Trennung von Inhalt und Layout. Im Vergleich zur Beschreibung von Lernobjekten mit <ML>³ ist hier die Bearbeitung der didaktischen Beschreibung nicht enthalten. Dies resultiert aus der Reduktion auf einen konkreten didaktischen Ansatz, der zunächst im Projekt-Editor explizit ausgewählt und anschließend im Drehbuch-Editor implizit umgesetzt wird.

Die Werkzeuge unterstützen den Fachautor sowohl durch die Trennung von Inhalt, Layout und Didaktik als auch durch die unmittelbare Angabe von Geltungsbereichen (Kontexten) für einzelne Inhaltselemente innerhalb der modellierten Aspekte (Dimensionen) des Lehr-/Lernmaterials umfassend bei der Erstellung von weitestgehend entkontextualisierten und damit gut wieder verwendbaren Ressourcen. Die Rekontextualisierung für konkrete Anwendungsbereiche erfolgt durch Angabe der benötigten Parameter für anzuwendende Layouts und didaktische Muster sowie für die einzelnen Dimensionen. Die Validität dieses Grundkonzeptes der Sprache <ML>³ und der damit verbundenen Werkzeuge wurde bereits im Projekt „Wissenswerkstatt Rechensysteme“ durch breiten Einsatz in der Lehre nachgewiesen [Lu07]. Weitere Evaluationen auf Basis des nun neu entwickelten Werkzeugsystems sowie der Modifikationen im Umgang mit didaktischen Strategien werden mit der Fertigstellung des Produkts im Herbst dieses Jahres beginnen. Dabei verlagert sich der Fokus weg von der reinen Hochschullehre hin auch zur industriellen Weiterbildung.

Durch die modulare Struktur des Werkzeug-Frameworks können einzelne Editoren und/oder Transformatoren ausgetauscht werden. Ihre Interoperabilität fußt nicht nur explizit auf ihren Schnittstellen untereinander, sondern auch implizit auf den zugrunde liegenden Spezifikationen der Beschreibungssprache und der damit verbundenen Verarbeitungsprozesse (im Sinne eines Referenzmodells). Dies ist eine wichtige Voraussetzung sowohl für die Durchgängigkeit als auch für die spätere Erweiterbarkeit des Systems und die Interoperabilität mit anderen Werkzeugen bzw. Produkten.

Auf dieser Basis setzen mehrere weitere Teilsysteme an, die dem Nutzer die komplexe Funktionalität des Basissystems für einzelne Arbeitsschritte zur Verfügung stellen. Im Fokus dieses Beitrags steht vor allem die Produktionsumgebung; Verwaltungs- und Nutzungsumgebung schließen sich an. Je nach Aufgabengebiet und Kenntnisstand der Anwender kommen dedizierte Werkzeuge für die Produktion, Verwaltung und Nutzung des Materials zum Einsatz. Dies veranschaulicht Abbildung 4.

Es ist angestrebt, die einzelnen Komponenten in einer Service-Orientierten Architektur auf Basis eines modularen Content Management Systems [Ot08] grobgranular miteinander sowie mit anderen Plattformen (z.B. Learning Management Systemen) zu verbinden. Das stellt einerseits die Interoperabilität über verschiedene Programmiersprachen (z. B. Java oder C), Plattformen (Windows, Unix/Linux, Mac) und Anbieter (Medienproduktionslösungen, Kundensysteme) hinweg sicher. Andererseits wird dadurch ein Grad an Transparenz, Flexibilität, Agilität und Ausfalltoleranz erreicht, der mit herkömmlichen Architekturprinzipien nicht möglich ist.

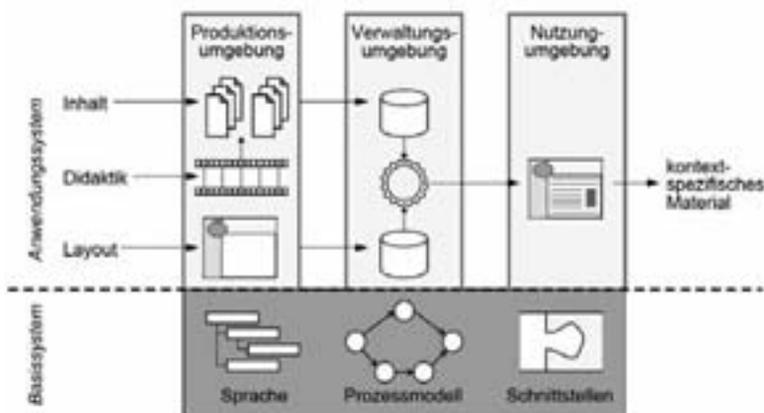


Abbildung 4: Einbettung der Spezifikationen und Werkzeuge in eine Gesamt-Architektur

4. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurden ein Konzept und ein Werkzeugsystem vorgestellt, das die Erstellung XML-basierter eLearning-Inhalte durch den Fachautor vereinfacht und didaktisch unterstützt. Die grundlegende Idee ist es, die auf der Webdidaktik basierende Methodik der Drehbucheerstellung mit existierenden Spezifikationen und Verfahren der Beschreibungssprache $\langle ML \rangle^3$ zu verbinden und zugleich um weitere didaktische Strategien zu ergänzen. Eine besondere Innovation ist dabei die von der generalisierten $\langle ML \rangle^3$ Spezifikation ausgehende, projektspezifische Reduzierung der Komplexität der Beschreibungssprache angesichts der konkreten Erfordernisse des zu erstellenden Bildungsangebots: ein Trade-Off zwischen Universalität auf der einen und Implementierbarkeit bzw. Handhabbarkeit auf der anderen Seite. Dies vereinfacht den Erstellungsprozess nicht nur für den Fachautor, sondern auch für den Mediengestalter. Durch ein modulares System von Werkzeugen bleibt die XML-Technologie im Hintergrund verborgen und bildet als Referenzmodell aus Sprach-, Prozess- und Schnittstellenbeschreibung darüber hinaus die Grundlage für spätere Erweiterungen sowie für eine Interoperabilität mit Fremdsystemen.

Dabei handelt es sich – im Unterschied zu anderen, wenn auch in einzelnen Aspekten z. T. leistungsfähigeren Entwicklungen – um weitaus mehr als eine Sammlung von XML-Spezifikationen, -Transformationen und -Werkzeugen. Das Potential des Ansatzes liegt vor allem in seiner Generalität begründet. Sofern das als technologische Basis verwendete Referenzmodell (hier auf Grundlage der Sprache $\langle ML \rangle^3$) hinreichende Allgemeingültigkeit für verschiedenste Bildungskontexte besitzt, kann durch die beliebige Spezialisierung des Systems ein breitest möglicher Einsatz erreicht werden. Dies wäre ein wichtiger Schritt in Richtung einer standardisierten eLearning-Sprache ohne zwingende Festlegung auf explizit dafür entwickelte Entwurfs-, Verwaltungs- und Nutzungswerkzeuge.

Die Erweiterungsmöglichkeiten für das beschriebene System sind vielfältig. Zunächst können dank des modularen Konzepts die Komponenten (d.h. etwa die einzelnen Editoren) modifiziert, ausgetauscht oder ergänzt werden. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, das Konzept auch in didaktischer Hinsicht zu erweitern, etwa durch Hinzunahme anderer Methoden als der Drehbucheerstellung/Webdidaktik. Letztlich wäre auch die Verwendung anderer Beschreibungssprachen als Ausgangspunkt denkbar; im Unterschied zu den anderen Erweiterungsmöglichkeiten ist dies jedoch derzeit nicht vorgesehen.

Literaturverzeichnis

- [AN02] ANOVA GmbH: „DREML – Erstellung von Drehbüchern für multimediale Lehr- und Lernsysteme“, CD-ROM, Multimedia Kompetenzzentrum der Hochschule Bremen (MMCC), Rostock: ANOVA Multimedia Studios GmbH, 2002.
- [BBS01] Back A, Bendel O, Stoller-Schai D: „E-Learning im Unternehmen: Grundlagen – Strategien – Methoden – Technologien“, Zürich : Orell Fuesli, 2001.
- [FB06] Fisler J, Bleisch S.: „eLML, the eLesson Markup Language: Developing sustainable e-Learning Content Using an Open Source XML Framework“, in Proc. of Int. Conf. on Web Information Systems and Technologies (WEBIST), 2006.
- [Fr02] Freitag B: „LMML – Eine Sprachfamilie für eLearning Content“, in Proc. 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (Informatik 2002), Bonn: Köllen Verlag, 2002.
- [KM04] Koper R, Manderveld J: „Educational modelling language: modelling reusable, interoperable, rich and personalised units of learning“, in British Journal of Educational Technology, Vol. 35, No. 5, 2004.
- [LZC08] Loos P, Zimmermann V, Chikova P: „Prozessorientiertes Authoring Management: Methoden, Werkzeuge und Anwendungsbeispiele für die Erstellung von Lerninhalten“, Berlin : Logos Verlag, 2008.
- [Lu07] Lucke U: „Ein Referenzmodell für mehrdimensionale Lernobjekte“, in: „Neue Trends im E-Learning: Aspekte der Betriebswirtschaftslehre und Informatik“, Heidelberg : Springer/Physica Verlag, 2007.
- [LMT06] Lucke U, Mannteufel C, Tavangarian D: „Werkzeuge für mehrdimensionale Lernobjekte: das Woher und Wohin“, in Proc. Die 4. e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI 2006), Bonn : Köllen Verlag, 2006.
- [LWS02] Lucke U, Wiesner A, Schmeck H: „XML: Nur ein neues Schlagwort? Zum Nutzen von XML in Lehr- und Lernsystemen“, it+ti 04/2002, München : Oldenbourg Verlag, 2002.
- [LT02] Lucke U, Tavangarian D: „Turning a Current Trend into a Valuable Instrument: Multidimensional Educational Multimedia based on XML“, in Proc. 14th World Conf. on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (Ed-Media 2002), Charlottesville VA: AACE, 2002.
- [KH06] Mason D, Holman K: „Topic Maps — XML Syntax“, ISO Final Draft International Standard Nr. 13250, ISO 2006.
- [Me06] Meder N (Hrsg.): „Web-Didaktik. Eine neue Didaktik webbasierten, vernetzten Lernens“. wbv – Wissen und Bildung im Internet, Band 2, Bielefeld : Bertelsmann Verlag, 2006.
- [Ni06] Niegemann H M: „Besonderheiten einer Didaktik des eLearning“, in Arnold R, Lermen M (Hrsg.): eLearning-Didaktik. Baltmannsweiler : Schneider-Verl. Hohengehren, 2006.
- [Ot08] Otto K: „SiLOR – Skalierbarer Baukasten für Learning Object Repositories“, in Proc. of eLearning Baltics (eLba) 2008.

- [PAH07] Priestley M, Anderson R D, Hackos J (Hrsg.): „Darwin Information Typing Architecture (DITA)“, OASIS Standard Version 1.1, OASIS 2007.
- [TR06] Thomas L, Ras E: „Wiederverwendungsorientiertes Content Authoring nach dem Single-Source Prinzip“, in Proc. Die 4. e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI 2006), Bonn: Köllen Verlag, 2006.
- [Wa02] Walsh N (Hrsg.): „The DocBook Document Type“, OASIS Committee Specification Version 4.2, OASIS 2002.

Effekte automatischer Bewertungen für Programmieraufgaben in Übungs- und Prüfungssituationen

Michael Striewe, Michael Goedicke
Specification of Software Systems
Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik
Universität Duisburg-Essen, Campus Essen
{michael.striewe,michael.goedicke}@s3.uni-due.de

Abstract: Dieser Beitrag beschreibt und analysiert ein exemplarisches System zur automatischen Bewertung von Programmieraufgaben. Aus den Ergebnissen des mehrjährigen Einsatzes des Systems im Rahmen universitärer Lehrveranstaltungen werden Aussagen zur Qualität automatischer Bewertungen abgeleitet. Auf der Basis einer empirischen Untersuchung werden die Effekte automatischer Bewertungen auf die Lernenden in Übungs- und Prüfungsszenarien untersucht, um die Vorteile automatischer Bewertungen in Relation zu möglichen negativen Effekten setzen zu können.

1 Einleitung

Systeme zur automatischen Bewertung von Programmieraufgaben werden in verschiedener Form an einigen Universitäten angeboten. Neben verschiedenen technischen Details der Realisierung unterscheiden sie sich auch auf konzeptioneller Ebene im Bezug auf den Einsatzzweck, dem Verhältnis zwischen automatischer (Vor-)Korrektur und manueller (Nach-)Korrektur und die kontrollierbaren Aufgabehalte. Insbesondere unterscheiden sie sich auch darin, ob sie lediglich dazu dienen, Fehler in Lösungen aufzudecken oder ob sie auch in der Lage sein sollen, diese Fehler durch das Anbieten von Lösungshinweisen zu erläutern.

Am Beispiel eines konkreten Prüfungssystems, das sowohl in Übungs- als auch Prüfungssituationen seit drei Jahren im Einsatz ist, werden in diesem Beitrag zunächst mögliche Lösungen für die oben genannten Aspekte dargestellt und mit anderen existierenden Systemen verglichen. Anschließend werden aus den Erfahrungen im Einsatz des Systems Aussagen über die Qualität automatischer Bewertungen abgeleitet. Zudem werden die Effekte des eingesetzten Systems auf die Lernenden mit Blick auf verschiedene Einsatzszenarien anhand einer umfangreichen empirischen Untersuchung analysiert.

Prüfungssysteme für Programmieraufgaben eignen sich besonders als Untersuchungsgegenstand, da Programmierung Kreativität erfordert und fördert [Rom07]. Prüfungen in diesem Bereich erfordern daher offene Frageformen, bei denen es keine begrenzte Anzahl an möglichen Lösungen zur Auswahl gibt [Ros04]. Während Multiple-Choice-Aufgaben, Lückentexte und ähnliches zumindest nur eine endliche Menge von gültigen Lösungen zulassen, gibt es bei Programmieraufgaben im Allgemeinen unendlich viele Programme,

die den Anforderungen der Aufgabenstellung genügen. Die technischen Anforderungen an ein System zur automatischen Bewertung von Lösungen sind daher höher als bei anderen Aufgabentypen, wenn eine akzeptable Qualität der Bewertung und ein positiver Effekt auf die Lernenden erreicht werden soll.

2 Automatische Prüfung von Programmieraufgaben

Bei der automatischen Prüfung von Programmieraufgaben geht es darum, ohne manuelle Eingriffe eines Lehrenden zu entscheiden, ob eine Lösung den Anforderungen der Aufgabe entspricht. Grundsätzlich kann zwischen statischen und dynamischen Verfahren unterschieden werden. Statische Verfahren untersuchen Programmcode, ohne ihn auszuführen, und überprüfen beispielsweise die syntaktische Korrektheit sowie die Existenz oder die Abwesenheit bestimmter Programmkonstrukte. Dynamische Prüfverfahren führen Programmcode mit verschiedenen Eingaben aus und vergleichen die Ausgabe mit einer Musterlösung. Beide Verfahren ergänzen sich und sind in der Lage, Fehler zu entdecken, die dem jeweils anderen Verfahren verborgen bleiben.

Aus der Kombination der beiden Techniken ergibt sich insbesondere die Möglichkeit, die Ergebnisse einer Überprüfung mit Hinweisen zur Behebung eines Fehlers zu versehen. Beispielsweise kann ein dynamischer Test eine unerwartet lange Laufzeit eines Programms feststellen und es wegen des Verdachts auf eine Endlosschleife abbrechen. Ein zugehöriger statischer Test kann feststellen, dass in einem Schleifenkonstrukt im Programmcode ein Abbruchkriterium fehlt. Auf diese Weise erhält der Lernende nicht nur einen Hinweis auf ein beobachtetes konkretes Fehlverhalten des Programms, sondern auch auf eine mögliche Ursache im Programmcode bzw. umgekehrt nicht nur einen Hinweis auf einen Fehler im Programmcode, sondern auch einen Hinweis auf die mögliche Auswirkung dieses Fehlers. Prüfungssysteme, die derartige Techniken einsetzen, eignen sich somit mutmaßlich sowohl für den Übungsbetrieb als auch für die Vorkorrektur von Prüfungen. Im Übungsbetrieb dienen die Meldungen dazu, dem Lernenden Hinweise auf eine zielgerichtete Verbesserung seiner Lösung zu geben, während sie als Vorkorrektur von Prüfungen als Hinweise für eine manuelle Nachkorrektur durch den Lehrenden interpretiert werden können. Je zutreffender diese Hinweise sind, umso geringer fällt der Aufwand für eine manuelle Nachkorrektur aus.

2.1 Das Prüfungssystem JACK

Das Prüfungssystem JACK (Java Checker) [SGB08] wurde zur Durchführung von Übungen und Testaten in der Programmiersprache Java für Studierende im ersten Semester entwickelt. Es ist derzeit ausschließlich zu diesem Zweck im Einsatz, kann aber prinzipiell auch auf andere Programmiersprachen oder gänzlich andere Aufgabentypen (z.B. UML-Diagramme) erweitert werden.

Lehrende können über eine web-basierte Oberfläche Aufgaben definieren, die aus einer

beliebigen Anzahl Quellcode- oder Bytecode-Dateien bestehen. Vier Einstellungen sind dabei möglich: (1) Der Quellcode wird den Lernenden mit der Aufgabenstellung zur Verfügung gestellt und muss nach der Bearbeitung abgegeben werden; (2) Der Quellcode wird den Lernenden zur Verfügung gestellt, soll aber nicht verändert und daher auch nicht mit abgegeben werden; (3) Der Dateiname dient nur als Platzhalter für eine Datei, die vom Lernenden vollständig anzulegen und mit abzugeben ist; (4) Der Bytecode wird für die Durchführung dynamischer Tests im Prüfungssystem benötigt und ist für den Lernenden nicht sichtbar. Ebenfalls für den Lernenden grundsätzlich nicht sichtbar sind die nötigen Dateien für die Durchführung statischer Tests.

Für den Übungsbetrieb können Aufgaben nach der Erstellung direkt freigegeben werden, so dass die Lernenden sie über eine eigene web-basierte Oberfläche auswählen und die nötigen Dateien herunterladen können. Das Hochladen der fertigen Lösungen und das Einsehen der Bewertungen durch das System erfolgen ebenfalls über diese Oberfläche. Für den Prüfungsbetrieb importiert der Lehrende eine Liste der Teilnehmer und ordnet ihnen individuell Aufgaben und ein eindeutiges Einmalpasswort (TAN) zu. Der eigentliche Prüfungsbetrieb kann dann ebenfalls über die Web-Oberfläche für Lernende erfolgen, wobei die Eingabe der TAN notwendig ist und damit die Auswahl einer Aufgabe sowie die sofortige Einsicht in der Bewertung durch JACK entfällt. Alternativ kann ein Plug-In für die Entwicklungsumgebung ECLIPSE nach Eingabe der TAN direkt auf den Server zugreifen und Dateien von dort herunterladen sowie zur Abgabe hochladen. Die Einsicht in die bewerteten Prüfungen erfolgt nach Deaktivieren des Prüfungsbetriebs über die web-basierte Oberfläche wie im freien Übungsbetrieb.

Abgegebene Lösungen können grundsätzlich vom Lehrenden eingesehen und mit manuellen Nachbewertungen und Korrekturen versehen werden. Die automatische Bewertung der abgegebenen Lösungen erfolgt durch eine separate Systemkomponente, die auf einem zweiten Server betrieben werden kann. Dadurch kann die Störung des Systems durch die Ausführung von böswilligem Code in den Lösungen verhindert werden. Die Prüfkomponente ruft unbearbeitete Lösungen aus der Datenbank des Systems ab, führt die vom Lehrenden eingestellten Tests durch und schreibt deren Ergebnisse zurück in die Datenbank.

Dynamische Tests führen Methodenaufrufe auf der Lösung aus und vergleichen die Rückgabewerte mit einer Vorgabe. Die Programmierung dieser Tests erfolgt durch normalen Programmcode in einer eigenen Klasse in Java, so dass beliebig komplexe Anfragen gestellt werden können, um präzise Meldungen über Fehler in der Lösung zu erzeugen. Exceptions, die während des Testlaufs auftreten, werden automatisch abgefangen und vor der Ausgabe um allgemeine Hinweise ergänzt, welche typischen Situationen zu dieser Exception geführt haben könnten. Programmläufe, die in eine Endlosschleife gelangen oder aus anderen Gründen nicht rechtzeitig terminieren, werden nach 30 Sekunden automatisch abgebrochen und mit einer entsprechenden Meldung als fehlerhaft bewertet.

Statische Tests werden als Mustersuche und Transformation des Syntaxgraphen durchgeführt und dementsprechend als Graphtransformationsregeln formuliert [KG06, KG08]. Je nach Ziel des einzelnen Tests greifen diese Regeln bei der Existenz oder der Abwesenheit bestimmter Muster und fügen Fehlermarkierungen in den Syntaxgraphen ein. Auch hier ist eine präzise Steuerung möglich, die Abhängigkeiten zwischen Fehlern berücksichtigt.

Je nach Komplexität der Lösung und der Prüfregeln sowie der Leistungsfähigkeit des verwendeten Servers können die statischen Tests zwischen 20 Sekunden und zwei Minuten in Anspruch nehmen.

Grundsätzlich sind beide Testverfahren optional und unabhängig von einander. Jeder Lösung wird somit maximal je ein Ergebnis des statischen Tests und des dynamischen Tests sowie optional ein manuelles Ergebnis durch den Lehrenden zugeordnet. Eine Lösung gilt als korrekt, wenn alle durchgeführten automatischen Tests sie als korrekt beurteilen und der Lehrende diese Bewertung nicht manuell überschreibt oder wenn der Lehrende eine negative automatische Bewertung überschreibt und die Lösung als korrekt markiert. In allen anderen Fällen gelten sie als fehlerhaft. Im Übungsbetrieb fand praktisch keine manuelle Nachkontrolle der automatischen Bewertungen durch JACK statt. Überprüfungen durch den Lehrenden zielten lediglich auf die Behebung technischer Fehler, durch die das System eine Lösung gar nicht beurteilen konnte. Da der Übungsbetrieb über die web-basierte Schnittstelle abgewickelt wurde und Lernende die Aufgaben mit beliebigen Programmierwerkzeugen bearbeiten konnten, traten Schwierigkeiten mit fehlerhaft hochgeladenen Dateien oder falschen Dateiformaten vereinzelt auf und erforderten eine entsprechende manuelle Behandlung. Durch die Verwendung des Plug-Ins für ECLIPSE traten vergleichbare Probleme im Prüfungsbetrieb nicht auf.

2.2 Verwandte Prüfungssysteme

Zahlreiche weitere Prüfungssysteme setzen ähnliche Techniken und Konzepte ein, von denen im Folgenden die markantesten Variationen ohne Anspruch auf Vollständigkeit vorgestellt werden.

Der an der Universität Passau entwickelte “Praktomat” [KSZ02] bietet automatische Tests für Java, C++ und Haskell an. Die statischen Tests beschränken sich dabei auf den Einsatz des externen Werkzeugs CHECKSTYLE [Che], das die Einhaltung von Formatrichtlinien überwacht. Ergänzend zur automatischen Korrektur bietet das System die Möglichkeit an, dass Lernende die Lösungen anderer Teilnehmer einsehen und kommentieren können. Die Lösung ist damit insbesondere für den kooperativen Übungsbetrieb konzipiert und weniger für den Einsatz in Prüfungssituationen. Dieselben Techniken wie der “Praktomat” nutzt auch das System ASB [MOSS07] der Fachhochschule Trier, wobei dort besonderer Wert auf die Wiederverwendbarkeit von Einstellungen für Bewertungen gelegt wird.

Das Projekt DUESIE [HQW08] der Universität Siegen prüft Programme in Java und SML sowie UML Diagramme. Das System bietet eine rein web-basierte Lösung auf der Basis von PHP5 an und integriert sämtliche Prüftechniken über externe Werkzeuge. Dabei ist über das Werkzeug PMD [PMD] auch eine Einbindung statischer Tests möglich. Diese sind etwas weniger mächtig als die in JACK verwendeten Graphtransformationen, aber prinzipiell ähnlich geeignet, Hinweise auf Fehler zu generieren. Bei der Bewertung von Diagrammen wird der Grad der Übereinstimmung mit einer Musterlösung berechnet, wobei mit dieser Technik keine Hinweise auf konkrete fehlende oder überflüssige Elemente in den Diagrammen gegeben werden können.

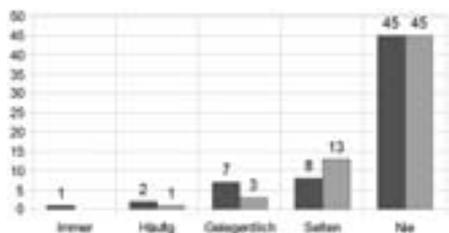
3 Beobachtungen und empirische Untersuchungen

Eines der häufigsten Argumente für den Einsatz automatischer Bewertungssysteme ist in der Regel die erwartete Einsparung beim Personaleinsatz, die die Betreuung zahlreicher Übungen und Prüfungen mit geringem Zeitaufwand ermöglichen soll. Diese Erwartung betrifft jedoch vor allem die Sicht der Lehrenden. Es ist daher ebenfalls zu untersuchen, welche zusätzlichen Effekte auf die Lernenden der Einsatz automatischer Bewertungssysteme hat. Insbesondere ist von Interesse, welche Qualität einer Bewertung durch automatische Systeme erzielt werden kann. Sollten positive Effekte durch eine deutlich sinkende Qualität der Bewertungen erkaufte werden, erscheint der Einsatz automatischer Bewertungssysteme wenig sinnvoll, da damit das Ziel formativer wie summativer Prüfungen verfehlt würde.

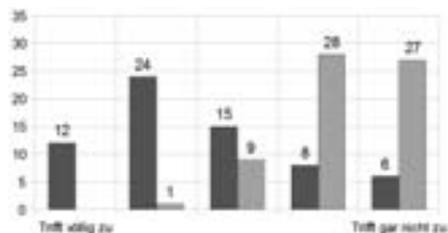
Neben der statistischen Auswertung des Einsatzes von JACK über zwei Jahre wurde zur Feststellung der Sicht der Lernenden im Wintersemester 2008/09 an der Universität Duisburg-Essen unter den Teilnehmern der Lehrveranstaltung "Programmierung" am Campus Essen eine Umfrage durchgeführt. Die Veranstaltung richtet sich hauptsächlich an Erstsemester der Informatikstudiengänge. Zum Zeitpunkt der Umfrage hatten die Teilnehmer im Verlauf des Semesters sechs Testate unter Prüfungsbedingungen unter Verwendung von JACK abgelegt sowie zusätzlich die Möglichkeit gehabt, als Vorbereitung auf jedes Testat freiwillig ein Übungsprojekt durch das System prüfen zu lassen. Zudem hatte zu Beginn des Semesters ein Probetestat unter Prüfungsbedingungen stattgefunden, das allerdings nur der Eingewöhnung diente und keine sonstigen Konsequenzen hatte. Von insgesamt 325 Teilnehmern, die die Veranstaltung zu Beginn des Semesters besuchten, nahmen leider nur 65 an der Umfrage teil, was der üblichen abnehmenden Frequentierung von Lehrveranstaltungen zum Ende der Vorlesungszeit geschuldet ist. Es wurde allerdings bewusst auf eine Befragung der Teilnehmer zu einem früheren Zeitpunkt verzichtet, damit Erfahrungen aus vielen verschiedenen Aufgabenstellungen im Verlaufe des Semesters in das Ergebnis der Umfrage mit einfließen konnten und nicht nur der erste Eindruck der Lernenden erfasst wurde.

3.1 Qualität automatischer Bewertungen

Wie in Abschnitt 2.1 beschrieben, können in JACK die Ergebnisse automatischer Bewertungen durch den Lehrenden manuell überschrieben werden. Die Qualität der automatischen Bewertungen lässt sich folglich daran messen, wie häufig die automatischen Tests zu einem einstimmigen Ergebnis gekommen sind und wie häufig ein Lehrender ein Ergebnis überschreiben musste. Im Wintersemester 2007/08 war dies bei insgesamt 2933 Lösungen von Testaten in 261 Fällen (9%) notwendig. In 241 Fällen lag dies an zu rigoros eingestellten statischen Tests, die korrekte Lösungen als falsch markierten. Durch die sorgfältigere Gestaltung statischer Tests konnte die Zahl manueller Eingriffe im folgenden Jahr bei insgesamt 2721 Lösungen von Testaten auf 53 Fälle (2%) gesenkt werden. Die statischen Tests ließen dabei zwar häufiger als im Vorjahr Lösungen zu, die fehlerhaft waren ("false positives"), dies konnte jedoch durch die dynamischen Tests vollständig ab-



(a) Einschätzung der Lernenden bezüglich der Aussagen "JACK hat irrtümlich Fehler angezeigt, die keine waren." (dunkel) und "JACK hat irrtümlich Lösungen akzeptiert, die nicht korrekt waren." (hell)



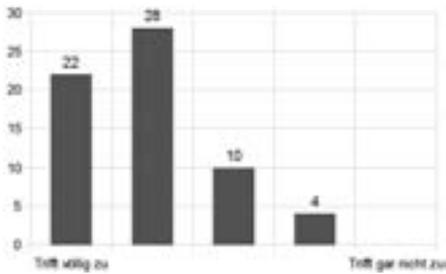
(b) Einschätzung der Lernenden bezüglich der Aussagen "JACK kann Fehler mindestens genauso gut finden wie ein Mensch." (dunkel) und "JACK kann Fehler mindestens genauso gut erklären wie ein Mensch." (hell)

Abbildung 1: Auswertung der Befragung von 65 Personen zur Einschätzung der allgemeinen Qualität der Prüfung von Lösungen durch JACK.

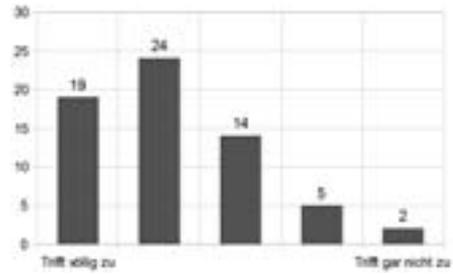
gefangen werden. Es kann daher festgestellt werden, dass durch die sorgfältige Einstellung dynamischer und statischer Tests eine Qualität der Bewertung erreicht werden kann, die kaum manuelle Überprüfung und Veränderung benötigt. Allerdings ist auch anzumerken, dass sich zu großzügige statische Tests mit vielen "false positives" negativ auf die Menge der gegebenen Fehlerhinweise auswirken. Das System ist damit zwar in der Lage, Fehler durch dynamische Tests zu erkennen, gibt jedoch seltener Hinweise auf die konkrete Fehlerstelle im Programmcode.

Genau diese Beobachtungen spiegeln sich auch in der Befragung der Lernenden wider. Im Wintersemester 2008/09 gaben lediglich 3 der 65 Befragten an, dass JACK bei ihren Testaten immer oder häufig Fehler angezeigt habe, die keine waren (siehe Abbildung 1(a)). Zudem gab keine Person an, dass JACK immer Lösungen akzeptierte, die nicht korrekt waren. Dementsprechend bezeichneten insgesamt 36 Befragte die Aussage "JACK kann Fehler mindestens genau gut finden wie ein Mensch" als weitgehend oder völlig zutreffend (siehe Abbildung 1(b)). Ein umgekehrtes Bild ergab sich wie erwartet bei der Frage, ob JACK die Fehler auch genauso gut erklären könne wie ein Mensch. Nur eine Person bezeichnete diese Aussage als weitgehend zutreffend, während die deutlich überwiegende Mehrheit sie für kaum oder gar nicht zutreffend hielt. Neben der erwarteten Tatsache, dass eine geringe Menge statischer Tests zu wenig aussagekräftigen, erklärenden Fehlerhinweisen führt, zeigt dieses Ergebnis auch, dass die Lernenden bei der Benutzung eines automatischen Bewertungssystems sehr genau zwischen dem reinen Auffinden eines Fehlers und einer ausführlichen Erklärung unterscheiden können. Für den Übungsbetrieb wird in Abschnitt 3.3 noch genauer auf diesen Aspekt eingegangen werden.

Als Zwischenfazit kann festgestellt werden, dass für kreative Prüfungsleistungen wie Programmieraufgaben eine automatische Bewertung möglich ist, die auf der rein inhaltlichen Ebene kaum menschliche Eingriffe erfordert. Da somit negative Effekte auf die Qualität weitgehend ausgeschlossen werden können, kann mit der Untersuchung weiterer positiver oder negativer Effekte fortgefahren werden.



(a) Einschätzung der Lernenden bezüglich der Aussage "JACK ist im Übungsmodus insgesamt betrachtet nützlich."



(b) Einschätzung der Lernenden bezüglich der Aussage "JACK ist im Testbetrieb insgesamt betrachtet nützlich"

Abbildung 2: Auswertung der Befragung von 65 Personen zur Einschätzung des Nutzens von JACK in verschiedenen Einsatzfeldern.

3.2 Allgemeine Effekte automatischer Bewertungen

Als allgemeine Effekte automatischer Bewertungssysteme wird im Folgenden zunächst auf die Auswirkungen eingegangen, die unabhängig von der Verwendung im Übungs- oder Prüfungsbetrieb entstehen. Bei Studierenden der Informatik soll die erste Annahme sein, dass keine grundsätzliche Skepsis gegenüber automatischen Bewertungssystemen besteht. Die Aussage "Systeme wie JACK sind mir unheimlich" fanden 7 Befragte völlig oder weitgehend zutreffend. 12 hielten sie für kaum und 35 für gar nicht zutreffend. 11 Personen äußerten sich ohne Tendenz. Eine grundsätzlich zurückhaltende Einstellung gegenüber automatischen Bewertungen scheint daher wie erwartet nicht gegeben zu sein. Als weitere naheliegende Hypothese kann erwartet werden, dass der Geschwindigkeitsvorteil gegenüber menschlichen Bewertungen auch von den Lernenden als Vorteil angesehen wird. Tatsächlich stimmten der Aussage "Die schnellen Prüfungen durch JACK sind ein großer Vorteil gegenüber menschlichen Prüfungen" 25 Befragte völlig zu. 24 Personen hielten die Aussage für weitgehend zutreffend. 11 Befragte hielten sie für kaum oder gar nicht zutreffend. 7 Befragte äußerten keine Tendenz. Der Geschwindigkeitsvorteil wird demnach auch von den Lernenden klar als Vorteil gesehen.

Mit der Feststellung eines Vorteils ist jedoch noch nicht geklärt, ob dieser oder weitere potentielle Vorteile auch als nützlich erachtet werden. Zum Nutzen von JACK insgesamt wurden den Teilnehmern der Umfrage daher vier Aussagen zur Auswahl gestellt, von denen sie die am ehesten zutreffende auswählen sollten. 56 Personen entschieden sich für die Aussage "JACK ist in der eingesetzten Form nützlich, sollte aber weiter verbessert werden". 5 Personen hielten JACK bereits für so nützlich, dass keine Verbesserungen nötig seien. Die verbleibenden 4 Personen wählten die Aussage "JACK ist in der eingesetzten Form nicht nützlich, könnte es mit Verbesserungen aber werden". Niemand entschied sich dafür, dass JACK nicht nützlich sei und daher abgeschafft werden sollte. Die Vorteile automatischer Bewertungen werden demnach deutlich als nützlich erachtet, und es besteht zudem ein großes Interesse daran, diese Systeme weiter einzusetzen und zu verbessern.

Zur weiteren differenzierten Analyse für den Übungsbetrieb und den Prüfungsbetrieb wur-

de die Frage nach dem Nutzen von JACK noch einmal getrennt für diese Einsatzbereiche gestellt (siehe Abbildung 2). Die Aussage “JACK ist im Übungsmodus insgesamt betrachtet nützlich” beurteilten dabei 50 Befragte als völlig oder weitgehend zutreffend. Ein leicht verschobenes Bild ergab sich für die Aussage “JACK ist im Testbetrieb insgesamt betrachtet nützlich”. Hier erteilten 43 Personen volle oder weitgehende Zustimmung. Die leicht unterschiedlichen Ergebnisse motivieren, die Auswirkungen in beiden Einsatzbereichen getrennt genauer zu untersuchen.

Im Vergleich zu identischen Befragungen zum oben bereits aufgeführten System ASB oder zu einem automatischen Bewertungssystem für mathematische Beweise (EASy) [GBK08] ergeben sich zwei Abweichungen. Zum einen ist das Ergebnis für JACK insgesamt etwas positiver, wobei der Unterschied im direkten Vergleich zu ASB etwas deutlicher ist. Zum anderen fällt die Abweichung zwischen Übungs- und Prüfungsbetrieb bei JACK genau umgekehrt aus wie bei EASy. Eine allgemeine Beurteilung, die sowohl unabhängig vom Einsatzbereich als auch von den verwendeten Techniken ist, scheint daher schwierig zu sein.

3.3 Effekte im Übungsbetrieb

Um den Übungsbetrieb trotz des Verzichts auf manuelle Nachkorrektur der automatischen Bewertungen nicht völlig ohne menschliche Betreuung stattfinden zu lassen, wurde eine regelmäßige Betreuung durch studentische Hilfskräfte angeboten. Diese hatten jedoch keinen manipulierenden Einfluss auf die Ergebnisse in JACK. Aus den Einschätzungen der Lernenden lässt sich daher ableiten, welche Effekte der Einsatz automatischer Bewertungen anstelle manueller Korrekturen im Übungsbetrieb hat. Ein wichtiges Ziel von JACK war es, aussagekräftige Meldungen zu generieren, die ebenso hilfreich sind wie manuelle Anmerkungen. Eine wichtige Tendenz dazu kann aus der Frage abgeleitet werden, ob Lernende sich die Meldungen von JACK durch andere Personen erklären lassen mussten. 39 Befragte gaben an, dass dies nie der Fall war und 18 Personen benötigten selten Erklärungen. Lediglich eine Person ließ sich die Meldungen immer erklären und eine weitere häufig. 6 Personen benötigten gelegentlich Erklärungen. Offenbar kann daher der Aufwand für persönliche Betreuung im Übungsbetrieb durch Systeme mit ausreichend qualitativen Meldungen tatsächlich gesenkt werden, ohne den Lernenden damit eine benötigte Hilfestellung zu entziehen.

Die Funktion des Übungsbetriebs soll an dieser Stelle jedoch nicht auf das Aufzeigen richtiger und falscher Lösungen beschränkt werden. Daher wurden die Leistungen von JACK noch detaillierter untersucht und in die Bereiche “Verständnis der Aufgaben”, “Lösung der Aufgaben” und “Motivation” unterteilt. Da in Abschnitt 3.2 bereits festgestellt wurde, dass keine grundsätzliche Skepsis der Lernenden gegenüber JACK besteht und die schnelle Bewertung als Vorteil angesehen wird, kann zumindest für die Motivation ein positives Ergebnis erwartet werden. Da aus der abgegebenen Lösung nicht ohne weiteres ersichtlich ist, ob die Aufgabe grundsätzlich missverstanden wurde und entsprechende Verständnishaften nötig sind, können dagegen kaum Auswirkungen auf das Verständnis der Aufgaben erwartet werden.

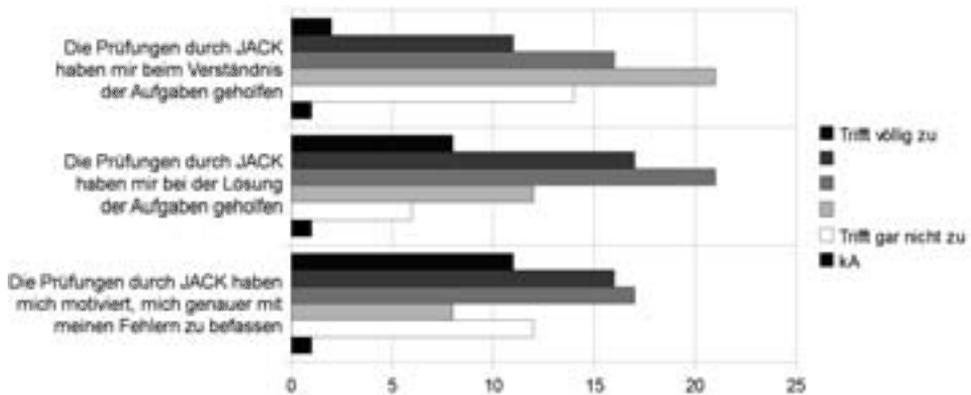


Abbildung 3: Auswertung der Befragung von 65 Personen zum Nutzen von JACK in verschiedenen Aspekten des Übungsbetriebs.

Abbildung 3 fasst die Ergebnisse zusammen. Die Aussage “Die Prüfungen durch JACK haben mir beim Verständnis der Aufgaben geholfen” bezeichnete eine deutliche Mehrheit als kaum zutreffend oder gar nicht zutreffend. Ein positiveres Ergebnis ergab sich für die Aussage “Die Prüfungen durch JACK haben mir bei der Lösung der Aufgabe geholfen”. Hier ist die Mehrheit unentschieden mit leichter Tendenz zur Zustimmung. Das Verständnis der Aufgabe kann demnach durch eine automatische Bewertung der Lösungen kaum gefördert werden. Dagegen sind die gegebenen Hinweise zumindest teilweise in der Lage, korrigierend auf den gewählten Lösungsweg einzuwirken. Diese Schlussfolgerung wurde durch mehrere stichprobenartige Vergleiche mehrerer Lösungen je eines Lernenden zu je einer Aufgabe überprüft. Dabei konnte tatsächlich festgestellt werden, dass Lernenden nach dem ersten misslungenen Lösungsversuch systematisch ihre Lösungen verbesserten, um einen Fehler nach dem anderen zu beheben.

In Einzelfällen konnte dabei auch beobachtet werden, dass Lernende zunächst eine offensichtlich unzureichende Lösung abgaben, um sich einen Überblick über die Fehlermeldungen des Bewertungssystems zu verschaffen. Vermutlich bestand in diesen Fällen gar kein Interesse daran, die Aufgabenstellung zu verstehen, sondern lediglich eine Lösung zu erzeugen, die genau den Anforderungen des Bewertungssystems entspricht. Da je nach Auslastung des Servers mehrere Minuten auf das Ergebnis der Bewertung gewartet werden musste, verlor dieses wettkampffartige Programmieren gegen JACK aber für die Lernenden in der Regel schnell seinen Reiz. Allerdings ist dieses Vorgehen auch ein Zeichen der Motivation, das automatische Bewertungssystem aktiv zu nutzen und mit seinen Vorzügen einer schnellen Bewertung aktiv in den Lernprozess einzubinden. Die Aussage “Die Prüfungen durch JACK haben mich motiviert, mich genauer mit meinen Fehlern zu befassen” beurteilten dementsprechend auch 27 Personen als völlig oder weitgehend zutreffend. Ob die gesteigerte Motivation ausschließlich und unmittelbar auf die schnelle Bewertung der Lösungen zurückzuführen ist, kann mit dieser Frage nicht geklärt werden. Ein grundsätzlich positiver Effekt auf die Motivation der Lernenden kann aber dennoch als vorhanden angesehen werden.

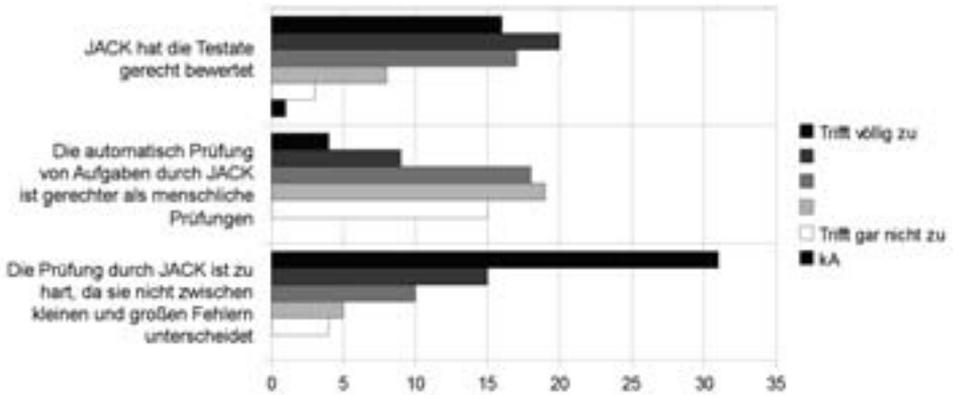


Abbildung 4: Auswertung der Befragung von 65 Personen zur Gerechtigkeit von JACK im Prüfungsbetrieb.

Als Ergebnis für den Übungsbetrieb kann festgestellt werden, dass mit dem Einsatz von JACK positive Effekte erzielt und die angepeilten Ziele erreicht werden konnten. Der Einsatz von JACK wirkt motivierend und ist in der Lage, ohne zusätzliche menschliche Eingriffe fehlerhafte Lösungen so weit zu beurteilen und zu erklären, dass die Lernenden selbständig einen Lernfortschritt erzielen können.

3.4 Effekte in Prüfungssituationen

Ein wichtiges Kriterium aus Sicht der Lernenden ist in Prüfungssituationen die Gerechtigkeit einer Prüfung. Die automatische Bewertung für Programmieraufgaben darf beispielsweise nicht den Eindruck erwecken, individuelle kreative Leistungen würden nur ungenügend berücksichtigen und stattdessen ausschließlich nach der Nähe zu einer vorgegeben Musterlösung bewerten. Da JACK andere Techniken verwendet, kann erwartet werden, dass die Prüfung als gerecht erachtet wird. Da JACK zudem jede Lösung genau denselben Tests unterwirft und nicht mit sich diskutieren lässt oder Ermüdungserscheinungen zeigt, die zum Übersehen von Fehlern führen, kann sogar erwartet werden, dass automatische Bewertungen als gerechter als menschliche Bewertungen bezeichnet werden.

Abbildung 4 fasst die Ergebnisse zusammen. Die Mehrheit der Befragte bezeichneten die Aussage "JACK hat die Testate gerecht bewertet" als völlig oder weitgehend zutreffend. Überraschenderweise ergibt sich bei der Aussage, dass JACK gerechter arbeite als ein menschlicher Korrektor, ein umgekehrtes Bild. Diese Aussage wird von der Mehrheit für kaum oder gar nicht zutreffend gehalten. Zwischen einer manuellen und einer automatischen Bewertung scheint es daher im Empfinden der Lernenden nicht zwingend einen Unterschied zu geben. Einen direkten Vergleich, wie ein menschlicher Korrektor die Testate bewertet hätte, hatten die Teilnehmer allerdings nicht. Ein besonderes Vertrauen oder ein gesteigertes Misstrauen in die Gerechtigkeit automatische Bewertungen kann aus den Ergebnissen ebenfalls nicht abgeleitet werden.

Das im Wintersemester 2008/09 verwendete Prüfungsverfahren sah vor, dass mindestens 3 von 7 Testaten bestanden werden mussten, um zur Klausur zugelassen zu werden. Jedes Testat konnte entweder mit einer fehlerfreien Lösung bestanden oder mit einer fehlerhaften Lösung nicht bestanden werden. Eine Punktevergabe, bei der auch eine gewisse Anzahl weitgehend fehlerfreier Lösungen zur Klausurzulassung ausreichend gewesen wäre, wurde nicht vorgenommen. Obwohl dieses Vorgehen völlig unabhängig davon ist, ob die Lösungen der Testate automatisch oder manuell bewertet werden, betrachtete die überwiegende Mehrheit der Befragten die Aussage "Die Prüfung durch JACK ist zu hart, da sie nicht zwischen kleinen und großen Fehlern unterscheidet" als völlig oder weitgehend zutreffend. Umgangssprachlich lässt sich die Meinung der Lernenden über JACK zusammen mit dem vorherigen Ergebnis zu einem "hart aber fair" zusammenfassen. Das Ergebnis legt aber auch dar, dass von den Lernenden nicht unterschieden wird, welche Effekte durch die automatische Bewertung der Lösungen induziert werden und welche sich aus den vom Lehrenden gewählten Prüfungsmodalitäten ergeben. Eine derartige Unterscheidung kann allerdings von Lernenden auch nicht erwartet werden, da sie eine genaue Kenntnis des gesamten Prüfungsvorgangs voraussetzt. Es erscheint daher sinnvoll, dass ein automatisches Bewertungssystem so flexibel wie möglich auf unterschiedliche Prüfungsmodalitäten einstellbar sein sollte und dass diese unabhängig von der Nutzung eines technischen Systems erklärbar sein sollten. Ferner ist nicht auszuschließen, dass eine negative Einstellung gegenüber einem automatischen Prüfungssystem auch zu einer negativen Einstellung zu den gewählten Prüfungsmodalitäten führen könnte.

Wenn das Bewertungsschema mehrheitlich trotz einer insgesamt als ausreichend gerecht empfundenen Prüfung als zu hart beurteilt wird, stellt sich zwangsläufig die Frage, ob seine Anwendung in einer Prüfung zusätzlichen Stress erzeugt. Die Aussage "Die Benutzung von JACK im Testat erzeugt zusätzlichen Stress" wurde sehr unterschiedlich beurteilt. 17 Personen hielten sie für völlig oder weitgehend zutreffend, 12 für kaum zutreffend und 17 für gar nicht zutreffend. 17 Personen äußerten sich ohne Tendenz und 2 machten gar keine Angabe. Eine eindeutige Konsequenz ist hieraus nicht abzuleiten. Allerdings äußerten 23 Personen volle Zustimmung für die Aussage, dass ihnen das Probetestat zu Beginn des Semesters geholfen habe, sich ohne Stress auf den Umgang mit JACK einzustellen. Weitere 16 Personen stimmten der Aussage weitgehend zu und nur 11 hielten sie für kaum oder gar nicht zutreffend. 15 Personen äußerten sich ohne Tendenz. Durch eine sorgfältige Vorbereitung kann daher offenbar zusätzlicher Stress durch die Verwendung automatischer Bewertungssysteme vermieden werden.

Für den Prüfungsbetrieb kann zusammenfassend festgestellt werden, dass keine gewichtigen negativen Effekte auftreten. Vielmehr werden automatische Bewertungen in Prüfungssituationen als weitgehend gleichwertig zu manuellen Bewertungen wahrgenommen. Die Vorteile einer schnellen (Vor-)Korrektur können damit voll zur Geltung kommen.

4 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde ein konkretes System zur automatischen Bewertung von Programmieraufgaben vorgestellt und in seinen Auswirkungen umfassend analysiert. Es

konnte festgestellt werden, dass es mit demselben System möglich ist, sowohl Übungen ohne nennenswerten manuellen Korrekturaufwand durchzuführen als auch Prüfungen zu verarbeiten, die mit manuell bewerteten Prüfungen vergleichbar sind. Der Einsatz automatischer Bewertungssysteme kann daher für kreative Prüfungsleistungen im Bereich der Programmierung als sinnvoll und gewinnbringend beurteilt werden.

Die gewonnenen Ergebnisse motivieren, die vorgestellten technischen Grundlagen von JACK systematisch zu erweitern, um auch in anderen Einsatzfeldern im Fach Informatik oder in anderen Fächern vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.

Literatur

- [Che] CheckStyle Project. <http://checkstyle.sourceforge.net>.
- [GBK08] Susanne Gruttmann, Dominik Böhm und Herbert Kuchen. E-assessment of Mathematical Proofs: Chances and Challenges for Students and Tutors. In *CSSE (5)*, Seiten 612–615. IEEE Computer Society, 2008.
- [Hqw08] Andreas Hoffmann, Alexander Quast und Roland Wismüller. Online-Übungssystem für die Programmierausbildung zur Einführung in die Informatik. In Silke Seehusen, Ulrike Lucke und Stefan Fischer, Hrsg., *DeLFI 2008, 6. e-Learning Fachtagung Informatik*, Jgg. 132 of *LNI*, Seiten 173–184. GI, 2008.
- [KG06] Carsten Köllmann und Michael Goedicke. Automation of Java Code Analysis for Programming Exercises. In *Proceedings of the Third International Workshop on Graph Based Tools*, Jgg. 1 of *Electronic Communications of the EASST*, 2006.
- [KG08] Carsten Köllmann und Michael Goedicke. A Specification Language for Static Analysis of Student Exercises. In *Proceedings of the International Conference on Automated Software Engineering*, 2008.
- [KSZ02] Jens Krinke, Maximilian Störzer und Andreas Zeller. Web-basierte Programmierpraktika mit Praktomat. In *Workshop Neue Medien in der Informatik-Lehre*, Seiten 48–56, Dortmund, Germany, 2002.
- [MOSS07] Thiemo Morth, Rainer Oechsle, Hermann Schloß und Markus Schwinn. Automatische Bewertung studentischer Software. In *Workshop "Rechnerunterstütztes Selbststudium in der Informatik"*, Universität Siegen, 17. September 2007, 2007.
- [PMD] PMD Project. <http://pmd.sourceforge.net/>.
- [Rom07] Ralf Romeike. Three Drivers for Creativity in Computer Science Education. In *Proc of Informatics, Mathematics and ICT: a 'golden triangle'*. Boston, USA, 2007.
- [Ros04] Jürgen Rost. *Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion*. Huber, 2., vollst. überarb. und erw. Auflage, 2004.
- [SGB08] Michael Striewe, Michael Goedicke und Moritz Balz. Computer Aided Assessments and Programming Exercises with JACK. Bericht 28, ICB, University of Duisburg-Essen, 2008.

Spezielle Interaktivitätsformen einer E-Assessment-Umgebung am Beispiel “Grundlagen der Elektrotechnik“

Heinrich Christian Dippel, Vera Yakimchuk

Kompetenzzentrum eLearning-Dienste (KeLD),
Fachgebiet Grundlagen der Elektrotechnik (GET)
Technische Universität Ilmenau
Helmholtzplatz 2, Postfach 10 05 65, 98684 Ilmenau
heinrich-christian.dippel@tu-ilmenau.de
vera.yakimchuk@tu-ilmenau.de

Abstract: Seit 2008 wird am Fachgebiet Grundlagen der Elektrotechnik der TU Ilmenau in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum eLearning-Dienste eine webbasierte Umgebung zur individuellen Klausurvorbereitung entwickelt – TestWeb. In diesem Beitrag stellen wir mögliche und notwendige Formen der Wissenskontrolle im Fach Elektrotechnik vor und zeigen einen innovativen Ansatz zu webbasierten Tests mit integrierten interaktiven handlungsorientierten Aufgaben auf. Die Auswertung des ersten Einsatzes lässt einen positiven Einfluss auf die Prüfungsergebnisse der Lernenden vermuten und ermöglicht den Lehrenden, Wissenslücken der TestWeb-Teilnehmer zu analysieren.

1 Einleitung

Eine Ursache des vielfach thematisierten Absolventendefizits in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen sind die überdurchschnittlich hohen Durchfallquoten bei Klausuren und Prüfungen. Besonders in den Grundlagenfächern wie z.B. Mathematik, Physik und Elektrotechnik sind Durchfallquoten von über 50% keine Seltenheit. Einen Ansatz, dieses Absolventendefizit zu senken, stellt eine Verbesserung der Lehre durch den Einsatz von webbasierten E-Assessments dar. Da Handlungsorientierung und Interaktivität der Lernobjekte die anerkannten Qualitätskriterien von modernen Lernumgebungen [Tu04, Sc04] sind, soll die aktive Auseinandersetzung mit dem Lehrstoff durch verschiedene Interaktivitätsformen in den Lernprogrammen und Testumgebungen unterstützt werden. Die Problematik des webbasierten Testens wird seit einigen Jahren intensiv diskutiert. Die Schwerpunkte der Diskussion liegen zum einen in den Fragen der IT-Sicherheit, der Organisation und der Rechtskräftigkeit, zum anderen in den Aspekten der didaktischen Interaktivität und Adaptivität. In unserem Beitrag gehen wir auf einige Fragen der fachspezifischen Interaktivität ein.

Die meisten computergestützten Prüfungen an Universitäten werden unter Aufsicht in

einem speziell eingerichteten PC-Pool durchgeführt. Die dabei eingesetzten Fragetypen sind üblicherweise Multiple-Choice-Fragen (MC). Die Tests, die ohne „Überwachung“ der Prüflinge durch Aufsichtspersonen stattfinden, werden nicht als Prüfungen anerkannt, sondern als Semester begleitende Tests, die Bonuspunkte erbringen können. An den Prüfungen im Fach Allgemeine Elektrotechnik (AET) an der TU Ilmenau nehmen über 700 Studierende teil, so dass diese Form der Durchführung mit der aktuellen Hörsaal-ausrüstung nicht zu organisieren ist. Ebenfalls fehlt der rechtliche Rahmen für die Anerkennung der Ergebnisse. Bei technischen Fächern kommt noch der Aspekt der verschiedenen Wissensformen, die beim Lernen regelmäßig angeeignet und geübt und während der Prüfung abgefragt werden müssen, hinzu. Am Fachgebiet Grundlagen der Elektrotechnik (GET) werden E-Assessments zum jetzigen Zeitpunkt nicht zur Abnahme von Prüfungsleistungen genutzt, sondern zur Vorbereitung der Studierenden auf Leistungsüberprüfungen wie Klausuren, Prüfungen oder Praktika. Erprobt werden unsere Ideen im Rahmen der GETsoft¹-Lernumgebung.

GETsoft ist als offene webbasierte Lernumgebung für die elektrotechnische Grundlagen-ausbildung konzipiert und wird seit dem Jahr 2000 von Studierenden zum Selbststudium und von Lehrkräften an der TU Ilmenau eingesetzt. Einige Lernprogramme werden auch an anderen Ausbildungseinrichtungen eingesetzt [Ne05]. Den Benutzern von GETsoft stehen verschiedene Komponenten zur Verfügung. Zu den GETsoft-Hauptkomponenten gehören: LearnWeb als Sammlung von Lernprogrammen und -modulen, die erweiterbare webbasierte und multimediale Aufgabensammlung TaskWeb, LabWeb als Umgebung für die virtuelle Praktikumsvorbereitung, BookWeb als Schnittstelle zum Lehrbuch, Seminar begleitende Räume im LCMS Moodle² sowie die E-Assessment-Umgebung TestWeb. Während der Entwicklung wurden immer neue Technologien und Kommunikationsformen erprobt und eingesetzt [Bä06]. Es wurden auch die Möglichkeiten untersucht, das Lehren und Lernen durch interaktive und intelligente Komponenten zu unterstützen. Den Studierenden stehen mehrere interaktive Experimentierumgebungen in LearnWeb und eine als Prototyp implementierte wissensbasierte Übungsumgebung mileET [Ya04] zur Verfügung. Um das selbstständige Lernen von Studierenden zu fordern und zu fördern, wurden im Rahmen der LabWeb-Komponente einige Online-Tests und virtuelle Experimente entwickelt und im Laufe von zwei Semestern in der Lehre eingesetzt. Die Evaluation ergab eine positive Einstellung der Studierenden zu diesen Online-Tests sowie eine große Erwartung im Bezug auf weitere Entwicklungen. Die gesammelten Erfahrungen mit LabWeb unterstützen die weitere Entwicklung der E-Assessment-Umgebung TestWeb. Der Einsatz von hochgradig interaktiven Elementen wie z.B. Simulationen und virtuellen Experimenten in elektronischen Leistungsüberprüfungen stellt besonders im Bereich der Ingenieurwissenschaften eine sinnvolle Erweiterung dar.

In diesem Beitrag diskutieren wir die Möglichkeiten und Grenzen solcher Systeme exemplarisch anhand des Faches Elektrotechnik und stellen unsere Lösung zum Einsatz von Online-Tests als Zulassungstests für die Praktika des ersten Semesters bzw. als Klausurvorbereitung sowie erste Erfahrungen vor.

¹ <http://getsoft.net>

² <http://www.moodle.org>

2. Stand der Technik

Für den Einsatz von interaktiven Lernobjekten in E-Assessment-Umgebungen ist eine systematische Konstruktion von Aufgabenstellungen nötig. [Ti06] beschreibt eine Methodik der Konzeption und Entwicklung solcher interaktiver aufgabenorientierter Lernobjekte für webbasierte Lernumgebungen. Nach Tillmann sind zur Konstruktion von aufgabenorientierten Lernobjekten Entscheidungen bezüglich der kognitiven Anforderung, der Darstellungsform, der Interaktionsmöglichkeiten sowie der Aufgabenformate zu treffen. An der Fernuniversität Hagen wird das vollautomatisch arbeitende Online-Übungssystem SKA genutzt, um im Rahmen des Erstsemester-Kurses „Formale Grundlagen der Informatik“ interaktive Aufgaben zur Aussagen- und Prädikatenlogik anzubieten [Sc06]. SKA bietet dabei Aufgabentypen zur klassischen Logik, wie z.B. das Erstellen von Normalformen oder das Umformen von disjunktiver (DNF) in konjunktive (KNF) Normalform. Der Lernende gibt dabei seine Lösungen als ASCII-Code ein. Die erweiterte Interaktivität bezieht sich bei SKA vor allem auf die Möglichkeiten der Rückmeldung, die das System bietet. So wird dem Nutzer beispielsweise bei der Umwandlung in KNF nicht nur eine richtig/falsch-Rückmeldung gegeben. Das System kann auch weitergehende Hinweise zurückgeben, beispielsweise dass eine Formel zwar in die KNF umgewandelt wurde, sich aber noch vereinfachen lässt. Für das Fach Informatik findet man auch weitere Projekte (z.B. [He07]), die sich mit der Entwicklung von informatikspezifischen interaktiven Testmodulen beschäftigen. Die mathematikspezifischen Projekte (z.B. ActiveMath³, [Mo03, Gr08]) sind für uns in erster Linie im Bezug auf Einbindung von CAS (Computer-Algebra-Systemen) von Bedeutung. Die Entwicklungen oder Einsatz von interaktiven Testsystemen für die Übungs- bzw. Prüfungsaufgaben in den ingenieurtechnischen Fächern wie z.B. ET sind nach wie vor eine Seltenheit [Ty06, Za01, Mc01].

Im Bereich der E-Learning-Standards ermöglicht es der IEEE-Standard für Learning Object Metadata (LOM)⁴, Lernobjekte hinsichtlich ihres Interaktionsgrades auszuzeichnen. Dafür ist das Element 5.1 *Interactivity Type* definiert, mit dem ein Objekt als *active* ausgezeichnet werden kann. 5.2 *Learning Resource Type* bezeichnet die Art des Lernobjektes, wie z.B. *simulation* oder *experiment* für typische hochinteraktive Formate. Das Element 5.3 *Interactivity Level* charakterisiert die Interaktion des Objektes von sehr niedrig (*very low*) bis sehr hoch (*very high*). Da die AET-Aufgaben in GETsoft verschiedene Interaktivitätsformen in sich vereinen, ist diese Einstufung für unsere Zwecke nicht differenziert genug.

³ <http://www.activemath.org>

⁴ http://ltscc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf

3. Anforderungen ingenieur-technischer Fächer am Beispiel „Grundlagen der Elektrotechnik“

Allgemeine Elektrotechnik (AET) gehört in den ersten beiden Semestern zum üblichen Grundstudium ingenieurtechnischer Studiengänge. Das Einarbeiten in die AET-Domäne wird mittels verschiedener Lehr- und Lernformen realisiert. Dazu gehören Vorlesungen, Übungen, Laborversuche und Projektarbeiten. Das Lösen der Lehraufgaben (Übungen) spielt insbesondere in den ersten Phasen des Ausbildungsprozesses eine entscheidende Rolle. Die Schwerpunkte der Veranstaltungen zu Grundlagen der Elektrotechnik⁵ umfassen Themen wie Netzwerkberechnung bei Gleich- und Wechselstrom, elektrische und magnetische Felder, thermische Vorgänge, Schaltvorgänge, Berechnung von technischen Magnetkreisen und Berechnung von Spektren und Vorgänge auf Leitungen.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die für das Fachgebiet relevanten Arten der Antwortkontrolle bei Online-Tests.

| Überprüfung von | zur Zeit in Form von | zukünftige Erweiterung auf |
|--|---|---|
| Parameterwerten | MCT, ZVM für einfache phys. Einheiten | ZVM mit CAS-Anbindung für komplexe phys. Einheiten |
| mathematischen Zusammenhängen | MCB, Zuordnung, Lückenformeln, semantische Kontrolle von einfachen Formeln (mit Formeleditor) | Formeleditor mit CAS-Anbindung |
| Funktionsverläufen | MCB, Zuordnung | maßgeschneiderte Funktionsplotter |
| Ersatzschaltbildern | MCB, Zuordnung, Lückenschaltungen | maßgeschneiderte Editoren |
| technischen Skizzen | MCB, Zuordnung | zu ergänzende Lückenbilder; maßgeschneiderte Editoren |
| Simulationen | Selbstkontrolle durch Nutzer | automatische Überprüfbarkeit |
| komplexen (unvollständigen) Lösungsentwürfen | mileET | weitere Domänen |

CAS – Computer-Algebra-System, MCT – Multiple Choice mit Text, MCB – Multiple-Choice mit Bildern, ZVM - Überprüfung in Form Zahlen-Vorsatz-Maßeinheit

Studierende können bei der herkömmlichen Klausurvorbereitung ihre Lösungen mit Unterstützung von Lehrkräften oder durch den Vergleich mit vorgerechneten Beispielen bzw. angegebenen Antworten überprüfen. Zu bestimmten Problemstellungen werden Ingenieurwerkzeuge empfohlen. Der Einsatz findet auf eigene Verantwortung der

⁵ Für verschiedene Studiengänge werden die Themen unterschiedlich zusammengefasst.

Studierenden statt, und die Systeme können nicht entscheiden, ob die Lösung der Aufgabenstellung entspricht. Für die Netzwerkrechnungsaufgaben geben die symbolischen Simulationstools größere Unterstützung: Sie ermitteln symbolische Zusammenhänge zwischen einzelnen Elementen einer Schaltung und „geben den Blick in die Schaltung hinein“ [He96]. Aber keines der Ingenieurwerkzeuge kann, aufgrund der Orientierung an Fachexperten, Teillösungen bzw. (unvollständige) Lösungswege beurteilen und kommentieren. Weder CAS noch Simulationstools sind in der Lage, die Eingaben des Benutzers kontextsensitiv auf Sinnhaftigkeit zu untersuchen. Im Rahmen eines Verbundprojektes wurde der Prototyp einer wissensbasierten Lernumgebung entwickelt, deren Schwerpunkt in der adaptiven Unterstützung der Studierenden während des Prozesses des Aufgabens lösen liegt. mileET ist in der Lage, auch unvollständige Benutzerlösungen zu analysieren [Ya04]. Die mileET-Übungsumgebung wurde für ausgewählte Themen der Netzwerkberechnung implementiert und hauptsächlich für das Selbststudium entwickelt. Die notwendige Erweiterung auf weitere Themenkomplexe und eine Einbindung in ein Testsystem erfordern gemeinsame Forschung von AET- und KI-Fachexperten. Einen Mittelweg zwischen zerstreuten kleinen Wissenstests in LearnWeb, der wissensbasierten Übungsumgebung mileET und den webbasierten Zulassungstests im LabWeb stellt die E-Assessment-Umgebung TestWeb dar.

4. Interaktivitätsformen in AET-TestWeb

TestWeb stellt eine webbasierte E-Assessment-Applikation dar. Die Anwendung wird in der Skriptsprache PHP entwickelt und verwendet für die Speicherung der Inhalte das relationale Datenbankverwaltungssystem MySQL. TestWeb ermöglicht die automatische Generierung, Durchführung, Überprüfung und Bewertung von Online-Tests. Dabei ist das System speziell zur Klausur- und Prüfungsvorbereitung für ingenieurtechnische Fächer konzipiert. Tests können je nach Anforderung in zwei Modi generiert werden, zur realistischen Klausursimulation (sog. Test-Modus) sowie zur individuellen Klausurvorbereitung (sog. Übungs-Modus). Die Darstellung von mathematischen Inhalten wird durch die interne Verwendung von LaTeX sowie durch die Ausgabe von z.B. Formeln und Gleichungen als Grafiken im Browser des Nutzers realisiert. TestWeb ermöglicht die dynamische Generierung von annähernd einmaligen Tests und Aufgaben. Die Aufgaben können dazu in parametrisierter Form eingegeben werden. Die parametrisierten Werte werden dann bei der Generierung eines Tests dynamisch bestimmt. Nicht nur die Aufgaben, sondern auch die generierten Tests sind durch die umfangreichen und flexiblen Zusammenstellungsmöglichkeiten annähernd einmalig. Nach der Durchführung eines Tests führt das System eine automatische Überprüfung und eine flexibel konfigurierbare Bewertung durch. Weiterhin bietet TestWeb umfangreiche Statistiken für Studierende und Dozenten und ein Backend zur Administration von Nutzern und Gruppen sowie zur Eingabe und Pflege von Tests und den dazugehörigen Aufgaben. Die webbasierte Anwendung verwendet Ajax-Technologien, um bereits während der Durchführung eines Tests Informationen zu verarbeiten und zu speichern.

TestWeb wird seit 2008 an der TU Ilmenau entwickelt. Die E-Assessment-Umgebung wurde als technologische Basis für die im Folgenden beschriebene Umsetzung von erweiterten Interaktivitätsformen in Aufgaben genutzt.

4.1 Unterstützung von und Zwang zum Selbststudium: Interaktivität für Lernende

Der Einsatz von E-Assessments bzw. Self-Assessments dient am Fachgebiet GET sowohl der Motivation für das Selbststudium als auch als Herausforderung für die Studierenden, sich vor der realen Leistungsüberprüfung mit dem Stoff auseinanderzusetzen zu müssen. Neben interaktiven webbasierten Director- und Flash-Anwendungen, die als virtuelle Praktika seit zwei Semestern erfolgreich eingesetzt werden, wurde im Wintersemester 2008/2009 erstmalig TestWeb zur Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung „AET 1“ von Studierenden genutzt. Die dazugehörigen Interaktivitätsformen werden in diesem Abschnitt beschrieben.

Technische Einfachheit und schnelle Übersicht

Multiple-Choice-Tests (MC) werden allgemein als didaktisch bedenklich kritisiert, werden aber dennoch sehr verbreitet eingesetzt. Einerseits liegt dies in der Einfachheit der technischen Realisierung und der Tatsache, dass sich mit geschickt formulierten Fragen das Wissens- bzw. Verständnisniveau schnell kontrollieren lässt, begründet. Andererseits ist eine geschickte Formulierung von plausiblen falschen Antworten (Distraktoren) nur mithilfe von jahrelanger didaktischer Erfahrung möglich und sollte somit nicht unterschätzt werden. In unserem Falle verwenden wir MC-Fragen als Platzhalter, solange die anspruchsvolleren interaktiven Module aus technischen oder finanziellen Gründen noch nicht zur Verfügung stehen.

Der Einsatz von MC-Aufgaben ist in TestWeb sehr flexibel gestaltet. Es ist den Autoren der Aufgabe frei gestellt, aus wie vielen Antwortoptionen eine Aufgabe besteht. Es ist möglich, mehr Optionen anzulegen, als für eine Aufgabe benötigt werden. Ebenso ist die Anzahl der richtigen Antworten und der Distraktoren variabel. Es können alle Antworten richtig sein, alle falsch oder eine beliebige Mischung aus beiden Typen gewählt werden. Beim Generieren einer Aufgabe wird die Reihenfolge der Antwortoptionen zufällig bestimmt, so dass die Wahrscheinlichkeit für stets identische MC-Aufgaben minimiert wird. Diese wird umso geringer, je mehr Optionen definiert werden. Optionen bei MC-Aufgaben können in TestWeb aus Text, Grafiken oder externen Elementen wie z.B. Flash-Animationen oder Java-Applets bestehen. Somit wird eine erweiterte Interaktivität bei der Aufgabenbeantwortung ermöglicht, die weit über die klassischen Möglichkeiten von Text-Optionen hinausgeht. So können auch Multiple-Choice-Aufgaben generiert werden, bei denen vom Lernenden ein aktives Eingreifen in die interaktiven Optionen verlangt wird, bevor eine Wahl der Optionen getroffen werden kann. Aus technischer Sicht werden alle Informationen zu den Optionen einer Multiple-Choice-Aufgabe (Texte, Datenbank-interne Verknüpfungen zu Medien wie Grafik, Filme oder Animationen sowie die Korrektheit der Optionen) in Form eines serialisierten Arrays gespeichert. Ebenso wird die Auswahl der Studierenden in serialisierter Form in der Datenbank hinterlegt. Bei der automatisierten Überprüfung der Aufgabe liegen so alle Informationen vor, um die beantwortete Aufgabe nach verschiedenen Bepunktungsmethoden zu bewerten.

Gegebenheiten, die in einem Prüfungsgespräch durch schnelles Skizzieren bzw. durch Diskussion von vorhandenen Skizzen zu erfragen sind, können wir mithilfe von

Zuordnungsaufgaben online testen. Dies betrifft z.B. Elemente einer Anordnung oder die typischen quantitativen Funktionsverläufe. In der schriftlichen Prüfung sollen unsere Studierenden die Funktionen selber herleiten und zeichnen. Bei der Überprüfung können die Dozenten Abweichungen und Folgefehler bei prinzipiell richtigen Entscheidungen entsprechend kontrollieren. Diese unscharfen Kontrollregeln sind in der Regel sehr aufwendig umzusetzen, so dass auch hier die Zuordnungsaufgaben unter Umständen nur als temporäre Lösung zu sehen sind. Während bei MC-Aufgaben vom Nutzer lediglich eine eindimensionale Auswahl aus vorgegeben Optionen verlangt wird, müssen bei Zuordnungsaufgaben mehrere Elemente per „Drag & Drop“ (Elemente müssen an einen bestimmten Zielort verschoben werden) oder über sogenanntes „Matching“ (Elemente von zwei gegenübergestellten Listen müssen einander zugeordnet werden) miteinander in Verbindung gebracht werden. Genau wie auch bei MC-Aufgaben, können die Elemente einer Zuordnungsaufgabe aus Text, Grafiken oder anderen externen (interaktiven) Elementen bestehen. In TestWeb sind momentan Zuordnungsaufgaben per „Matching“-Verfahren implementiert und werden entsprechend genutzt. Auf Client-Seite erfolgt die Zuordnung der Elemente mittels der Drag&Drop-Bibliothek der auf dem JavaScript-Framework Prototype⁶ aufsetzenden Bibliothek script.aculo.us⁷.

Multimedia zum Aktivieren und Interessewecken

Einen echten Mehrwert an Interaktivität für die Gestaltung von modernen Prüfungen verschafft der Einsatz von multimedialen, hochinteraktiven Aufgaben, bei denen vom Lernenden aktives und teilweise exploratives Handeln gefordert wird. In GETsoft wurden solche Prüfungsaufgaben im Rahmen des LabWeb erprobt. Es handelt sich dabei um die speziellen Implementierungen von Lückenkonstruktionen und interaktiven Messgeräten. Um den Novizen (Erstsemester bzw. nicht elektrotechnische Studiengänge) den Umgang mit Schaltbildern näher zu bringen, werden einige typische Schaltbilder als unvollständige Konstruktion aufbereitet, die Studierende dann interaktiv bearbeiten können. Wird mit solchen Schaltbildern noch eine Messung erforderlich, so werden auf die wichtigsten Funktionen reduzierte Versionen der virtuellen Messgeräte zur Verfügung gestellt. Damit können die Studierenden den Idealfall einer Messung online üben und im Praktikum dann mehr Aufmerksamkeit den Fehlerquellen und Grenzen der Messmethoden widmen.

TestWeb bietet die Möglichkeit, solche Applikationen als sogenannte Plugin-Aufgaben in Tests einzubinden. Plugin-Aufgaben können beispielsweise aus Flash-Anwendungen oder Java-Applets bestehen. Über eine Schnittstelle können Aufgabe und E-Assessment-System miteinander kommunizieren. So werden nach der Generierung des Tests über die URL Parameter von TestWeb an die Plugin-Aufgabe übergeben. Die eigentliche Aufgabenlogik ist in der im Test eingebundenen Applikation umgesetzt. Die Aufgabe kann während der Nutzung jederzeit per asynchrone Datenübertragung mit TestWeb kommunizieren. So wird es möglich, dass die Plugin-Aufgabe nach oder während der Beantwortung per Ajax-Request an TestWeb den Status „korrekt beantwortet“ oder „falsch beantwortet“ übergibt. Es ist auch möglich, differenziertere Informationen zu

⁶ <http://prototypejs.org>

⁷ <http://script.aculo.us/>

übergeben. Die Plugin-Aufgabe muss dabei nicht unterscheiden können, ob die Ergebnisse der Nutzerinteraktion „richtig“ oder „falsch“ waren. Diese Prüfung kann von TestWeb übernommen werden. Dazu werden Informationen zu den Ergebnissen der Nutzerinteraktion als Parameter von der Aufgabe an das System übermittelt, welches die eigentliche Auswertung vornimmt.

Die Abbildung 1 zeigt eine Plugin-Aufgabe, in der ein Multimeter realitätsgetreu virtuell abgebildet ist. Das System generiert unter anderem die Parameter Größe (Spannung oder Stromstärke) sowie den Wert. Diese Parameter werden zusammen mit der Aufgaben-ID in einer verschlüsselten Form an die Flash-Applikation übergeben. Der Studierende muss nun im Multimeter den passenden Messbereich einstellen, den Wert ablesen und in das vorgesehene Feld in TestWeb (nicht im Flash-Film) eingeben. Dadurch ist bei diesem einfachen Beispiel keine Rückgabe von der Flash-Applikation an die E-Assessment-Umgebung nötig.

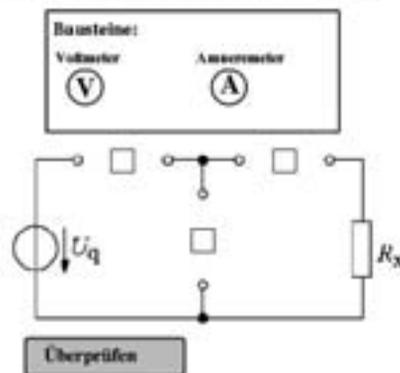
Messen Sie die Stromstärke I.



I =

Abbildung 1: Plugin-Aufgabe: virtuelle Messung mit einem Multimeter

2. Geben Sie die Schaltung zur spannungsrichtigen Messung des Widerstandes an, indem Sie das Amperemeter, das Voltmeter und das Leiterstück in dem vorgefertigten Leiterstück richtig positionieren.



Überprüfen

Abbildung 2: zu ergänzende Lückenschaltung als Plugin-Aufgabe

Eine andere Form der Plugin-Aufgaben sind die sog. Lückenschaltungen (Abbildung 2). Der Nutzer hat in einer Flash-Applikation die Teilstruktur der Schaltung sowie die Symbole für die benötigten Bauelemente vorgegeben und muss diese per Drag&Drop in der Schaltungsstruktur platzieren. Für diese Aufgabe wird vom System lediglich die Aufgaben-ID übergeben, der Studierende beantwortet die Frage direkt im Flash-Film. Die Flash-Applikation überprüft die Lösung des Studierenden auf Korrektheit. Anschließend wird ein Hashwert an TestWeb übergeben. Dieser Hashwert enthält die Information „Aufgabe korrekt beantwortet“ bzw. das Gegenteil. Diese Information wird von TestWeb ausgewertet und die Aufgabe dementsprechend bewertet.

Für die Lernprogramme in LearnWeb wurden mehrere hochinteraktive Java-Simulationen implementiert, die zurzeit zum Experimentieren und Anschauen benutzt werden können. Demnächst soll die TestWeb-Umgebung auf AET2 und AET3 erweitert

werden, wo diese Experimente auch zu interaktiven Aufgabenstellungen umgewandelt werden. Ein solch hohes Maß an möglicher Interaktivität macht sich im Aufwand, der für die Konzeption und Implementierung solcher Plugin-Aufgaben nötig ist, bemerkbar.

Aus technischer Sicht werden die für eine Plugin-Aufgabe benötigten externen Applikationen wie Flash-Filme oder Java-Applets per Browserinterface auf den TestWeb-Server geladen. Zur weiteren Definition einer Aufgabe werden HTML- und / oder PHP-Code in der Datenbank hinterlegt. Wenn TestWeb Parameter generieren soll, um diese an die Plugin-Aufgabe zu übergeben, müssen diese Parameter zuerst definiert werden. Mittels Eingabe von PHP-Code ist es möglich, von TestWeb generierte Parameter vor der Übergabe an die eingebundene Aufgabe zu manipulieren. So wird beispielsweise eine vorherige Interpretation, Bearbeitung oder Verschlüsselung der zu übergebenden Parameter ermöglicht. Die Plugin-Aufgabe gibt nach der Bearbeitung durch den Nutzer das Ergebnis über den Aufruf einer JavaScript-Funktion an TestWeb zurück.

Der Überprüfung von Aufgaben mit mathematischen Inhalten kommt in ingenieurwissenschaftlichen Fächern eine besondere Bedeutung zu. Trotz intensiver Forschung und Entwicklung der letzten Jahre ist eine der wesentlichen Anforderungen im ingenieurtechnischen Bereich, die automatische Überprüfbarkeit von mathematischen Ausdrücken, noch nicht weit genug fortgeschritten. Um die Zugehörigkeit einer Formelmenge zu einer Lösung zu prüfen, bedarf es einer entsprechenden intelligenten Umgebung [Mo03, Ya04]. Vor einigen Jahren wurde im Rahmen eines Praktikums am Fachgebiet GET ein (für die damalige Zeit erfolgreicher) Versuch unternommen, die Formelüberprüfung mittels Mathematica zu realisieren. Die Schwachstelle lag damals in der unzureichenden Qualität der Benutzerschnittstellen zur Formeleingabe. Mit den modernen Formeleditoren greifen wir diese Idee wieder auf. Zur Anbindung von TestWeb an Mathematica soll die Kommunikations-Schnittstelle MathLink genutzt werden. MathLink ermöglicht die standardisierte Verbindung zwischen dem Mathematica-Kernel und anderen Applikationen. Eine Implementierung der MathLink-Schnittstelle ist daher angedacht. Solange dieses Projekt noch in der Entwicklung ist, wird am Fachgebiet ein eigens für diesen Zweck auf Basis von JavaScript entwickelter webbasierter Formeleditor zur Eingabe von einfachen Formeln genutzt. Meistens handelt es sich dabei um die Gesetze und Definitionen der Physik und Elektrotechnik. Gegenüber der häufig verwendeten Eingabe von mathematischen Inhalten in ASCII-Schreibweise (z.B. $a^2+b^2=c^2$ für den Satz des Pythagoras) ermöglicht dieser Editor eine aus Applikationen wie z.B. MathType bekannte Interaktion. Der Nutzer kann mathematische Inhalte durch die Auswahl aus Drop-Down-Menüs „zusammenklicken“. Die momentane Version des Formeleditors gibt lediglich eine Grafik und einen TeX-Code zurück, intern wird dieser Code auf Basis der freien Software PhpMathPublisher⁸ interpretiert. Zur logischen Überprüfung von komplexen Formeln bzw. Formelgruppen ist dieser Ansatz daher ungeeignet.

Eine weitere Form von Interaktivität stellt die Überlassung von detaillierten Statistiken für den Lernenden dar. TestWeb speichert alle Informationen, die bei der Generierung

⁸ <http://www.xmlmath.net/phpmathpublisher>

und Durchführung eines Tests anfallen. Aus dieser detaillierten Protokollierung ergibt sich die Möglichkeit, aussagekräftige Statistiken zu erstellen. Solche Statistiken können sowohl für den Studierenden als auch für die Lehrenden von Vorteil sein. Der Studierende kann z.B. nach einigen durchgeführten Tests erkennen, bei welchen Themengebieten und Aufgaben er besondere Probleme hat und sich daraufhin gezielt vorbereiten. Dabei kann aktiv ausgewählt werden, auf welcher Ebene eine Analyse der Ergebnisse (Fächer, Themen, Aufgaben) durchgeführt werden soll.

4.2 Administration und Verwaltung: Interaktivität für Lehrende

Für die Lehrenden soll die Umgebung einen intuitiv verwendbaren Administrations- und Pflegemechanismus bereitstellen. Ein Autor erhält den Überblick über die vorhandenen Themenschwerpunkte, Aufgabengruppen und die medialen Ressourcen. Weiterhin sollen die Lehrenden eine Unterstützung in der Zusammenstellung von Tests bekommen: Kombinierbarkeit von Themen, Aufgaben oder Statistiken (mit dem Ziel der Nutzung der Aufgaben durch die Studierenden). Einige der aufgezeigten Möglichkeiten von Interaktivität, die Lernenden zur Verfügung stehen, sind auch für die Eingabe und Verwaltung der Inhalte auf Seiten der Lehrenden nützlich. So kann bei der Eingabe von mathematischen Inhalten der oben beschriebene Formeleditor auch verwendet werden, um Aufgaben einzugeben und zu editieren. Für die Eingabe und Formatierung von z.B. Aufgabentexten ist ein interaktiver WYSIWYG-Editor implementiert. Aus den individuellen Statistiken der Lernenden können aggregierte Statistiken erstellt werden. Mittels dieser ist es möglich, sich beispielsweise einen Überblick über Aufgaben zu verschaffen, die überdurchschnittlich häufig falsch beantwortet werden. Die aggregierte Statistik fasst die signifikanten Aussagen einzelner Testergebnisse so zusammen, dass aussagekräftige allgemeine Werte erzeugt werden. Die Statistik kann interaktiv nach frei wählbaren Kriterien abgefragt werden.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellte E-Assessment-Umgebung TestWeb bietet für ingenieurtechnische Fächer die Möglichkeit, alle in der verzweigten Lernumgebung GETsoft erprobten Überprüfungsmechanismen und Interaktivitätsformen in sich zu bündeln und auf verschiedene Arten zur Verfügung zu stellen. Über klassische Interaktivitätsformen wie MC-Aufgaben hinausgehende Möglichkeiten bieten vor allem die sogenannten Plugin-Aufgaben, die in Tests integriert werden können.

Die erste Version von TestWeb wurde im Wintersemester 08/09 in der Praxis erprobt. Die Teilnehmer aus vier Seminargruppen (insgesamt ca. 70 Studierenden) wurden rechtzeitig vor Beginn der Prüfungsperiode eingeladen, das System zur Vorbereitung zu nutzen. Insgesamt 147 Studierende verschiedener Studiengänge haben sich daraufhin freiwillig im TestWeb angemeldet und mit den vorhandenen Aufgaben geübt. 44 Studierende haben mindestens eine simulierte Klausur durchgeführt. Von diesen haben 39 an der schriftlichen Prüfung „AET 1“ im Februar teilgenommen.

Abbildung 3 ermöglicht die Ergebnisse der Studierenden im TestWeb und in der schriftlichen Klausur miteinander zu vergleichen. Die gestrichelten Linien stellen die jeweiligen 40%-Barrieren zum Bestehen dar. Punkte oberhalb der Diagonalen stehen für eine Verbesserung in der Prüfung. Wenn ein Punkt auf der Diagonalen liegt, waren die erreichte prozentuale Punktzahl im TestWeb und in der Klausur identisch. Die überwiegende Mehrzahl der Studierenden hat sich nach der Nutzung des Systems in der Klausur verbessert. Lediglich drei Nutzer (7,7%) haben den Test online bestanden, sind aber letztlich in der Klausur gescheitert.

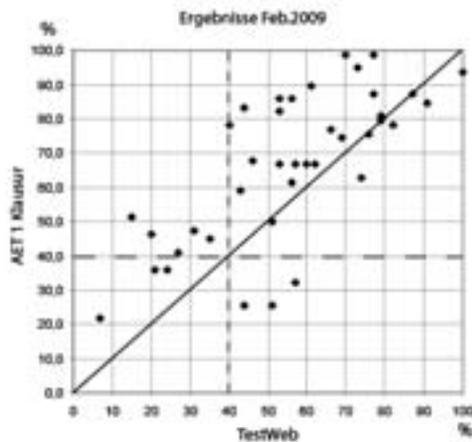


Abbildung 3: Vergleich der Ergebnisse in TestWeb mit den Resultaten der Prüfung

Die Ergebnisse dieser ersten Erprobung des Systems sind erfreulich und ermutigen uns, das Projekt fortzusetzen. Es muss aber auch beachtet werden, dass die freiwilligen Teilnehmer keine repräsentative Stichprobe darstellen. Eine umfassendere Evaluation soll in Zukunft durchgeführt werden.

Sollen die Online-Tests als Semester begleitende Pflichttests bzw. als Bonuspunkte-system für die schriftliche Prüfung eingesetzt werden, so ist es interessant, ebenfalls für das Praktikum relevante Aufgaben einzusetzen. Dies ermöglicht den Studierenden Wissensform übergreifende Selbsttests und macht die Tests attraktiver („nicht nur Formeln schreiben“). Für Fächer wie Technische Mechanik sind solche Experimente auch Teil einer mündlichen Prüfung.

Der Vorteil des vorhandenen Systems für die unerfahrenen bzw. fachlich „schwächeren“ Studierenden besteht z.B. in der Vorgabe des Lösungsweges, in der Überschaubarkeit der Antworten, in der Einfachheit der Bedienung (keine zusätzlichen komplexen Editoren) und in der Möglichkeit, ohne Zeitdruck Klausurvarianten zu üben. Allerdings benötigen schwächere Studierende mehr Unterstützung, falls ihre Testergebnisse schlecht ausfallen. Ein Ausbau des Testsystems zu einer aufgabenorientierten Lernumgebung ist der nächste Schritt unserer Forschung. Zusätzlich wäre das System mit der Entwicklung der verschiedenen interaktiven Module in der Lage, die Art der Überprüfung den Erwartungen der Benutzer adaptiv anzupassen: z.B. für unsichere Nutzer – MC als Antwortüberprüfung, für neugierige Nutzer – interaktive Module. Weiterhin ist eine Integration von TestWeb als Plugin für das LCMS Moodle geplant.

Dank der Nutzung von Open Source Technologien und dem modularisierten Aufbau des Testsystems ist eine institutsübergreifende und internationale Nutzung/Erweiterung der TestWeb Umgebung möglich.

Literaturverzeichnis

- [Bä06] Bärwinkel, T.; Dürrwald, F.; Neundorf, V.; Rohe, D.; Yakimchuk, V.: Einsatz von OpenSource Technologien in der webbasierten Lernumgebung GETsoft, Workshop on eLearning WeL 2006, 10./11. Juli 2006, HTWK Leipzig, ISSN 1610-1014
- [Di08] Dippel, H. Ch.; Neundorf, V.; Yakimchuk, V.: WebSIS – a web based portal with an integrated e-assessment environment. In: Interactive Computer Aided Learning (ICL) Villach/Austria 2008, ISBN 978-3-89958-353-3
- [Gr08] Gruttmann, S.; Kuchen, H.; Böhm, D.: An E-Assessment System For Mathematical Proofs, Proceedings of the 11th IASTED International Conference on Computers und Advanced Technology in Education (CATE 2008), 29.09.-01.10.2008, Kreta, Greece, ISBN 978-0-88986-768-0, pp. 120-125
- [Ha04] Harrer, A.; Martens, A.: Adaptivität in eLearning-Standards – ein vernachlässigtes Thema. In: Tagungsband der 2. eLearning Fachtagung Informatik (DeLFI 2004), ISSN 1617-5468, S. 163-174
- [He96] Heulsman, L.P.: Symbolic Analysis – A Tool For Teaching Undergraduate Circuit Theory. IEEE Transactions On Education, Vol. 39, No. 2, 1996, pp. 243-250
- [He07] Henke, K.: Web-based test, examination and assessment system. Advanced Technology for Learning, Vol. 4, No. 3, 2007
- [Mc01] McGough, J., Mortensen, J., Johnson, J., Fadali, S., A web-based testing system with dynamic question generation, 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, October 10–13, 2001 Reno, NV
- [Mo03] Mora, M.A.; Moriyon, R.; Saiz, F.: Building Mathematics Learning Applications By Means Of ConsMath, 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, 5.-8. November, 2003 Boulder, Co, ISBN 0-7803-7961-6, ISSN 0190-5848]
- [Ne05] Neundorf, V.; Yakimchuk, V.: GETsoft: am Anfang eines "Bildungsnetzwerks der Zukunft"? 10. Europäische Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft, Universität Rostock, 13. - 16. September 2005, ISBN 3-8309-1557-8
- [Sc04] Schulmeister, R.: Didaktisches Design aus hochschuldidaktischer Sicht – Ein Plädoyer für offene Lernsituationen. In U. Rinn, D.M. Meister (Hrsg.), Didaktik und Neue Medien: Konzepte und Anwendungen in der Hochschule, Münster: Waxmann, 2004, ISBN 3-8309-1216-1, S.19-49
- [Sc06] Schulz-Gerlach, I.; Beierle, Ch.: Ein erweiterbares interaktives Online-Übungssystem mit Aufgaben zu Aussagen- und Prädikatenlogik. In: Tagungsband der 4. eLearning Fachtagung Informatik (DeLFI 2006), ISSN 1617-5468, S. 243-254
- [Ti06] Tillmann, A.: Konstruktion interaktiver aufgabenorientierter Lernobjekte für webbasierte Lernumgebungen. In: Tagungsband der 4. eLearning Fachtagung Informatik (DeLFI 2006), ISSN 1617-5468, S. 147-158
- [Tu04] Tulodziecki, G.; Herzig, B.: Allgemeine Didaktik und computerbasierte Medien. In U. Rinn, D.M. Meister (Hrsg.), Didaktik und Neue Medien: Konzepte und Anwendungen in der Hochschule, Münster: Waxmann, 2004, ISBN 3-8309-1216-1, S.50-71
- [Ty06] Tyczynski, T.: Netzgestützte Semestertests. 10. Workshop „Multimedia für Bildung und Wirtschaft“ TU Ilmenau 14./15. 09. 2006, ISSN 1436-4492
- [Ya04] Yakimchuk, V.; Garbe, H.; Thole, H.-J.; Möbus, C.; Wagner, E.: mileET: Problemorientiertes Lernen in einer wissenschaftsbasierten und adaptiven Lernumgebung für die Grundlagen der Elektrotechnik. 2. Workshop GML2 2004, Alcatel SEL Stiftung für Kommunikationsforschung, Norderstedt: Books on Demand, 2004, ISBN 3-8334-1573-8
- [Za01] Zahorian, S. A. et. al.: Question model for intelligent questioning systems in engineering education. 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, October 10 - 13, 2001 Reno, NV

Flexibles E-Assessment auf Basis einer Service-orientierten Architektur Konzepte, Implementierung und Praxiserfahrungen

Mario Amelung, Katrin Krieger, Dietmar Rösner
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Wissens- und Sprachverarbeitung
Postfach 4120, 39016 Magdeburg
{amelung,kkrieger,roesner}@iws.cs.uni-magdeburg.de

Abstract:

Mit den eduComponents liegt seit mehreren Semestern eine Sammlung von Komponenten vor, die ein quelloffenes allgemeines Content Management System um Funktionen zur Unterstützung von Lernprozessen erweitern. In diesem Beitrag stellen wir insbesondere die Komponenten zur automatischen Überprüfung von studentischen Einreichungen zu (Programmier-)Aufgaben vor und beschreiben die zugrunde liegende Systemarchitektur. Weiterhin wird eine Vorgehensweise zur Spezifikation neuer Testkomponenten (z. B. für bisher nicht unterstützte Programmiersprachen) erläutert, mit denen das Systems einfach und flexibel erweitert werden kann. Darüber hinaus gehen wir auf den praktischen Einsatz des Systems ein und präsentieren die in unseren Lehrveranstaltungen des Wintersemesters 2008/2009 und Sommersemesters 2009 gesammelten Erfahrungen.

1 Motivation

Für das Verständnis des Lernstoffs einer Vorlesung ist es unverzichtbar, das erworbene Wissen anzuwenden und sich durch das selbständige Lösen von Problemen mit den Theorien auseinanderzusetzen. So lässt sich beispielsweise Kompetenz im Programmieren nur durch das eigenständige Lösen von Programmieraufgaben und die Umsetzung von Algorithmen in lauffähige Programme erlangen. Die Ergänzung der Präsenzlehre durch E-Learning-Elemente, insbesondere die automatische Überprüfung von studentischen Lösungen zu (Programmier-)Aufgaben (Computer Aided Assessment, CAA), kann helfen, die universitäre Ausbildung zu intensivieren und effizienter zu gestalten.

Aus technischer Sicht bieten Content Management Systeme (CMS) bereits eine Vielzahl von Funktionen, die für die Organisation des Lehrens und Lernens benötigt werden. Daher basiert unsere E-Learning-Umgebung auf dem quelloffenen allgemeinen CMS *Plone*¹, das wir um Komponenten zur Unterstützung von Lernprozessen erweitert haben (vgl. [RPA07], [Pio09]). Diese Komponenten – die eduComponents – umfassen Funktionen zur Verwaltung von Lehrveranstaltungen, zur Unterstützung von Multiple-Choice-Tests

¹<http://plone.org/>

und zur Einreichung von manuell bewerteten Übungsaufgaben. Die entstandenen Software-Komponenten können sowohl für reines E-Learning als auch für verschiedene Formen des *blended learning* genutzt werden.

Zusätzlich zu manuell bewerteten Aufgaben sollten auch Programmieraufgaben in unsere Lernumgebung integriert und Einreichungen möglichst automatisch überprüft werden können. Unser Ziel war es, den Studierenden möglichst zeitnahe Rückmeldungen zu geben, die Aufgaben und Lösungen ausführlicher zu besprechen, und ihnen mehr Möglichkeiten zu bieten, ihr Wissen anzuwenden und ihre Fähigkeiten zu trainieren. Darüber hinaus wollten wir die Lehrenden von vermeidbaren (administrativen) Tätigkeiten befreien und ihnen einen besseren Überblick über den Leistungsstand und den Lernfortschritt der Studierenden geben.

Aus diesen Gründen suchten wir ein E-Assessment-System zur Überprüfung von Programmieraufgaben, das folgende Anforderungen erfüllt:

- automatische Auswertung von Programmierlösungen in verschiedenen Programmiersprachen und mit unterschiedlichen Testmethoden;
- automatische Auswertung von Aufgaben in anderen formalen Systemen, wie z. B. reguläre Ausdrücke, XSL-Transformationen (XSLT), UIMA-Analysis-Engines²;
- Bewertung und Benotung von Aufgaben, die kurze Textantworten in natürlicher Sprache erfordern;
- einfache Erweiterbarkeit um zusätzliche Aufgabenformen, Programmiersprachen und Testmethoden;
- flexible Integration der Test- und Bewertungsfunktionalität in bestehende Lernumgebungen bei gleichzeitiger Vermeidung redundanter Nutzerverwaltung und Datenhaltung.

In diesem Beitrag gehen wir daher zunächst auf den Stand der Technik bei E-Assessment-Systemen ein und beleuchten verwandte Projekte. Anschließend stellen wir einen Service-orientierten Ansatz für Systeme zum automatisierten Testen vor. Danach gehen wir auf die notwendigen Schritte zur Spezifikation neuer Services für das Testen von Programmieraufgaben ein. Zum Abschluss berichten wir von unseren Erfahrungen beim Einsatz der vorgestellten Komponenten, gehen auf mögliche Limitierungen ein und geben einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen.

2 Stand der Technik

Es existiert heute eine Vielzahl von – zumeist Web-basierten – Systemen zur automatischen Überprüfung von Programmieraufgaben, die zur Unterstützung in der Informatik-Ausbildung eingesetzt werden. Einige dieser Systeme sind spezialisiert auf eine Programmiersprache oder eine bestimmte Testart. Dazu zählen beispielsweise *TRAKLA2* [LSKM04],

²<http://incubator.apache.org/uima/>

Scheme-robo [SMK01] (Scheme) oder *AutoGrader* [Hel07] (Java). Mit anderen Systemen lassen sich mehrere Programmiersprachen testen, wie z. B. mit *CodeLab*³ (Java, C/C++, Python) oder mit dem Portal *MyCodeMate*⁴ (Java, C/C++) des Verlags Addison-Wesley. Einige wenige Systeme unterstützen prinzipiell beliebige Programmiersprachen und Testarten, da das eigentliche Testen in Modulen gekapselt ist (z. B. *CourseMarker* [HGST05]).

Das Projekt *Praktomat* [KSZ02] der Universität Passau, das sich einer besseren Qualitätskontrolle von Programmieraufgaben verschrieben hat, bietet neben dem Übersetzen und Testen von Programmcode auch die Möglichkeit, Einreichungen auf die Einhaltung der Java Code Conventions zu überprüfen. Projekte wie *WeBWorK* [GSW08] oder *Web-CAT* [EP08] legen den Fokus auf das Erlernen von testgetriebener Software-Entwicklung. Mit dem System *DUESIE* [HBN⁺08] der Universität Siegen können sogar Aufgaben zu UML computergestützt ausgewertet werden.

Gemeinsam ist allerdings allen Systemen, dass sie neben der eigentlichen Überprüfung immer auch Funktionen zur Verwaltung von Nutzern, Lehrveranstaltungen, Aufgaben und Einreichungen bereitstellen. Dies führt dazu, dass die Funktionalität des Testens und Bewertens nicht allein und unabhängig genutzt werden kann. Auch ist eine Integration in bestehende Learning Management Systeme (LMS) nicht möglich. Der Einsatz führt folglich zwangsläufig dazu, dass zwei oder mehr Systeme administriert und Daten redundant gehalten werden müssen. Darüber hinaus können diese Systeme nur schwer erweitert und an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden.

3 Service-orientierter Ansatz

Unser Ansatz basiert – im Gegensatz zu den im Abschnitt 2 vorgestellten Systemen – auf der klaren Trennung aller Aspekte, die die Verwaltung von Studierenden, Aufgaben und Einreichungen betreffen von der tatsächlichen Durchführung der Tests.

Wie genau das eigentliche Testen von Einreichungen abläuft, hängt stark von der verwendeten Testmethode sowie von der Programmiersprache bzw. der formalen Notation ab. Zum Beispiel können Programmieraufgaben sowohl statisch als auch dynamisch getestet werden. Bei dynamischen Tests wird der Programmcode zur Ausführung gebracht und auf Testdaten angewendet. Die Ausgabe kann mit der Ausgabe einer Musterlösung verglichen oder hinsichtlich bestimmter Eigenschaften überprüft werden. Wird auf diese Weise unbekannter – und somit potenziell gefährlicher – Programmcode ausgeführt, sind auch Fragen der Sicherheit zu betrachten. Daher sollten alle Aspekte, die den genauen Testsablauf betreffen, möglichst gekapselt sein.

Diese Kapselung lässt sich sehr gut mittels *Services* in einer *Service-orientierten Architektur* (SOA)⁵ erreichen. Ein Service ist eine Softwarekomponente, deren Funktionalität

³<http://www.turingscraft.com>

⁴<http://www.mycodemate.com>

⁵Eine SOA ist ein Framework für die Integration von (Geschäfts-)Prozessen in Form von sicheren, standardisierten Komponenten – Services –, die sich wiederverwenden und kombinieren lassen, um wechselnde Anforderungen abzubilden (vgl. [BBF⁺05]).

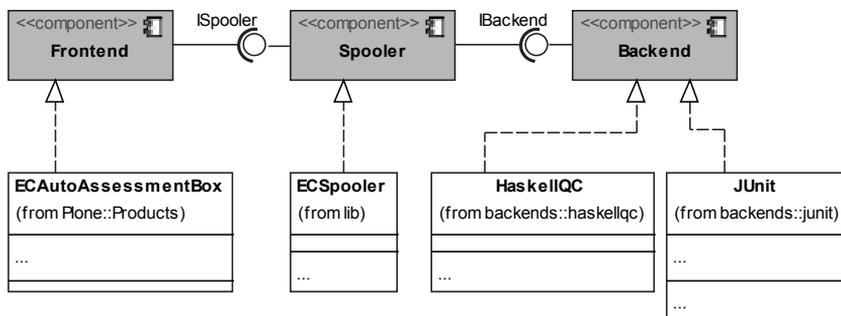


Abbildung 1: Komponenten des Service-orientierten Ansatzes und mögliche Realisierungen

plattformunabhängig über eine durch das Netzwerk erreichbare Schnittstelle angeboten wird. In unserem Modell bezeichnen wir solche Services auch als **Backends**. Backends bilden somit den ersten wichtigen Baustein für ein verteiltes System zum automatischen Testen.

Verwaltungsfunktionen, wie beispielsweise das Speichern von Aufgaben und Einreichungen, die Beachtung von Einreichungsfristen, die Rückmeldung der Überprüfung/Bewertung oder die Erstellung von Statistiken, werden typischerweise bereits von LMS abgedeckt. Diese Systeme, in unserem Modell als **Frontends** bezeichnet, können auf der Basis einheitlicher Anwendungs- und Transportprotokolle auf die Funktionen der o. g. Backends (Services) zugreifen und auf diese Weise um die Funktion des automatischen Testens erweitert werden.

Für den einheitlichen Zugriff auf die Backends und eine möglichst lose Kopplung von Frontends und Backends haben wir eine dritte Komponente, den sog. **Spooler**, eingeführt. Beim Spooler handelt es sich ebenfalls um einen Service, dessen Aufgabe es ist, neue Einreichungen zum Testen entgegen zu nehmen und diese an das entsprechende Backend weiterzuleiten. Alle Komponenten – Frontends, Spooler und jedes einzelne Backend – können auf verschiedene Rechner in einem Netzwerk verteilt sein. Daraus ergeben sich ein hoher Grad an Interoperabilität und Flexibilität sowie die Möglichkeit, eine Vielzahl von Frontends und Backends miteinander zu kombinieren. Die in den Backends gekapselte Testfunktionalität lässt sich wiederverwenden und erweitern.

Abbildung 1 zeigt die drei wesentlichen Komponenten unseres Modells und deren mögliche Realisierungen. Diese werden nachfolgend näher beschrieben.

3.1 Frontend: ECAutoAssessmentBox

Das Modul ECAutoAssessmentBox aus den eduComponents bietet Lehrenden die Möglichkeit, Aufgaben zu stellen, deren Lösungen online eingereicht und automatisch getestet werden können. Erstellt ein Lehrender eine neue Aufgabe, muss diese zunächst mit einem bestimmten Backend assoziiert werden. ECAutoAssessmentBox kommuniziert dazu direkt

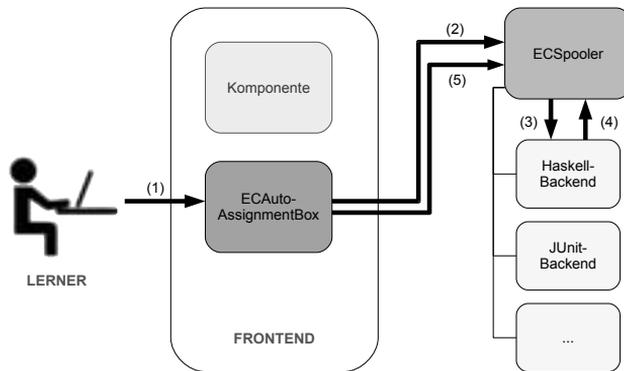


Abbildung 2: Entgegennahme und Verarbeitung einer Einreichung: (1) der Lernende trägt seine Lösung (Programmcode) in die ECAutoAssessmentBox ein. (2) ECAutoAssessmentBox schickt diese Einreichung an den Spooler und teilt diesem mit, welches Backend die Einreichung überprüfen soll. (3) Der Spooler gibt die Einreichung an das entsprechende Backend weiter. Dieses führt den Compiler und/oder Interpreter mit dem eingereichten Code aus und (4) gibt Statusmeldungen und eventuelle Fehlerbeschreibungen an den Spooler zurück. (5) ECAutoAssessmentBox fragt beim Spooler an, ob das Ergebnis der Überprüfung vorliegt, holt es ab und zeigt es als Feedback an.

mit dem ECSpooler, der eine Liste der verfügbaren Backends und pro Backend die für das Testen benötigten Eingabefelder liefert. Die Eingabefelder variieren je nach gewähltem Backend, so dass der Lehrende für ein Backend z. B. Testdaten und eine Musterlösung, für ein anderes Backend dagegen einen Unit-Tests angeben muss. Zusätzlich kann der Lehrende verschiedene Parameter festlegen, wie beispielsweise die Einreichungsfrist oder die Anzahl der Versuche. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, eine Antwortvorlage in Form eines Programmskeletts zu hinterlegen.

Lernende reichen ihre Lösungen über die Web-Oberfläche von ECAutoAssessmentBox ein, wobei sie wahlweise den Quellcode in eine Textbox kopieren oder den Dateupload nutzen können. Die eingereichten Programme werden dann über den ECSpooler zum angegebenen Backend weitergeleitet – inklusive der notwendigen Testdaten. Das Ergebnis der Überprüfung wird dem Lernenden sofort nach der Überprüfung angezeigt, so dass zeitnah ein Feedback zu den Lösungen verfügbar ist. Liefert eine Einreichung auf den hinterlegten Testdaten nicht die erwarteten Ergebnisse, hat der Lernende während der Einreichungsfrist die Möglichkeit, eine verbesserte Lösung einzureichen. Dabei bleibt die ursprüngliche Einreichung erhalten, so dass auf diese bei Bedarf zurückgegriffen werden kann.

ECAutoAssessmentBox ist ein mögliches Frontend, das wie Plone in *Python* implementiert ist und via XML-RPC⁶ auf die Funktionen des Spoolers und der Backends zugreift. Die gewählte Service-basierte Architektur erlaubt die Integration beliebiger Backends – selbst in heterogenen Systemlandschaften.

⁶XML-RPC ist ein Standard zum Methodenaufruf in verteilten Systemen, der zum Transport HTTP und als Codierung XML benutzt. Komplexe Datenstrukturen können übermittelt, verarbeitet und zurückgegeben werden. (<http://www.xmlrpc.com/>)

Neben ECAutoAssessmentBox können aber auch beliebige andere Frontends eingesetzt werden. Zur Veranschaulichung haben wir einen auf SOAP basierenden Web-Service und Client in *Java* entwickelt, mit dessen Hilfe Lehrende ohne den Überbau des CMS oder LMS ihre Aufgaben allein mit dem Spooler und den Backends entwickeln und testen können.

3.2 Spooler

Der Spooler, von uns als XML-RPC-Server in Python implementiert, übernimmt in unserem verteilten System die Aufgaben, die von der Programmiersprache unabhängig sind: Verwalten einer Liste der verfügbaren Backends, Entgegennahme von Einreichungen, Anstoßen der Tests durch ein Backend und Weiterleitung der Ergebnisse.

Wird eine Lösung zu einer Aufgabe eingereicht (z. B. mittels ECAutoAssessmentBox, s. Abschnitt 3.1), wird die Einreichung zusammen mit allen nötigen Testdaten zunächst an den Spooler geschickt, der sie in Form eines sog. *Test-Job* wiederum an dasjenige Backend weiterleitet, das vom Lehrenden für diese Aufgabe ausgewählt wurde. Ist das Backend gerade belegt, bleibt der Test-Job so lange in der Warteschlange, bis er bearbeitet werden kann. Die Ergebnisse der Überprüfung durch das Backend werden temporär gespeichert und vom Frontend abgeholt.

3.3 Backends

Die von uns entwickelten Backends sind ebenfalls als XML-RPC-Server implementiert. Verschiedene Backends können auf verschiedenen Rechnern laufen und sich bei unterschiedlichen Spoolern anmelden.

Jedes Backend definiert ein Schema, das alle Eingabefelder beschreibt, die für die vollständige Spezifikation des Testablaufs notwendig sind. Für eine Testdaten-basierte Auswertung sind das beispielsweise die Musterlösung und eine Reihe von Funktionsaufrufen. Das Schema definiert darüber hinaus mindestens eine sog. *test method option*, die es ermöglicht, zwischen verschiedenen Compilern oder Interpretern für eine Programmiersprache oder verschiedenen Vergleichsfunktionen (z. B. exakte Übereinstimmung im Gegensatz zum Vergleich von Gleitkommazahlen mit Toleranz) zu wählen. Auch wenn in unserer Betrachtung Backends zum Überprüfen von Programmieraufgaben im Mittelpunkt stehen, kann das System auch dazu benutzt werden, Aufgabenlösungen in anderen formalen Notationen oder in natürlicher Sprache auszuwerten (vgl. [Feu06]).

Alle Backends werden von allgemeinen Backend-Klassen abgeleitet. Diese stellen den Großteil der Standardfunktionalität bereit, wie beispielsweise das Starten und Stoppen eines Backends oder das Anmelden des Backends an einem Spooler. Somit reduziert sich die Erstellung eines Backends darauf, ein neues Eingabe- und Testschema zu definieren sowie die Methode(n) zur Ausführung der konkreten Tests zu implementieren.

4 Entwicklung eigener Backends

4.1 Vorgehen

(Programmier-)Sprache und Testmethode Sollen neue Backends entwickelt werden, gilt es im ersten Schritt, die zwei grundlegenden Fragen „Was soll getestet werden?“ und „Wie soll getestet werden?“ zu beantworten. Zur Beantwortung der ersten Frage muss zunächst entschieden werden, welche *Programmiersprache* oder andere formale Notation das Backend unterstützen soll. Diese Festlegung hat Auswirkungen auf alle nachfolgenden Schritte.

Die Frage nach dem „Wie“ wird durch die Entscheidung für eine bestimmte *Testmethode* (z. B. statisch vs. dynamisch; vgl. [Lig02]) beantwortet. Diese Entscheidung ist allerdings abhängig von der gewählten Programmiersprache. Sollen z. B. Einreichungen dynamisch mittels Unit-Tests überprüft werden, setzt dies die Verfügbarkeit eines Unit-Test-Frameworks für die gewählte Sprache voraus. Weiterhin muss festgelegt werden, unter welchen Bedingungen der Testlauf abgebrochen wird. So sollte bei dynamischen Tests keine semantische Überprüfung stattfinden, wenn der syntaktische Test bereits fehlgeschlagen ist. Eine andere Bedingung könnte sein, dass grundsätzlich der komplette Testlauf abgebrochen wird, sobald ein einzelner Test fehlschlägt.

Eingabe und Ausgabe Ausgehend von der Testmethode ergeben sich die Anforderungen an die *Eingabedaten*. Hier muss unterschieden werden zwischen den Informationen, die der Lehrende liefert, und denen, die die Einreichung des Lernenden enthalten muss. In den meisten Fällen beinhaltet die Einreichung des Lernenden die Lösung zu einer Aufgabe in Form einer oder mehrerer Text-/Quellcode-Dateien.

Der Lehrende muss die zum Testen notwendigen Informationen zur Verfügung stellen. Für einen Vergleich mit einer Musterlösung sind beispielsweise Testdaten und eine Implementierung der Musterlösung notwendig. In diesem Fall muss der Lehrende auch festlegen, ob die Ergebnisse der Einreichung identisch mit der der Musterlösung sein sollen oder ob z. B. Permutationen im Falle eines listenwertigen Ergebnisses erlaubt sind.

Neben den Eingabedaten ist die *Ausgabe* des Backends genau zu definieren, da dieser Wert als Rückmeldung an den Lernenden gegeben wird. Wurden alle Tests erfolgreich durchlaufen, sollte dies eine positive Meldung sein. Im Fehlerfall muss es eine detaillierte Rückmeldung über die Art des Fehlers geben, so dass der Einreichende auch Hinweise darüber erhält, was an seiner Lösung falsch ist. So sollten Meldungen des Compilers/Interpreters über Syntax- oder Laufzeitfehler ebenso wie Informationen über fehlgeschlagene Tests, Testdaten und erwartete Ergebnisse an den Lernenden weitergegeben werden.

Compiler und Interpreter Abhängig von der Wahl des konkreten Compilers und/oder Interpreters für eine Programmiersprache ergeben sich bestimmte Voraussetzungen und Limitierungen. Für die Rückmeldungen des Backends sind insbesondere Art und Informationsgehalt der Rückgabewerte eines Compiler/Interpreter zu untersuchen. Die Existenz

von zuverlässig auswertbaren Fehlermeldungen sind für den Testlauf ebenso wichtig wie Informationen über mögliche vordefinierte Funktionen des Interpreters.

Sicherheit Insbesondere bei dynamischen Tests müssen aufgrund der Tatsache, dass unbekannter und somit potentiell gefährlicher Quellcode ausgeführt wird, verschiedene Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden. Die Einreichungen können mit den Rechten des Backend-Nutzers grundsätzlich beliebige Funktionen oder Programme ausführen, Denial-of-Service-Attacken fahren oder Wissen über andere Nutzer, das System oder Aufgaben (Ausspähen der Musterlösung) erlangen.

Daraus ergeben sich Sicherheitsanforderungen, die beim späteren Einsatz des Backends und in Abhängigkeit von Programmiersprache und Plattform zu beachten sind. Beispielsweise kann ein eingeschränkter Interpreter benutzt werden, die Ausführung innerhalb einer Sandbox-Umgebung erfolgen oder eine Zusatz-Software wie *Systrace* [Pro03] verwendet werden, die es erlaubt den Zugriff auf Systemfunktionen einzuschränken. Desweiteren kann sich das Setzen eines Zeitlimits für die Überprüfung des eingereichten Programmcodes als sinnvoll erweisen. Wird dieses Zeitlimit überschritten, wird die Ausführung der Einreichung wegen des Verdachts auf eine Endlosrekursion beendet.

4.2 Beispiel:JUnit

Am Beispiel des von uns entwickelten JUnit-Backends soll nachfolgend das in Abschnitt 4.1 beschriebene Vorgehen demonstriert werden.

Programmiersprache und Testmethode Zu einer gegebenen Programmieraufgabe sollen von den Lernenden Lösungen in Java implementiert werden. Die Lösungen müssen zunächst syntaktisch korrekt sein. Die semantische Korrektheit soll automatisch mittels geeigneter Unit-Tests überprüft werden. Ein Unit-Test bezeichnet „ein Stück Quelltext, das ein Entwickler nur zum Testen eines sehr kleinen und klar umrissenen Teiles der Funktionalität geschrieben hat. Üblicherweise führt jeder Unit-Test eine ganz bestimmte Methode in einem ganz bestimmten Kontext aus.“ ([HT04]). Das verwendete Framework ist *JUnit*⁷. Eine Lösung gilt dann als korrekt, wenn alle Tests ohne Fehler durchlaufen wurden. Schlägt ein Test fehl, wird der komplette Testlauf abgebrochen.

Eingabe und Ausgabe Der Lehrende hinterlegt Testdaten in Form von Unit-Tests. Zudem können Importe und Hilfsfunktionen eingegeben werden. Die Signatur der auszuführenden Methode (Name, Typ der Argumente und des Rückgabewerts) wird in der Aufgabenstellung vorgegeben. Der Lernende reicht seine Lösungen in Form von Quellcode ein.

Die Rückmeldung an den Lernenden enthält Informationen darüber, ob die eingereichte Lösung syntaktisch korrekt ist und ob *alle* Unit-Tests fehlerfrei ausgeführt wurden. Sobald ein Test fehlschlägt, wird ein negatives Feedback zurückgegeben. Dabei wird bei einem

⁷<http://www.junit.org/>

Syntaxfehler die Meldung des Java-Compilers und bei einem semantischen Fehler der Rückgabewert des entsprechenden JUnit-Tests ausgegeben. Bei semantischen Fehlern werden dem Lernenden die erwarteten und die tatsächlich erhaltenen Ausgaben angezeigt. Somit hat dieser die Möglichkeit, Fehler in seiner Lösung zu erkennen und diese entsprechend zu überarbeiten.

Compiler und Interpreter Die Syntaxüberprüfung wird durch den Java-Compiler durchgeführt. Mögliche Fehlermeldungen werden gesammelt und dienen als direkte Rückmeldung an den Lernenden. Die hinterlegten Unit-Tests werden durch den Java-Interpreter ausgeführt und auf die eingereichte Lösung angewendet.

Sicherheit Die Sicherheit wird zum einen dadurch gewährleistet, dass das Backend auf einem separaten Server mit eingeschränkten Nutzerrechten ausgeführt wird. Zum anderen werden bestimmte Funktionsaufrufe durch das schon erwähnte *Systrace* unterbunden und die Ausführung eines Programms nach Überschreitung eines Zeitlimits beendet.

5 Einsatz und Erfahrungen in der Lehre

Seit mehreren Semestern stehen Backends für die Programmiersprachen Haskell, Scheme, Erlang, CommonLisp, Prolog, Python und Java zur Verfügung. Zu den Anwendern zählt neben der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OvGU) beispielsweise das Institut für Informatik der Universität Rostock, wo die Backends für Java und Haskell eingesetzt werden (vgl. [AFR08]). Darüber hinaus wurde am Institut für Informatik der LMU München ein Backend für Standard ML (SML)⁸ entwickelt und in der Vorlesung „Programmierung und Modellierung“ eingesetzt.

Zur Vorlesung „Algorithmen und Datenstrukturen“ (AuD I und II), die im Wintersemester 2008/2009 und im Sommersemester 2009 jeweils wöchentlich an der OvGU gehalten wurde, fanden obligatorische begleitende Übungen statt. Diese Lehrveranstaltung ist ein Pflichtfach für alle Studierenden in informatischen Studiengängen (Informatik, Wirtschaftsinformatik, Computervisualistik, Ingenieurinformatik).

Die Zulassung zur Prüfung ist abhängig von der Lösung von Übungsaufgaben – unter anderem Programmieraufgaben in Haskell und Java. Jede Woche wurden in unserem LMS Aufgaben bereitgestellt, die die Studierenden lösen und online einreichen mussten. Für die Einreichung wurde das Modul ECAutoAssessmentBox verwendet und so konfiguriert, dass es ein festgelegtes Zeitfenster sowie eine begrenzte Anzahl an Einreichungsversuchen gab. Alle Einreichungen zu den Programmieraufgaben wurden automatisch überprüft.

Eine Befragung am Ende des Wintersemesters 2008/2009, in der 189 Fragebögen erfasst wurden, hat ergeben, dass 60% der Studierenden diese Art der Einreichung als komfortabel oder sehr komfortabel einschätzen. Die Beobachtung, dass durch die elektronisch vorliegenden Lösungen eine Zeitersparnis in den Übungen erreicht wird, wurde von 68% der

⁸SML ist eine von ML abstammende funktionale Programmiersprache; <http://www.smlnj.org/>

Studierenden als sehr zutreffend (31%) bzw. als zutreffend(37%) bezeichnet. Weiterhin empfanden 71% der Studierenden die Verfügbarkeit aller Übungsaufgaben und Lösungen online und an zentraler Stelle – im Gegensatz zur herkömmlichen Papierlösung – als sehr hilfreich (35%) bzw. hilfreich (36%).

Das System sammelt alle Einreichungen eines Studierenden und bietet in Form einer Statistik einen Überblick darüber, wie viele Aufgaben im laufenden Semester bereits erfolgreich gelöst wurden. Dies bietet zum einen den Lehrenden die Möglichkeit, frühzeitig zu erkennen, welche Übungsteilnehmer Probleme mit den Lerninhalten haben. Zum anderen erlaubt es den Studierenden ihren eigenen Leistungsstand besser einzuschätzen – ein Aspekt, der von den Studierenden als sehr hilfreich angesehen wird. Wie hilfreich zeigte sich zum Wintersemester, als die eduComponents auf eine neue Plone-Version umgestellt wurden und die Statistikfunktion vorübergehend nicht nutzbar war: In der Befragung zu AuD gaben die Studierenden an, dass sie genau diese Möglichkeit zur Selbsteinschätzung vermissten.

Die automatische Überprüfung von Lösungen zu Programmieraufgaben und die zeitnahe Rückmeldung mit Hinweisen auf – im Fehlerfalle – noch nicht korrekt verarbeitete Testdaten wurde von den Studierenden fast einhellig begrüßt und als sehr positiv bewertet. Der mögliche Nutzen im Sinne eines Lernerfolgs (und auch eines motivierenden Erfolgserlebnisses) wird natürlich unterlaufen, wenn Studierende sich nicht selbst mit den Aufgaben auseinandersetzen, sondern lediglich fremde Lösungen einreichen – seien diese nun aus dem reichhaltigen Angebot im Internet verfügbarer Lösungen oder von „hilfsbereiten“ KommilitonInnen übernommen. Wir haben uns allerdings bewusst dazu entschlossen, dem nicht mit systematischer Plagiatserkennung und entsprechenden Sanktionen entgegenzuwirken. Vielmehr verweisen wir stets auf die selbstschädigenden Effekte von Plagiaten im obigen Sinne und erlauben auch ausdrücklich die Einreichung unvollständiger Lösungen. Für die positive Bewertung einer Einreichung ist es lediglich erforderlich, dass die Studierenden durch ihre eingereichten Ansätze und ggf. Teilergebnisse sowie durch mündliche Erläuterungen in den Übungen belegen konnten, dass sie sich „ausreichend“ intensiv mit der jeweiligen Problemstellung beschäftigt haben.

6 Limitierungen durch das System

Mit Hilfe der eduComponents ist eine effizientere Gestaltung des Übungsbetriebs möglich, jedoch müssen mitunter organisatorische und pädagogische Anpassungen vorgenommen werden. Einreichungen zu Programmieraufgaben, die automatisch testbar sein sollen, müssen bestimmte Bedingungen erfüllen ([Fen08]). So muss der Code einer Lösung beispielsweise eine Funktion mit einem festgelegten Namen, einer bestimmten Signatur sowie den Typ des Rückgabewerts enthalten. Die Vorgaben dazu müssen in der Aufgabenstellung spezifiziert werden. Dieses Vorgehen kann aber in einigen Fällen zu restriktiv sein, da Repräsentationen für das Problem und seine Lösung nicht mehr vom Lernenden gefunden werden müssen, sondern bereits vorgegeben sind. Sinnvoller hinsichtlich des Lösungsvorgangs als Lernprozess wäre hier beispielsweise, den Typ des Rückgabewerts offen zu lassen. Die automatische Prüfung dieser Art von Einreichungen ist jedoch weitaus komplexer. Gleiches gilt für das Testen von interaktiven Programmen.

Nach unseren Erfahrungen gewöhnen sich Lehrende sehr schnell an das automatische Testen von Programmieraufgaben und beginnen damit, den Inhalt ihrer Aufgaben danach auszurichten. Dies birgt jedoch die Gefahr, dass bestimmte Aufgabentypen nicht mehr angewendet werden, da sie nicht automatisch getestet werden können. Deshalb ist es notwendig, die Lernziele nicht aus den Augen zu verlieren und die Eignung bestimmter Aufgaben für diese Lernziele kritisch zu untersuchen. Die Herausforderung für den Lehrenden ist es, solche Aufgabenstellungen zu wählen, die mehr als auswendig gelernte Informationen abfragen und an Stelle dessen die anspruchsvolleren kognitiven Dimensionen in der Bloomschen Taxonomie [BEF⁺56] wie Anwendung, Analyse und Beurteilung ansprechen.

7 Ausblick

Der erfolgreiche Einsatz von ECAutoAssessmentBox, ECSpooler und Backends in verschiedenen Lehrveranstaltungen führte zu weiteren Wünschen seitens der Lehrenden hinsichtlich der Funktionalität des Systems. Derzeit wird der Einsatz der eduComponents für das Wintersemester 2009/2010 vorbereitet. Neben „Algorithmen und Datenstrukturen I“ (AuD I) soll auch die Lehrveranstaltung „Funktionale Programmierung - fortgeschrittene Konzepte und Anwendungen“ (FP II) mit den eduComponents unterstützt werden. Für FP II ist besonders hilfreich, dass ECAutoAssessmentBox automatisches Testen für unterschiedliche *funktionale* Programmiersprachen bietet. Dies ist besonders wichtig, da nur so die Lernziele der Lehrveranstaltung erreicht werden können, nämlich die Studierenden mit unterschiedlichen Ausprägungen des funktionalen Programmierparadigmas und den dadurch bedingten Programmiermustern – insbesondere auch durch eigenständiges Problemlösen – wirklich vertraut zu machen.

Danksagung

Der auf SOAP basierende Web-Service für ECSpooler (s. Abschnitt 3.1) wurde von den Studierenden Konrad Kügler und Eric Clausung, das in Abschnitt 4.2 vorgestellte JUnit-Backend von den Studierenden Julia Preusse und Christian Baumann jeweils im Rahmen eines Softwarepraktikums implementiert.

Literatur

- [AFR08] Mario Amelung, Peter Forbrig und Dietmar Rösner. Towards Generic and Flexible Web Services for E-Assessment. In *ITiCSE '08: Proceedings of the 13th annual conference on Innovation and technology in computer science education*, Seiten 219–224, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [BBF⁺05] Norbert Bieberstein, Sanjay Bose, Marc Fiammante, Keith Jones und Rawn Shah. *Service-Oriented Architecture (SOA) Compass: Business Value, Planning, and Enterprise Roadmap*. IBM Press, 2005.

- [BEF⁺56] Benjamin S. Bloom, Max D. Engelhart, Edward J. Furst, Walker H. Hill und Krathwohl. *Taxonomy Of Educational Objectives: Handbook 1, The Cognitive Domain*. Allyn & Bacon, Boston, 1956.
- [EP08] Stephen H. Edwards und Manuel A. Pérez-Quiñones. Web-CAT: Automatically Grading Programming Assignments. In *ITiCSE '08: Proceedings of the 13th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, New York, NY, USA, 2008. ACM Press.
- [Fen08] Wolfram Fenske. Formen der elektronischen Testaufgabe. Diplomarbeit, Fakultät für Informatik, Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg, 2008.
- [Feu06] Thomas Feustel. Analyse von Texteingaben in einem CAA-Werkzeug zur elektronischen Einreichung und Auswertung von Aufgaben. Master's thesis, Fakultät für Informatik, Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg, 2006.
- [GSW08] Olly Gotel, Christelle Scharff und Andrew Wildenberg. Teaching software quality assurance by encouraging student contributions to an open source web-based system for the assessment of programming assignments. In *ITiCSE '08: Proceedings of the 13th annual conference on Innovation and technology in computer science education*, Seiten 214–218, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [HBN⁺08] Andreas Hoffmann, Markus Bode, Marco Nichau, Michael Garbas, Christoph Hellweg, Alexander Quast und Roland Wis Müller. DUESIE - Ein Online-Übungssystem zur Informatik Ausbildung. Demo-Session DeLFI, 2008.
- [Hel07] Michael T. Helmick. Interface-based programming assignments and automatic grading of java programs. In *ITiCSE '07: Proceedings of the 12th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, Seiten 63–67, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [HGST05] Colin A. Higgins, Geoffrey Gray, Pavlos Symeonidis und Athanasios Tsintsifas. Automated Assessment and Experiences of Teaching Programming. *J. Educ. Resour. Comput.*, 5(3):5, 2005.
- [HT04] Andrew Hunt und David Thomas. *Pragmatisch programmieren - Unit-Tests mit JUnit*. Hanser Fachbuchverlag, 2004.
- [KSZ02] Jens Krinke, Maximilian Störzer und Andreas Zeller. Web-basierte Programmierpraktika mit Praktomat. In *Proceedings des Workshop Neue Medien in der Informatik-Lehre*, Dortmund, Oktober 2002.
- [Lig02] Peter Liggesmeyer. *Software-Qualität - Testen, Analysieren und Verifizieren von Software*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin, 2002.
- [LSKM04] Mikko Laakso, Tapio Salakoski, Ari Korhonen und Lauri Malmi. Automatic Assessment of Exercises for Algorithms and Data Structures – A Case Study with TRAKLA2. In *Proceedings of the 4th Finnish/Baltic Sea Conference on Computer Science Education, October 1-3, 2004, Koli, Finland*, Seiten 28–36, 2004.
- [Pio09] Michael Piotrowski. *Document-Oriented E-Learning Components*. Dissertation, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg, 2009.
- [Pro03] Niels Provos. Improving Host Security with System Call Policies. In *Proceeding of the 12th USENIX Security Symposium, Washington, DC*, August 2003.
- [RPA07] Dietmar Rösner, Michael Piotrowski und Mario Amelung. A Sustainable Learning Environment based on an Open Source Content Management System. In Wilhelm Bühler, Hrsg., *Proceedings of the German e-Science Conference (GES 2007)*. Max-Planck-Gesellschaft, 2007.
- [SMK01] Riku Saikkonen, Lauri Malmi und Ari Korhonen. Fully automatic assessment of programming exercises. In *ITiCSE '01: Proceedings of the 6th annual conference on Innovation and technology in computer science education*, Seiten 133–136. ACM Press, 2001.

MATCHIX – multimediale Zuordnungsübungen

Markus Sauter, Oliver Ott, Werner Hartmann

Zentrum für Bildungsinformatik
Pädagogische Hochschule Bern
Muesmattstraße 29
CH-3012 Bern
markus.sauter@bluewin.ch
oliver.ott@phbern.ch
werner.hartmann@phbern.ch

Abstract: Viele computergestützte Lernumgebungen beschränken sich auf "Drill and Practice"-Aufgaben und verlangen von den Lernenden nur Leistungen auf niedrigen Kognitionsstufen. Dies trifft besonders auf Multiple-Choice-Tests, Zuordnungsübungen und Lückentexte zu. Solche Lernumgebungen lassen sich mit wenig Aufwand mittels Autorenwerkzeuge wie Hot Potatoes oder JCLic erstellen und sind deshalb in Schulen weit verbreitet. Das Autorenwerkzeug MATCHIX geht einen Schritt weiter und integriert neben Text und Bild auch Ton- und Filmobjekte. Damit sind neue Szenarien für den Unterricht denkbar, beispielsweise Lückenaudios im Fremdsprachenunterricht oder Zuordnungsübungen zwischen Video- und Tonsequenzen. Zudem kann MATCHIX auch von den Lernenden selbst verwendet werden, um eigene einfache multimediale Lerneinheiten zu erstellen. Im Beitrag werden die MATCHIX zugrundeliegenden Konzepte, das Autorenwerkzeug selbst und exemplarisch einige denkbare Einsatzzwecke aufgezeigt.

1 Interaktivität als Schlüssel für gute Lernumgebungen

Beim Grossteil heutiger E-Learning-Applikationen handelt es sich um die Nutzung von ICT-Mitteln zur Mensch-Mensch-Kommunikation. Im Vordergrund stehen hier Gruppenarbeitsplattformen, wie sie etwa von der Wiki-Technologie zur Verfügung gestellt werden und Kommunikationswerkzeuge wie Chat, Blog oder Foren. Auch soziale Netzwerke fallen in diese Kategorie. Alle diese Anwendungen lassen sich mit einer einheitlichen Software-Plattform realisieren. So können auf einer Wiki-Plattform Projekte für verschiedene Schulstufen und verschiedene Fächer realisiert werden, ohne dass an der technischen Plattform selbst Änderungen vorgenommen werden müssen. Die damit verbundenen, eher bescheidenen Infrastrukturkosten sowie die geringe Einarbeitungszeit in die Handhabung solcher Werkzeuge dürften mit ein Grund sein für die häufige Nutzung solcher Anwendungen im Unterricht.

Ganz anders sieht es im Bereich der Mensch-Maschinen-Interaktion, also der eigentlichen Lernsoftware aus. Hier wurden in den letzten Jahrzehnten trotz hoher Erwartungen

nur wenige Fortschritte erzielt. Wirklich interaktive Lernumgebungen bedingen in der Regel einen sehr grossen Entwicklungsaufwand und lassen sich nur in streng formalisierbaren Themengebieten (z. B. Mathematik, Wirtschaftswissenschaften) oder Gebieten mit grossem, in Datenbanken strukturiert gespeichertem Wissen (z. B. medizinische Diagnostik) umsetzen.

Die mit Hilfe von Autorenwerkzeugen und mit relativ geringem Aufwand erstellten Lernumgebungen sind in der Regel kaum interaktiv und werden den Anforderungen an konstruktivistisches Lernen nicht gerecht. Häufig entpuppt sich interaktive Lernsoftware beim näheren Hinschauen mehr als „interpassive“ Lernsoftware. Die Interaktion besteht für die Lernenden oft nur in der Möglichkeit, von einer Seite zur nächsten zu wechseln, wie bei einem Buch. Lernplattformen bieten zwar vielfältige Testmodule, etwa Multiple-Choice-Tests oder Zuordnungsübungen, dienen aber meist nur der Überprüfung von Faktenwissen. Auch bei vielen Animationen und Simulationen, zum Beispiel einer animierten Visualisierung eines Sortieralgorithmus im Informatikunterricht, kommt dem Lernenden in der Regel nur die passive Rolle des Betrachters zu.

Wirklich interaktive Lernsoftware bezieht die Lernenden mit ins Geschehen ein und lässt aktives Tun zu. Schulmeister [Sc03] hat ein ausführliches und nützliches Modell zur Taxonomie interaktiver Lernsoftware entwickelt. Er definiert sechs Stufen von Mensch-Maschinen-Interaktion: Stufe 1 bedeutet gar keine Interaktion, sondern nur die Wiedergabe von Information. Stufe 2 lässt den Lernenden die Freiheit, selbst durch die vorliegenden Informationen zu navigieren. Stufe 3 bietet verschiedene Repräsentationen des Inhaltes an und auf Stufe 4 können die Lernenden Parameter der Repräsentation verändern. Auf Stufe 5 können die Lernenden zusätzlich den Inhalt, also die Objekte in der Repräsentation, selbst bearbeiten und auf der höchsten Stufe 6 können solche Objekte auch selbst erzeugt werden.

Ein Grund für das geringe Angebot an wirklich guten computergestützten interaktiven Lernumgebungen sind die hohen Entwicklungskosten. Berg [Be02] schreibt:

„Highly interactive software using simulation strategies is almost non-existent in higher education. Clearly the cost of developing such software is a barrier.“

Die gewinnorientierte Computerspielindustrie investiert weit größere finanzielle Mittel in die Spiele-Produktion als den Bildungsinstitutionen für die Entwicklung von interaktiven Lernumgebungen zur Verfügung steht. 2004 veröffentlichte Microsoft das Spiel Halo 2: Die Entwicklung kostete 40 Mio USD, dauerte 3 Jahre, und es waren 190 Mitarbeiter involviert.

Einfache Autorenwerkzeuge oder Lernplattformen sind nicht auf spezielle Themenkreise ausgerichtet, sondern haben den Anspruch, in einem breiten Umfeld von Lernkontexten Verwendung zu finden. Sie stellen damit zwar relativ kostengünstige Werkzeuge dar, werden aber den Ansprüchen an höhere kognitive Interaktionsstufen nicht gerecht. Wirklich hohe Interaktivität bedingt in der Regel themenspezifische Entwicklungen und ist damit automatisch mit grossem Entwicklungsaufwand verbunden.

Einfache Autorenwerkzeuge oder die von Lernplattformen zur Verfügung gestellten Test- und Lernumgebungen stützen sich zudem typischerweise auf die ausschließliche Verwendung von Text und Bild als Inhaltselemente ab. Im Folgenden plädieren wir für eine Erweiterung dieser Inhaltselemente um Ton- und Filmobjekte. Das Erzeugen, Beschaffen und Bearbeiten von Ton- und Filmobjekten ist heute sehr einfach. Damit eröffnen sich für den Unterricht auf allen Stufen neue Möglichkeiten, die aber noch zu wenig genutzt werden. Am Beispiel des Prototyps MATCHIX zeigen wir auf, wie der Einbezug und die Mischung verschiedener multimedialer Inhalte in Lernumgebungen aussehen könnte, ohne dass damit unverhältnismäßig große Entwicklungskosten verbunden sind.

2 Autorenwerkzeuge für Matching Learning Environments

Mittels Autorenwerkzeuge wie Hot Potatoes oder JCLic lassen sich mit wenig Aufwand Multiple-Choice-Tests, Zuordnungsübungen oder Lückentexte erstellen. Die resultierenden Lernumgebungen sprechen in der Regel aber nur die untersten drei kognitiven Stufen gemäß der Bloom'schen Taxonomie [B156] an und der gleiche Lernerfolg würde sich oft ohne Computereinsatz ebenso und einfacher erreichen lassen. Verzichtet man auf die automatische Rückmeldung bei Multiple-Choice-Tests, können diese ebenso gut auf Papier erstellt und durchgeführt werden. Zuordnungsübungen von Texten und Bildern (z.B. kunstgeschichtliche Epochen zu Gemälden) lassen sich auch mittels einer einfachen PowerPoint-Präsentation erzeugen. Eine gute Übersicht zu den Möglichkeiten von PowerPoint als einfachem Autorenwerkzeug findet sich in [We07].

Abstrahiert man bei diesen Anwendungen von den konkreten Lerninhalten, geht es meistens um Zuordnungen zwischen verschiedenen Objekten. Bei Multiple-Choice-Tests müssen einer Frage die richtigen Antworten zugeordnet werden, bei Lückentexten den Lücken die richtigen Fragmente. Wir fassen diese Autorenwerkzeuge unter dem Oberbegriff Matching Learning Environments (MLE) zusammen. MLEs erlauben das gegenseitige Zuordnen von Objekten gemäß einem vorgegebenen bipartiten Graph (Abb. 1).

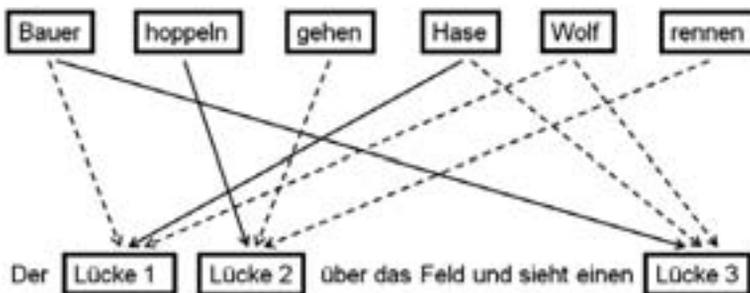


Abbildung 1: Struktur von MLEs am Beispiel von Lückentexten

Beim Lückentext in obiger Abbildung müssen zu dem Satz in der unteren Reihe die richtigen Worte aus der oberen Reihe zugeordnet werden. Die schwarzen Pfeile zeigen

eine mögliche Variante an. Es sind hier jedoch mehrere Varianten möglich (gestrichelte Pfeile), und die Fragmente könnten zudem nicht nur Text, sondern auch Bilder, Audios oder Videos enthalten. Bei Zuordnungsübungen, beispielsweise von Legenden zu Bildern, stehen in der abstrahierten Darstellung als bipartiter Graph oben die Legenden, unten die Bilder; beim Anordnen von Medien in der richtigen Reihenfolge, beispielsweise bei Aufgaben zum Verständnis dynamischer Prozesse, oben die Medien und unten Platzhalter für die Reihenfolge, etwa 1, 2, 3. Bei Multiple-Choice-Aufgaben stehen oben die Fragen, unten die Auswahl von Antworten.

Das wohl bekannteste MLE-Autorenprogramm Hot Potatoes erlaubt es auch Lehrpersonen ohne vertiefte Computerkenntnisse und ohne große Einarbeitung, Lückentext- oder Multiple-Choice-Aufgaben zu erstellen. MLEs beschränken sich in der Regel auf einfache Wissensfragen, in seltenen Fällen bei geschickter Aufbereitung auch auf anspruchsvollere Analyseaufgaben. Höhere kognitive Stufen werden nicht angesprochen. Auch der Grad an Interaktivität ist gering, die Lernenden müssen Objekte erkennen und einander zuordnen. Die Objekte können nicht manipuliert oder gar selbst von den Lernenden erzeugt werden. Besondere Verbreitung gefunden haben MLEs deshalb im Sprachunterricht bei Drill-&-Practice-Aufgaben, z.B. bei Vokabel- oder Grammatiktrainern.

In [Ho04] wird der Einsatz von Hot Potatoes in der Lehrerbildung beschrieben. Dabei sind kritische Zitate zu finden:

„Recognizing that selection of multiple choice answers is passive; it asks students to recognize, not to construct, an answer. The students do not contribute their own thinking to answer.“

Neben Skepsis wird in dieser Studie aber auch ein optimistischer Standpunkt vertreten. Besonders durch geschickte Aufgabenstellungen lassen sich auch mit Hot Potatoes Multiple-Choice-Fragen erstellen, die über Drill-&-Practice-Aufgaben hinaus gehen. In [KD01] wird der Spagat zwischen geringem Erstellungsaufwand und hoher Lerneffektivität eingehend beleuchtet und auf diese MLEs inhärente Problematik hingewiesen.

Zusammenfassend kann gesagt werden: MLEs in der heute üblichen Form, ausgerichtet auf Texte und Bilder als Inhaltsbausteine, sind zwar eine sehr weit verbreitete Form von E-Learning-Anwendungen, dies vermutlich aber weniger aufgrund des didaktischen Mehrwertes, sondern weil sie sich dank den Autorenprogrammen einfach erstellen lassen.

Aufgrund der einfachen zugrunde liegenden Struktur stellt die Entwicklung von MLE-Autorenwerkzeugen aus informatischer Sicht keine besondere Herausforderung dar. Genau hier setzt MATCHIX an. Das Autorenwerkzeug erlaubt es, auch multimediale Objekte wie Audio und Video in Aufgabenstellungen zu berücksichtigen. Im Unterschied zu Text und Bild stellen besonders Audioaufnahmen große Anforderungen an die Lernenden. Bilder müssen im Kopf quasi selbst erstellt werden. Mittels Videosequenzen lassen sich dynamische Prozesse darstellen. Zudem lässt MATCHIX das beliebige Mischen von Multimediaformaten zu. In Multiple-Choice-Tests etwa können die Auswahlantworten als Texte, Bilder, Audios und Videos gemischt angeboten werden. Der konsequente Einbezug und die Möglichkeit zur Mischung verschiedener Multimedia-Objekte

eröffnen ganz neue Anwendungsszenarien und es ist zu vermuten, dass sich damit kognitiv anspruchsvollere Aufgaben umsetzen lassen. Der Einbezug multimedialer Inhalte bei Autorenwerkzeugen ist nicht neu. Als Beispiel sei das Programmpaket CAL-MC aus 1996 für multimediale Multiple-Choice-Tests erwähnt [GW96]. Die hohe Verfügbarkeit von Bild-, Audio- und Videomaterialien machen solche Anwendungen heute aber auch für die Schulpraxis einfach zugänglich.

3 Multimediale Mischung als Chance

Über den Mehrwert des Multimedia-Einsatzes beim Lernen herrscht heute Einigkeit und es liegen sowohl umfangreiche qualitative wie auch quantitative Studien vor. Wir weisen hier stellvertretend auf [Ma01]. Digital Devices wie Digitalkameras oder MP3-Recorder sind günstig erhältlich, weit verbreitet und eröffnen damit auch die Möglichkeiten, einfach und schnell selbst Ton- und Videodokumente zu erzeugen. Grosse Austauschplattformen wie YouTube sind ein Beleg für die Beliebtheit dieser multimedialen Möglichkeiten speziell bei Jugendlichen.

In [LC08] wird sehr schön beschrieben, dass in einem zeitgemäßen Unterricht Multimedia sowohl genutzt als auch thematisiert werden muss.

„Since so much of today’s media is in visual form, students need visual literacy skills to understand information that integrates images, video, sequences, design, form, symbols, color, 3D, and graphic representations. They need to know how to interpret visual messages and look beyond the surface to determine deeper meaning in what they see. [...] The current generation of digital students is both familiar with and motivated to use multimedia tools. Teacher educators must, therefore, harness their power as teaching and learning opportunities for the next generation of classroom teachers.”

MATCHIX trägt der veränderten Lebenswirklichkeit der Schülerinnen und Schüler Rechnung. Im Unterschied zu bekannten Autorenwerkzeugen für Matching Learning Environments wird die Beschränkung auf Texte und Bilder aufgehoben. So können im Fremdsprachenunterricht in einem Comprehension Exercise die möglichen Antworten in Form verschiedener kurzer Audiodateien vorgegeben oder im Geschichtsunterricht historische Ereignisse durch authentische Text-, Bild-, Ton- oder Videodokumente beschrieben werden.

Fadde [Fa09] sieht den Einbezug von einfachen, kostengünstigen Videos in Lernumgebungen als zukunftsweisend:

„A number of trends have combined to make it attractive and feasible for teachers, trainers, and instructional designers to produce video learning objects-short video units as opposed to complete video programs. The trend toward less expensive and easier to use video production tools has been going on for at least 10 years. It’s become much less expensive to shoot and edit video, whether you are doing it yourself or contracting an internal or freelance video crew.”

4 Autorenwerkzeug MATCHIX – Medienbearbeitung eingeschlossen

MATCHIX besteht aus zwei Teilen: Das eigentliche Autorenwerkzeug MATCHIX Author erlaubt Lehrpersonen, neue Aufgaben oder auch ganze Aufgabenserien zu erstellen. Die Verwendung von MATCHIX Author setzt voraus, dass auf dem Rechner Java SE Development Kit 6 installiert ist. Nach dem Erstellen von Aufgaben lassen sich mit dem Autorenwerkzeug MATCHIX Player Anwendungen generieren. Diese Anwendungen enthalten die fertigen Aufgaben und werden den Lernenden zur Verfügung gestellt. Für die Bearbeitung der Aufgaben benötigen die Lernenden nur Java Runtime Environment 6, was heute auf den meisten Rechnern zum gängigen Installationsumfang zählt. Außerdem muss die QuickTime Player Software auf dem verwendeten Rechner installiert sein. Unix basierte Betriebssysteme werden von QuickTime nicht unterstützt. MATCHIX kann deshalb auf diesen Systemen nicht verwendet werden. Ebenfalls steht MATCHIX Author zurzeit noch nicht für Mac OSX zur Verfügung.

Das Autorenwerkzeug MATCHIX Author ist praktisch selbsterklärend. Der Ablauf beim Erstellen neuer Aufgaben ist immer identisch: Zuerst müssen die benötigten Medien bereitgestellt werden. Dabei können Bild-, Audio-, Video- oder pdf-Dateien verwendet werden. In Form von pdf-Dateien können zum Beispiel Informationen bereitgestellt werden, welche die Lernenden vor oder nach dem Lösen der Aufgabe verarbeiten müssen. Eine integrierte Aufnahmefunktion erlaubt es auch, Tonaufnahmen direkt zu erzeugen. Ebenso dient ein einfacher Texteditor dazu, kurze Texte direkt zu erfassen.

Ein wichtiger Bestandteil von MATCHIX ist ein einfacher Medientexteditor. Lehrpersonen können die Mediendateien rudimentär bearbeiten, zum Beispiel Sequenzen aus einem Video ausschneiden, die Bild- und Tonspur eines Videos trennen, in einem Video eine Audiodatei oder Standbilder einfügen. Der Medientexteditor ist nicht als professionelles Video- und Tonbearbeitungswerkzeug gedacht, sondern bewusst einfach gehalten und auf die notwendigsten Funktionen reduziert. Die Idee hinter dem Medientexteditor ist es, die Hürde für die Lehrpersonen so tief wie möglich zu halten. In Abbildung 2 wird eine Lernaufgabe zur Unterrichtsbeobachtung für die Lehrerausbildung erstellt. Die Studierenden sollen anhand der Videoaufnahme der Lehrperson und einer gleichzeitigen Aufnahme der Klasse die nonverbale Kommunikation während einer Unterrichtslektion beobachten und analysieren. Für die Dozentin in der Lehrerausbildung ist es nützlich, gleich in MATCHIX die gewünschten Sequenzen aus der großen Videoaufnahme herauszuschneiden zu können und diese Bearbeitung nicht zuerst in einem speziellen Videoschnittprogramm vornehmen zu müssen. Ebenfalls integriert in diese Aufgabe wird ein pdf-Dokument mit den theoretischen Grundlagen der nonverbalen Kommunikation, das von den Studierenden vor dem Lösen der Aufgabe bearbeitet werden muss.



Abbildung 2: MATCHIX Author zum Erstellen einer Aufgabe mit Unterrichtsvideos

Sind die Medien bereitgestellt und bearbeitet, folgt das Erstellen der eigentlichen Aufgabe. Der Funktionsumfang von MATCHIX erlaubt zum Beispiel das Erstellen von Lückenaudio-Übungen oder Zuordnungsaufgaben Ton/Video. Selbstverständlich können in diesem Schritt jederzeit fehlende Medien neu hinzugefügt oder vorhandene Medien erneut bearbeitet werden. Ausgehend von erstellten Aufgaben lassen sich anschließend ganze Aufgabenserien erstellen. In einer solchen Serie können die verschiedenen Aufgabentypen beliebig gemischt werden. Nach einer Zuordnungsaufgabe können beispielsweise ein Lückenvideo und dann eine Multiple-Choice-Aufgabe folgen.

5 Aufgabentypen in MATCHIX und Anwendungsszenarien

Zurzeit sind im Funktionsumfang von MATCHIX Multiple-Choice-Tests, Zuordnungsaufgaben, Sequenz- und Lückenmedien sowie Videovergleich vorhanden. Stellvertretend führen wir nachfolgend drei Aufgabentypen mit möglichen Einsatzszenarien an. Der ganze Entwicklungsprozess von MATCHIX erfolgte im engen Zusammenspiel mit interessierten Lehrpersonen.

Abbildung 3 zeigt ein Beispiel einer Multiple-Choice-Aufgabenstellung mit Tierbeschreibungen. Bevor die Lernenden die Fragen beantworten, schauen Sie ein authentisches Video mit Erklärungen einer Parkwächterin eines Nationalparks an. Anschließend müssen Fragen zu Lebensraum, Ernährung etc. verschiedener Tiergattungen beantwortet werden. Die zur Auswahl stehenden Antworten sind in Form von Kartenausschnitten, Tierfotos, Tierstimmen etc. gegeben.



Abbildung 3: Multiple-Choice-Aufgabe zu Tierbeschreibungen

Abbildung 4 zeigt eine Zuordnungsaufgabe aus dem Geographieunterricht. Die Aufgabe stammt von Jürg Alean, Geographielehrer an einem Schweizer Gymnasium.



Abbildung 4: Zuordnungsaufgaben zu Wetterfilmen und –karten

Die Schülerinnen und Schüler müssen Zeitraffervideos von verschiedenen Wetterlagen (Bisen-, Föhn- und Gewitterlage, Warmsektor, Saharastaub und Raureif) den entsprechenden europäischen Wetterkarten zuordnen. Die Wetteraufnahmen stammen von einer Webcam auf dem Säntis (Schweiz, 2501 M. ü. M.). Dieses Beispiel zeigt sehr schön, wie der Einbezug von verschiedenen Multimediaformaten die Möglichkeiten von MLEs erweitert. Zur Lösung dieser Aufgabe müssen sich die Lernenden intensiv mit den Wetterkarten und Zeitraffervideos auseinandersetzen.

Neu an MATCHIX ist die Möglichkeit, analog zu Lückentexten auch Lückenaudios- und Lückenvideos zu erstellen. Denkbar sind zum Beispiel folgende Aufgabenszenarien: Ein in mehrere Teile zerlegtes Ton- oder Videodokument muss in die richtige Reihenfolge gebracht werden. Die geordneten Schnipsel können zur Kontrolle per Mausklick in Serie angehört oder angeschaut werden. Eine Bilder-, Audio- oder Videoserie soll in der richtigen Reihenfolge geordnet werden. Damit kann das Verständnis für Prozessabläufe geschult werden. Textpassagen und Bilder werden in einen logischen Ablauf gebracht. Lückenmedien bieten sich besonders im Fremdsprachenunterricht (z.B. Comprehension Exercises) oder im naturwissenschaftlichen Unterricht (z.B. Abläufe bei der DNA-Replikation) an. Der in MATCHIX Author eingebaute Medieneditor erlaubt es, sehr einfach Audios und Videos in einzelne Schnipsel zu zerlegen. Die Erstellung von Lückenmedien-Aufgaben liegt damit nicht mehr außerhalb des Zeitbudgets einer Lehrperson. Abbildung 5 zeigt ein Beispiel einer Aufgabe aus dem Physikunterricht. Anhand des legendären Trinkvogels, einem vermeintlichen Perpetuum Mobile, müssen die verschiedenen Zustände dieses thermodynamischen Systems in die richtige Reihenfolge gebracht werden. Die Videoaufnahme stammt aus Wikimedia Commons. Bei diesem Beispiel wäre es auch wünschenswert, wenn die Lernenden ihre Überlegungen dokumentieren und austauschen könnten. In einem nächsten Release der Software wird das Augenmerk speziell solchen schülerzentrierten Aspekten gelten.



Abbildung 5: Ablauf dynamischer Prozesse am Beispiel des Trinkvogels

6 Zusammenfassung und Ausblick

Das Autorenwerkzeug MATCHIX erweitert die Möglichkeiten computergestützter Zuordnungsübungen gegenüber den bekannten Autorenwerkzeugen in dreierlei Hinsicht: Erstens können neben den gängigen Medienformaten Text und Bild auch die Formate Ton und Film verwendet werden. Zweitens können in den Zuordnungsaufgaben die verschiedenen Medienformate gemischt werden. Und drittens bietet MATCHIX auch einfache Bearbeitungsfunktionen für die Medien an. Bei der Entwicklung der Software wurde darauf geachtet, dass MATCHIX möglichst benutzerfreundlich gestaltet wird und einfach zu bedienen bleibt.

Die Erwartung ist, dass sich durch den Einbezug der Medienformate Ton und Film auch Aufgaben auf höherer Kognitionsstufe und mit höherem Interaktivitätsgrad erstellen lassen. Erste Erprobungen stimmen uns zuversichtlich, qualitative und quantitative Studien stehen aber noch aus. Aus Sicht der Lehr- und Lernforschung wäre es wichtig, für MATCHIX einen wissenschaftlich begründeten Wirkungsnachweis zu erbringen. Dieser Nachweis kann jedoch erst erfolgen, wenn das Autorenwerkzeug und die damit verbundenen Lernumgebungen vorliegen. MATCHIX befindet sich somit als „enabling technology“ genau im Spannungsfeld zwischen sogenannter Wissenschaftlichkeit und Bildungsinnovation, wie es Gabi Reinmann in [Re06] beschreibt.

Die Version 1.0 des Autorenwerkzeuges MATCHIX Author steht auf dem Bildungportal www.swisseduc.ch/matchix/ zusammen mit einigen Beispielanwendungen gratis zur Verfügung. Das Autorenprogramm kann von Interessierten benutzt werden, und es können Erfahrungen gesammelt werden, um MATCHIX zu verbessern. Wir betrachten die Version 1.0 als einen Prototypen, und es besteht noch nicht die Absicht, das Autorenwerkzeug auf breiter Front für den Einsatz in Schulen zu propagieren. Wichtig wird eine Sammlung von guten Beispielanwendungen sein, die zuerst in enger Zusammenarbeit mit der Schulpraxis entwickelt werden müssen.

Bereits heute ist klar, dass MATCHIX nur den Anfang einer Entwicklung darstellt. Die Software stellt zwar geringe Anforderungen an die clientseitige Konfiguration, aber aus Erfahrung weiß man, dass im Schulumfeld schon kleinste technische Probleme dazu führen können, dass ein Werkzeug von den Lehrerinnen und Lehrern nicht mehr eingesetzt wird. Unser Ziel ist es deshalb, MATCHIX auf eine Web-Anwendung zu portieren. Damit würden die technischen Hürden für die Nutzerinnen und Nutzer kleiner. Zudem sollen in einem nächsten Release die Lernenden MATCHIX noch interaktiver und selbstständiger nutzen können.

Ob sich multimediale MLEs wie MATCHIX einen Platz im Repertoire der künftigen Unterrichtswerkzeuge sichern können, ist heute noch nicht absehbar. Sicher ist aber, dass die Zeit rein text- und bildbasierter MLEs abgelaufen ist. Die Schule der Zukunft muss sich am multimedialen Zeitalter orientieren.

Literaturverzeichnis

- [Be02] Berg, G. A.: The Big Questions. *International Journal on E-Learning* 2002, 1 (2), 5–6.
- [Bl56] Bloom, B.: *Taxonomy of Educational Objectives*. Longmans, London, 1956.
- [Fa09] Fadde, P. J.: *Producing Video Learning Objects for E-learning*.
<http://www.elearnmag.org> (Stand 16.02.2009).
- [GW96] Grob, H. L.; Weigel, L.: *Entwicklung und Nutzung multimedialer Multiple-Choice-Software*. Arbeitsbericht Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Münster, 1996.
- [Ho04] Holroyd-Doveton, E.: *Subverting online multiple choice question software to facilitate constructivist teaching and learning: a tactic in a trainee teachers' course in technology*. Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2004, 3368-3373.
- [KD01] King, T.; Duke-Willimas, E.: *Proceedings of 5th International Computer Assisted Assessment Conference*, University of Loughborough, 2001, 177-187.
- [LC08] Lambert, J.; Cuper, P.: *Multimedia technologies and familiar spaces: 21st-century teaching for 21st-century learners*. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 2008, 8 (3), 264-276.
- [Ma01] Mayer, R.: *Multimedia Learning*. Cambridge University Press, 2001.
- [Re06] Reinmann, R.: *Nur "Forschung danach"? Vom faktischen und potentiellen Beitrag der Forschung zu alltagstauglichen Innovationen beim E-Learning*. Arbeitsbericht Universität Augsburg, Nr. 14, 2006.
- [Sc03] Schulmeister, R.: *Taxonomy of Multimedia Component Interactivity. A Contribution to the Current Metadata Debate*. *Studies in Communication Sciences. Studi di scienze della comunicazione*, 2003, 3 (1), 61–80.
- [We07] Wetterwald, C.: *PP-Learning: PowerPoint als einfache E-Learning Software im Unterricht*. http://www.swisseduc.ch/methodik_didaktik/powerpoint_learning/ (Stand 16.02.2009).

Realisierung eines Sicherheits- und Rechtemanagements für elektronische Prüfungen an Hochschulen mittels Software-Proxy

Andreas Hoffmann¹, Roland Wismüller¹, Markus Bode²

Lehrstuhl Betriebssysteme und verteilte Systeme,
Fachbereich 12 – Elektrotechnik und Informatik, Universität Siegen
Hölderlinstraße 3, 57068 Siegen

¹{andreas.hoffmann, roland.wismueller}@uni-siegen.de
²mb@qapp.de

Abstract: Elektronische Prüfungen werden vor allem an Hochschulen immer beliebter. Die Anzahl an elektronischen Prüfungssystemen nimmt stetig zu. Was bislang aber die Systeme nur sehr unzureichend sicherstellen können, ist die Rechtssicherheit und den Datenschutz. Dieser Beitrag beschreibt, wie die Umsetzung des Lösungskonzepts der elektronischen Gesundheitskarte auf die elektronischen Prüfungen an Hochschulen angewendet werden kann. Dadurch werden die vielfältigen sicherheits- und datenschutzrechtlichen Anforderungen unabhängig vom verwendeten Prüfungssystem durch standardisierte Verfahren umgesetzt.

1 Einleitung

Aufgrund des Bologna-Prozesses und der damit gewünschten Schaffung eines europäischen Hochschulwesens spielen elektronische Prüfungen eine immer größer werdende Rolle. Abschlüsse sollen vergleichbar sein und Mobilitätshemmnisse aufgehoben werden, so dass eine Einführung der Bachelor- und Master-Studiengänge (BA/MA) sinnvoll erscheint. Mit der Umstellung auf die BA/MA Studiengänge erhöht sich allerdings auch die Anzahl der Prüfungen, was wiederum einen erheblichen Mehraufwand für die Prüfer bedeutet. Die Vorteile von elektronischen Prüfungen, im Vergleich zu den papierbasierten Prüfungen liegen auf der Hand. Teilweise ist eine vollautomatische Auswertung von Prüfungen möglich. Durch kürzere Korrekturzeiten können Studenten ihren Studienverlauf besser planen und Prüfer können die eingesparte Zeit in eine Verbesserung der Lehre investieren.

Allerdings sind elektronische Prüfungen in vielen Fällen nicht ohne weiteres möglich, da rechtliche Aspekte beachtet werden müssen und Prüfungsfragen in der Regel überarbeitet und an das Prüfungssystem angepasst werden müssen (vgl. [Re08]). Eine vom Studenten abgegebene Unterschrift, sei es auf Papier oder elektronisch, ist notwendig, damit dieser seine Angaben nicht abstreiten kann [Ki08]. Außerdem sollten Prüfungsfragen nicht vor der Freigabe einer Prüfung einsehbar sein, so dass es einem Angreifer nicht möglich ist, diese durch einen Einbruch in das Prüfungssystem offen zu legen.

In diesem Beitrag wird die Realisierung eines Konzeptes vorgestellt, das die Signierung und Verschlüsselung von Inhalten in Prüfungssystemen erlaubt, so dass alle rechtlichen Anforderungen und der Datenschutz umgesetzt werden können. Die Realisierung ist unabhängig vom verwendeten Prüfungssystem und bietet über die elektronischen Prüfungen hinaus einen multifunktionalen Nutzen.

2 Problemstellung

2.1 Rechtliche Anforderungen

Die rechtlichen Anforderungen, die an eine schriftliche papierbasierte Prüfung gestellt werden, müssen auch für elektronische Prüfungen gelten [Ki08]. Die papierbasierte Durchführung kann nach § 126 Abs. 3 BGB durch die elektronische Form gemäß § 126a BGB ersetzt werden, wenn „...*das elektronische Dokument mit einer qualifizierten elektronischen Signatur nach dem Signaturgesetz versehen ist.*“. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer sog. sicheren Signaturerstellungseinheit (SSEE), auf der die Geheimhaltung des privaten Schlüssels gewährleistet werden kann (§ 17 Abs. 1 SigG). Unter einer SSEE sind Hardwarekomponenten wie Chipkarten aber auch USB-Tokens zu verstehen.

Eine rechtssichere Identifikation der Prüfungsteilnehmer kann wie bei den Papierprüfungen durch eine Aufsicht erfolgen, die die Daten von Studierenden- und Personalausweis vor der Prüfung abgleicht. Für die elektronischen Prüfungen könnte dies aber auch mittels qualifizierenden digitalen Signaturen erfolgen. Auch die Autorisierung des Studierenden muss vor der Prüfung überprüft werden.

Damit der Studierende seine Angaben nicht abstreiten kann, aber auch der Dozent die gestellte Prüfung nicht abstreiten kann, muss die Verbindlichkeit sichergestellt werden. Dies kann ebenfalls durch den Einsatz von qualifizierenden digitalen Signaturen erfolgen. Des Weiteren muss dem Studierenden während der Prüfung die Möglichkeit gegeben werden, seine Antworten zu kontrollieren und auch zu ändern.

Die Betrugssicherheit ist eine weitere wichtige Anforderung, die an elektronische Prüfungen gestellt wird. Im Kontext elektronischer Prüfungen ist hiermit die missbräuchliche Verwendung von Hardware und Software gemeint, die dem Studierenden auf verschiedene Art und Weise eine unerlaubte Hilfestellung geben kann.

Wie bei den schriftlichen Prüfungen sind auch die elektronischen Prüfungen als eigenständige Prüfungsform in der Prüfungsordnung aufzunehmen. Das gilt auch für die Zulässigkeit des Antwort / Wahl Verfahrens (Multiple/Choice). Ebenfalls in der Prüfungsordnung muss geregelt sein, was passiert, wenn der Studierende eine Prüfung aufgrund von einem Systemausfall nicht beenden kann bzw. diese unterbrochen wird.

Außerdem gilt es die Chancengleichheit für alle Prüfungsteilnehmer zu wahren (Gleichheitsgrundsatz). Jedoch gibt es keine absolute Prüfungsgerechtigkeit. Unterschiedliche

PC-Kenntnisse sind als unvermeidbar hinzunehmen und bedeuten keine Beeinträchtigung des Gleichheitsgrundsatzes [Ki08].

Des Weiteren wäre eine anonyme Bewertung der Prüfungsdaten durch den Dozenten wünschenswert. Dies würde die Objektivität der Bewertung gewährleisten. Denn mittlerweile werden auch so genannte offene Fragen in elektronischen Prüfungen umgesetzt, die vom Dozenten nachbewertet werden müssen. Allerdings besteht auf Anonymität der Teilnehmer kein Anspruch [ZB07].

2.2 Datenschutz

Der Zweck des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) ist in § 1 Abs. 1 BDSG definiert: „Zweck dieses Gesetzes ist es, den Einzelnen davor zu schützen, dass er durch den Umgang mit seinen personenbezogenen Daten in seinem Persönlichkeitsrecht beeinträchtigt wird.“ Welche Form des Umgangs mit den personenbezogenen Daten gemeint ist, lässt sich anhand der Grundprinzipien des BDSG erklären [Bo08]: Prinzip des Erlaubnisvorbehalts, Zweckbindungsprinzip, Erforderlichkeitsprinzip und die Prinzipien der Datenvermeidung und der Datensparsamkeit. Das Prinzip des Erlaubnisvorbehalts besagt, dass schutzwürdige personenbezogene Daten nur aufgrund von Gesetzen oder einer Einwilligung des Betroffenen erhoben und verarbeitet werden dürfen (§ 4 Abs. 1 BDSG).

Der Zweck der Erhebung und Vermeidung muss zudem in der Einwilligung oder dem Gesetz ausdrücklich und eng umfasst bezeichnet werden (Zweckbindungsprinzip). Der Grundsatz der Erforderlichkeit besagt, dass nur solche Daten erhoben, verarbeitet und genutzt werden dürfen, die für den jeweiligen Anwendungszweck benötigt werden und somit erforderlich sind. Daraus ergibt sich auch die Tatsache, dass die Daten die nicht erforderlich sind, nicht verwandt werden dürfen und somit auch nicht einmal erhoben werden dürfen.

Das Ziel der Datenvermeidung und der Datensparsamkeit ist es, der Gefahr der Profilbildung von Betroffenen vorzubeugen. Die Datenvermeidung kann allerdings gerade bei elektronischen Prüfungen nur schwer realisiert werden. Dennoch kann das Datenvermeidungsprinzip erreicht werden, indem die personenbezogenen Daten anonymisiert werden (vgl. § 3a BDSG). Eine Abschwächung der Datenvermeidung aus datenschutzrechtlicher Sicht ist die Datensparsamkeit, die vor allem durch das Pseudonymisieren von personenbezogenen Daten erreicht werden kann.

2.3 Problembeschreibung

Die Schwierigkeit ist, die sich teilweise widersprechenden Anforderungen wie z.B. Authentizität und Anonymität in ein Konzept zu integrieren [HW08]. Des Weiteren muss das Konzept in bestehende Systemlandschaften integrierbar sein. Denn die Anforderung nach Verbindlichkeit setzt die Verwendung von qualifizierenden digitalen Signaturen voraus, was wiederum einen hohen administrativen und infrastrukturellen Aufwand bedeutet. Somit muss das Konzept einen multifunktionalen Nutzen bieten können.

Bei der Signierung der Prüfungsangaben ist darauf zu achten, dass der Studierende genau sieht, was er gerade elektronisch unterschreibt. Außerdem ist die Protokollierung des Prüfungsverlaufs ein wichtiger Bestandteil einer rechtssicheren Prüfung. Nur das, was der Studierende sieht, und das was er an Angaben in Abhängigkeit dieser Sicht getätigt hat, kann von ihm verantwortet werden.

Zusätzlich sind die datenschutzrechtlichen Anforderungen von entscheidender Bedeutung. Hier gilt es transparente und standardisierte Verfahren zu verwenden, um die Grundprinzipien des Datenschutzes sicher zu stellen.

3 Sicherheitskonzepte existierender Prüfungssysteme

Das „Online Learning And Training“ (OLAT) liegt aktuell in der Version 6 vor und wurde an der Universität Zürich entwickelt. Die Software wird nach der Apache 2.0 Open Source Lizenz vertrieben und darf auch modifiziert werden. Das Sicherheitskonzept wurde zwar speziell auf die Rechtssicherheit hin entwickelt, kann aber z.B. nur die Integrität und die Vertraulichkeit, nicht aber die Verbindlichkeit der Daten gewährleisten. Dazu werden Logfiles nach der Klausur auf CD geschrieben, bzw. die Daten werden bei der Übertragung über HTTPS verschlüsselt. Zur Authentifikation werden lediglich eine UserID und ein Passwort benötigt. Die Betrugssicherheit wird durch das Sperren von nicht genehmigten Webseiten erreicht. Das Rechte- und Rollenkonzept orientiert sich an dem Policy-Konzept von Java. Es existieren Benutzer, die einer oder mehreren Gruppen angesiedelt sind, und eine Policy, die dann eine Kombination von einem Recht, einer Gruppe und einer Ressource darstellt.

Das LPLUS Testmanagement System ist eine kommerzielle Software für computergestützte Prüfungen von der Firma LPLUS GmbH. An der Universität Bremen erfolgt die Anmeldung am System über eine eindeutige PIN, die vor der Prüfung nach der Kontrolle der Autorisierung des Studenten ausgehändigt wird. Die Beantwortung und Auswertung einer Prüfung wird als Hardcopy gespeichert und ist so komplett nachvollziehbar. Die Vertraulichkeit wird nur über das Rollen- und Rechtesystem realisiert, so dass bestimmte Personen gezielt Sichten auf das System und Lese- und/oder Schreibrechte für bestimmte Bereiche bekommen. Diese Rechte werden von einem Super-Administrator vergeben, so dass es auch möglich ist, dass dieser die Prüfungsfragen einsehen und an Studenten unerlaubt verteilen kann. So ist es aber auch möglich, dass z.B. nur ein zentraler Personenkreis Zugriff auf die Prüfungsprotokolle oder Ergebnisse erhält, der dann im Auftrag der Prüfer die entsprechenden Daten aus dem System ausliest. Dieser Personenkreis wird zur Verschwiegenheit und Wahrung des Datenschutzes verpflichtet, könnte aber theoretisch auch widerrechtlich Prüfungsfragen verbreiten, da eine Verschlüsselung der Prüfungsfragen nicht stattfindet. Zur Authentifizierung nutzt man die in Programmen gängige Methode eines Benutzernamens und Passworts. Zusätzlich stehen Logfiles zur Verfügung, über die nachvollzogen werden kann, welcher Student wie lange an einer Frage gearbeitet hat. Die Integrität und damit die Verbindlichkeit der Prüfungsfragen und -antworten kann nicht garantiert werden. Eine Möglichkeit zur Integritätsprüfung ist das Ausdrucken der Antworten und Unterschreiben dieses Protokolls durch den Student.

ILIAS (Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperations-System) ist ein auf OpenSource Basis existierendes Learning-Management-System, das auch ein Modul zur Durchführung von computergestützten Prüfungen besitzt. Das Rechte- und Rollenmanagement unterscheidet sich von anderen Systemen dahingehend, dass hier jeder Prüfungsteilnehmer vor der Durchführung eine IP-Adresse eines Prüfungsrechners zugewiesen bekommt. Diese Zuordnung wird auch protokolliert. Während der Prüfung kann der Status der Bearbeitung eines jeden Teilnehmers überwacht werden. Im Anschluss an die endgültige Abgabe der Prüfung öffnet sich eine Druckansicht, die die gegebenen Antworten beinhaltet. Ab diesem Moment kann keine Kommunikation mit dem System mehr erfolgen. Die Übersicht der Antworten wird dann über einen Browser ausgedruckt. Der Ausdruck gibt neben den gegebenen Prüfungsantworten auch Auskunft über die genutzte IP-Adresse und die Matrikelnummer des Studenten. Diese Informationen befinden sich auf jeder ausgedruckten Seite. Im Anschluss muss jede Seite des Ausdrucks handschriftlich unterschrieben werden. Die unterschriebenen Ausdrücke werden dann auch archiviert.

Die bestehenden Systeme können zwar durch entsprechende Rechte- und Rollenmanagements Authentizität und Autorisierung gewährleisten, die Verbindlichkeit aber nur durch Medienbrüche. Die Prüfungsangaben der Studenten werden ausgedruckt, unterschrieben und dann archiviert und die elektronischen Daten nach der Auswertung gelöscht. Der Ausdruck der Prüfungsangaben z.B. erfolgt dann auf den in den Prüfungslaboren befindlichen Druckern. Bei Massenprüfungen ist ein entsprechendes Druckaufkommen vorprogrammiert, dass durch Personal geregelt werden muss. Spezielle Datenschutzkonzepte existieren nicht.

4 Realisierung eines Sicherheitskonzeptes

4.1 Realisierungsansatz

In [HW08] haben wir ein virtuelles, ticketbasiertes Dateisystem für elektronische Prüfungen auf Basis des Lösungskonzeptes der elektronischen Gesundheitskarte (eGK) dargestellt [Fr05]. Es wurde ein Sicherheitskonzept vorgestellt, das die verschiedenen Anforderungen bezüglich der Sicherheit elektronischer Prüfungen umsetzt. Dazu zählen vor allem die Verbindlichkeit der Prüfungsangaben, die Authentizität der Teilnehmer und die Umsetzung aller datenschutzrechtlichen Anforderungen. Das Konzept ermöglicht somit u.a. die Anonymität der Teilnehmer trotz Authentizität und gewährleistet, dass jeder Akteur „Herr seiner Daten“ bleibt. Dies wird dadurch erreicht, dass nur derjenige Zugriff auf Datenobjekte eines anderen hat, der zuvor durch die Bereitstellung eines sog. TicketToolkits dazu ermächtigt wurde.

Der Dozent kann dadurch im Vorfeld nur denen die Teilnahme an der Klausur erlauben, die sich z.B. über das Prüfungsamt angemeldet haben und damit zur Teilnahme berechtigt sind. Den Teilnehmern wird in diesem Falle eine Berechtigung für das Dateisystem des Dozenten gegeben, das der Klausur entspricht. Dieser Zugriff kann nur durch den Einsatz einer elektronischen Studierendenkarte erfolgen. Für die

Klausurdurchführung und –auswertung gilt das Gleiche, nur umgekehrt. Die Studierenden erlauben dem Dozenten (und evtl. weiteren Korrektoren) explizit, die Prüfungsdaten einzusehen. Durch die hierarchische Anordnung des Dateisystems werden dabei die persönlichen Daten des Studierenden von den Prüfungsdaten getrennt. Dadurch wäre auch eine anonyme Bewertung möglich, denn der Dozent sieht nur die Prüfungsdaten und keine Matrikelnummer o.ä.

Dadurch ergibt sich eine weitere Anwendungsmöglichkeit, wie z.B. die Durchführung von anonymen Selbsttest zur Klausurvorbereitung. Der Dozent erlaubt nur den Studierenden die Teilnahme, die seine Veranstaltung besuchen. Die Studierenden führen den Selbsttest durch und erlauben dem Dozenten nur den Zugriff auf die gemachten Angaben, nicht aber auf ihre Matrikelnummer oder Namen. Dadurch ist sogar die Anonymität trotz Authentizität möglich. Weitere Anwendungsmöglichkeiten in diesem Falle wären z.B. auch Lehrevaluierungen.

4.2 Architektur

Ähnlich wie bei der elektronischen Gesundheitskarte erhält der Student eine elektronische Studierendenkarte, die bereits mit einem für ihn generierten privaten Schlüssel sowie Zertifikat ausgestattet ist. Das Zertifikat beinhaltet den öffentlichen Schlüssel, so dass ein Zusammenspiel beider Schlüssel mit dem System möglich ist.

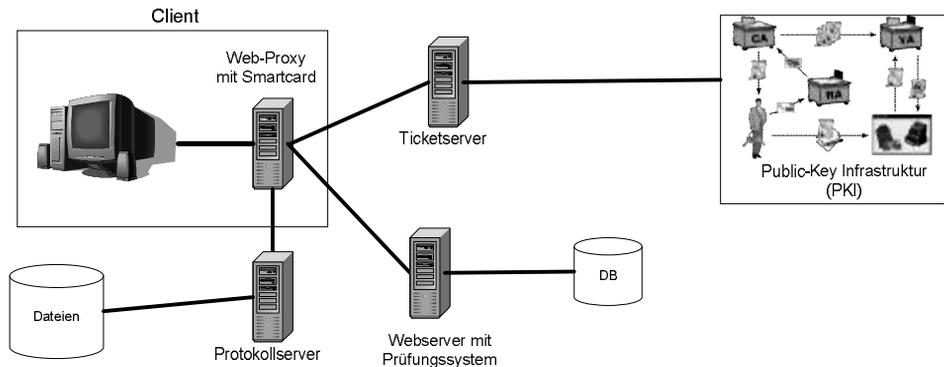


Abb. 1: Grob-Architektur

Abb. 1 zeigt eine Anordnung der neuen Infrastruktur für den sicheren Zugriff auf das Prüfungssystem. Der Prüfer bzw. Student, der über den Clientrechner „sicher“ auf das Prüfungssystem auf dem Webserver zugreifen will, wählt seinen Weg über den Web-Proxy, der zwischengeschaltet wird. Dieser hat Zugriff auf die elektronische Studierendenkarte sowie auf den Ticketserver, auf die PKI und den Protokollserver. Die Realisierung des Web-Proxy kann sich an dem Konzept des Proxy-Server für transparentes digitales Signieren von E-Learning Inhalten orientieren [ESS07]. Dieses Konzept basiert auf einem Proxy-Server für Lern-Management-Systeme (LMS) wie ILIAS oder Moodle.

Ticketserver, PKI und Protokollserver haben gemeinsam, dass sie als Webservice über das Internet erreichbar sind. Die Webservices akzeptieren allerdings nur authentifizierte

Anfragen, d.h. der Proxy signiert die Anfragen für den Benutzer automatisch bei der Kommunikation mit Ticket- und Protokollserver. Der PKI-Server erlaubt nur einen lesenden Zugriff, so dass hier auch eine Abfrage ohne Signatur möglich ist.

Der Protokollserver erhält vom Web-Proxy Informationen darüber, welche Daten zwischen Client und dem Web-Proxy geflossen sind. Der Proxy modifiziert die HTTP-Anfragen und HTTP-Antworten, so dass nachvollzogen werden kann, welche Daten der Client selbst verschickt und welche er empfangen hat. Nur diese Daten hat zum Beispiel der Student im Hinblick auf eine Prüfung und der rechtlichen Absicherung zu verantworten („What you see is what you sign“). Daher werden die HTTP-Anfragen durch den Protokollserver aufgezeichnet. Des Weiteren dient der Web-Proxy zur Umsetzung der Ver- und Entschlüsselung, sowie der Signierung und Verifizierung von Daten.

Die Public-Key-Infrastruktur (PKI) hält die öffentlich zugänglichen Zertifikate der Benutzer vor. Sobald die Hochschule ein Zertifikat für eine elektronische Studentenkarte ausstellt, wird dieses der PKI hinzugefügt. Dies ist notwendig, damit Benutzer Freigaben, so genannte TicketToolkits, im Ticketserver anlegen und Ticket- und Protokollserver signierte Anfragen verifizieren können.

Der Ticketserver implementiert die Funktionen des virtuellen Dateisystems der Telematik-Infrastruktur der elektronischen Gesundheitskarte ([HW08], [Fr05]). Er ist für die Erstellung und Verwaltung von Klausurschlüsseln (examKeys) obligatorisch. Über ihn wird der vertrauliche Zugriff auf Prüfungsfragen und Prüfungsantworten realisiert. Die examKeys liegen verschlüsselt für den Zugriff über bestimmte T-Nodes, also Knotenpunkte, die die Klausurschlüssel schützen, bereit. Grundsätzlich gilt: Nur wer über eine explizite Berechtigung (Ticket) auf einen T-Node verfügt, kann darauf zugreifen. Diese Berechtigung kann nur vom Ersteller des T-Nodes vergeben werden.

Die TicketToolkits regeln den Zugriff auf die Information, die hinter dem T-Node stehen. Wird ein T-Node gelöscht, gehen damit alle TicketToolkits und damit alle Freigaben verloren. Auch das Überschreiben oder Löschen einzelner TicketToolkits ist möglich, um gezielt Benutzer für die Freigabe zu (de-)aktivieren.

Jeder Benutzer hat ein eigenes Verzeichnis, das so genannte VROOT, das mit seiner Benutzerkennung (Matrikelnummer, DozentenID, etc.) verknüpft ist. In diesem werden Referenzen zu den freigegebenen T-Nodes gespeichert. Die Realisierung wird anhand der einzelnen Prüfungsprozesse und der in Abb. 2 dargestellten Ticketsystemstruktur beschrieben.

4.3 Klausurerstellung und -anmeldung

Die Vorbereitungsphase dient der Zusammenstellung der Klausur und dem Anmeldezeitraum für die Studierenden.

Zuerst einmal wird mittels Ticketserver ein neuer *T-Node* (#965677) und ein *examKey* (examKey A) durch den Dozenten erstellt. Der *examKey* ist ein symmetrischer Schlüssel, mit dem die Klausurfragen verschlüsselt werden. Der *examKey* ist wiederum sym-

metrisch mit einem *decodeKey* verschlüsselt und wird durch den *findKey* (#1222) im virtuellen Dateisystem identifiziert.

Für jede Klausur existiert genau ein T-Node. Für diesen T-Node wird nun für jeden der zur Klausur angemeldeten Teilnehmer ein TicketToolkit erzeugt. Dazu importiert der Dozent eine Liste der Teilnehmer, die er entweder aus einem Hochschul-Informationssystem exportiert hat oder aber direkt von den Prüfungsämtern erhalten hat.

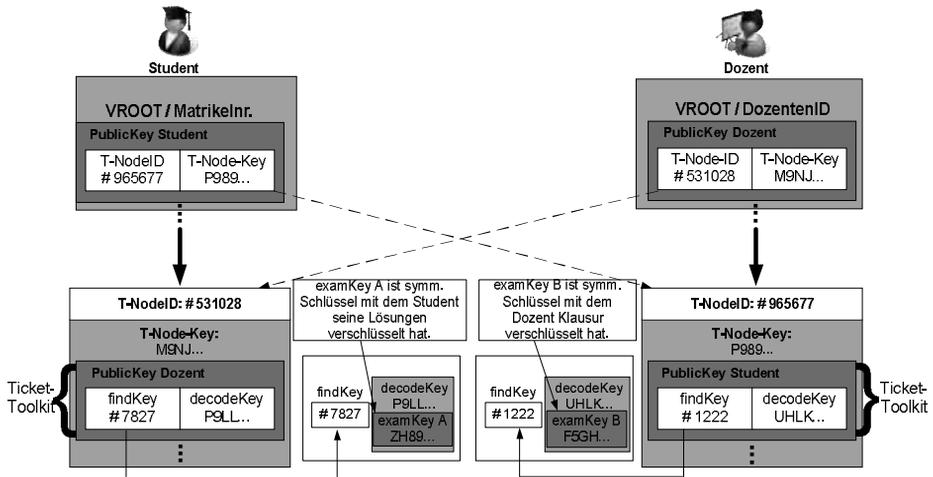


Abb. 2: Ticketsystemstruktur

Jedes der TicketToolkits wird mit dem öffentlichen Schlüssel des Teilnehmers („*PublicKey Student*“) verschlüsselt und verweist auf den *examKey*. Der Ticketserver schreibt nun noch in das VROOT des angemeldeten Studenten die Informationen, welcher T-Node aufzusuchen ist und wo sich das TicketToolkit für den Studenten befindet. Zu diesen Informationen gehören die T-NodeID (#965677) und der T-Node-Key, die mit dem öffentlichen Schlüssel des Studenten verschlüsselt werden. Die T-Node-ID referenziert den T-Node, der T-Node-Key verschlüsselt die TicketToolkits des T-Nodes.

Zusätzlich erstellt der Ticketserver einen T-Node (#531028). Der T-Node enthält ein TicketToolkit für den Dozenten, das ihm erlaubt, auf die Prüfungsangaben des Studierenden (z.B. zur Auswertung oder Nachkorrektur) zuzugreifen. Auch hier wird ein symmetrischer *examKey* generiert, mit dem die Prüfungsangaben des Studierenden verschlüsselt werden. Ohne dieses TicketToolkit kann niemand außer dem Studierenden auf die Prüfungsangaben zugreifen. Für jede weitere Person, die an der Korrektur beteiligt sein soll, muss ein TicketToolkit erstellt werden. Der Student bestimmt, ob und ggf. wem er ein TicketToolkit ausstellt. Die Generierung kann auch erst nach der Klausurdurchführung erfolgen. Durch dieses Konzept bleiben sowohl der Student als auch der Dozent „Herr ihrer Daten“.

4.4 Durchführung

Wenn ein Student eine Klausur durchführen will, muss zuerst überprüft werden, ob er an der Klausur teilnehmen darf. Dazu muss der zur Klausur entsprechende T-Node (#965677) geöffnet werden. Sofern der T-Node im VROOT des Studenten enthalten ist, wird die Anfrage zusammen mit dem entsprechenden T-Node-Key weitergeleitet. Der Ticketserver öffnet daraufhin den gesuchte T-Node (anhand der T-NodeID) und entschlüsselt ihn mit dem symmetrischen T-Node-Key. So ist sichergestellt, dass ein T-Node mit einer öffentlichen T-NodeID nicht ohne Freigabe des Erstellers aufgerufen werden kann. Existiert für den Studenten ein TicketToolkit, wird das TicketToolkit verifiziert, indem ein Abgleich der Uhrzeiten stattfindet. TicketToolkits können minutengenau auf einen bestimmten Zeitraum eingeschränkt werden. Danach sendet der Ticketserver Zugriffsinformationen für den examKey, zurück. Das sind ein symm. Schlüssel (findKey) zum Auffinden des examKey und ein symmetrischer Schlüssel zum Entschlüsseln des examKey (decodeKey).

Nach der Entschlüsselung von findKey und decodeKey werden beide Schlüssel zum Ticketserver übertragen. Danach wird der examKey mit Hilfe des findKeys gesucht und mit Hilfe des decodeKey entschlüsselt. Der Proxy kann nun mit Hilfe des examKey die Klausur für den Studenten entschlüsseln. Damit der Student die Fragen sehen kann, werden die Daten per Hypertext Transfer Protocol (HTTP) übertragen. Die HTTP-Anfrage wird nun zum Server weitergeleitet, und die Antwort wird vom Proxy empfangen. Der HTTP-Body dieser Antwort kann verschlüsselte und signierte Inhalte beherbergen. Diese werden vom Proxy entsprechend einer definierten Notation erkannt und entschlüsselt bzw. verifiziert. Die Verifizierung einer digitalen Signatur kann mit Hilfe des Zertifikats bzw. des öffentlichen Schlüssels aus der PKI erfolgen. Das HTML-Dokument wird in diesem Vorgang sozusagen „entschlüsselt“.

Im letzten Schritt werden die HTTP-Daten zum Client weitergeleitet. Hierbei muss ggf. wieder der HTTP-Header angepasst werden, so dass Angaben wie die Content-Length stimmen. Es ist im Wesentlichen unerheblich, welche Daten im HTTP-Body enthalten sind. Eine Signierung und symmetrische Verschlüsselung von größeren multimedialen Inhalten ist somit ebenfalls möglich. Signatur- und Verschlüsselungsoperationen können beliebig hintereinander ausgeführt werden, zum Beispiel die Entschlüsselung von verschlüsselten und signierten Daten. Vom Proxy verschlüsselte bzw. signierte Daten haben eine feste Notation, so dass diese beim Parsen des HTML-Dokuments gefunden und entschlüsselt bzw. verifiziert werden können. Die Notation einer asymmetrischen verschlüsselten Information im HTML-Dokument sieht wie folgt aus:

```
<html>
  <head> ... </head>
  <body>
    ...
    !PROX-EN! Chiffretext !NE-XORP!
    ...
  </body>
</html>
```

Der Schlüsseltext wird Base64-Enkodiert von den Zeichenfolgen *!PROX-EN!* und *!NE-XORP!* eingeschlossen, wodurch eine genaue Abgrenzung der verschlüsselten Daten zu der restlichen Information möglich ist. Bei der Signierung von Daten werden neben dem Text auch die dazugehörige Signatur und das Zertifikat des Benutzers überliefert. Der Text liegt unverschlüsselt vor, so dass bei dem Wunsch nach Vertraulichkeit der signierte Text bzw. die o.g. Notation nachträglich noch verschlüsselt werden kann.

Nach Beendigung der Klausur wird ein Klausurbogen erstellt. Dieser beinhaltet sowohl alle Daten der Prüfung, als auch die Matrikelnummer, Datum des Bogens, Prüfungsfragen sowie die vom Student gegebenen Antworten. Dieser Bogen wird durch den Studenten signiert und im System hinterlegt. Zusätzlich erhält der Student den Hash-Code des Klausurbogens als Quittung angezeigt. Über diesen kann auch er nachvollziehen, ob ein Klausurbogen wirklich der ist, den er signiert hat.

4.5 Auswertung und Archivierung

Die Klausurauswertung kann bei Single- /Multiple-/ Matrix-Choice Aufgaben durch das Prüfungssystem direkt erfolgen. Bei Freitexten jedoch ist eine manuelle Korrektur durch den Dozenten nötig. Allerdings kann die Auswertung nur durch den Dozenten erfolgen, weil nur er die Erlaubnis hat die Prüfungsdaten des Studenten zu entschlüsseln. Es sei denn, es wurden weitere TicketToolkits für weitere Personen durch den Studenten erzeugt.

Die Archivierung der gesamten Prüfung erfolgt nach der Auswertung. Dazu werden alle Protokoll Daten des Protokollservers sowie alle Prüfungsdaten zusammengeführt und durch den Dozenten signiert und verschlüsselt abgespeichert.

5 Proof-of-concept

Das in Kap. 4 beschriebene System ermöglicht die Umsetzung aller sicherheits- und datenschutzrechtlichen Anforderungen für elektronische Prüfungen. Nachfolgend wird die Anwendbarkeit an einem bestehenden Klausursystem beschrieben.

5.1 KLAUSIE (Klausursystem Universität Siegen)

KLAUSIE wird seit dem Sommersemester 2008 am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsrecht und Wirtschaftsinformatik der Universität Siegen eingesetzt. KLAUSIE ist ein auf PHP und MySQL basiertes System, mit dem Online-Tests auf Basis von Multiple- /Single-/Matrix-Choice, Lückentexte und Freitexte umgesetzt und durchgeführt werden. KLAUSIE verwendet bislang nur die üblichen Sicherheitsmechanismen wie SSL und die verschlüsselte Speicherung der Daten in der Datenbank. Zur Authentifizierung der Studierenden werden deren Studentenkennungen verwendet. Alle anderen Nutzer (Dozenten, Administrator, etc.) erhalten eine eigene KLAUSIE-Kennung.

Der Zugriff auf das Prüfungssystem KLAUSIE erfolgt nun über den vorgestellten Proxy. Beim Login wird das Passwort mittels der Smartcard signiert übertragen. Damit eine Verifizierung der Authentifizierungsdaten stattfinden kann, muss das Prüfungssystem minimal angepasst werden. Hier wird bisher das Passwort überprüft, nun müssen zusätzlich die Signatur des Passworts, als auch der korrekte Zusammenhang zwischen Signatur und der hinzukommenden Benutzerkennung überprüft werden. Dies ist über eine Anbindung des PKI-Servers als Schnittstelle möglich. Falls der Login ohne den Proxy stattfinden würde, stünde in der übermittelten Variable das eigentlich eingegebene Passwort ohne Signatur. Wenn jedoch der Proxy benutzt wird, überprüft der Proxy, ob die Signatur zu dem eingegebenen Passwort passt und ob das im String enthaltene Zertifikat das des Benutzers ist, der sich versucht einzuloggen. Danach wird das eigentliche Passwort aus dem Datenteil der Signatur ausgelesen und weiter verarbeitet.

Die Prüfungsangaben werden komplett verschlüsselt in der Datenbank gespeichert, so dass ein Angreifer keine vertraulichen Daten auslesen kann. Damit KLAUSIE nun die verschlüsselten Daten einlesen kann, wurde die Schnittstelle zur Datenbank angepasst. Hier werden die Ergebnisse lesender Operationen, wie zum Beispiel ein SELECT-Aufruf automatisch entschlüsselt und Schreiboperationen, wie INSERT und UPDATE, verschlüsselt. Bei einem SELECT stehen die aktuell gelesenen (verschlüsselten) Daten in einem Array zur Verfügung, die im Folgenden automatisch entschlüsselt werden. Vorhandene Signaturen werden dabei ignoriert, man könnte genauso gut nach einer fehlgeschlagenen Verifikation den Programmablauf abbrechen oder einen entsprechenden Hinweis ausgeben. Die zur Entschlüsselung notwendigen T-Node-IDs werden festgehalten, da mit diesen später eine Verschlüsselung der kompletten HTML-Ausgabe stattfindet.

Beim INSERT und UPDATE von Daten wird der vorhandene „unverschlüsselte“ SQL-Query durch einen Parser verschlüsselt. Dazu kennt KLAUSIE die vom Benutzer verwendete T-Node-ID und überprüft, ob im SQL-Query Daten vorkommen, die nur verschlüsselt in der Datenbank gehalten werden sollen. Diese Zuordnung wird über die Spaltennamen der Datenbank getroffen. Damit die Schlüsseltexte auch in die Datenbank geschrieben werden können, müssen Datentypen der Tabellenspalten ggf. geändert werden. So wurde die korrekte Antwort einer Single-Choice Aufgabe bisher als Integer gespeichert. Da diese Zahl nun aber verschlüsselt in der Datenbank steht, reicht der Integer-Datentyp nicht mehr, so dass eine Änderung in einen „Text“-Datentyp notwendig ist. Da nach dem Auslesen der Datenbank die Daten in KLAUSIE unverschlüsselt zur Verarbeitung vorliegen, müssen diese vor dem Senden einer Antwort zum Client wieder verschlüsselt werden. Dazu verschlüsselt KLAUSIE seine kompletten Ausgaben mit den o.g. T-Nodes.

6 Zusammenfassung

Elektronische Prüfungen können die traditionelle Lehre durch Selbsteinschätzungstests unterstützen und mit Online-Prüfungen auch einen hohen Arbeitsaufwand reduzieren. In diesem Beitrag wurden verschiedene Verfahren zur Absicherung von elektronischen Prüfungen diskutiert und eine Lösung für browserbasierte Prüfungen vorgestellt. Durch

den Einsatz einer PKI, symmetrischer und asymmetrischer Verschlüsselung, sowie dem Erstellen digitaler Signaturen und deren Verifizierung ist ein hohes Maß an Datenschutz und Datensicherheit gewährleistet. Dabei wurden Verfahren aus der Telematik-Infrastruktur der elektronischen Gesundheitskarte für elektronische Prüfungen umgesetzt. Dies sind u.a. T-Nodes, die den Zugriff auf einen symmetrischen Klausurschlüssel nur für mittels TicketToolkits freigegebene Personen erlaubt.

Eine Weiterentwicklung könnte die Einführung eines SQL-Proxy sein. Dieser würde sich zusätzlich zu dem Web-Proxy zwischen dem Klausursystem und der SQL-Datenbank befinden. Das hätte zur Folge, dass sich die Anpassung des Klausursystems auf ein Minimum beschränken würde. Denn nur die Verbindung zwischen Klausursystem und Datenbank müsste über den SQL-Proxy umgeleitet werden. So könnte dann die feingranulare Zugriffskontrolle über den SQL-Proxy erfolgen. Aktuell wird zu der Entwicklung eines SQL-Proxy an der Universität Siegen eine Diplomarbeit durchgeführt.

Außerdem bietet die in diesem Beitrag beschriebene Realisierung einen multifunktionalen Nutzen. Das Ticketsystem könnte auf die Einführung einer elektronischen Studierendenausweise (eSA) angewendet werden. Der elektronische Studierendenausweis als Kombilösung für Semesterticket, Kopierkarten und Bezahlkarte in Form von EC- oder Geldkarte.

Literaturverzeichnis

- [Bo08] Borchers, Christian M.: Die Einführung der elektronischen Gesundheitskarte in das deutsche Gesundheitswesen. Diss. Univ. Würzburg, Logos Verlag, Berlin, 2008.
- [ESS07] Eibl, Christian J. ; Solms, SH B. ; Schubert, Sigrid: Development and Application of a Proxy Server for Transparently, Digitally Signing E-Learning Content in New Approaches for security, privacy and trust in complex environments (IFIP TC-11 22nd). 2007.
- [Fr05] Fraunhofer Institut: Spezifikation der Lösungsarchitektur zur Umsetzung der Anwendungen der elektronischen Gesundheitskarte, 2005
- [HW08] Hoffmann A., Wismüller, R.: Sicherheitskonzept für elektronische Prüfungen an Hochschulen auf Basis eines ticketbasierten, virtuellen Dateisystems In: Seehusen, S.; Lucke, U.; Fischer, S. (Hrsg.): Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik - DeLFI 2008, Lübeck, 2008, S.197-208
- [Ki08] Kirchner-Freis, Iris: Rechtliche Aspekte des eLearning und eAssessment : Ein Praxisleitfaden / Hrsg. Andree Kirchner; Hrsg. Iris Kirchner-Freis; Hrsg. MLS Rechtsanwalts-gesellschaft mbH; Iris Kirchner-Freis; Andree Kirchner; Antje Zimmermann. - Version 2.0. - Bremen: Kirchner, Andree, Prof. Dr., 2008
- [Re08] Reepmeyer, J.; Onlineklausuren, In: Grob, H.L.; vom Brocke, J.; Buddendick, Ch. (Hrsg.); E-Learning-Management, Vahlen Verlag München, 2008, S. 255-274
- [ZB07] Zimmerling W., Brehm R.: Prüfungsrecht, 3. Auflage, Carl Heymanns Verlag, Köln, 2007

Feedback mit einem webbasierten Übungsbetrieb

Patrick Stalljohann¹, Eva Altenbernd-Giani, Anna Dyckhoff¹,
Philipp Rohde¹, Ulrik Schroeder

¹Centrum für integrative Lehr- und Lernkonzepte (CiL)
Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9
RWTH Aachen University
52056 Aachen
{stalljohann,dyckhoff,rohde}@cil.rwth-aachen.de
{giani,schroeder}@informatik.rwth-aachen.de

Abstract: Häufig werden regelmäßige Übungen begleitend zu Vorlesungen durchgeführt, um Studierende zu einer aktiven Auseinandersetzung mit dem Lernstoff zu bewegen und durch die Anwendung neu erworbenen Wissens einen Transfer zu fördern. Elektronische Übungssysteme unterstützen vor allem geschlossene oder halboffene Aufgabentypen, die dann automatisch korrigiert werden können, deren Rückmeldungen aber zumeist zu beschränkt sind, als dass sie als Lerngelegenheit genutzt werden können. Wir stellen in diesem Beitrag ein in die Lernplattform der RWTH Aachen integriertes Übungssystem vor, das manuelle Rückmeldungen durch Lehrende auf flexible Weise ermöglicht, um in unterschiedlichen didaktischen Szenarien genutzt zu werden. Erste Erfahrungen und Auswertungen von Piloteinsätzen des Systems über die letzten beiden Semester zeigen, dass die Variabilität hilfreich ist, um verschiedene Lernkulturen hochschulweit erfolgreich zu unterstützen.

1 Einleitung

An einer Hochschule gibt es eine Reihe verschiedener Formen und didaktischer Ausgestaltungen von Lehrveranstaltungen. In vielen dieser Szenarien werden veranstaltungsbegleitend Übungen durchgeführt. Die Rückmeldungen zur Aufgabenbearbeitung stellen einen wesentlichen Faktor für den Lernerfolg dar [Ga85, SS06] und fließen üblicherweise in die Bewertung ein. Aus diesem Grund wurde ein Modul zur Unterstützung universitärer Übungsbetriebe in LP, dem hochschulweiten Lehr- und Lernportal der RWTH Aachen, integriert, das ein möglichst breites Spektrum von Übungsszenarien abdecken kann. Dieses Modul sowie Erfahrungen aus einer ersten Pilotphase konnten bereits vorgestellt werden [DRSS08]. In diesem Artikel werden Anforderungen und Möglichkeiten zur Bereitstellung von Rückmeldungen durch eine überarbeitete Version des webbasierten Übungsbetriebs im Kontext einer zweiten Pilotphase beleuchtet.

In Abschnitt 2 wird das Thema Feedback anhand theoretischer Grundlagen motiviert. Anschließend werden Systeme, die bereits zur Organisation universitärer Übungsaufgaben eingesetzt werden, in Hinblick auf die Vergabe von Feedback dargestellt (Abschnitt 3). Das Übungsbetriebmodul von LP und daran gestellte Anforderungen bezüglich der Bereitstellung von Feedback werden in Abschnitt 4 beschrieben. Im Anschluss folgt die Beschreibung und Auswertung erster Erfahrungen zur Nutzung der Feedbackmöglichkeiten des Moduls, die im Rahmen bisheriger Pilotphasen gesammelt werden konnten (Abschnitt 5).

2 Theoretischer Hintergrund

Da die reine Präsentation von Informationen für einen gesicherten Lernerfolg nicht ausreicht, müssen Lernende sich selbst aktiv mit dem Lernstoff beschäftigen. Dazu werden den Studierenden häufig veranstaltungsbegleitend Aufgaben zur eigenständigen Bearbeitung gestellt. Die Aufgabenbearbeitung und die darauf folgenden Rückmeldungen ermöglichen es Lernenden einerseits, ihre Lernleistungen einzuschätzen und andererseits das Feedback als Informationsquelle für den Ausgleich von Wissensdefiziten und zur Korrektur von Fehlern zu nutzen.

Um einer möglichst großen Anzahl Lernender zeitnahe Feedback zu geben, werden vermehrt Systeme zur automatischen Analyse und Bewertung von Aufgaben eingesetzt. Die elektronische Durchführung bietet über die Effizienz hinaus die Vorteile des Einsatzes multimedialer Elemente (z.B. Filme, Simulationen etc.), automatischer Bewertungsroutinen, einer transparenten Darstellung einzelner Ergebnisse sowie statistischer Auswertungen für Lehrende und Lernende mit sich. Durch eine automatische Auswertung von Lösungen sind Lehrende jedoch bei der Auswahl der automatisch durch den Computer auswertbaren Fragetypen eingeschränkt. Geeignet sind nur Fragetypen, die objektiv auswertbar sind. Bei Fragen dieser Art muss die korrekte Lösung im Voraus konkret bekannt sein [BM04], wie es beispielsweise bei Aufsätzen nicht der Fall ist. Nach Rütter [Rü73] kann zwischen geschlossenen und halboffenen Aufgaben unterschieden werden. Bei geschlossenen Aufgaben formulieren Lernende die korrekte Lösung nicht selbst, sondern wählen aus einem Angebot aus (z.B. Multiple-Choice, Zuordnungsaufgaben). Bei halboffenen Aufgaben wird den Lernenden die korrekte Lösung nicht angezeigt, kann aber formalisiert und automatisch ausgewertet werden (z.B. Lückentexte). Die Systeme *Hot Potatoes*¹ und *Questionmark Perception*² sind beispielsweise für die Erstellung und Abwicklung solcher automatisch auswertbaren Aufgaben konzipiert. Darüber hinaus bietet eine Vielzahl von Lernmanagement-Systemen (LMS), wie beispielsweise *Moodle*³ und *Ilias*⁴, Komponenten zur Erstellung, Beantwortung und Bewertung solcher Aufgaben an, die häufig zu Tests zusammengefasst werden.

¹ <http://www.hotpotatoes.de> (16.06.2009)

² <http://www.questionmark.com> (16.06.2009)

³ <http://www.moodle.org> (16.06.2009)

⁴ <http://www.ilias.de> (16.06.2009)

Bei diesen automatisch auswertbaren Aufgaben reichen die Rückmeldungen jedoch meist nicht über ergebnisorientiertes Feedback hinaus. Unter ergebnisorientiertes Feedback fallen nach Narciss [Na06] *Knowledge of result*, bei dem der Lernende erfährt, ob seine Antwort richtig oder falsch ist, *Knowledge of performance*, das dem Lernenden summatives Feedback über den erreichten Leistungsstand gibt, und *Knowledge of the correct response*, bei dem die richtige Lösung präsentiert wird. Diese Feedback-Arten wurden insbesondere in behavioristisch geprägten Lernsettings erforscht und dabei u.a. die Fragestellung untersucht, welcher Zeitpunkt für die Vergabe von Rückmeldungen am effektivsten für das Lernen ist. Dabei wurde zwischen direktem Feedback, das sofort nach Beantwortung einer Frage angezeigt wird, und verzögertem Feedback unterschieden. Unter verzögertes Feedback fallen sowohl Rückmeldungen, die nach Abarbeitung einer Sequenz von Fragen gegeben werden, als auch Feedback, das nach einem Zeitraum von ein paar Sekunden oder auch Tagen nach der Beantwortung gegeben wird. Das ergebnisorientierte Feedback zielt auf die positive Verstärkung richtiger Antworten ab. Es dient hingegen weniger dazu, dass Studierende aus ihren Fehlern lernen. Durch die kognitive Wende wurde verstärkt elaboriertes Feedback betrachtet, das den Lernenden strategische Informationen zur Korrektur von Fehlern liefert.

Daneben existiert eine Vielzahl von Systemen zur Erstellung und Durchführung fachspezifischer Aufgaben (z.B. *Criterion* [BCL03], *DUESIE* [HQW08], *eAixessor* [GSS08], *EduComponents* [AFR08] oder *Praktomat* [KSZ02]). In diesen werden gut formalisierbare Aufgaben, wie beispielsweise Mathematik- oder Programmieraufgaben, automatisch bewertet. Viele dieser Systeme liefern ergebnisorientiertes Feedback, das durch weitere Informationen angereichert ist. So werden beispielsweise fehlerhafte Ausgaben eines eingereichten Programms zurückgeliefert. Dennoch wären Lehrende in einigen Fällen in der Lage aussagekräftigeres Feedback zu geben, das mehr Hinweise für die Korrektur von Fehlern liefert. Darüber hinaus ermöglichen einige dieser Systeme den Studierenden, Lösungen mehrfach einzureichen und sich somit schon während der Bearbeitung der Lösung automatisch erstelltes, prozessbegleitendes Feedback einzuholen, das sie zur Korrektur von Fehlern befähigt. Liegen Zwischenstände oder vorläufige Versionen einer Lösung vor, so können anhand dieser bereits Rückmeldungen erstellt werden, welche den Lernprozess noch vor der endgültigen Abgabe unterstützen. Alessi und Troollip empfehlen zum Beispiel Feedback zu geben, sobald ein Lösungspfad eingeschlagen wurde, auf welchem die Aufgabe nicht mehr erfolgreich bearbeitet werden kann [AT85].

Um in einem universitätsweit einsetzbaren System die Vorteile prozessbegleitenden, elaborierten Feedbacks nutzen zu können, obwohl es nicht möglich ist alle Aufgabentypen sämtlicher Wissensdomänen automatisch zu prüfen, muss den Lehrenden ermöglicht werden, den Studierenden manuell Feedback zu geben. Daher gibt es neben diesen auf die automatische Korrektur ausgerichteten Systemen auch solche, die vor allem die manuelle Korrektur organisatorisch unterstützen.

3 Organisatorische Unterstützung von Übungen

Neben domänenspezifischen Systemen gibt es generische Systeme, welche vor allem die organisatorischen Aspekte zur Durchführung von Übungsaufgaben unterstützen. Sowohl universitäre Projekte (z.B. *XLX* [VHL01] oder *iPAL*[PHLV05]) als auch LMS (z.B. *Moodle* oder *Ilias*) realisieren entsprechende Funktionalitäten. Darunter fallen z.B. die zeitgesteuerte Veröffentlichung von Übungsaufgaben, die Entgegennahme von Lösungen oder die Verwaltung der Bewertungen. An dieser Stelle werden exemplarisch die Möglichkeiten des weitverbreiteten LMS *Moodle* aufgezeigt.

Moodle unterscheidet vier Aufgabentypen, die bestimmen, wie diese zu bearbeiten und abzugeben sind: Genau *eine Datei hochladen*, *Online-Texteingabe*, *Offline-Aktivität* und *mehrere Dateien hochladen*. Damit haben Studierende keine Möglichkeit selbst zu entscheiden, ob sie ihre Lösung als Datei hochladen, online in ein Textfeld eintragen oder offline z.B. in einen Zettelkasten einwerfen wollen. Diese Entscheidung treffen Lehrende beim Anlegen einer neuen Aufgabe für alle Teilnehmer. Müssen die Lösungen als einzelne Datei oder durch Online-Texteingabe eingereicht werden, so kann ein erneutes Einreichen erlaubt werden, um Aufgaben iterativ zu verbessern. Rückmeldungen zu den Lösungen sind jedoch auf einzelne Abgaben bezogen, so dass sie bei einer erneuten Abgabe verloren gehen. Insbesondere bei der Bearbeitung einer Aufgabe in Gruppen können somit Informationen für Gruppenmitglieder verloren gehen, welche die Überarbeitung nachverfolgen möchten. Bei dem Aufgabentyp zur Abgabe mehrerer Dateien können Studierende ihre Lösungen sukzessive entwickeln. Lehrende haben einen ständigen Einblick in die Lösungsdateien und können selbst Dateien mit Rückmeldungen als Feedback beitragen. Bei diesem Aufgabentyp ist es jedoch nicht möglich, die Bearbeitung nur innerhalb einer vorgegebenen Frist zu erlauben, da jede Lösung von den Studierenden explizit zur Bewertung freigegeben werden muss. Sollen Aufgaben in Gruppen bearbeitet werden, so müssen die Lehrenden diese Gruppen in *Moodle* manuell anlegen. Ein Szenario, in dem viele Studierende verschiedene Aufgaben in unterschiedlichen Gruppen bearbeiten können, scheint durch den erhöhten Arbeitsaufwand kaum umsetzbar.

4 Der L²P-Übungsbetrieb

In diesem Abschnitt werden zunächst Anforderungen an ein System aufgestellt, welches die Bereitstellung manueller, prozessbegleitenden Feedbacks für die Aufgabebearbeitung in Gruppen ermöglicht. Anschließend wird L²P, das Lehr- und Lernportal der RWTH, eingeführt und ein in L²P integrierbares, webbasiertes System vorgestellt, das diese Anforderungen erfüllt.

4.1 Anforderungen bezüglich Feedback

Bei der Konzeption eines Übungsbetriebmoduls sollten zu den theoretischen Überlegungen aus Kapitel 2 und den in Kapitel 3 herausgearbeiteten Defiziten bereits existierender Systeme folgende Anforderungen berücksichtigt werden:

- Studierende können ihre Lösungen zu verschiedenartigen Übungsaufgaben sowohl elektronisch als auch offline abgeben.
- Studierende können die Teams, in denen sie die Lösungen erarbeiten wollen, selbständig, dynamisch und für jede Übung getrennt bilden.
- Studierenden können vorläufige Versionen mehrerer Dateien zu einer Lösung gemeinsam bearbeiten, bevor sie ihre endgültige Lösung abgeben.
- Lehrende haben zu jeder Zeit Lesezugriff auf die aktuelle, unter Umständen vorläufige Version einer Lösung.
- Lehrende können während der gesamten Bearbeitungszeit manuelles Feedback zu einer Lösung eingeben.
- Lehrende entscheiden bei der Eingabe von Feedback, ob das Feedback sofort oder erst nach Ablauf der Abgabefrist von den Studierenden eingesehen werden kann.
- Lehrende können multimedialer Inhalte und Dateien für Rückmeldungen verwenden und über den Zeitpunkt deren Bereitstellung entscheiden.

Ob Feedback bereits begleitend zur Aufgabenbearbeitung oder erst nach Abgabe einer fertiggestellten Lösung bereitgestellt wird, ist maßgeblich von der Art der Übungsaufgabe und dem didaktischen Konzept der Veranstaltung abhängig. Angestrebt werden sollte deshalb in einem hochschulweit einsetzbaren System, eine Vielfalt an möglichen Szenarien zu unterstützen. Die Entscheidung, welche Variante die geeignetste für eine konkrete Lehrveranstaltung ist, bleibt weiterhin den Lehrenden überlassen.

4.2 Das Lehr- und Lernportal L²P

L²P ist das zentrale Lehr- und Lernportal der RWTH Aachen University⁵. Im Jahr 2005 als Gemeinschaftsprojekt des *Centrums für integrative Lehr- und Lernkonzepte* (CiL) und des *Rechen- und Kommunikationszentrums* (RZ) der RWTH Aachen ins Leben gerufen, wurde L P im Sommersemester 2007 hochschulweit zur Verfügung gestellt [SRG08]. Allein im Wintersemester 2008/09 wurden über 1.500 Veranstaltungen durch das Portal unterstützt.

Das CiL verfolgt mit der Bereitstellung von L P einen *Blended-Learning*-Ansatz. Es strebt also keinen Ersatz, sondern eine Ergänzung der Präsenzlehre an. Lehrende können zu jeder ihrer Veranstaltungen einen eigenen Arbeitsbereich in L P anlegen, der als *Lernraum* bezeichnet wird. Innerhalb dieses Lernraums können Lehrende Materialien wie Folien und Vorlesungsvideos bereitstellen, Ankündigungen verfassen, E-Mails versenden, Literaturempfehlungen geben und deren Digitalisierung beauftragen [SR08], Umfragen durchführen, und vieles mehr. Es ist ihnen ebenfalls möglich, das Angebot

⁵ <http://www.elearning.rwth-aachen.de> (16.06.2009)

zielgerichtet auf die Veranstaltungsteilnehmenden einzuschränken. In diesem Fall können ausschließlich die zur Veranstaltung angemeldeten Studierenden auf die Materialien zugreifen. Neben der Nutzung der von den Lehrenden bereitgestellten Materialien können die Studierenden auch selbst aktiv werden. Sie können zum Beispiel Diskussionen mit Kommilitonen führen, sich an der Erstellung von Wiki-Seiten beteiligen oder eigene Arbeitsmaterialien hochladen.

4.3 Aufbau des L²P-Übungsbetriebs

In einer Pilotphase im Sommersemester 2008 wurden die L²P-Lernräume ausgewählter Veranstaltungen durch ein Modul zur Unterstützung eines Übungsbetriebs ergänzt [DRSS08]. Das Modul bietet speziell auf Übungen zugeschnittene Funktionen, wie die zeitlich terminierte Veröffentlichung von Übungsaufgaben, die Bildung von Kleingruppen zur Lösungsabgabe oder die Verwaltung von Übungspunkten. Der strukturelle Aufbau des Moduls besteht im Wesentlichen aus den drei Kernelementen Übungsblatt, Lösung und Korrektur. Jedes dieser Elemente ist als Container zu verstehen, welcher verschiedene Metadaten und Verknüpfungen zu unterschiedlichen Dokumenten beinhaltet (vgl. Abbildung 1).

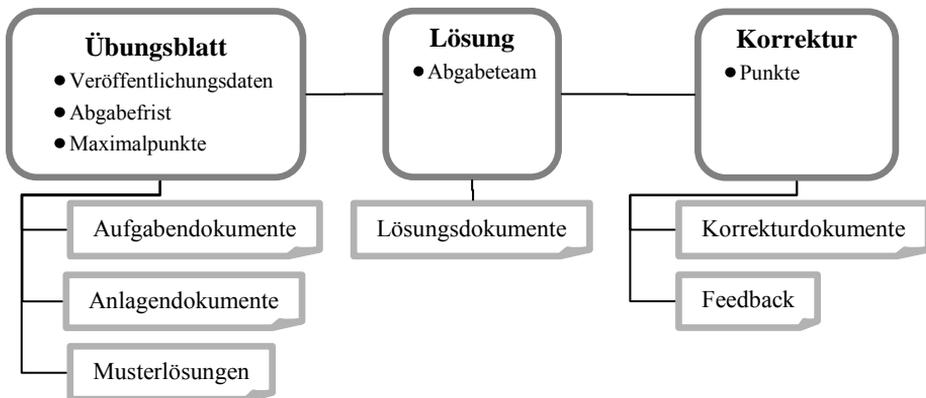


Abbildung 1: Elemente des L²P-Übungsbetriebs

Vor der Veröffentlichung neuer Übungsaufgaben legen Lehrende ein neues Übungsblatt im System an und spezifizieren relevante Metadaten, wie beispielsweise die maximal erreichbaren Punkte. Die Aufgabenstellungen können sie in einem Online-Editor formulieren oder als Dokumente anhängen. Weitere Materialien, welche zur Aufgabebearbeitung benötigt werden, können sie als Anlagen einstellen. Den Bereitstellungszeitpunkt der Übung, und damit auch der zugeordneten Dateien, können sie durch Angabe eines Veröffentlichungsdatums festlegen. Der mit diesem Datum startende Bearbeitungszeitraum der Aufgaben kann optional durch eine Frist eingeschränkt werden. Eine zeitgesteuerte Veröffentlichung einer Musterlösung, welche in Form von Dateien hochgeladen wird, ist ebenfalls möglich.

Innerhalb des Bearbeitungszeitraums können Studierende eine zunächst leere Lösung zu dem entsprechenden Übungsblatt anlegen. Zu dieser können sie andere Studierende des Lernraums einladen. Die eingeladenen Studierenden können dem Abgabeteam durch eine explizite Bestätigung der Einladung beitreten. Dabei können sie Mitglied höchstens eines Teams je Übung sein. Durch das Hochladen von Dokumenten und der Verwendung eines Online-Editors kann die Lösung inhaltlich gefüllt werden. Die Erstellung ist somit schrittweise und mit mehreren Zwischenversionen möglich. Lehrende können auf Basis der bisher hochgeladenen Lösungsdokumente bereits während der Aufgabenbearbeitung Rückmeldungen bereitstellen (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2: Detailansicht einer Lösung innerhalb der Bearbeitungszeit

Bei der Erstellung einer Lösung wird automatisch eine dieser Lösung eindeutig zugeordnete Korrektur erstellt. Innerhalb dieser Korrektur können Lehrende die entsprechende Lösung durch Eingabe von Punkten bewerten. Hilfestellungen und individuelles Feedback können sie in Form von Hypertext oder Dateien eintragen bzw. hochladen. Da die Bearbeitung der Korrektur auch innerhalb der Bearbeitungszeit möglich ist, kann für jeden Feedbackbeitrag und jedes Korrekturdokument festgelegt werden, ob es sofort oder erst nach Abschluss der Korrektur und Ablauf einer eventuellen Abgabefrist bereitgestellt wird. Nachdem Lehrende eine Korrektur als abgeschlossen markiert haben, werden außerdem die vergebenen Punkte für die Studierenden sichtbar. Abbildung 2 zeigt die Detailansicht einer Lösung, bei der die

Mitglieder des Abgabeteams begleitendes Feedback und Korrekturdokumente schon innerhalb der Bearbeitungszeit einsehen können.

Die Implementierung des L P-Übungsbetriebs basiert, wie auch L P selbst, vollständig auf dem *Microsoft Office SharePoint Server 2007 (MOSS)* und der zugrundeliegenden Architektur von *ASP.NET*. Insbesondere die Datenhaltung ist durch das Konzept der *SharePoint*-Listen realisiert, so dass keine separate Datenbank benötigt wird. Insgesamt werden weitestgehend vorgesehene Entwicklungskonzepte wie *WebParts*, *Features* und die in *SharePoint* integrierte Laufzeitumgebung der *Windows Workflow Foundation* verwendet. Auf diese Weise lässt sich das vorgestellte Modul mit wenigen Anpassungen auf jeder Instanz eines *SharePoint* Servers bereitstellen. Die Funktionalität des Übungsbetriebmoduls kann so in andere Implementierungen auf Basis von *MOSS*, seien es weitere Lernplattformen oder Unternehmensportale, übertragen werden.

4.4 Beispiel

An dieser Stelle soll eine mögliche Verwendung des Systems anhand eines beispielhaften Ablaufs vom Anlegen einer Übung, über die Lösungserstellung bis hin zur Korrektur der Lösung mit Bezug auf die beteiligten Akteure demonstriert werden.

Doris Dozent möchte ihren Studierenden eine Übungsaufgabe zur Erstellung eines UML-Diagramms und eines zugehörigen Beschreibungstextes bereitstellen. Sie legt im L P-Übungsbetrieb ein Übungsblatt an, lädt die Aufgabenstellung im PDF-Format hoch und fügt den Anlagen ein Beispieldiagramm hinzu. Nach Eingabe der maximal erreichbaren Punkte, des Veröffentlichungsdatums und der Abgabefrist speichert sie ihre Angaben.

Bei Erreichen des angegebenen Veröffentlichungsdatums erhalten die Studierenden automatisch Leserechte für das Übungsblatt und alle ihm zugeordneten Informationen und Dateien. Ausgenommen hiervon sind die Dokumente der Musterlösung, deren Veröffentlichung separat gesteuert wird.

Simon Student hat einen RSS-Feed der Ankündigungen im Lernraum abonniert und wird direkt über die Veröffentlichung informiert. Er beginnt mit der Bearbeitung der Aufgabe, erstellt eine Lösung im L P-Übungsbetrieb und lädt die Datei mit dem ersten Entwurf eines UML-Diagramms hoch. Außerdem lädt er seine Kommilitonin Silke über das System ein, um gemeinsam mit ihr an der Lösung weiter zu arbeiten.

Theo Tutor, der direkten Zugriff auf Simons Datei mit dem UML-Diagramm hat, kommentiert diese mit einem Hinweis, den er als sofortiges Feedback kennzeichnet. Das System gewährt Simon sofort den Zugriff darauf. Dieser berücksichtigt die Hilfestellung bei der Überarbeitung seines Diagramms und lädt die nächste Version hoch. Silke stimmt nun der gemeinsamen Bearbeitung mit Simon zu und erhält darauf hin vollen Zugriff auf die nun gemeinsame Lösung. Sie sieht Simons aktuellste Lösungsversion und die bereits gegebenen Anmerkungen von Theo Tutor. Sie formuliert nun die geforderte Beschreibung des Diagramms direkt über den Online-Editor. Daraufhin schlägt Theo Tutor Anpassungen der Lösung vor, welche er in einer Kopie der Datei annotiert und als

Korrekturdokument sofort wieder zur Verfügung stellt. Simon arbeitet die Verbesserungsvorschläge in die textuelle Beschreibung und Silke in das Diagramm ein. Anschließend laden sie, jeweils getrennt von einander, die aktuellen Stände der Dateien erneut hoch.

Beim Erreichen der angegebenen Bearbeitungsfrist entzieht das System den beiden Studierenden das Bearbeitungsrecht für ihre Lösung. Der aktuelle Stand ihrer Lösung ist nun ihre endgültige Abgabe. Diese wird erneut von Theo korrigiert, mit Punkten bewertet und mit Feedback versehen. Anschließend markiert er die Korrektur als abgeschlossen, woraufhin das System die Punkte und alle verzögerten Korrekturinformationen für Simon und Silke freigibt. Somit ist diese Lösungsbearbeitung mit begleitendem Feedback beendet. Dozierende können Änderungen an der Bewertung und den Korrekturinformationen nachträglich vornehmen. Möchte Doris Dozent diese Änderungen vornehmen, kann sie dabei den vollständigen Feedbackverlauf zwischen Theo und den beiden Studierenden einsehen.

5 Erfahrungen

Erste Erfahrungen mit dem evolutionären Prototyp des L P-Übungsbetriebs konnten im Sommersemester 2008 in einer ersten Pilotphase mit 4 Veranstaltungen gesammelt werden [DRSS08]. Im Anschluss wurde der Prototyp auf Basis von Anregungen durch die Nutzer und Nutzerinnen überarbeitet. Im Wintersemester 2008 folgte eine zweite, größer angelegte Pilotphase, bei welcher der Übungsbetrieb in 18 Lernräumen von L P, und damit in 18 Veranstaltungen, genutzt wurde. Somit konnte das Modul von insgesamt 68 Dozierenden und Assistenten, 38 Tutoren und 1.618 Studierenden getestet werden.

Ziel des Piloteinsatzes war unter anderem, die Nutzung der Feedbackmöglichkeiten des Moduls zu testen. Die Veranstaltungen, in denen der Übungsbetrieb in der zweiten Pilotphase eingesetzt wurde, unterschieden sich in vielerlei Hinsicht. Ein systematischer Ansatz zur Evaluation wurde daher nicht gewählt. Dagegen wurde Wert darauf gelegt, dass reale Veranstaltungen in all ihren Variationen durchgeführt und beobachtet werden konnten. Thematisch reichten sie von Sprachkursen des Instituts für Anglistik über Veranstaltungen der Wirtschaftswissenschaften und der Chemie bis hin zu Vorlesungen aus den Gebieten Mathematik und Informatik. Die Anzahl der beteiligten Studierenden variierte zwischen 8 und 422 je Veranstaltung. Insbesondere unterschieden sie sich jedoch in der Art und Weise der Nutzung des L P-Übungsbetriebs.

In der größten Veranstaltung wurden zum Beispiel 27 Übungsblätter, teilweise mit Musterlösungen, zeitgesteuert bereitgestellt. Die elektronische Abgabe von Lösungen wurde allerdings nur zu einem einzigen Übungsblatt erlaubt. In diesem Fall wurden auch individuelles Feedback und Korrekturdokumente bereitgestellt, jedoch nicht begleitend zur Bearbeitung. In einer anderen großen Veranstaltung mit ca. 250 Teilnehmern wurden 14 Übungsblätter bereitgestellt, wobei die Abgabe der Lösungen in Teams erfolgen durfte [ASA09]. Die Studierenden waren in neun Übungsgruppen eingeteilt, in denen ihnen jeweils mindestens ein betreuender Tutor zugeordnet war. Dieser war für die Korrektur der Lösungen aus seiner Übungsgruppe verantwortlich und stellte

entsprechend individuelles Feedback und Korrekturhinweise bereit. In dieser Veranstaltung wurde auch begleitendes Feedback gegeben. Für die Korrektur der eingereichten, digitalen Lösungen wurden Grafiktablets angeschafft, damit Kommentare in Lösungsdokumente geschrieben und gezeichnet werden konnten. In anderen Veranstaltungen wurden die Lösungen einzeln ausgedruckt, handschriftlich kommentiert, eingescannt und wieder hochgeladen.

Zusätzlich zum ständigen E-Mail-Kontakt zu den Pilotnutzern und einem persönlichen Feedbacktreffen wurden in jedem Lernraum der 18 beteiligten Veranstaltungen Umfragen eingestellt. 8 Dozierende, 10 Tutoren und 99 Studierende antworteten auf die zum Übungsbetrieb gestellten Fragen. 62% der befragten Studierenden geben an, Feedback ausschließlich nach Ablauf der Bearbeitungsfrist bekommen zu haben. 6% haben zusätzlich begleitendes Feedback erhalten. 7% haben gar kein Feedback bekommen und 14% geben an, nicht zu wissen, ob sie Feedback bekommen haben.

Demgegenüber stehen die Antworten der Befragten auf die Frage, wie sie die Möglichkeit, Feedback und Korrekturdokumente noch während der Bearbeitungszeit zu bekommen, bewerten (siehe Abbildung 3). 100% der befragten Dozierenden, 50% der Tutoren und 79% der Studierenden halten begleitendes Feedback für *hilfreich* bis *sehr hilfreich*. Im Median wird diese Funktionalität als *hilfreich* bewertet.

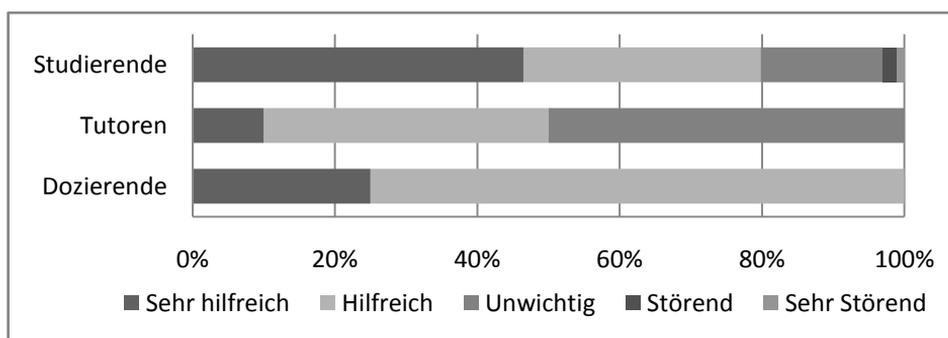


Abbildung 3: Bewertung begleitenden Feedbacks

Obwohl ein Zuspruch für begleitendes Feedback besteht, geben 48% der Studierenden an, dass sie ausschließlich fertiggestellte Lösungen hochladen würden. Voraussetzung für prozessbegleitende Hilfestellungen ist allerdings, dass Tutoren und Dozierende Einblick in Zwischenstände der Lösungen erhalten. Die Befragten nannten Erklärungen, wie die „Sorge, dass nachher die unvollständige Lösung aus irgendwelchen Gründen als die Endgültige gewertet wird“ oder, dass „die Aufgaben an einem Stück bearbeitet wurden, es also keine halbfertigen Lösungen gab“. In den meisten Fällen wird die Ablehnung, Zwischenversionen im System hochzuladen, jedoch mit dem zeitlichen Aufwand bei der mehrfachen Bedienung des Systems begründet. Hier ist also noch Verbesserungspotential für den nächsten Entwicklungszyklus des L P-Übungsbetriebs zu erkennen.

31% der Dozierenden und Tutoren geben an, dass sich die Anzahl des vergebenen Feedbacks durch den L P-Übungsbetrieb erhöht. Die restlichen Befragten bemerkten

keine Auswirkungen. Mehr als ein Stimmungsbild einzufangen vermag die Umfrage allerdings nicht zu leisten. Die Wirkung von Feedback hängt insbesondere von der Qualität ab. Auch wenn ebenfalls 31% positive oder sehr positive Auswirkungen der Verwendung des L P-Übungsbetriebs auf die Qualität des Feedbacks bemerkten, müsste diese Fragestellung mit weiteren empirischen Analysen geklärt werden.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass bereits in der Stichprobe der 18 ausgewählten Lernräume verschiedene Szenarien aufgetreten sind und der L P-Übungsbetrieb entsprechend unterschiedlich genutzt wurde. Ein Teil der Szenarien konnte dabei nur vollständig abgebildet werden, weil das System die Durchführung begleitenden Feedbacks unterstützt.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Artikel wurden die Möglichkeiten zur Bereitstellung von Feedback mit dem L P-Übungsbetrieb vorgestellt. Es wurde beschrieben, wie elaboriertes Feedback begleitend, während der Bearbeitungsphase einer Aufgabe und nach der Fertigstellung einer Lösung gegeben werden kann. Auswertungen zweier Pilotphasen des Systems zeigen verschiedene Einsatzszenarien des Moduls und erste Erfahrungen bezüglich der Nutzung der Feedbackmöglichkeiten. Dabei hat sich gezeigt, dass der Übungsbetrieb unterschiedlich genutzt werden kann und die Funktionalität zur Bereitstellung begleitenden Feedbacks ebenso Verwendung findet wie Rückmeldungen nach der Fertigstellung einer Lösung.

Die Überarbeitung des Systems hinsichtlich einfacherer und schnellerer Bedienung wird weiterhin angestrebt. Diesbezügliche Anforderungen müssen noch erfasst werden. Ein möglicher Ansatz besteht darin, Lösungs- und Korrekturdokumente in separaten Ordnern je Lösung zu strukturieren, auf die per *WebDav*⁶ zugegriffen werden kann. Die dadurch ermöglichte Einbindung der Ordner im lokalen Dateisystem als Netzlaufwerk soll den Studierenden die Verwendung und Integration des Systems in den Prozess der Aufgabenbearbeitung erleichtern. Erweiterte Funktionalitäten, wie zum Beispiel die Möglichkeit, die Lehrenden gezielt mit einer Frage um Feedback zu bitten, sollen ebenfalls berücksichtigt werden. Die Einbindung kollaborativer Online-Editoren, bei denen die Lehrenden die Schritte der Studierenden nachverfolgen und kommentieren können, wird ebenfalls als Option untersucht.

Neben den technischen Neuerungen des L P-Übungsbetriebs werden insbesondere weitere Einsatzszenarien betrachtet. Im Sommersemester 2009 wird das Modul zum Beispiel zur Betreuung von Seminararbeiten eingesetzt. Die Meilensteine der Seminararbeit sollen dabei wie Übungen modelliert werden, die mit einer entsprechenden Frist versehen sind. Es ist geplant, die Möglichkeiten begleitenden Feedbacks mit dem L P-Übungsbetrieb für die Bereitstellung individueller Literaturquellen und anderer Hilfestellungen zu verwenden. Andere Szenarien, wie die Betreuung von Projektpraktika, sind ebenfalls angedacht.

⁶ <http://www.webdav.org/> (16.06.2009)

Literaturverzeichnis

- [AFR08] Amelung, M.; Forbrig, P.; Rösner, D.: *Towards Generic and Flexible Web Services for E-Assessment*. In: ITiCSE '08: Proceedings of the 13th annual conference on Innovation and technology in computer science education. 2008; S. 219-224.
- [ASA09] Altenbernd-Giani, Eva; Schroeder, Ulrik; Akbari, Mostafa: *Programmierungsveranstaltung unter der Lupe*. In: dieser Tagungsband.
- [AT85] Alessi, S. M.; Trollip, S. R.: *Computer-based instruction: Methods and development*. Englewood Cliff, Prentice-Hall, 1985.
- [BCL03] Burstein, J.; Chodorow, M.; Leacock C.: *Criterion: Online essay evaluation: An application for automated evaluation of student essays*. In: Proceedings of the Fifteenth Annual Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence, Acapulco, Mexico, 2003.
- [BEW04] Behringer, F.; Engeldinger, D.; Weicker, K.: Web-basierte Administration des Übungsbetriebs mit ECLaus. In: (Engels, G.; Seehusen, S., Hrsg.) DeLFI 2004: Die 2. e-Learning Fachtagung Informatik, Bonn, 2004; S. 79-90.
- [BM04] Bull, J.; McKenna, C.: *Blueprint for computer-assisted assessment*. 2004.
- [DRSS08] Dyckhoff, Anna; Rohde, Philipp; Schroeder, Ulrik; Stalljohann, Patrick: *Ein integrierter Übungsbetrieb*. In: (Seehusen, S.; Lucke, U.; Fischer, S., Hrsg.) DeLFI 2008: Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik, Lübeck, 2008; S. 185-196.
- [Ga85] Gagné, R. M.: *The Conditions of Learning and Theory of Instruction*, 3. Aufl., New York, NY: Holt, Rinehart and Winston, 1985.
- [GSS08] Altenbernd-Giani, Eva; Schroeder, Ulrik; Stalljohann, Patrick: *eAixessor - A Modular Framework for Automatic Assessment of Weekly Assignments in Higher Education*. In: Proceedings of the 7th IASTED International Conference for Web Based-Education (WBE 08), ACTA Press, 2008; S. 70-75.
- [HQW08] Hoffmann, A.; Quast, A.; Wismüller, R.: *Online-Übungssystem für die Programmierausbildung*. In: (Seehusen, S.; Lucke, U.; Fischer, S., Hrsg.) DeLFI 2008: Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik, Lübeck, 2008; S. 173-184.
- [KSZ02] Krinke, J.; Störzer, M.; Zeller, A.: *Web-basierte Programmierpraktika mit Praktomat*. In: Workshop Neue Medien in der Informatik-Lehre, Dortmund, 2002.
- [Na06] Narciss, Susanne: *Informatives tutorielles Feedback: Entwicklungs- und Evaluationsprinzipien auf der Basis instruktionspsychologischer Erkenntnisse*. Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie (56), Waxmann, Münster, 2006.
- [PHLV05] Pinkwart, N.; Harrer, A.; Lohmann, S.; Vetter, S.: *Integrating portal based support tools to foster learning communities in university courses*. In: (Uskov, V.; Hrsg.) Proceedings of the 4th IASTED International Conference on Web-Based Education (WBE 05), Anaheim, CA: ACTA Press, 2005; S. 201-206.
- [Rü73] Rütter, T.: *Formen der Testaufgabe - Eine Einführung für didaktische Zwecke*. 1973.
- [SR08] Stalljohann, Patrick; Rohde, Philipp: *An integrated web-based literature module*. In: (Uskov, V.; Hrsg.) Proceedings of the 11th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education (CATE 2008), 2008; S. 337-342.
- [SRG08] Schroeder, Ulrik; Rohde, Philipp; Gebhardt, Michael: *eStrategy der RWTH: nahtlos durchgängige eLearning-Prozesse*. In: (Stratmann; Kerres, Hrsg.) E-Strategy - Strategisches Informationsmanagement für Forschung und Lehre, Medien in der Wissenschaft, Bd. 46, Waxmann Verlag, Münster, 2008; S. 191-210.
- [SS06] Schroeder, U.; Spannagel, C.: *Supporting the Active Learning Process*, In: International Journal on E-Learning, 5 (2), Chesapeake, VA: AACE, 2006, S. 245-264.
- [VHL01] Vossen, G.; Hüsemann, B.; Lechtenböcker, J.: *XLX - Eine Lernplattform für den universitären Übungsbetrieb*. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik (79), Universität Münster, 2001.

GI-Edition Lecture Notes in Informatics

- P-1 Gregor Engels, Andreas Oberweis, Albert Zündorf (Hrsg.): Modellierung 2001.
- P-2 Mikhail Godlevsky, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications, ISTA'2001.
- P-3 Ana M. Moreno, Reind P. van de Riet (Hrsg.): Applications of Natural Language to Information Systems, NLDB'2001.
- P-4 H. Wörn, J. Mühlhng, C. Vahl, H.-P. Meinzer (Hrsg.): Rechner- und sensorgestützte Chirurgie; Workshop des SFB 414.
- P-5 Andy Schürr (Hg.): OMER – Object-Oriented Modeling of Embedded Real-Time Systems.
- P-6 Hans-Jürgen Appelrath, Rolf Beyer, Uwe Marquardt, Heinrich C. Mayr, Claudia Steinberger (Hrsg.): Unternehmen Hochschule, UH'2001.
- P-7 Andy Evans, Robert France, Ana Moreira, Bernhard Rumpe (Hrsg.): Practical UML-Based Rigorous Development Methods – Countering or Integrating the extremists, pUML'2001.
- P-8 Reinhard Keil-Slawik, Johannes Magenheimer (Hrsg.): Informatikunterricht und Medienbildung, INFOS'2001.
- P-9 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Innovative Anwendungen in Kommunikationsnetzen, 15. DFN Arbeitstagung.
- P-10 Mirjam Minor, Steffen Staab (Hrsg.): 1st German Workshop on Experience Management: Sharing Experiences about the Sharing Experience.
- P-11 Michael Weber, Frank Kargl (Hrsg.): Mobile Ad-Hoc Netzwerke, WMAN 2002.
- P-12 Martin Glinz, Günther Müller-Luschnat (Hrsg.): Modellierung 2002.
- P-13 Jan von Knop, Peter Schirmbacher and Viljan Mahni_ (Hrsg.): The Changing Universities – The Role of Technology.
- P-14 Robert Tolksdorf, Rainer Eckstein (Hrsg.): XML-Technologien für das Semantic Web – XSW 2002.
- P-15 Hans-Bernd Bludau, Andreas Koop (Hrsg.): Mobile Computing in Medicine.
- P-16 J. Felix Hampe, Gerhard Schwabe (Hrsg.): Mobile and Collaborative Business 2002.
- P-17 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp (Hrsg.): Zukunft der Netze – Die Verletzbarkeit meistern, 16. DFN Arbeitstagung.
- P-18 Elmar J. Sinz, Markus Plaha (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2002.
- P-19 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Informatik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3.Okt. 2002 in Dortmund.
- P-20 Sigrid Schubert, Bernd Reusch, Norbert Jesse (Hrsg.): Informatik bewegt – Informatik 2002 – 32. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 30.Sept.-3.Okt. 2002 in Dortmund (Ergänzungsband).
- P-21 Jörg Desel, Mathias Weske (Hrsg.): Promise 2002: Prozessorientierte Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung von Informationssystemen.
- P-22 Sigrid Schubert, Johannes Magenheimer, Peter Hubwieser, Torsten Brinda (Hrsg.): Forschungsbeiträge zur "Didaktik der Informatik" – Theorie, Praxis, Evaluation.
- P-23 Thorsten Spitta, Jens Borchers, Harry M. Sneed (Hrsg.): Software Management 2002 – Fortschritt durch Beständigkeit
- P-24 Rainer Eckstein, Robert Tolksdorf (Hrsg.): XMIDX 2003 – XML-Technologien für Middleware – Middleware für XML-Anwendungen
- P-25 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Commerce – Anwendungen und Perspektiven – 3. Workshop Mobile Commerce, Universität Augsburg, 04.02.2003
- P-26 Gerhard Weikum, Harald Schöning, Erhard Rahm (Hrsg.): BTW 2003: Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web
- P-27 Michael Kroll, Hans-Gerd Lipinski, Kay Melzer (Hrsg.): Mobiles Computing in der Medizin
- P-28 Ulrich Reimer, Andreas Abecker, Steffen Staab, Gerd Stumme (Hrsg.): WM 2003: Professionelles Wissensmanagement – Erfahrungen und Visionen
- P-29 Antje Düsterhöft, Bernhard Thalheim (Eds.): NLDB'2003: Natural Language Processing and Information Systems
- P-30 Mikhail Godlevsky, Stephen Liddle, Heinrich C. Mayr (Eds.): Information Systems Technology and its Applications
- P-31 Arslan Brömmme, Christoph Busch (Eds.): BIOSIG 2003: Biometric and Electronic Signatures

- P-32 Peter Hubwieser (Hrsg.): Informatische Fachkonzepte im Unterricht – INFOS 2003
- P-33 Andreas Geyer-Schulz, Alfred Taudes (Hrsg.): Informationswirtschaft: Ein Sektor mit Zukunft
- P-34 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenberg, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 1)
- P-35 Klaus Dittrich, Wolfgang König, Andreas Oberweis, Kai Rannenberg, Wolfgang Wahlster (Hrsg.): Informatik 2003 – Innovative Informatikanwendungen (Band 2)
- P-36 Rüdiger Grimm, Hubert B. Keller, Kai Rannenberg (Hrsg.): Informatik 2003 – Mit Sicherheit Informatik
- P-37 Arndt Bode, Jörg Desel, Sabine Rathmayer, Martin Wessner (Hrsg.): DeLFI 2003: e-Learning Fachtagung Informatik
- P-38 E.J. Sinz, M. Plaha, P. Neckel (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2003
- P-39 Jens Nedon, Sandra Frings, Oliver Göbel (Hrsg.): IT-Incident Management & IT-Forensics – IMF 2003
- P-40 Michael Rebstock (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – MobIS 2004
- P-41 Uwe Brinkschulte, Jürgen Becker, Dietmar Fey, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle, Thomas Runkler (Edts.): ARCS 2004 – Organic and Pervasive Computing
- P-42 Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Economy – Transaktionen und Prozesse, Anwendungen und Dienste
- P-43 Birgitta König-Ries, Michael Klein, Philipp Obreiter (Hrsg.): Persistence, Scalability, Transactions – Database Mechanisms for Mobile Applications
- P-44 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): Security, E-Learning, E-Services
- P-45 Bernhard Rumpe, Wolfgang Hesse (Hrsg.): Modellierung 2004
- P-46 Ulrich Flegel, Michael Meier (Hrsg.): Detection of Intrusions of Malware & Vulnerability Assessment
- P-47 Alexander Prosser, Robert Krimmer (Hrsg.): Electronic Voting in Europe – Technology, Law, Politics and Society
- P-48 Anatoly Doroshenko, Terry Halpin, Stephen W. Liddle, Heinrich C. Mayr (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications
- P-49 G. Schiefer, P. Wagner, M. Morgenstern, U. Rickert (Hrsg.): Integration und Datensicherheit – Anforderungen, Konflikte und Perspektiven
- P-50 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 1) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm
- P-51 Peter Dadam, Manfred Reichert (Hrsg.): INFORMATIK 2004 – Informatik verbindet (Band 2) Beiträge der 34. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 20.-24. September 2004 in Ulm
- P-52 Gregor Engels, Silke Seehusen (Hrsg.): DELFI 2004 – Tagungsband der 2. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-53 Robert Giegerich, Jens Stoye (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics – GCB 2004
- P-54 Jens Borchers, Ralf Kneuper (Hrsg.): Softwaremanagement 2004 – Outsourcing und Integration
- P-55 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): E-Science und Grid Ad-hoc-Netze Medienintegration
- P-56 Fernand Feltz, Andreas Oberweis, Benoit Otjacques (Hrsg.): EMISA 2004 – Informationssysteme im E-Business und E-Government
- P-57 Klaus Turowski (Hrsg.): Architekturen, Komponenten, Anwendungen
- P-58 Sami Beydeda, Volker Gruhn, Johannes Mayer, Ralf Reussner, Franz Schweiggert (Hrsg.): Testing of Component-Based Systems and Software Quality
- P-59 J. Felix Hampe, Franz Lehner, Key Pousttchi, Kai Ranneberg, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Business – Processes, Platforms, Payments
- P-60 Steffen Friedrich (Hrsg.): Unterrichtskonzepte für informatische Bildung
- P-61 Paul Müller, Reinhard Gotzhein, Jens B. Schmitt (Hrsg.): Kommunikation in verteilten Systemen
- P-62 Federrath, Hannes (Hrsg.): „Sicherheit 2005“ – Sicherheit – Schutz und Zuverlässigkeit
- P-63 Roland Kaschek, Heinrich C. Mayr, Stephen Liddle (Hrsg.): Information Systems – Technology and its Applications

- P-64 Peter Liggesmeyer, Klaus Pohl, Michael Goedicke (Hrsg.): Software Engineering 2005
- P-65 Gottfried Vossen, Frank Leymann, Peter Lockemann, Wolffried Stucky (Hrsg.): Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web
- P-66 Jörg M. Haake, Ulrike Lucke, Djamshid Tavangarian (Hrsg.): DeLFI 2005: 3. deutsche e-Learning Fachtagung Informatik
- P-67 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 1)
- P-68 Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005 – Informatik LIVE (Band 2)
- P-69 Robert Hirschfeld, Ryszard Kowalczyk, Andreas Polze, Matthias Weske (Hrsg.): NODE 2005, GSEM 2005
- P-70 Klaus Turowski, Johannes-Maria Zaha (Hrsg.): Component-oriented Enterprise Application (COAE 2005)
- P-71 Andrew Torda, Stefan Kurz, Matthias Rarey (Hrsg.): German Conference on Bioinformatics 2005
- P-72 Klaus P. Jantke, Klaus-Peter Fähnrich, Wolfgang S. Wittig (Hrsg.): Marktplatz Internet: Von e-Learning bis e-Payment
- P-73 Jan von Knop, Wilhelm Haverkamp, Eike Jessen (Hrsg.): "Heute schon das Morgen sehen"
- P-74 Christopher Wolf, Stefan Lucks, Po-Wah Yau (Hrsg.): WEWoRC 2005 – Western European Workshop on Research in Cryptology
- P-75 Jörg Desel, Ulrich Frank (Hrsg.): Enterprise Modelling and Information Systems Architecture
- P-76 Thomas Kirste, Birgitta König-Riess, Key Pousttchi, Klaus Turowski (Hrsg.): Mobile Informationssysteme – Potentiale, Hindernisse, Einsatz
- P-77 Jana Dittmann (Hrsg.): SICHERHEIT 2006
- P-78 K.-O. Wenkel, P. Wagner, M. Morgens-tern, K. Luzi, P. Eisermann (Hrsg.): Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel
- P-79 Bettina Biel, Matthias Book, Volker Gruhn (Hrsg.): Softwareengineering 2006
- P-80 Mareike Schoop, Christian Huemer, Michael Rebstock, Martin Bichler (Hrsg.): Service-Oriented Electronic Commerce
- P-81 Wolfgang Karl, Jürgen Becker, Karl-Erwin Großpietsch, Christian Hochberger, Erik Maehle (Hrsg.): ARCS '06
- P-82 Heinrich C. Mayr, Ruth Breu (Hrsg.): Modellierung 2006
- P-83 Daniel Huson, Oliver Kohlbacher, Andrei Lupas, Kay Nieselt and Andreas Zell (eds.): German Conference on Bioinformatics
- P-84 Dimitris Karagiannis, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Information Systems Technology and its Applications
- P-85 Witold Abramowicz, Heinrich C. Mayr, (Hrsg.): Business Information Systems
- P-86 Robert Krimmer (Ed.): Electronic Voting 2006
- P-87 Max Mühlhäuser, Guido Röbling, Ralf Steinmetz (Hrsg.): DELFI 2006: 4. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-88 Robert Hirschfeld, Andreas Polze, Ryszard Kowalczyk (Hrsg.): NODE 2006, GSEM 2006
- P-90 Joachim Schelp, Robert Winter, Ulrich Frank, Bodo Rieger, Klaus Turowski (Hrsg.): Integration, Informationslogistik und Architektur
- P-91 Henrik Stormer, Andreas Meier, Michael Schumacher (Eds.): European Conference on eHealth 2006
- P-92 Fernand Feltz, Benoît Otjacques, Andreas Oberweis, Nicolas Poussing (Eds.): AIM 2006
- P-93 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 1
- P-94 Christian Hochberger, Rüdiger Liskowsky (Eds.): INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen, Band 2
- P-95 Matthias Weske, Markus Nüttgens (Eds.): EMISA 2005: Methoden, Konzepte und Technologien für die Entwicklung von dienstbasierten Informationssystemen
- P-96 Saartje Brockmans, Jürgen Jung, York Sure (Eds.): Meta-Modelling and Ontologies
- P-97 Oliver Göbel, Dirk Schadt, Sandra Frings, Hardo Hase, Detlef Günther, Jens Nedon (Eds.): IT-Incident Mangament & IT-Forensics – IMF 2006

- P-98 Hans Brandt-Pook, Werner Simonsmeier und Thorsten Spitta (Hrsg.): Beratung in der Softwareentwicklung – Modelle, Methoden, Best Practices
- P-99 Andreas Schwill, Carsten Schulte, Marco Thomas (Hrsg.): Didaktik der Informatik
- P-100 Peter Forbrig, Günter Siegel, Markus Schneider (Hrsg.): HDI 2006: Hochschuldidaktik der Informatik
- P-101 Stefan Böttiger, Ludwig Theuvsen, Susanne Rank, Marlies Morgenstern (Hrsg.): Agrarinformatik im Spannungsfeld zwischen Regionalisierung und globalen Wertschöpfungsketten
- P-102 Otto Spaniol (Eds.): Mobile Services and Personalized Environments
- P-103 Alfons Kemper, Harald Schöning, Thomas Rose, Matthias Jarke, Thomas Seidl, Christoph Quix, Christoph Brochhaus (Hrsg.): Datenbanksysteme in Business, Technologie und Web (BTW 2007)
- P-104 Birgitta König-Ries, Franz Lehner, Rainer Malaka, Can Türker (Hrsg.) MMS 2007: Mobilität und mobile Informationssysteme
- P-105 Wolf-Gideon Bleek, Jörg Raasch, Heinz Züllighoven (Hrsg.) Software Engineering 2007
- P-106 Wolf-Gideon Bleek, Henning Schwentner, Heinz Züllighoven (Hrsg.) Software Engineering 2007 – Beiträge zu den Workshops
- P-107 Heinrich C. Mayr, Dimitris Karagiannis (eds.) Information Systems Technology and its Applications
- P-108 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (eds.) BIOSIG 2007: Biometrics and Electronic Signatures
- P-109 Rainer Koschke, Otthein Herzog, Karl-Heinz Rödiger, Marc Ronthaler (Hrsg.) INFORMATIK 2007 Informatik trifft Logistik Band 1
- P-110 Rainer Koschke, Otthein Herzog, Karl-Heinz Rödiger, Marc Ronthaler (Hrsg.) INFORMATIK 2007 Informatik trifft Logistik Band 2
- P-111 Christian Eibl, Johannes Magenheimer, Sigrid Schubert, Martin Wessner (Hrsg.) DeLFI 2007: 5. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-112 Sigrid Schubert (Hrsg.) Didaktik der Informatik in Theorie und Praxis
- P-113 Sören Auer, Christian Bizer, Claudia Müller, Anna V. Zhdanova (Eds.) The Social Semantic Web 2007 Proceedings of the 1st Conference on Social Semantic Web (CSSW)
- P-114 Sandra Frings, Oliver Göbel, Detlef Günther, Hardo G. Hase, Jens Nedon, Dirk Schadt, Arslan Brömme (Eds.) IMF2007 IT-incident management & IT-forensics Proceedings of the 3rd International Conference on IT-Incident Management & IT-Forensics
- P-115 Claudia Falter, Alexander Schliep, Joachim Selbig, Martin Vingron and Dirk Walther (Eds.) German conference on bioinformatics GCB 2007
- P-116 Witold Abramowicz, Leszek Maciszek (Eds.) Business Process and Services Computing 1st International Working Conference on Business Process and Services Computing BPSC 2007
- P-117 Ryszard Kowalczyk (Ed.) Grid service engineering and management The 4th International Conference on Grid Service Engineering and Management GSEM 2007
- P-118 Andreas Hein, Wilfried Thoben, Hans-Jürgen Appelrath, Peter Jensch (Eds.) European Conference on ehealth 2007
- P-119 Manfred Reichert, Stefan Strecker, Klaus Turowski (Eds.) Enterprise Modelling and Information Systems Architectures Concepts and Applications
- P-120 Adam Pawlak, Kurt Sandkuhl, Wojciech Cholewa, Leandro Soares Indrusiak (Eds.) Coordination of Collaborative Engineering - State of the Art and Future Challenges
- P-121 Korbinian Herrmann, Bernd Bruegge (Hrsg.) Software Engineering 2008 Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik
- P-122 Walid Maalej, Bernd Bruegge (Hrsg.) Software Engineering 2008 - Workshopband Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

- P-123 Michael H. Breitner, Martin Breunig, Elgar Fleisch, Ley Poustchi, Klaus Turowski (Hrsg.)
Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme – Technologien, Prozesse, Marktfähigkeit
Proceedings zur 3. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2008)
- P-124 Wolfgang E. Nagel, Rolf Hoffmann, Andreas Koch (Eds.)
9th Workshop on Parallel Systems and Algorithms (PASA)
Workshop of the GI/ITG Special Interest Groups PARS and PARVA
- P-125 Rolf A.E. Müller, Hans-H. Sundermeier, Ludwig Theuvsen, Stephanie Schütze, Marlies Morgenstern (Hrsg.)
Unternehmens-IT: Führungsinstrument oder Verwaltungsbürde
Referate der 28. GIL Jahrestagung
- P-126 Rainer Gimmich, Uwe Kaiser, Jochen Quante, Andreas Winter (Hrsg.)
10th Workshop Software Reengineering (WSR 2008)
- P-127 Thomas Kühne, Wolfgang Reising, Friedrich Steimann (Hrsg.)
Modellierung 2008
- P-128 Ammar Alkassar, Jörg Siekmann (Hrsg.)
Sicherheit 2008
Sicherheit, Schutz und Zuverlässigkeit
Beiträge der 4. Jahrestagung des Fachbereichs Sicherheit der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)
2.-4. April 2008
Saarbrücken, Germany
- P-129 Wolfgang Hesse, Andreas Oberweis (Eds.)
Sigsand-Europe 2008
Proceedings of the Third AIS SIGSAND European Symposium on Analysis, Design, Use and Societal Impact of Information Systems
- P-130 Paul Müller, Bernhard Neumair, Gabi Dreo Rodosek (Hrsg.)
1. DFN-Forum Kommunikationstechnologien Beiträge der Fachtagung
- P-131 Robert Krimmer, Rüdiger Grimm (Eds.)
3rd International Conference on Electronic Voting 2008
Co-organized by Council of Europe, Gesellschaft für Informatik and E-Voting.CC
- P-132 Silke Seehusen, Ulrike Lucke, Stefan Fischer (Hrsg.)
DeLFI 2008:
Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik
- P-133 Heinz-Gerd Hegering, Axel Lehmann, Hans Jürgen Ohlbach, Christian Scheideler (Hrsg.)
INFORMATIK 2008
Beherrschbare Systeme – dank Informatik
Band 1
- P-134 Heinz-Gerd Hegering, Axel Lehmann, Hans Jürgen Ohlbach, Christian Scheideler (Hrsg.)
INFORMATIK 2008
Beherrschbare Systeme – dank Informatik
Band 2
- P-135 Torsten Brinda, Michael Fothe, Peter Hubwieser, Kirsten Schlüter (Hrsg.)
Didaktik der Informatik – Aktuelle Forschungsergebnisse
- P-136 Andreas Beyer, Michael Schroeder (Eds.)
German Conference on Bioinformatics GCB 2008
- P-137 Arslan Brömme, Christoph Busch, Detlef Hühnlein (Eds.)
BIOSIG 2008: Biometrics and Electronic Signatures
- P-138 Barbara Dinter, Robert Winter, Peter Chamoni, Norbert Gronau, Klaus Turowski (Hrsg.)
Synergien durch Integration und Informationslogistik
Proceedings zur DW2008
- P-139 Georg Herzwurm, Martin Mikusz (Hrsg.)
Industrialisierung des Software-Managements
Fachtagung des GI-Fachausschusses Management der Anwendungsentwicklung und -wartung im Fachbereich Wirtschaftsinformatik
- P-140 Oliver Göbel, Sandra Frings, Detlef Günther, Jens Nedon, Dirk Schadt (Eds.)
IMF 2008 - IT Incident Management & IT Forensics
- P-141 Peter Loos, Markus Nüttgens, Klaus Turowski, Dirk Werth (Hrsg.)
Modellierung betrieblicher Informationssysteme (MobIS 2008)
Modellierung zwischen SOA und Compliance Management
- P-142 R. Bill, P. Korduan, L. Theuvsen, M. Morgenstern (Hrsg.)
Anforderungen an die Agrarinformatik durch Globalisierung und Klimaveränderung
- P-143 Peter Liggesmeyer, Gregor Engels, Jürgen Münch, Jörg Dörr, Norman Riegel (Hrsg.)
Software Engineering 2009
Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik

- P-144 Johann-Christoph Freytag, Thomas Ruf,
Wolfgang Lehner, Gottfried Vossen
(Hrsg.)
Datenbanksysteme in Business,
Technologie und Web (BTW)
- P-145 Knut Hinkelmann, Holger Wache (Eds.)
WM2009: 5th Conference on Professional
Knowledge Management
- P-146 Markus Bick, Martin Breunig,
Hagen Höpfner (Hrsg.)
Mobile und Ubiquitäre
Informationssysteme – Entwicklung,
Implementierung und Anwendung
4. Konferenz Mobile und Ubiquitäre
Informationssysteme (MMS 2009)
- P-147 Witold Abramowicz, Leszek Maciaszek,
Ryszard Kowalczyk, Andreas Speck (Eds.)
Business Process, Services Computing
and Intelligent Service Management
BPSC 2009 · ISM 2009 · YRW-MBP 2009
- P-148 Christian Erfurth, Gerald Eichler,
Volkmar Schau (Eds.)
9th International Conference on Innovative
Internet Community Systems
I²CS 2009
- P-149 Paul Müller, Bernhard Neumair,
Gabi Dreo Rodosek (Hrsg.)
2. DFN-Forum
Kommunikationstechnologien
Beiträge der Fachtagung
- P-150 Jürgen Münch, Peter Liggesmeyer (Hrsg.)
Software Engineering
2009 - Workshopband
- P-151 Armin Heinzl, Peter Dadam, Stefan Kirn,
Peter Lockemann (Eds.)
PRIMIUM
Process Innovation for
Enterprise Software
- P-153 Andreas Schwill,
Nicolas Apostolopoulos (Hrsg.)
Lernen im Digitalen Zeitalter
DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning
Fachtagung Informatik

The titles can be purchased at:

Köllen Druck + Verlag GmbH

Ernst-Robert-Curtius-Str. 14 · D-53117 Bonn

Fax: +49 (0)228/9898222

E-Mail: druckverlag@koellen.de