





Michael Kerres, Nadine Ojstersek,  
Ulrik Schoeder, Ulrich Hoppe (Hrsg.)

**DeLFI 2010 - 8. Tagung der Fachgruppe  
E-Learning der Gesellschaft für Informatik e.V.**

**12.-15. September 2010,  
Universität Duisburg-Essen**

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

## **Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings**

Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)

Volume P-169

ISBN 978-3-88579-263-5

ISSN 1617-5468

### **Volume Editors**

Prof. Dr. Michael Kerres  
Universität Duisburg-Essen  
Lehrstuhl für Mediendidaktik  
und Wissensmanagement  
D-47057 Duisburg  
michael.kerres@uni-due.de

Dr. Nadine Ojstersek  
Universität Duisburg-Essen  
Lehrstuhl für Mediendidaktik  
und Wissensmanagement  
D-47057 Duisburg  
nadine.ojstersek@uni-due.de

Prof. Dr. Ulrik Schroeder  
Rheinisch-Westfälische Technische  
Hochschule Aachen  
Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9  
D-52074 Aachen  
schroeder@informatik.rwth-aachen.de

Prof. Dr. H. Ulrich Hoppe  
Universität Duisburg-Essen  
Abteilung für Informatik und  
angew. Kognitionswissenschaft  
D-47057 Duisburg  
hoppe@collide.info

### **Series Editorial Board**

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

Hinrich Bonin, Leuphana-Universität Lüneburg, Germany

Dieter Fellner, Technische Universität Darmstadt, Germany

Ulrich Flegel, SAP Research, Germany

Ulrich Frank, Universität Duisburg-Essen, Germany

Johann-Christoph Freytag, Humboldt-Universität Berlin, Germany

Thomas Roth-Berghofer, DFKI

Michael Goedicke, Universität Duisburg-Essen, Germany

Ralf Hofestädt, Universität Bielefeld, Germany

Michael Koch, Universität der Bundeswehr, München, Germany

Axel Lehmann, Universität der Bundeswehr München, Germany

Ernst W. Mayr, Technische Universität München, 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 (TH)

© Gesellschaft für Informatik, Bonn 2010

**printed by** Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn



## **Vorwort**

Die 8. Tagung der Fachgruppe E-Learning (DeLFI) in der Gesellschaft für Informatik e.V. fand vom 12. - 15. September 2010 im Rahmen der interdisziplinären Fachkonferenz „Interaktive Kulturen“ an der Universität Duisburg-Essen statt. Gemeinsam mit der Tagung „Mensch & Computer“ und einem Track der German UPA zur Usability-Praxis wurden aktuelle Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung zu den vielschichtigen Fragen der Mensch-Maschine-Interaktion, des Lehrens und Lernens mit digitalen Medien und der digitalen Vernetzung in Gruppen und Gemeinschaften diskutiert.

Dieser Tagungsband enthält 19 auf der Tagung präsentierte Beiträge, in denen interaktive Medien und ihre Implikationen für das Lehren und Lernen aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet werden. Das Themenspektrum reicht von der Entwicklung und Implementierung von E-Learning-Werkzeugen bis hin zu Einsatzszenarien für Web 2.0-Technologien, Systemarchitekturen und ihre Integrationen sowie Möglichkeiten von und Erfahrungen mit E-Assessment und Content Sharing. Sieben Kurzbeiträge fokussieren darüber hinaus aktuelle Entwicklungen im Bereich kollaborative und interaktive Lernumgebungen. Die Beiträge belegen, wie sehr sich das Spektrum der E-Learning-Anwendungen immer mehr ausweitet: E-Learning ist nicht mehr auf die Distribution von Lernmaterialien beschränkt, sondern schafft „Lernwelten“.

Im Rahmen der Konferenz wurden auch mehrere Workshops durchgeführt. Diese Beiträge sind in einem separaten Workshopband publiziert.

Weitere Informationen zur Tagung können im Internet unter der Adresse

<http://interaktive-kulturen.de/DeLFI>

abgerufen werden.

Unser besonderer Dank gilt den Autoren und Autorinnen für ihre Beiträge, den Mitgliedern des Programmkomitees für die Begutachtung dieser Beiträge sowie den Sponsoren und Ausstellern für ihre Unterstützung. Darüber hinaus möchten wir den vielen Studierenden danken, die bei der Erstellung des Bandes und der Durchführung der Tagung tatkräftig mitgewirkt haben.

Duisburg, im September 2010

Michael Kerres, Nadine Ojstersek, Ulrik Schroeder, Ulrich Hoppe

## Programmkomitee

Ulrich Hoppe, Universität Duisburg-Essen (Co-Chair)  
Michael Kerres, Universität Duisburg-Essen (Chair)  
Nadine Ojstersek, Universität Duisburg-Essen (Co-Chair)  
Ulrik Schroeder, RWTH Aachen (Co-Chair)

Nicolas Apostolopoulos, Freie Universität Berlin  
Werner Beuschel, Fachhochschule Brandenburg  
Jürgen Brehm, Universität Hannover  
Jörg Desel, FernUniversität in Hagen  
Jens Drummer, SBI Dresden  
Wolfgang Effelsberg, Universität Mannheim  
Jörg Haake, FernUniversität in Hagen  
Sybille Hambach, FhG IGD Rostock  
Andreas Harrer, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt  
Michael Herczeg, Universität Lübeck  
Marco Kalz, Open University der Niederlande  
Paul-Thomas Kandzia, Berufsakademie Lörrach  
Reinhard Keil, Universität Paderborn  
Andrea Kienle, Fachhochschule Dortmund  
Ralf Klamma, RWTH Aachen  
Stefanie Lindstaedt, KnowCenter Graz  
Ulrike Lucke, Universität Rostock  
Johannes Magenheimer, Universität Paderborn  
Alke Martens, Universität Rostock  
Max Mühlhäuser, Universität Darmstadt  
Wolfgang Nejdl, L3S Hannover  
Thomas Ottmann, Universität Freiburg  
Niels Pinkwart, Technische Universität Clausthal  
Sabine Rathmayer, Technische Universität München  
Christoph Rensing, Universität Darmstadt  
Joachim Rottmann, Pädagogische Hochschule Weingarten  
Ralf Sagorny, Berufskolleg Werne  
Helmut Schauer, Universität Zürich  
Sigrid Schubert, Universität Siegen  
Till Schümmer, FernUniversität in Hagen  
Andreas Schwill, Universität Potsdam  
Silke Seehusen, Fachhochschule Lübeck  
Christian Spannagel, Pädagogische Hochschule Heidelberg  
Ralf Steinmetz, Technische Universität Darmstadt  
Djamshid Tavangarian, Universität Rostock  
Martin Wessner, Fraunhofer IESE, Kaiserslautern  
Bernd Wolfinger, Universität Hamburg  
Volker Zimmermann, IMC AG

# Inhaltsverzeichnis

## Werkzeuge und Erfahrungen

|                                                                                                                                    |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Weit weg und doch nah dran – Wie ein Transport-Unternehmen das lebenslange Lernen fördert<br><i>Heide Lukosch, Pieter de Vries</i> | 9 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

|                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Coopetition-Simulation-Ansatz zur Förderung der Lernerpartizipation an der Erstellung von nutzergenerierten Inhalten. Ein Erfahrungsbericht aus einem Kooperationsprojekt zur Lernfilmproduktion.<br><i>Ilona Buchem, Annika Jokiahö, Birgit May</i> | 21 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AMSEL - ein Lernsystem zum Algorithmenentwurf<br><i>Jörg Desel, Leo von Klenze</i> | 33 |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|

## Kollaborative und interaktive Lernumgebungen

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3D/VR-Visualisierung eines Motormodells in der ingenieurwissenschaftlichen Hochschulausbildung<br><i>Sebastian Metag, Volker Neundorff, Andreas Möckel</i> | 45 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Offene 3D-Umgebungen als Framework für rollenspielbasierte Lernszenarien<br><i>Nils Malzahn, Hanno Buhmes, Sabrina Ziebarth, Ulrich Hoppe</i> | 51 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Kompetenzentwicklung und Wissensmanagement durch situiertes Lernen in Massive Multiplayer Online Games<br><i>Marcel Vervenne, Jörg Niesenhaus</i> | 57 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Multimediales Lernen mit CogniPedia: Ein Online-Autorenwerkzeug zur Erstellung und Publikation interaktiver Bilddetail-Aufgaben im Web<br><i>Carsten Binding, Boris Müller-Rowold, Eberhard Schwarzer, Thomas Mandl</i> | 63 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Auswahl und Erprobung von Webkonferenz Tools für Online Tutorien<br><i>Elisabeth Katzlinger, Ursula Windischbauer</i> | 69 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Live-Manuskript – Ein Werkzeug zur kollaborativen Erstellung von Notizen und Mitschriften<br><i>Andreas Groß, Sebastian Voigt, Thomas Janda, Matthias Jacob, Patrick Schilf</i> | 75 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bayesualize: Visualisierung bedingter Wahrscheinlichkeiten<br><i>Barbara Messing, Michael Seubert</i> | 81 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## **E-Assessment**

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Feedback-Möglichkeiten in automatischen Prüfungssystemen<br><i>Michael Striewe, Michael Goedicke</i>                  | 85  |
| Analyse dynamischer Teambildung zur gemeinsamen Bearbeitung<br>von Übungsaufgaben<br><i>Patrick Stalljohann</i>       | 97  |
| Verwaltung universitärer Assessment-Szenarien am Beispiel<br>von Informatik-Vorlesungen<br><i>Patrick Stalljohann</i> | 109 |

## **E-Learning-Szenarien und Werkzeuge**

|                                                                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Studierende, das Web und Vorlesungsaufzeichnungen<br><i>Kai Michael Höver, Guido Rößling, Max Mühlhäuser</i>                                                                                | 121 |
| Anwendungsszenarien für ein Werkzeug zur Video-Annotation in<br>der universitären Lehre<br><i>Dieter Engbring, Wolfgang Reinhardt, Johannes Magenheim,<br/>Matthias Moi, Julian Maicher</i> | 133 |
| Entwicklung eines Frameworks für semi-automatisches Feedback zur<br>Unterstützung bei Lernprozessen<br><i>Daniel Herding, Marc Zimmermann,<br/>Christine Bescherer, Ulrik Schroeder</i>     | 145 |
| Lernen mit SmartTravel im Reisebüro der Zukunft<br><i>Susanne Schmidt-Rauch, Reto Geiger</i>                                                                                                | 157 |

## **Content Sharing und Kompetenzmanagement**

|                                                                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Durchgängige Integration einer Creative Commons Lizenzverwaltung<br>in die Open Learning Content Authoring & Management Plattform docendo<br><i>Christoph Rensing, Stephan Tittel, Ralf Steinmetz</i> | 169 |
| Content Sharing bei elektronischen Assessments<br><i>Stefan Bisitz, Juliane Wenzel, Peter Riegler</i>                                                                                                 | 181 |
| Was kann ich eigentlich ... (werden)? Detektion und Vergleich von<br>Kompetenz-Profilen in der Digitalen Wirtschaft<br><i>Sabrina Ziebarth, Nils Malzahn, Ulrich Hoppe</i>                            | 191 |

### **Systemintegration, Systemarchitektur und Anforderungsanalyse**

- Integriertes eLearning in der Fakultät für Medizin an der TU München 203  
*Ivan Gergintchev, Hans Pongratz*
- Leichtere Datenanalyse zur Optimierung der Lehre am Beispiel Moodle 215  
*André Krüger, Agathe Merceron, Benjamin Wolf*
- Anforderungen an Monitoring- und Analysewerkzeuge zur Förderung von Aktionsforschungsprozessen in Blended-Learning-Szenarien 227  
*Anna Lea Dyckhoff*

### **E-Learning-Szenarien**

- Podcastproduktion als kollaborativer Zugang zur theoretischen Informatik 239  
*Erika Ábrahám, Philipp Brauner, Nils Jansen, Thiemo Leonhardt, Ulrich Loup, Ulrik Schroeder*
- Designimplikationen für eine digitale Lesewerkstatt: Die Dynamik des Textes und die Irreversibilität der Papierannotation 253  
*Andreas Kaminski, Jochen Huber, Christian Diel, Sandro Hardy*
- Online Learning with Remote-Configured Experiments 265  
*Isa Jahnke, Claudius Terkowsky, Christian Pleul, A. Erman Tekkaya*



# **Weit weg und doch nah dran – Wie ein Transport-Unternehmen das lebenslange Lernen fördert**

Heide Lukosch, Pieter de Vries

Faculty of Technology, Policy and Management  
Delft University of Technology  
Jaffalaan 5  
2600 GA Delft, The Netherlands  
h.k.lukosch@tudelft.nl  
pieter.devries@tudelft.nl

**Abstract:** Die Fähigkeit eines Unternehmens, mit sich verändernden Gesetzgebungen und ökonomischem Druck umzugehen, ist in starkem Masse abhängig von seinem Lernvermögen. In unserem Artikel stellen wir die Einführung einer nachhaltigen, innovativen Lernstrategie eines Transportunternehmens dar, mit der wir eine Antwort auf die erhöhten Lernbedarfe in dieser Branche gesucht haben. Dazu wurde ein mehrschichtiges Design genutzt, E-Learning-2.0-Elemente eingesetzt und fundierte Lerntheorien und -konzepte herangezogen. Die mehrdimensionale, nachhaltige Lösung für dieses Unternehmen besteht in einem integrierten Business-Portal, das Informationen, Lernen und die Verbesserung der Arbeitsabläufe des Unternehmens miteinander verbindet. Die Ergebnisse der Evaluation machen deutlich, dass die Akzeptanz für das neue Werkzeug stetig steigt, aber dass die Unterstützung des Managements unverzichtbar bleibt.

## **1 Einleitung**

Die Welt der Transport-Unternehmen entspricht einer Meisterleistung an Logistik mit perfekt aufeinander abgestimmtem Gütertransport, Transportketten, Gütertausch, Zeit- und Planungsmanagement. Diese Arbeit wird unterstützt von einem gut organisierten *Workflow* und abgestimmter Software, um ein Minimum an Fehlern und ein Maximum an Effizienz zu gewährleisten. Kurze Innovationszyklen der Industrie und häufige Änderungen in Gesetzgebung und Regulationen erschweren die Erhaltung und Verbesserung der Leistungen der Transportunternehmen, wodurch Modernisierung zu einer Herausforderung wird.

Als Antwort auf diese Veränderungen hat das Transportunternehmen „Van der Wal International Transport“, dessen Beispiel wir hier diskutieren, die Verbesserung seiner Lernkapazität zum zentralen Unternehmensziel erklärt. Die Mehrzahl der Angestellten dieses Unternehmens ist im LKW unterwegs, und damit meist weit weg vom Unternehmen selbst. Die größte Herausforderung war es somit, diese Zielgruppe in den Kreislauf von Informationsaustausch, Lernen und *Performance Improvement* einzubinden, welcher in hohem Maße die Innovationskapazität des Unternehmens bestimmt. Der vorliegende Artikel erläutert die Analyse der Ist- und Soll-Situation des Transportunternehmens, die Entwicklung des Lernkonzepts auf Basis von Lerntheorien und -konzepten, dessen Implementierung und die bisherigen Erfahrungen mit dem innovativen Lernansatz für mobile Arbeiter im Transportsektor.

## **2 Analyse des Unternehmens und konzeptueller Rahmen für die Lernstrategie**

Um die Ist- und Soll-Situation des Transportunternehmens im Bezug auf Lernen und den Austausch von Informationen analysieren zu können, wurde eine Erhebung, ein sogenannter „*Quick Scan*“, der bestehenden Lern- und Trainingssituation durchgeführt. Weitere Lerntheorien, -methoden und -konzepte wurden heran gezogen, um eine innovative Lernstrategie für das Unternehmen und dessen Zielgruppe zu entwickeln.

### **2.1 Analyse der Ist- und Soll-Situation im Unternehmen**

Den Rahmen für die Analyse des Unternehmens sowie die Entwicklung der Lernstrategie bildet das *Corporate (e-)Learning Strategy Model (CLS model)* [V05; VLe08]. Dieses Modell zeichnet sich durch einen ganzheitlichen Ansatz und drei aufeinanderfolgende Entwicklungsphasen einer nachhaltigen Lernstrategie aus. Phase 1 des Modells bildet der Start mit der Einführung des (e-) Lernbegriffs, einem Quick Scan der Trainingssituation und eventueller Probleme sowie der Auswahl der geeigneten (e-) Learning-Werkzeuge und Herangehensweisen. Mit Phase 2 beginnt die Pilotphase, in der das Kernproblem der bisherigen Trainingssituation gelöst und erste Erfahrungen mit dem Einsatz der neuen Lernstrategie gesammelt werden, um diese weiter verbessern zu können. Mit Phase 3, der Integration, schließt das Modell die Entwicklung mit der Implementierung der Lernstrategie in das gesamte Unternehmen und dessen übergeordneter Lernstrategie sowie der Anpassung an die allgemeinen Unternehmensziele und -prozesse ab.

Phase 1 der Einführung einer neuen Lernstrategie umfasst die Analyse der Ist- und Soll-Situation im Unternehmen. Um eine umfassende Analyse des Unternehmens und dessen Lerngeschichte durchführen zu können, wurde ein Fragebogen benutzt und es wurden Interviews mit dem Management und den Angestellten geführt. Der Fragebogen wurde an alle Beschäftigten verteilt und erreichte eine Rücklaufquote von 65%, was 40 Personen entspricht. Eine Auswahl von 13 Beschäftigten wurde zusätzlich interviewt.



Die Auswahl wurde in Abhängigkeit von den Faktoren Alter, Geschlecht, Gruppenzugehörigkeit (Fahrer, Planer, Verwaltung, Management), Abteilung, Mitteilungsbereitschaft und Kenntnissen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) getroffen.

Die Analyse des Erhebungsmaterials ergab, dass Training und Lernen keine der Prioritäten des Unternehmens darstellen, das Management jedoch davon überzeugt ist, dass Lernen einen entscheidenden Erfolgsfaktor darstellt. Ein weiteres wichtiges Ziel in den Augen des Managements ist es, die Angestellten mit den Visionen, Aufgaben und Werten des Unternehmens vertraut zu machen. Informationen über die Grundsätze des Unternehmens sollten zu jeder Zeit zugänglich und für die Angestellten erkennbar und handhabbar sein. Die weitere Analyse der Kommunikationsbedürfnisse der Angestellten und des Managements führte zur Definition von drei zentralen Feldern, welche die neue Lernstrategie umfassen sollte: Information, Lernen und Arbeitsleistung. Das Management formulierte daraufhin die Kriterien für eine weitere Konkretisierung dieser Bereiche. Ein Informationssystem sollte entwickelt werden, welches den Ansprüchen der Angestellten gerecht wird und das den Werten des Unternehmens entspricht.

Weiterhin ergab die umfassende Analyse des Unternehmens, dass die Mobilität der Angestellten den Charakter des gesamten Unternehmens dominiert. Es ist den Angestellten beinahe unmöglich, an Kursen, Workshops oder Informationsveranstaltungen teilzunehmen. Die Zielgruppe für die neue Lernstrategie wurde von uns daher als „mobile Lerner“ definiert, wobei die Betonung der Mobilität auf ihrer physikalischen Mobilität liegt. Mithilfe verschiedener Technologien kommunizieren die Lernenden miteinander. Formale Lernsituationen erweisen sich für diese Zielgruppe als wenig hilfreich [VB08]. Um das Lernen in dieser Zielgruppe zu fördern, müssen daher andere Wege gefunden werden. Darüber hinaus zeigt sich, dass im Unternehmen ein vielfältiger Informationsaustausch stattfindet, dessen Lern- und Kommunikationsprozesse stark an die Bedarfe am Arbeitsplatz ausgerichtet sind.

Somit sollte eine nachhaltige Lernstrategie entwickelt werden, die für die Zielgruppe attraktiv ist, in die tägliche Arbeitsroutine passt und von Seiten der Führungskräfte Möglichkeiten der Begleitung, Unterstützung und Planung zulässt. Um die Leistung des Unternehmens zu unterstützen, sollten deutliche Arbeitsplatzbeschreibungen entwickelt werden, über die ein klares Bild der Leistungsanforderungen entwickelt werden kann, welche für die Angestellten verständlich sein müssen und die in deutliche Arbeitsanweisungen und Lernaktivitäten übersetzt werden können. All diese Punkte wurden in der neuen Lernstrategie berücksichtigt. Dafür wurden aktuelle Lerntheorien und –konzepte herangezogen.

## **2.2 Konzeptueller Rahmen für die Lernstrategie**

Um die Lernstrategie auf eine solide theoretische Basis aufzubauen, wurden zunächst die Begriffe des informellen und formellen Lernens definiert, um den Lernbedarfen der Zielgruppe im Transportunternehmen möglichst nahe zu kommen.

Die Unterscheidung zwischen formellen und informellen Lernaktivitäten basiert dabei nicht auf einer strikten Trennung zwischen diesen beiden Begriffen, sondern auf der Annahme, dass formelles Lernen eher traditionelles, klassenraumbezogenes und curricular fundiertes Lernen bezeichnet, während informelles Lernen eher eine soziale Handlung darstellt, welche sich aus verschiedenen Lernaktivitäten zusammensetzt. In der Realität lernen wir alle, so auch die Angestellten des Transportunternehmens, unentwegt, jedoch eher informell als in formalen Lernsituationen. Nach Cross [C07] erlangen wir 80% des Wissens, welches wir für die Ausübung unserer Arbeit benötigen, durch informelle Lernaktivitäten, und nur 20% durch formelle Lernwege. Diese Erkenntnis scheint sich jedoch bei vielen Unternehmen noch nicht durchgesetzt zu haben, denn noch immer werden etwa 80% des Trainingsbudgets für formelle Lernaktivitäten ausgegeben. Diese Überbetonung des formellen Lernens schließt die Vorzüge des informellen Lernens aus und kann als ‚Ausgabe-Einnahme-Paradox‘ beschrieben werden [C07]. In unserem Beispiel sollten daher informelle Lernaktivitäten in den Vordergrund gerückt werden.

Der Forderung nach der Unterstützung von informellem, praxisbezogenem und spontanem Lernen kann man am ehesten nachgehen, wenn man ein Lernmodell entwickelt, welches auf den Prinzipien des sozialen Konstruktivismus basiert [VB08]. Die Kernidee hierbei ist die Annahme, dass wir alle ein bestimmtes ‚mentales Modell‘ der Welt in Interaktion mit unserer Umwelt entwickeln [Vy78; Wer87]. Für die Entwicklung einer Lernstrategie ist von Bedeutung, dass aus dieser Perspektive jeder Mensch auch in Bezug auf sein Wissen und seine Erfahrungen einzigartig ist. Damit steht der Lerner bei der Entwicklung von Lernaktivitäten im Mittelpunkt und die Motivation der Lernenden stellt einen zentralen Faktor dar. Die individuelle Herangehensweise an das Lernen steht in unmittelbarem Zusammenhang zu Wissen und Erfahrungen, welche in der Vergangenheit gesammelt wurden. So bringen auch die LKW-Fahrer des Transportunternehmens ihre ganz eigenen Erfahrungen in die Lernsituation mit ein.

Diesen Gedanken führen wir mit dem Bezug auf die verschiedenen Ebenen der Erfahrung weiter, wie sie von Janossen und Rosenberg festgelegt wurden [J93, J97; R06]. So basieren die unterschiedlichen Bedarfe der Lerner unter anderem auf ihren Erfahrungen. So können im Allgemeinen drei Ebenen unterschieden werden: Anfänger, Fortgeschrittener, Experte. Ein Anfänger benötigt formelle und gut strukturierte Lerninhalte, um grundlegendes Wissen und Fähigkeiten in geeigneter Form sammeln zu können. Erfahrenden Lernern ist eher mit informellen Lernsituationen gedient, die ihren spontanen Lernbedarfen entsprechen, wie es in arbeitsplatzbezogenen Lernsituationen der Fall ist. Für Experten können formale Lernarrangements sogar kontraproduktiv sein, da sie nicht den individuellen Lernbedarfen entsprechen. Im Beispiel des Transportunternehmens mag daher eine formale Lernumgebung den Bedarfen von Berufsanfängern entsprechen, die erfahrenen Angestellten jedoch wird man eher mit informellen Lernaktivitäten erreichen.

Um das informelle Lernen im Transportunternehmen noch stärker fördern zu können, wurde auf ein weiteres Konzept zurückgegriffen, welches die Besonderheiten des Wissens und Lernens in der modernen Gesellschaft thematisiert, den Konnektivismus [S05, S06]. Die Angestellten des Transportunternehmens nutzen in immer stärkerem Maße neue, vernetzte Informationswege, wie zum Beispiel ihre Mobiltelefone. Unter diesen Umständen bedeutet Lernen nach Siemens die Fähigkeit, mithilfe von Technologien verschiedene ‚Wissensknoten‘ miteinander verbinden zu können, die über ein Netzwerk von Daten, Informationen und Menschen verteilt sind und wird als ‚verbundenes Wissen‘ definiert [S06].

Doch nicht nur die Vernetzung verschiedener Wissensquellen ist für die Angestellten des Transportunternehmens von Belang. Zentral stehen auch die Anforderungen nach kurzen Lerneinheiten, welche in starkem Maße arbeitsplatzbezogen sind. Solche Lerneinheiten werden durch das Konzept des Microtrainings unterstützt [VB08; LOV09; LV09]. Microtraining stellt einen Rahmen für selbstgesteuertes Lernen dar, welches sowohl von den Angestellten selbst als auch dem Management gefördert werden kann und das in hohem Maße praktisch orientiert ist. Eine Microtraining-Einheit umfasst nicht mehr als 15-20 Minuten. Microtraining kann Lernprozesse auf lange Sicht befördern, indem die einzelnen Einheiten zu Serien zusammengefasst werden. Die Lernaktivitäten können Präsenzlehre, online-Lernen oder blended-learning-Situationen umfassen. Jede Lerneinheit beginnt aktiv, wird von einer Demonstration oder Übung sowie einer Feedback-Runde oder kurzen Diskussionen gefolgt, um dann mit einem Ausblick auf die folgenden Lerneinheiten abzuschließen.

Nicht nur die Zeit, die die LKW-Fahrer für Lern- und Trainingszwecke aufwenden können, ist begrenzt, auch Ihre Beziehungen zu anderen Angestellten sind eher gering ausgebildet. Wenn sich nicht gerade Freunde unter ihnen befinden, haben die Fahrer aufgrund ihrer Mobilität keine engen Verbindungen untereinander. Gerade diese schwachen Bindungen können, so Granovetter, in Bezug auf soziale Netzwerke aber eine Stärke bedeuten [G83]. Lernen funktioniert demnach besser in einer Gruppe mit schwachen Verbindungen, da diese weniger auf sich selbst gerichtet seien. Im Transportunternehmen kann die Nutzung von mobilen Geräten, Blogs und anderen Anwendungen, die schwachen Bindungen zwischen den Angestellten aktivieren, so dass diese besser informiert sind und mehr Möglichkeiten der Kommunikation nutzen. Dies wiederum kann das soziale Netzwerk des gesamten Unternehmens stärken.

### **3 Die Lernstrategie als Lösung**

Die Anforderungen an eine neue Lernstrategie, welche im Unternehmen artikuliert und die mit aktuellen Lerntheorien und -konzepten untermauert wurden, führten dazu, konkrete Lernaktivitäten zu entwickeln und im Unternehmen einzuführen. Im Folgenden geben wir einen kurzen Überblick über die hauptsächlichen Aktivitäten, die unternommen wurden, um eine neue Lernstrategie im Unternehmen einzuführen.

Es wurden fünf Arbeitspakete definiert, durch welche das ‚neue‘ Lernen im Unternehmen eingeführt wurde: 1. Integration der Lernstrategie in den *Business Plan* des Unternehmens, 2. Anforderungen an die Kommunikation, 3. Einführung eines Online-Newsletters, 4. Einführung von Microtraining, 5. Entwicklung von Online-Kursen.

#### 1. Integration der Lernstrategie in den *Business Plan* des Unternehmens

Zu Beginn des Projektes wurde durch das Management festgelegt, das Thema Lernen als wichtigen Bestandteil der Unternehmensstrategie in dessen *Business Plan* aufzunehmen. Darin sollte auch festgeschrieben werden, in welcher Beziehung das Curriculum und der *Business Plan* des Unternehmens zueinander stehen. Neben einem mehrdimensionalen Lernmodell wurden allgemeine und jährliche Arbeitsplatzprofile entwickelt. Das allgemeine Profil umschreibt dabei das minimal notwendige Wissen, die Fähigkeiten und Erfahrungen, die für die Ausübung dieser Tätigkeit vonnöten sind. Die jährlichen Profile beziehen sich auf Veränderungen in der Ausübung der Tätigkeit und sind abhängig von den aktuellen Bedarfen und der Zeitspanne, und werden dem allgemeinen Profil zugefügt.

#### 2. Anforderungen an die Kommunikation

Die Ergebnisse der durchgeführten Unternehmensanalyse ergaben, dass im Unternehmen ein großer Bedarf an Informationen über die Branche (*state of affairs*) mit der Betonung auf verlässlichen und exklusiven Informationen besteht. Vor allem die Fahrer zeigten einen hohen Bedarf an sicheren, professionellen Informationen. Zur Zeit der Befragung waren ihre wichtigsten Informationsquellen ihre Kollegen (85%). Auch der monatlich erscheinende Newsletter in Papierformat wurde als wichtige Informationsquelle mit guter Qualität gewertet. Online-Informationen wurden nicht als Alternative angesehen.

Um die Ergebnisse der Interviews und Fragebögen zu besprechen und die Rolle der Kommunikation für und im Unternehmen zu besprechen, wurde mit dem Management-Team des Unternehmens ein Workshop veranstaltet. In diesem wurde betont, dass die Kommunikation im Unternehmen offen, ehrlich und inspirierend ablaufen solle. Auch sollte die Kommunikation respektvoll, interaktiv sowie für jeden im Unternehmen erreichbar sein. Folgende Anforderungen an die Kommunikation wurden festgelegt: gute Lösungen für die 2-Wege-Kommunikation, Regeln für die Kommunikation, deutliche (Kommunikations-) Aufgabenverteilung und -verantwortlichkeiten sowie eine ausreichende Unterstützung und Einsatz im gesamten Unternehmen.

#### 3. Online-Newsletter

Da der Papier-Newsletter sehr gut angenommen wurde, wurde entschieden, dieses Kommunikationswerkzeug um eine elektronische Version zu erweitern. Ein Pilotprodukt (s. Abb. 1) wurde über eine bestimmte Zeitspanne hinweg an-

geboten. Das Ziel dieses Piloten war es, die benötigten Funktionalitäten für den elektronischen Newsletter herauszufinden, um ihn an das multidimensionale Design der Lernstrategie anzupassen und einen 24/7-Service zu gewährleisten.

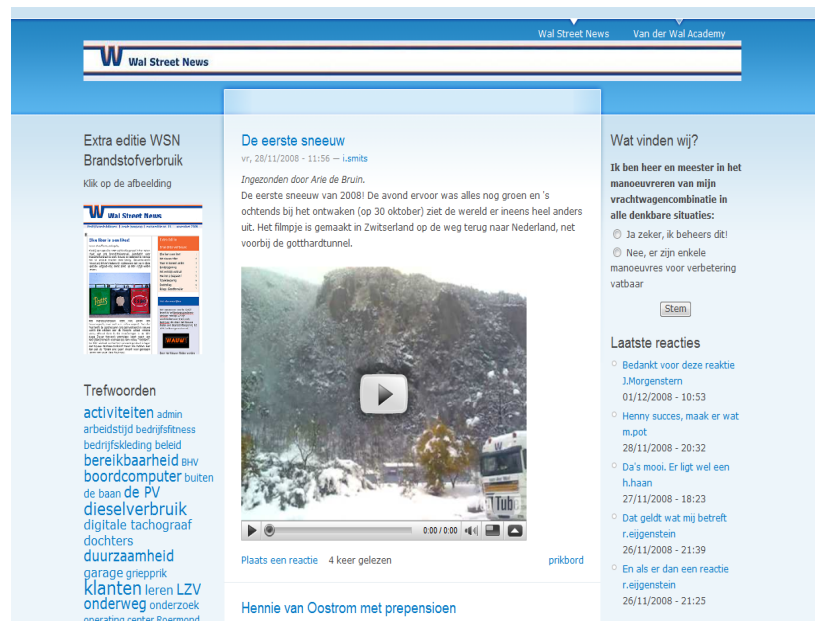


Abbildung 1: Elektronischer Newsletter

Eine Online-Version erfordert eine andere Inhaltsauswahl, einen anderen Produktionsprozess, ein anderes Format, Design, Navigation, Speicherung und eröffnet andere Möglichkeiten, wie zum Beispiel die des Kommentars, der von jedem geschrieben und gelesen werden kann. In diesem Zusammenhang war es wichtig, einen *Workflow* für den Newsletter zu entwickeln, einzuführen und zu testen, so dass das Unternehmen den Newsletter auf lange Sicht selbst organisieren konnte. Auch die technische Infrastruktur musste entwickelt und an die bestehende IKT-Umgebung angepasst werden. Der Wichtigkeit von Interaktion und Kooperation Rechnung tragend, lag der Fokus der Auswahl der Technologie auf einem Werkzeug, welches als „*social software*“ bezeichnet werden kann. Aus einer Reihe von Alternativen wurde das Drupal Content Management System ausgewählt. Diese Open Source-Lösung passte am besten zu den Bedarfen des Unternehmens und war gut gerüstet, um individuelle Lösungen verwirklichen zu können.

#### 4. Microtraining

Das Management wurde in der Ausführung von Microtraining für Lernzwecke geschult. In einer Abfolge von vier Workshops wurden folgende Themen behandelt:

1. Der Bedarf an gut ausgebildeten und informierten Beschäftigten, 2. Die Microtraining-Methode, 3. Die Entwicklung von Microtraining, 4. Die Produktion von Online-Kursen auf Basis des Microtraining-Konzeptes.

Auf diesem Wege wurde das Management mit der Microtraining-Methode vertraut und machte erste Erfahrungen mit dem Gebrauch von Microtraining, in dem in einer Gruppe der Inhalt für ein erstes Online-Lernmodul auf Basis von existierendem Material entwickelt wurde. Die Themen hierbei waren das Auf- und Abladen von Traktoren sowie Kostenkalkulation.

##### 5. Online-Kurse

In der Pilotphase des neuen Lernmodells wurde das Online-Lernen durch die Nutzung eines Kurses über den Digitalen Tachographen erprobt. Die Einführung des Digitalen Tachographen anstatt der vorherigen analogen Version zeigte einige Probleme. Das Microtraining-Konzept wurde als Basis für die Entwicklung des Kurses genutzt, der aus einer Serie von Lerneinheiten besteht, die von den LKW-Fahrern zu jeder Zeit und an jedem Ort genutzt werden können. Das Layout der Kurse basiert auf kurzen Einheiten, die Lernaktivitäten in arbeitsplatzbezogenen Umgebungen zeigen, um den Lerner zu motivieren (s. Abb. 2).



Abbildung 2: Online-Kurs zum Digitalen Tachografen

Ein Teil der Lernstrategie war, dass das Unternehmen langfristig selbst diese Art zu Lernen entwickeln und durchführen kann, um eine Lernumgebung zu schaffen, in der zur richtigen Zeit die richtige Menge an Lernaktivitäten zur Verfügung gestellt werden kann. Die Entwicklung von Online-Kursen in diesem Projekt bedeutete damit, ein didaktisches und technologisches Format zu entwickeln, welches vom Unternehmen selbst genutzt werden kann, um stimmige Lernereignisse zu entwickeln. Dabei ist die Nutzung der Lernsoftware Drupal von Bedeutung, denn sie stellt die technologische Basis dar, mit der Lerneinheiten sehr transparent entwickelt werden können, da sich nachverfolgen lässt, wer was wann und mit welchem Ergebnis getan hat. Diese Informationen sind sowohl für den Lerner als auch die verantwortliche Führungskraft von Bedeutung. Sowohl durch die Integration der Bereitstellung von Lerneinheiten und Informationen, als auch durch den Online-Newsletter, stellt Drupal die notwendigen Tagging-Funktionen für einen einfachen Zugang dar.

#### **4 Erste Erfahrungen**

Ein Vergleich zwischen den Anforderungen und den Ergebnissen des Projektes zeigt, dass die zu Beginn formulierten Ziele erreicht wurden. Die Evaluation zeigte, dass die Beschäftigten des Unternehmens einen kontinuierlichen Bedarf an neuen Informationen, neuen Lernwegen und neuen Fähigkeiten haben, um grundlegende und neu erforderliche Aufgaben bewältigen zu können. In diesem Zusammenhang wurden persönliche Entwicklungspläne entworfen. Erfahrungen mit den Arbeitsplatzprofilen zeigen deutlich, wie wichtig die Kommunikation mit und unter den Angestellten ist, um angemessen mit Veränderungen umgehen zu können.

Der elektronische Newsletter ermöglicht es nun, eine Nachricht in den richtigen Kontext einzuordnen und erlaubt eine öffentliche Diskussion. Der Newsletter wurde mit einem Minimum an Funktionalitäten eingeführt, um die Auswirkungen dieser Intervention nachvollziehen zu können und gleichzeitig einen neuen Workflow für das Redaktionsteam zu finden, das bisher auch den Papier-Newsletter betreut hatte. Es zeigte sich, dass sowohl der Redakteur des Newsletters, der für Inhalt und technische Unterstützung verantwortlich ist, sowie alle Angestellten und Führungskräfte, zu dem Newsletter beitragen, indem sie Nachrichten, Links, Reportagen, Bilder oder Videoclips von ihren Mobiltelefonen einsenden. All diese Inhalte werden mit Tags versehen, so dass sie leicht wiederzufinden und in Beziehung zu einem Hauptthema zu setzen sind. Dabei kann es sich bei den Inhalten auch um Lernmaterial wie etwa einen Kurs handeln. Dieses News-Portal zeigt deutlich, wie ein multidimensionaler Ansatz in der Realität aussehen kann.

Die Angestellten wurden befragt, wie sie dieses neue Werkzeug annehmen. Die Erhebung ergab, dass die LKW-Fahrer den Newsletter in hohem Maße begrüßen. Dennoch hat eine große Gruppe auch noch Probleme mit der Nutzung der elektronischen Version. Noch wird dieser Gruppe die Papier-Version zur Verfügung gestellt, doch diese wird in absehbarer Zukunft eingestellt werden. Das Ziel ist es, den elektronischen Newsletter noch stärker mit der täglichen Arbeit zu verbinden, und aktuelle Themen zur Verfügung zu stellen, wie etwa Dieselpreise, Tankanleitungen etc.. Eine andere Idee ist es, online-Profile zu nutzen, die sich am Ansatz von *Facebook* ([www.facebook.com](http://www.facebook.com)) orientieren und das Netzwerk innerhalb des Unternehmens zu stärken.

Wie oben beschrieben, basierte der erste entwickelte Online-Kurs auf der Methode des Microtrainings. Der Kurs wurde in enger Zusammenarbeit mit den Endnutzern entwickelt. Eine Klassifikation wurde entwickelt, um die Bedarfe und Wünsche der Nutzer heraus zu finden. Die Inhalte wurden dann kollaborativ entwickelt und von den Nutzern getestet. Der Kurs steht im Unternehmen online zur Verfügung und wird genutzt. Eine erste Erhebung ergab, dass die LKW-Fahrer die Online-Möglichkeit des Lernens annehmen, dass sie keine Probleme mit der Navigation hatten und die Inhalte als informativ und wertvoll ansahen. Dennoch waren sie auch mit der Erfahrung des ‚einsamen Lerner‘ konfrontiert, die ihren bisherigen Lernerfahrungen widersprach.

Eine Evaluation, die ein Jahr nachdem das Online-Portal eingeführt worden war, durchgeführt wurde, zeigt einige interessante Ergebnisse. Neben einem Fragebogen umfasste die Evaluation auch Systemdaten über das Nutzerverhalten. Die meisten Nutzer besuchten das Portal zwischen 10:00 Uhr und 18:00 Uhr. Eine weitere Steigerung der Nutzung zeigte sich auch in den Abendstunden zwischen 20:00 Uhr und 22:00 Uhr. Da die Büros des Unternehmens zu dieser Zeit schon geschlossen sind, loggen sich viele LKW-Fahrer also auch von zuhause oder unterwegs im System ein. Auch die wöchentliche Verteilung der Nutzungszeiten zeigt, dass das Online-Portal nicht nur während der Arbeitswoche genutzt wird, sondern auch an Samstagen und Sonntagen. Diese Nutzungsform geht mit dem Ziel des Unternehmens einher, Informationen zu jeder Zeit abrufbar zu halten.

## **5 Zusammenfassung**

Die neue Lernstrategie wurde sowohl von den Angestellten als auch dem Management des Unternehmens als wichtige strategische Innovation ausgezeichnet. Dennoch, eine Veränderung braucht Zeit, vor allem, wenn die Änderung eines Verhaltens wie den Lernaktivitäten Teil der Innovation ist. Einige Angestellte sind der Meinung, dass sich die Veränderungen nicht schnell genug vollziehen. Das Erwartungsmanagement innerhalb eines solchen Projektes stellt somit einen wichtigen Erfolgsfaktor dar.



Das News-Portal ist online, die Steigerung der Nutzungshäufigkeit sowie die stärkere Integration in den Arbeitsprozess sind nun die nächsten Schritte. Eine Kommunikationsfunktion wird ebenso wie die Profiffunktionalität entwickelt, und eine Chat-Funktion als Kommunikationsmöglichkeit mit dem Unternehmen wird in Erwägung gezogen. Für die Führungskräfte scheint es schwierig zu sein, den Überblick über die neuen Methoden und Materialien zu behalten und im Rahmen ihrer vollen Arbeitstage aktiv an deren Integration arbeiten zu können. Die Beteiligung des Managements muss daher gut geplant sein und verstärkt werden.

Es ist nun von zentraler Bedeutung, sich über die Richtung und Schnelligkeit des weiteren Prozesses zu einigen, damit die Erwartungen an das neue System mit dessen Möglichkeiten übereinstimmen. Dabei spielt auch das Heranziehen von theoretischen Konzepten als Entwicklungsrahmen eine wichtige Rolle. Die Führungskräfte sind vor allem überzeugt von den flexibleren Trainingsmöglichkeiten und haben damit begonnen, das Microtraining-Konzept der kurzen, fokussierten Einheiten auch für ihre eigenen Gruppen-Meetings zu nutzen. Für die allgemeine Akzeptanz dieser Methode im Unternehmen ist dies ein günstiger Ansatz, da die Nutzung der Methode durch die Führungskräfte auch die Verwendung in Lernsituationen stärkt.

Zusammengefasst scheinen für eine erfolgreiche Einführung einer neuen Lernstrategie in einem Unternehmen zwei Punkte entscheidend zu sein. Zum einen liefert ein umfassender Ansatz bessere Einsichten in die Vorgänge im Unternehmen sowie über existierende Möglichkeiten und Grenzen. Dieses Projekt stellt damit nicht die Einführung irgendwelcher E-Learning-Anwendungen dar, sondern die Entwicklung einer nachhaltigen Lernstrategie, welche die Qualifikationen der Angestellten erhöht. Zum anderen ist die kontinuierliche Einbeziehung von Angestellten und Management erfolgversprechend, welche in diesem Projekt zu einer Einigung darüber führte, worum es bei der neuen Strategie gehen müsse. Durch die Einbeziehung von Führungskräften und Nutzern über die gesamte Dauer des Projektes ist es gelungen, die Einführung der neuen Lernstrategie erfolgreich verlaufen zu lassen.

## Literaturverzeichnis

- [Cr7] Cross, J. Informal Learning: Rediscovering the Natural Pathways that Inspire Innovation and Performance. Pfeiffer, San Francisco, 2007.
- [Vr5] De Vries, P.: An Analysis Framework Approach for Managing Corporate E-learning Development. Brussels: De Vries. Doctoral dissertation, 2005.
- [VB08] De Vries, P.; Brall, S.: Microtraining as a Support Mechanism for Informal Learning. In: eLearning Papers N° 11, November 2008; S. 1-9.
- [VL08] De Vries, P.; Leege, T.: Final Report WP 1: Baumärkte und Lernen: eine Bedarfsanalyse. Reload project. DE/07/LLP-LdV/TOI/147058. Leonardo Project European Union, 2008.
- [VL09] De Vries, P.; Lukosch, H.: Supporting Informal Learning at the Workplace. In: IJAC, International Journal of Advanced Corporate Learning, on: [www.i-jac.org](http://www.i-jac.org), (International E-Learning Association/International Association of Online Engineering), 2009.
- [Gr83] Granovetter, M.: The Strength of Weak Ties: A Network Theory Revisited. Sociological Theory, Vol. 1, 1983; S. 201-233.

- [JMM93]Jonassen, D.; Mayes, T.; McAleese, R.: A manifesto for a constructivist approach to uses of technology in higher education. In (Duffy, T.M.; Lowyck, J.; Jonassen, D.H.; Eds.): Designing environments for constructive learning. Heidelberg, 1993; S. 231-247.
- [Jo97] Jonassen, D.: "Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes". In: Educational Technology Research and Development 45(1), 1997; S. 65-94.
- [LV09] Lukosch, H.; De Vries, P.: Mechanisms to support Informal Learning at the Workplace. In: Proceedings of ICELW'09, The International Conference on E-Learning at the Workplace, New York, 2009.
- [Ov07] Overschie, M.: Microteaching Manual: Effective transfer of knowledge for Sustainable Technological Innovation. On <http://www.microteaching.org>. 2007.
- [Ro06] Rosenberg, M.: Beyond E-Learning. Approaches and Technologies to enhance Organizational Knowledge, Learning, and Performance. Pfeiffer, 2006.
- [Si05] Siemens, G.: Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, Vol. 2, No. 1, 2005.
- [Si06] Siemens, G.: Knowing Knowledge. Lulu Publishers ([www.lulu.com](http://www.lulu.com)), 2006.
- [Vy78] Vygotsky, L.S.: Mind and society: The development of higher mental processes, Cambridge, MA, 1978.
- [We05] Weistra, H.: Leerenergie en de voorwaarden voor (in) formeel leren. In: Opleiding en Ontwikkeling. Oct. 2005; S.17-21.
- [We87] Wertsch, J. V.: Vygotski and the formation of the mind. Cambridge, 1987.

# **Coopetition-Simulation-Ansatz zur Förderung der Lernerpartizipation an der Erstellung von nutzergenerierten Inhalten. Ein Erfahrungsbericht aus einem Kooperationsprojekt zur Lernfilmproduktion.**

Ilona Buchem<sup>1</sup>, Annika Jokiahö<sup>2</sup>, Birgit May<sup>2</sup>

Beuth Hochschule für Technik<sup>1</sup>  
Luxemburger Str. 10  
13353 Berlin  
buchem@beuth-hochschule.de

Pädagogische Hochschule Ludwigsburg<sup>2</sup>  
Reuteallee 46  
71634 Ludwigsburg  
jokiahö@ph-ludwigsburg.de  
may@ph-ludwigsburg.de

**Abstract:** Dieser Beitrag stellt einen Coopetition-Simulation-Ansatz vor, welcher im Rahmen eines Kooperationsprojektes zur Lernfilmproduktion des Forschungsprojektes „Mediencommunity 2.0“ und zweier Lehrveranstaltungen der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg entwickelt und eingesetzt wurde. Im Vordergrund steht die Beschreibung der Gestaltung der Lernsituation, u.a. die Simulation der Auftraggeber-Auftragnehmer Situation, coopetitive Koordinationsstrategien, das VOLEM-Vorgehensmodell, sowie deren Auswirkung auf die Partizipation und die Ergebnisse der Kooperation.

## **1 Einleitung**

In diesem Beitrag wird ein Kooperationsprojekt zwischen dem Forschungsprojekt „Mediencommunity 2.0“ an der Beuth Hochschule für Technik Berlin und zwei Lehrveranstaltungen der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg vorgestellt. Das Forschungsprojekt „Mediencommunity 2.0“ beschäftigt sich mit der Entwicklung und Erprobung Web 2.0-basierter Aus- und Weiterbildungsangebote für die Druck- und Medienbranche. Im Internet unter [www.mediencommunity.de](http://www.mediencommunity.de) entsteht in diesem Rahmen ein Bildungsportal mit zahlreichen Informations-, Vernetzungs- und Lernmöglichkeiten.

Im Rahmen des Kooperationsprojektes haben Studierende der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg im virtuellen Austausch mit der „Mediencommunity 2.0“ im Zeitraum von März bis September 2009 elf Lernfilme zum Thema „Lernen mit Web 2.0“ erstellt. Diese Lernfilme zeigen den Community-Mitgliedern Möglichkeiten der Nutzung von Web 2.0 Medien zum eigenständigen und gemeinsamen Lernen, sowie zur Kommunikation und Vernetzung in der Branche über traditionelle Grenzen hinweg.

Im Folgenden wird der Kooperationsansatz im Kapitel 2 vorgestellt. Im Kapitel 3 wird das Vorgehensmodell VOLEM zur Erstellung von Lernfilmen und der Verlauf des Kooperationsprojektes beschrieben. Kapitel 4 behandelt die Ergebnisse der Kooperation sowie „Lessons Learned“. Der Beitrag endet mit dem Fazit und Implikationen für die Förderung der Lernerpartizipation an der Erstellung von nutzergenerierten Inhalten.

## **2 Der Kooperationsansatz**

Das Kooperationsprojekt bestand aus zwei Teilen. Zum einem haben die Lehrenden und Studierenden der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg mit den Mitarbeitern des Forschungsprojektes „Mediencommunity 2.0“ ausschließlich virtuell, in Online-Foren und Webkonferenzen, kommuniziert und kooperiert. Zum anderen haben die Studierenden im Rahmen der Lehrveranstaltung in kleineren Gruppen von zwei bis vier Personen unter der Betreuung von zwei Lehrenden in realen Settings an der Erstellung von Filmen kollaborativ gearbeitet. Um die Lernerpartizipation zu erhöhen wurde das Kooperationsprojekt als Simulation einer Geschäftssituation mit Elementen kooperativen Wettbewerbs (eng. „Coopetition“) aufgebaut.

### **2.1 Die Simulations-Methode**

Simulationen bilden modellhaft bestimmte Realitätsausschnitte nach und zielen auf ein gemeinsames, spielerisches Handeln nach aufgestellten Regeln und unter gesetzten Rahmenbedingungen ab. Im pädagogischen Kontext sind Simulationen oft in Form von Rollenspielen vorzufinden [Ge00]. Rollenspiele, in denen Lösungen zur Bewältigung einer definierten Situation gemeinsam erarbeitet werden, können kollaborativ durchgeführt werden. Somit können neue Lernerfahrungen im Hinblick auf den Umgang mit komplexen Systemen in einem fehlertoleranten Raum gesammelt und reflektiert werden, ohne gravierende Konsequenzen, die mit einem realen Einsatz verbunden wären. Damit ermöglichen Simulationen situiertes und multiperspektivisches Lernen und unterstützen den Transfer des Gelernten auf ähnliche Situationen.

Im Rahmen der Kooperation wurde eine Auftragsituation mit „Mediencommunity 2.0“ als Auftraggeber und den Studierenden als Auftragnehmer simuliert. Der Auftrag bestand in der Produktion von kurzen Lernfilmen, die den Mitgliedern der Mediencommunity die Nutzung von Web 2.0 Technologien verdeutlichen sollten. Die Studierenden als Auftragnehmer haben sich in kleinen Gruppen von zwei bis vier Personen organisiert, wobei in jeder Gruppe Rollen- und Aufgabenverteilung nach dem Selbstorganisationsprinzip erfolgten. Die Mediencommunity formulierte als Auftraggeber spezifische Anforderungen an die zu erstellenden Produkte und stellte den Auftragnehmern eine Dokumentation zur Verfügung. Diese umfasste u.a. die Projektbeschreibung, Anforderungen der Zielgruppen, Beispiele prototypischer Community-Mitglieder, sowie Informationen zur Druck- und Medienbranche.

## 2.2 Die Coopetition-Strategie

Der Begriff „Coopetition“ kommt aus der Spieltheorie und ist eine Zusammensetzung der englischen Worte „Cooperation“ (Kooperation) und „Competition“ (Wettbewerb). Damit bezieht sich „Coopetition“ auf hybride Koordinationsstrategien<sup>1</sup>, die aus kooperativen und kompetitiven Elementen bestehen [NB96]. Während kooperative Strategien auf Gegenseitigkeit beruhen und das Erreichen gemeinsamer Ziele anvisieren, sind kompetitive Strategien durch das Verfolgen individueller Ziele, eine rivalisierende Haltung und fehlende Reziprozität gekennzeichnet. Die Coopetitive Strategie berücksichtigt die häufige Vermischung von kooperativen und kompetitiven Verhalten in Gruppen und schöpft die Vorteile von Kooperation und Wettbewerb aus. Bei der Koordination von coopetitiven Lern- und Arbeitssituationen ist dabei ein dynamisches Ausbalancieren kooperativer und kompetitiver Aspekte notwendig, um sowohl den Austausch von (implizitem) Wissen und Erfahrungen, als auch die Motivation zur Partizipation und die Entwicklung innovativer Lösungen zu fördern [LFP99].

Im Rahmen der Kooperation wurde eine coopetitive Strategie eingesetzt, um kooperative Zusammenarbeit und Wissensaustausch zu fördern und gleichzeitig durch eine Wettbewerbssituation Lernerpartizipation zu erhöhen, sowie zu kreativen und anforderungsgerechten Lösungen zu motivieren. Um kooperative und kompetitive Elemente auszubalancieren wurden mehrere strukturelle, prozessorientierte, interpersonale und technische Maßnahmen eingesetzt [LL99]. Zum einem konnten die Studierenden selbst über die Gruppenzusammensetzung bestimmen. Damit konnten sich Personen mit ähnlichen Zielen und Vorstellungen zusammentun, was eine kooperative Vorgehensweise erleichterte. Zum anderen konnten einzelne Gruppen Inhalte, Methoden und Verlauf der Lernfilmproduktion weitestgehend selbst bestimmen, sowie Regeln der Zusammenarbeit in der Gruppe aushandeln. Dieser hohe Grad an Selbstbestimmung unterstützte ebenfalls die Kooperation und den Wissensaustausch in Gruppen. Um die kompetitiven Prozesse anzusteuern wurde den Studierenden bereits am Anfang der Kooperation bekanntgegeben, dass es sich um einen Wettbewerb handelt, in dem Endprodukte durch die Mediencommunity als Auftraggeber bewertet werden und die besten drei Lernfilme mit Preisen ausgezeichnet werden. Der kompetitive Aspekt kam im Projektverlauf insbesondere in der Kommunikation mit den Auftraggebern in Online Foren zur Geltung. Die einzelnen Gruppen haben in regelmäßigen Abständen Zwischenergebnisse ihrer Arbeit in Foren in der Lernplattform Moodle der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg präsentiert und von den Auftraggebern Feedback erhalten. Sowohl die Zwischenergebnisse als auch das Feedback waren für alle Studierenden sichtbar. Diese wettbewerbsorientierten Vergleiche zwischen den Gruppen ermöglichten eine fortlaufende Verbesserung der Teilkonzepte in allen Phasen der Lernfilmerstellung.

---

<sup>1</sup> Koordinationsstrategien beziehen sich auf ein Abstimmen verschiedener Aktivitäten aufeinander.

## 2.3 Das Vorgehensmodell zur Lernfilmerstellung (VOLEM)

Die im Rahmen der Kooperation erstellten Lernfilme wurden in Anlehnung an die, auf der Mikroebene beschriebene, Konkretisierung eines Videoprozesses entwickelt [HTM05]. Diese Beschreibung beruht auf dem PELO-Vorgehensmodell<sup>2</sup>, welches eine schrittweise, prozessorientierte Erstellung von E-Learning-Angeboten spezifiziert. Im PELO-Modell ist der gesamte Produktionsprozess standardisiert und entspricht den Anforderungen des SCORM Standards [MTH05] [HTM05]. Das PELO-Modell ist auf keine spezielle Lerneinheit, wie beispielsweise einem Film, ausgerichtet und weist dadurch einen generischen Charakter auf. Auf dieser Basis wurden die geplanten Videoerstellungsprozesse im VOLEM-Modell beschrieben, sowie die Beschreibungssprache angepasst und erweitert. Da das ursprüngliche Modell in die Produktion einer E-Learning-Anwendung eingebettet ist, was im Rahmen des Kooperationsprojektes nicht notwendig war, wurde die Beschreibung an die spezifischen Bedürfnisse des Projektes angepasst.

Um die Visualisierung der Prozessschritte, sowie der dazugehörigen Rollen, Methoden, Literatur und Software im VOLEM-Modell zu verbessern, wurde die Beschreibungssprache IDEF0<sup>3</sup> ausgewählt. IDEF0 ist eine einfache Notationsmöglichkeit, um den Zusammenhang zwischen den abzuarbeitenden Prozessen und den dazugehörigen Rollen, Methoden, etc. zu erläutern. Außerdem gibt es diverse Softwareprodukte, die das Erstellen eines IDEF0 Diagramms unterstützen. Durch die grafische Darstellung ist der Produktionsprozess von Anfang an für alle Beteiligten transparent.

Das VOLEM-Modell besteht aus den sechs Hauptprozessen: (1) Einführung geben, (2) Checkliste über didaktische Stilmittel erstellen, (3) Storyboard erstellen, (4) Lernfilme erstellen, (5) Lernfilme schneiden sowie (6) Lernfilme präsentieren und evaluieren (vgl. Abb. 1). Jedem Prozess werden Rollen, Methoden, Literatur und Software zugeordnet, was eine transparente und effiziente Planung durch Aufwandverteilung und Sequenzierung der Aufgaben in einem Projektteam ermöglicht. Somit kann anhand dieses leicht adaptierbaren Modells ein beliebiges Projekt zur Produktion von Lernfilmen als eine Prozesskette geplant und durchgeführt werden.

---

<sup>2</sup> Production of reusable and standard-compliant **E-Learning Offerings**.

<sup>3</sup> IDEF0 gehört zur „ICAM Definition Languages“-Familie kurz IDEF, und verdeutlicht Beziehungen zwischen Aktivitäten, ein- und ausgehende Informationen, Dokumenten, Methoden und Werkzeugen. Elementare Bestandteile der IDEF0 Notation sind *Input*, *Control*, *Output* und *Mechanism*. [Na93, S.22].

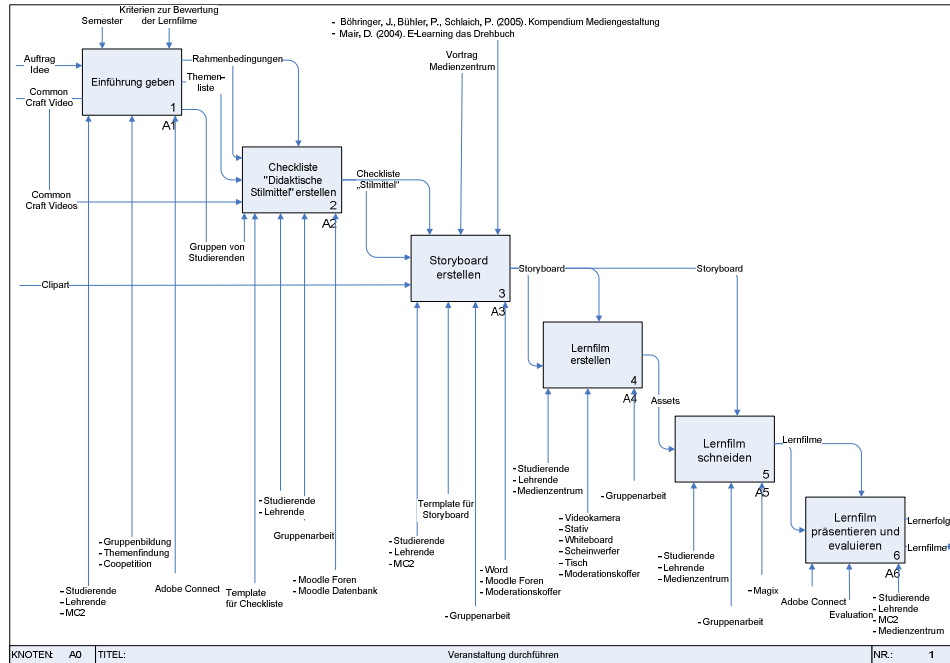


Abbildung 1: Der Teilprozess „Veranstaltung durchführen“ nach VOLEM-Modell

Im folgenden Kapitel werden die einzelnen Teilprozesse sowie die tatsächliche Realisierung im Projekt genauer beschrieben. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden in der Abbildung 1 Rollen, Methoden, etc. jeweils in einem Punkt aufgelistet. Die Rollen Studierende, Lehrende und MC2 aus dem ersten Prozess stehen zum Beispiel an einem Pfeil, repräsentieren allerdings drei unterschiedliche Rollen. Bei den Methoden und weiteren Aspekten verhält es sich gleich. Im ersten Prozess wurden die Methoden „Themenfindung“ und „Gruppenbildung“ angewandt, in der Abbildung stehen beide Methoden an einem Pfeil.

### 3 Beschreibung der Projektphasen und die Gestaltung der Kooperation im Projekt

**(1) Einführung geben:** Die Einführungsphase umfasste die folgenden drei Teilprozesse: Analyse der Anforderungen, Analyse der Inhalte und Spezifikation der Vorgehensweise. In dem Kooperationsprojekt hat gleich zu Beginn ein erstes virtuelles Kick-Off Treffen im Adobe Connect<sup>4</sup> zum gegenseitigen Kennenlernen stattgefunden. Zusätzlich wurde in der ersten Webkonferenz die allgemeine Vorgehensweise des Kooperationsprojektes mit Informationen zum Wettbewerb und Auftragnehmer-Auftraggeber Rollen besprochen. Die Mediencommunity 2.0 als Auftraggeber hat den Auftrag, die Anforderungen an die Lernfilme, die möglichen Themen und die Erwartungen an Endergebnisse erläutert.

Um die Standardisierung und Vergleichbarkeit der Lernfilme zu ermöglichen, wurden mehrere Vorgaben definiert, z.B. alle Lernfilme sollten die Leitidee „Web 2.0 in der Mediencommunity in drei Minuten“ verfolgen und damit eine Dauer von ca. drei Minuten haben. Zusätzlich wurden Meilensteine festgelegt und Termine vereinbart. An der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg wurde im Rahmen der Lehrveranstaltung eine Einführung zum Projektmanagement gegeben, sowie ein Zeitplan mit einzelnen Schritten nach VOLEM aufgestellt. Zusätzlich wurde das Format der Common Craft Filme<sup>5</sup> als „Good Practice“ für Lernfilme vorgestellt. Die zu erstellenden Lernfilme sollten sich an dem einfachen Format der Common Craft Filme orientieren, die mit Hilfe von Zeichnungen einen Begriff, z.B. Wiki oder Blogs, erläutern. Abschließend wurden insgesamt elf Teams gebildet und ein Lernfilmthema pro Gruppe ausgewählt. Damit haben sich die Studierenden bereits in der Anfangsphase intensiv mit auftragsspezifischen Anforderungen und Inhalten auseinandergesetzt.

**(2) Checkliste erstellen:** Die zweite Phase umfasste die zwei Teilprozesse Filmanalyse und Checklistenstellung. Im ersten Schritt haben die Studierenden ausgewählte Common Craft Filme in Hinsicht auf Aufbau, Gliederung, Stilmittel und Hilfsmittel für die Darstellung in Kleingruppen analysiert. Das Ziel der Analyse war vor allem, die relevanten Elemente zu erkennen und hinsichtlich des Einsatzes zu bewerten. Im zweiten Schritt erarbeiteten die Studierenden eigene Checklisten für die Erstellung von Lernfilmen.

Die einzelnen Checklisten wurden in der Lehrveranstaltung vorgestellt und eine gemeinsame Checkliste als Referenzrahmen für das anschließende Erstellen des Storyboard erarbeitet. Diese Phase wurde technisch durch die Lernplattform Moodle unterstützt. Die ausgewählten Common Craft Filme wurden in einem Repository in der Lernplattform der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg gesammelt und Checklisten, sowie weitere Zwischenergebnisse in der Lernplattform veröffentlicht. Ergänzend zu Präsenztreffen wurden Online Foren in Moodle eingesetzt, um die Kommunikation und die Kooperation zwischen den Studierenden und den Teams zu unterstützen.

---

<sup>4</sup> Offizielle Webseite: <http://www.adobe.com/de/products/connect/>

<sup>5</sup> Offizielle Webseite: <http://www.commoncraft.com>



**(3) Storyboard erstellen:** Die intensivste Phase bei der Produktion der Lernfilme war die Erstellung von Storyboards. Diese Phase bestand aus den folgenden drei Teilprozessen: Erstellen von Timelines (Zeitstrahlen), Erstellen von Storyboards (Drehbüchern) und Erstellen von Scribbles (Entwurfsideen). Als Hilfestellung diente die zuvor gemeinsam erarbeitete Checkliste. Die Timeline zeigt die Dauer der jeweiligen Lernfilmphase, wie Einleitung, Hauptteil, Abspann, an. Im zweiten Schritt wurden die einzelnen Szenen mit Hilfe einer Storyboard-Vorlage textuell beschrieben. Diese umfasste die Anordnung und die Benennung von Szenen sowie Angaben zur Dauer und die Beschreibung von Handlungen innerhalb jeder Szene. In diesem Schritt wurden bereits erste Ideen für den Sprechertext notiert. Danach wurden die grob strukturierten Storyboards verfeinert und mit detaillierten Angaben zu visuellen Aktionen und benötigten Grafiken genauer beschrieben. Anschließend wurden Sprechertexte formuliert um Regieanweisungen über Tonfall und Ausdruck ergänzt.

Die Herausforderung war dabei, ein ausgewogenes Verhältnis zwischen gesprochenen und visuellen Informationen zu finden. Hierzu wurden den Studierenden ein Artikel über das Erstellen des Storyboards sowie ausgewählte Bereiche aus Fachliteratur als begleitende Informationen zur Verfügung gestellt. Zusätzlich fand eine Einführung in das Arbeiten mit einem Schnittprogramm an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg statt, damit die Studierenden eine Vorstellung über die Möglichkeiten eines Videoschnittprogramms bekamen. Als technische Unterstützung der Kommunikations- und Kooperationsprozesse wurden hauptsächlich Online Foren in Moodle genutzt. Die Studierenden haben ihre Fragen und Entwürfe in den Foren eingestellt und eine zeitnahe Rückmeldung zu den Zwischenschritten von den Projektmitarbeitern der Mediencommunity erhalten. Auf der Grundlage des Feedbacks haben die elf Studierenden-Teams ihre Entwürfe überarbeitet und erneut der Mediencommunity präsentiert. Erst nach Abnahme des Storyboards durch die Auftraggeber haben die Studierenden an Scribbles weitergearbeitet. Wiederum wurden die Ergebnisse der Mediencommunity in Moodle Foren zur Verfügung gestellt und bei Bedarf erneut angepasst.

Diese Phase dauerte ca. fünf Wochen und war durch eine intensive Gruppenarbeit sowie reger Online-Kommunikation zwischen Auftragnehmern und Auftraggebern gekennzeichnet. Durch die interne Gruppenarbeit der Studierenden in den einzelnen Gruppen, hatte die Erstellung der gemeinsamen Lösungen einen starken kollaborativen Charakter. Gleichzeitig haben die einzelnen Gruppen untereinander jederzeit ihre Zwischenschritte vergleichen können und standen damit zueinander in einer Wettbewerbssituation. Dabei haben sowohl die Lehrenden der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg, als auch die Projektmitarbeiter der Mediencommunity darauf geachtet, konstruktives Feedback abzugeben, um eine faire Wettbewerbssituation und kreative Entfaltung von Ideen zu fördern und eine entwicklungshemmende Rivalitätshaltung zu minimieren.

**(4) Lernfilme erstellen:** Die vierte Phase bestand in der eigentlichen Produktion der Lernfilme. Nach der Abnahme des jeweiligen Konzeptes wurden Audio- und Videoaufnahmen im Medienzentrum der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg durchgeführt. Als Grundlage für die Produktion und im Sinne des VOLEM als kontrollierendes und eingehendes Dokument wurden die Storyboards verwendet. Das Filmsetting bestand aus folgender Ausstattung: eine Videokamera, ein Stativ, ein speziell angefertigter Tisch, eine Whiteboard-Tafel, Scheinwerfer und ein Moderationskoffer. Die Sprechertexte wurden separat im Tonstudio aufgenommen. Damit konnte der Erstellungsprozess in kleinere Einheiten zerlegt und in der nächsten Phase zusammengefügt werden.

**(5) Lernfilme schneiden:** Die fünfte Phase bestand in der Nachbearbeitung der Audio- und Videoaufnahmen. In dieser Phase wurden die Lernfilme geschnitten und der Ton mit den Filmsequenzen synchronisiert. Dabei wurden Sprechertexte mit weiteren Audiodateien, z.B. Druckmaschinengeräuschen, Vorspann- und Abspannmusik angereichert. Beim Videoschnitt kam die Software Magix<sup>6</sup> zum Einsatz. Die einzelnen Gruppen haben in Zusammenarbeit mit dem Medienzentrum der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg die Postproduktion der Filme selbständig durchgeführt. Da die wichtigsten inhaltlichen und gestalterischen Fragen bereits in der Konzeptionsphase in der Kommunikation mit dem Auftraggeber geklärt wurden, stand in dieser Phase vor allem die kollaborative Gruppenarbeit der einzelnen Gruppen im Vordergrund.

**(6) Lernfilme präsentieren und evaluieren:** Der letzte Prozess beinhaltete die Präsentation der erstellten Lernfilme. Zunächst wurden die Lernfilme in einem gemeinsamen Präsenztreffen der beiden Lehrveranstaltungen an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg und im zweiten Schritt in einer abschließenden Webkonferenz wiederum in Adobe Connect dem Auftraggeber vorgestellt. Bei der Vorstellung der eigenen Lernfilme in der Webkonferenz haben die Studierenden dem Auftraggeber die ausgewählten Aspekte der Planung, Produktion und Nachbearbeitung, sowie einige kritische Situationen und Herausforderungen erläutert. Anschließend haben die Projektmitarbeiter der Mediencommunity 2.0 ein Feedback gegeben. Nach der Präsentation der Lernfilme hat in der Mediencommunity 2.0 ein kriterienbasiertes Votingverfahren<sup>7</sup> stattgefunden, in dem die besten drei Filme nominiert wurden. Die Gewinnerteams erhielten Auszeichnungen und Preise. Nachdem die Gewinner bekannt gegeben wurden, konnten alle erstellten Lernfilme unter der Creative Commons Lizenz „Namensnennung, nicht kommerziell, Weitergabe unter gleichen Bedingungen“ (by-nc-sa)<sup>8</sup> direkt in der Mediencommunity<sup>9</sup> und später im YouTube-Kanal der Mediencommunity<sup>10</sup> als Video-Tutorials veröffentlicht werden.

---

<sup>6</sup> Offizielle Webseite: <http://www.magix.com>

<sup>7</sup> Die Bewertungskriterien umfassten dabei (1) Gesamteindruck, (2) Originalität der Idee, (3) Adäquatheit der Gestaltung, (4) Qualität der technischen Umsetzung, (5) Verständlichkeit und Informationstreue, (6) Erfüllungsgrad der zeitlichen Anforderungen.

<sup>8</sup> Offizielle Webseite: <http://de.creativecommons.org>

<sup>9</sup> Offizielle Webseite: <http://www.mediencommunity.de/vernetzen-mitmachen/phl-lernfilme>

<sup>10</sup> Offizieller YouTube-Kanal der Mediencommunity: <http://www.youtube.com/user/mediencommunity>

## **4 Die Ergebnisse der Kooperation**

Mit dem Vorgehensmodell zur Lernfilmerstellung (VOLEM) konnte eine klar strukturierte Methodik angewendet werden. Die Besonderheit dieses Kooperationsprojektes bestand darin, dass Studierende in der Rolle der Auftragnehmer den gesamten Produktionsprozess weitestgehend selbstgesteuert gestaltet haben. Dabei mussten die Studierenden die Anforderungen der Mediencommunity 2.0 berücksichtigen und Zwischenergebnisse fortlaufend an das Feedback der Auftraggeber anpassen. Die Transparenz dieser Vorgehensweise schaffte eine Vergleichsbasis als Benchmark zwischen den Gruppen. Die Kombination des Coopetition-Simulation-Ansatzes mit dem VOLEM-Modell hat dabei einen hohen Partizipationsgrad, einen effizienten Produktionsprozess und einen kreativen Charakter der erstellten Lernfilme gefördert.

### **4.1 Die Lernfilme**

Bei den Lernfilmen handelt es sich um nutzergenerierte Inhalte, die kollaborativ und außerhalb von professionellen Routinen für nicht-kommerzielle Zwecke erstellt wurden [Wu07]. Insgesamt sind elf Lernfilme entstanden, die jeweils eine bestimmte Web 2.0-basierte Funktion, wie beispielsweise Wiki, Blogs oder Mediacasts, innerhalb der Mediencommunity thematisieren. Die Inhalte wurden an die Anforderungen der Zielgruppe angepasst. Alle Lernfilme haben die folgenden Gemeinsamkeiten: (1) Grobstruktur: Vorspann, Problemstellung, Problemlösung durch den Einsatz von Web 2.0, Vorteile für Endnutzer, Abspann, (2) Vorspann mit dem Slogan „Wikis/Blogs/... in drei Minuten“ und dem Mediencommunity-Logo, (3) Abspann mit dem Slogan „Probieren Sie es doch mal selbst!“, Mediencommunity-Logo, Informationen zum Kooperationsprojekt und zu den Lernfilmautoren, (4) Dauer von ca. drei Minuten, sowie (5) Stilistische Hilfsmittel in Anlehnung an Common Craft u.a. ausgeschnittene Papierfiguren, Animieren mit einem Nylonfaden, Whiteboard als Hintergrund.

In jedem Lernfilm wird eine kurze Geschichte mit Papierfigur-Darstellern erzählt, welche die prototypischen Mediencommunity-Mitglieder repräsentieren. In Anlehnung an die Grundidee der Common Craft Filme liefern die erstellten Lernfilme einfache Erklärungen für komplexe Sachverhalte mit Hilfe von Papierschnipseln, Zeichnungen und Animationen. Mit Hilfe von Cut-Out-Animationen, Stop-Motion-Technik und narrativen Animationsformen wurden in den Lernfilmen inhaltlich-didaktische Arrangements kreiert, die auf eine anschauliche Weise Konzepte aus dem Bereich Web 2.0 in einen situativen Kontext einbetten und verständlich erläutern. Die erstellten Lernfilme werden im Rahmen des Vortrags am Beispiel des Gewinnerfilms „Wiki in drei Minuten“ vorgestellt.

### **4.2 Lessons Learned**

Die Projektkonzeption hat allen Projektbeteiligten mehrere Vorteile verschafft, war jedoch gleichzeitig mit diversen Herausforderungen verbunden. Folgend werden die Lessons Learned aus Sicht der Studierenden, der Mediencommunity 2.0 sowie den Lehrenden aufgeführt.

**Studierende in der Rolle der Auftragnehmer.** Der Mehrwert für die Studierenden lag zum einem in der Kompetenzentwicklung im Bereich der Lernfilmproduktion sowie im Bereich der Durchführung von E-Learning-Projekten. Zum anderem führte die Teilnahme an einem realen Projekt mit einem authentischen Auftraggeber und die darauffolgende direkte, öffentliche Verwertung der Endergebnisse in der Mediencommunity 2.0 zu einem hohen Engagement während des gesamten Projektes. Gleichzeitig war die simulierte Auftraggeber-Situation für die Studierenden ungewohnt, da anders als bei herkömmlichen Projektarbeiten extern definierte Anforderungen die Gestaltung der Lernfilme beeinflussten. Dies wurde zum Teil als einschränkend empfunden. Teilweise wurde das Schneiden als schwierig eingestuft, da der Ton extra aufgenommen und erst nach dem Grobschnitt hinzugefügt wurde. Dagegen wurde vor allem die schnelle Kommunikation über Projektideen und Hilfestellungen mit der Mediencommunity 2.0 als sehr hilfreich und motivierend bewertet. Ein weiterer Erfolgsfaktor war die gute Zusammenarbeit innerhalb der Gruppen. Der Wettbewerbscharakter führte zusätzlich dazu, dass die Gruppen ein bestmögliches Ergebnis erzielen wollten. Viele der Teilnehmer können sich gut vorstellen, künftig ein ähnliches Projekt, beispielsweise zusammen mit Schülern, durchzuführen.

**Mediencommunity 2.0 in der Rolle der Auftraggeber.** Der Mehrwert für die Projektmitarbeiter der Mediencommunity 2.0 waren, neben den direkt verwertbaren Lernfilmen, die zahlreichen Erkenntnisse über Erfolgsfaktoren kollaborativer Lernfilmproduktion und virtueller Kooperationen. Der Austausch mit den Studierenden und Lehrenden bot die Gelegenheit, sich mit dem Einsatz von Web 2.0-Anwendungen aus der Nutzerperspektive stärker auseinander zu setzen und derartige Lernangebote besser an die Bedürfnisse der Zielgruppe anzupassen.

Die Gestaltung der Lernsituation zur Erstellung von Lernfilmen nach dem Coopetition-Simulation-Ansatz wurde im Verlauf der Kooperation gezielt gelenkt. Hierzu wurden Aufgaben und Materialien vorgegeben und die Problemsituation vorstrukturiert. Die Mediencommunity 2.0 stellte vor allem Unterlagen zu den spezifischen Auftraggeber-Anforderungen bereit und gab Feedback zu den einzelnen Teilschritten. Durch die fortlaufende Veröffentlichung der Zwischenergebnisse und das für alle sichtbare Feedback der Auftraggeber in der Lernplattform Moodle konnten die Gruppen ihre (Teil-)Produkte vergleichen. Damit konnten die Studierende verschiedene Zugänge und Lösungsmöglichkeiten zur Erstellung von Inhalten für sich erschließen, was gleichzeitig einer beruflichen Praxis, wo verschiedene Problemlösungsstrategien möglich sind, ähnlich war. Damit wurden zwei Arten von Lernprozessen angeregt – kollaboratives und kompetitives Lernen in einer simulierten Situation.

**Lehrende in der Rolle des Organisators, Koordinators, Lernbegleiters und Wissensvermittlers.** Aus Sicht der Lehrenden lag der Mehrwert vor allem in der Erfahrung hinsichtlich der Gestaltung und Durchführung von Lehrveranstaltungen mit einer simulierten Auftraggeber-Auftragnehmer Situation und Kombination von kooperativen und kompetitiven Elementen. Während des gesamten Projektes wurden die Studierenden mit mediendidaktischen Lernhilfen, wie beispielsweise Storyboard-Erstellung oder Umgang mit den Kommunikationstools, gezielt unterstützt. Im Vorfeld und im Laufe der gesamten Kooperation mussten viele organisatorische Fragen und Abläufe geklärt werden. Als besondere Herausforderung haben sich die rechtlichen Aspekte erwiesen. Zum einen musste die rechtliche Ausarbeitung der Kooperation, zum anderen die Urheber- und Nutzungsrechte im Bezug auf die Veröffentlichung der Lernfilme geklärt werden. Dabei war die rechtliche Gestaltung der Kooperation zwischen der Mediencommunity 2.0 und der beiden Lehrveranstaltungen der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg leichter zu handhaben, als die Frage, wie und in welcher Form die Lernfilme in der Mediencommunity 2.0 veröffentlicht werden könnten. Hierbei galt es zum einen die Urheberrechte der Studierenden, die im Rahmen ihrer Studienleistungen eigene Produkte entwickelten, zu beachten, und gleichzeitig den Anforderungen der Mediencommunity 2.0, die ursprünglichen Lernfilme modifizieren zu können und im Rahmen der Online Community zu publizieren, gerecht zu werden. Eine pragmatische Lösung des Problems konnte über die Creative Commons Lizenz gefunden werden. Der lange Verhandlungsprozess zeigte, dass die rechtlichen Fragen bilateral zwischen den Projektbeteiligten besser lösbar waren als mit Hilfe der Rechtsberatung seitens des Auftraggebers.

Die Mehrwerte für alle am Projekt Beteiligten waren die zahlreichen Erfahrungen im Umgang mit Web 2.0-Technologien sowie die Erkenntnisse über die Gestaltung von Urheber- und Nutzungsrechten bei der Publikation nutzergenerierter Inhalte in Online Communities.

## **5 Fazit**

In diesem Beitrag wurde der Coopetition-Simulation-Ansatz und die Lernfilmproduktion nach dem Vorgehensmodell VOLEM im Rahmen des Kooperationsprojektes zwischen dem Forschungsprojekt „Mediencommunity 2.0“ und zwei Lehrveranstaltungen an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg als eine Methodik zur Erhöhung der Lernerpartizipation an der Erstellung nutzergenerierter Inhalte vorgestellt. Die Coopetition-Strategie ermöglichte dabei eine effektive Verknüpfung von kooperativen und kompetitiven Elementen der Zusammenarbeit in Gruppen. Die Simulations-Methode unterstützte situiertes, multiperspektivisches und problemlösendes Lernen. Die Gestaltung der Produktionsprozesse nach VOLEM ermöglichte ein transparentes, strukturiertes und in hohem Maße selbstgesteuertes Vorgehen. Insgesamt kann festgehalten werden, dass der Coopetition-Simulation-Ansatz die Lernerpartizipation an der Erstellung von nutzergenerierten Inhalten fördern kann, indem der Wissensaustausch, die Selbstorganisation, sowie reale Anwendungs- und Verwertungsmöglichkeiten ermöglicht werden.

## Literaturverzeichnis

- [Ge00] Geutling, M.: Soziale Simulation und Planspiel in pädagogischer Perspektive. In (Herz, D.; Blätte, A., Hrsg.): Simulation und Planspiel in den Sozialwissenschaften. Lit-Verlag, Münster, Hamburg, London, 2000.
- [HTM05] Herzog, M.; Trier, M.; Müller, C.: Effiziente Videoproduktionsprozesse für komponentenbasierte E-Learning Inhalte. In (Lattemann, C.; Köhler, T. (Hrsg.): Multimediale Bildungstechnologien I, Anwendungen und Implementationen« Verlag Peter Lang, 2005.
- [Le10] LeFever, L.; LeFever, S.: Common Craft - Our Product is Explanation. Zuletzt aufgerufen am 05.01.2010 unter [<http://www.commoncraft.com>].
- [LFP99] Loebbecke, C.; Fenema, P.; Powell, P.: Co-opetition and knowledge transfer, The Database for Advances in Information Systems (DATABASE), 30(2), 1999; S. 14-25.
- [LL99] Lorenzoni, G.; Lipparini, A.: The Leverage of Interfirm Relationships at a Distinct Organisational Capability, Strategic Management Journal, 42(1), 1999; S. 13-26.
- [Ma08] Makkonen, M. H.: Co-opetition: Coexistence of cooperation and competition in public sector – A case study in one city's public companies. Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta, 2008.
- [MTH05] Müller, C., Trier, M., Herzog, M.: Process-Oriented Production of Learning Units for Sustainable E-Learning Offerings. In (Breitner, M.H.; Hoppe, G. Hrsg.): E-Learning – Einsatzkonzepte und Geschäftsmodelle. Physica-Verlag, Heidelberg, 2005, S. 331-348.
- [NB96] Nalebuff, B.; Brandenburger, A.: Coopetition – kooperativ konkurrieren: mit der Spieltheorie zum Unternehmenserfolg. Campus, Frankfurt a. Main, 1996.
- [Na93] National Institute of Standards and Technology: Announcing the Standard for Integration Definition for Function Modelling (IDEF0) in Draft Federal Information Processing Standards Publication 183. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, 1993.
- [We00] Wenger, E.: Communities of practice and social learning systems, Organisation, 7(2), 2000; S. 225-246.
- [Wu07] Wunsch-Vincent, S.: Participative Web and User-Created Content: Web 2.0, Wikis and Social Networking. OECD, 2007.

# AMSEL – ein Lernsystem zum Algorithmenentwurf

Jörg Desel<sup>1</sup>, Leo von Klenze<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FernUniversität in Hagen, 58084 Hagen

<sup>2</sup>TNG - Technology Consulting GmbH, 85774 Unterföhring  
joerg.desel@fernuni-hagen.de, leo.vonklenze@tngtech.com

**Abstract:** Der in dieser Arbeit vorgestellte Ansatz vereinfacht den Entwurf eines Algorithmus. Anwender erstellen zunächst Beispielabläufe passend zur Problembeschreibung. Diese Beispielabläufe werden formalisiert und zu einem Algorithmus synthetisiert. Das Lernsystem AMSEL unterstützt den gesamten Vorgang von der Erstellung der Beispielabläufe bis hin zum synthetisierten Algorithmus. Die interaktive Gestaltung bindet den Benutzer aktiv ein und erhöht so den Lerneffekt beim Algorithmenentwurf. Eine Evaluierung schließt die Arbeit ab.

## 1 Einleitung

Die Fähigkeit, einen Algorithmus zu entwerfen, muss ebenso erworben werden, wie die Fähigkeit, seine formale Darstellung zu lesen und zu verstehen. Es reicht nicht aus, nur die Syntax einer Programmiersprache sowie die Bedeutung ihrer Konstrukte zu erklären, obwohl gerade dies in der Lehre oft im Vordergrund steht. Der Doppelschritt der gleichzeitigen Abstraktion von verstandenen einzelnen Abläufen auf allgemeinere Ablaufstrukturen und die Formalisierung der Strukturen auf Befehle einer Programmiersprache überfordert Anfänger bei kleineren Aufgabenstellungen und auch Fortgeschrittene bei größeren. Auf einem alternativen, ablauforientierten Ansatz [Des08] basiert das in dieser Arbeit vor gestellte System AMSEL, welches den Lernenden beim Algorithmenentwurf unterstützt.

Das Ziel dieser Arbeit ist somit eine Machbarkeitsstudie, die die Tauglichkeit dieses Ansatzes zunächst wenigstens für eine eingeschränkte Problemklasse untersucht. Der Ansatz verlangt nicht das gleichzeitige Abstrahieren und Formalisieren. Er fordert zunächst die Erstellung von Beispielabläufen aus der Problembeschreibung. Anschließend müssen die Abläufe formalisiert werden. Dieser Schritt ist im Allgemeinen nicht einfach, da der formale Rahmen zuerst gefunden werden muss (dies ist aber auch beim traditionellen Vorgehen notwendig). Sind die Beispielabläufe formalisiert, werden sie werkzeugunterstützt zu einem Algorithmus synthetisiert.

Das System AMSEL ist auf Algorithmen eingeschränkt, die einen Roboter in einer zweidimensionalen Welt steuern. Diese Umgebung wurde als Rahmen gewählt, da sie besonders leicht verständlich ist. Das System gibt dem Lernenden die Möglichkeit, Beispielabläufe einfach zu generieren. Die Formalisierung geschieht implizit durch das System. Aus den Beispielabläufen wird systemunterstützt ein Algorithmus entwickelt. Dadurch kann der Lernende spielerisch den Umgang mit Algorithmen erlernen und erfahren, wie sich bestimmte Kontrollstrukturen, z. B. Schleifen, aus den Problembeschreibungen ergeben.

Einige Ansätze setzen sich mit ähnlichen Ideen auseinander. Beim Process Mining wird versucht, aus protokollierten betrieblichen Abläufen (sog. event logs) ein Prozessmodell zu synthetisieren [Aa03]. Dieses Modell basiert jedoch lediglich auf den Informationen der Eingabeprotokolle. Das Einfügen von Bedingungen, die zusätzliche Informationen liefern, ist nicht interaktiv, sondern erst im fertigen Prozessmodell möglich.

Ein exaktes Verfahren zur Synthese aus Abläufen beschreibt [Be07]. Hier werden Abläufe zu LPO-Netzen (Labeled Partial Order) formalisiert und anschließend zu einem Petrinetz synthetisiert. Auch dieses Verfahren basiert rein auf Eingabeabläufen, zusätzliche Informationen werden nicht berücksichtigt. Ziel ist zwar auch die Erstellung eines korrekten Algorithmus (im obigen Kontext: eines korrekten Netzes), jedoch nicht die Vermittlung von Entwurfskompetenz. Der Anwender unseres Ansatzes soll nicht nur einen fertigen Algorithmus erhalten, sondern verstehen, wie dieser Algorithmus zustande kam.

In [FK] wird mit Robot Karol auf den ersten Blick ein zu unserer Arbeit ähnlicher Ansatz verfolgt. Dort wird ein Werkzeug vorgestellt, das ebenfalls eine Umgebung für einen Roboter bereitstellt. Diese hat sogar drei Dimensionen, und der Roboter kann mit Objekten in seiner Welt interagieren. Der wesentliche Unterschied besteht jedoch in der Art und Weise, wie dieses Programm verwendet wird. Der Roboter wird nicht direkt gesteuert. Vielmehr bietet das Programm eine besonders einfache Programmiersprache, um den Roboter zu programmieren. Der Anwender muss sich also über die Try-and-error-Methode an den richtigen Algorithmus herantasten.

Ebenfalls auf einfache Programmierung ausgelegt ist das in [HM03] vorgestellte Konzept, welches erweiterte Live-Sequence-Charts als Sprache verwendet. Auch hier kann der Anwender konkrete Anwendungsfälle modellieren. Dieses Programm ist jedoch mehr für die Systementwicklung als für die Lehre geeignet.

Eine weitere Parallele findet sich in [Lie01]. Dort wird beschrieben, wie unterschiedliche Software so gestaltet werden kann, dass sie durch Vorspielen von Aktionen durch den Anwender, lernt und diese Vorgänge wiederholen kann. Dies spielt eher in den Bereich der Künstlichen Intelligenz als in den Bereich des Algorithmenentwurfs hinein.

Erste Vorarbeiten zu dem hier vorgestellten Konzept sind in [Des08] und [DN08] beschrieben. [Des08] beschreibt den Ansatz allgemein für die Modellierung. Bei [DN08] handelt es sich um eine Studie, die in einer Schule durchgeführt wurde. Bei dieser Studie wurden zwei Schulklassen auf verschiedene Art unterrichtet: eine nach dem klassischen Lehransatz und die andere nach dem auch hier verwendeten ablaforientierten Ansatz. Das Ergebnis ist zwar nicht eindeutig; allerdings wird durchaus deutlich, dass der ablaforientierte Ansatz einige Vorteile gegenüber der traditionellen Vorgehensweise bietet.

In Abschnitt 2 dieser Arbeit wird der ablaforientierte Ansatz beschrieben. Abschnitt 3 beschreibt das System AMSEL, Abschnitt 4 geht auf seine Implementierung ein und Abschnitt 5 enthält eine Kurzfassung der Evaluierungsergebnisse.

Diese Arbeit basiert auf [vK09]. Das System AMSEL, seine Bedienungsanleitung, die verwendeten Fragebögen und weitere Informationen findet man auch unter [vK].



## 2 Ablauforientierter Ansatz

Ein Algorithmus beschreibt eine Vorgehensweise, um eine Klasse von Problemen zu lösen. Eine formale Beschreibung eines Algorithmus wird notwendig, z.B. in Form einer Programmiersprache, wenn der Algorithmus von einem Computer verstanden werden soll. Bei der Vermittlung von Algorithmen steht üblicherweise die Vermittlung formaler Konstrukte, wie Schleifen oder Verzweigungen, im Vordergrund. Häufig werden diese Konstrukte anhand einer Programmiersprache eingeführt, damit sie danach leicht übertragen werden können. Damit ein spezielles Problem oder gar eine Klasse von Problemen gelöst werden kann, reichen diese Kenntnisse jedoch nicht aus. Der Problemlöser benötigt ebenso Wissen darüber, wie er ein Problem so erfassen kann, dass er in die Lage kommt, einen lösenden Algorithmus zu finden. Er benötigt also eine Strategie, um von einem Problem auf den zugehörigen Algorithmus zu schließen. Natürlich gibt es sehr unterschiedliche Probleme, und es gibt kein generell gültiges, allgemeines Lösungsschema. Es gibt jedoch verschiedene Herangehensweisen, um einen Algorithmus für ein Problem zu finden.

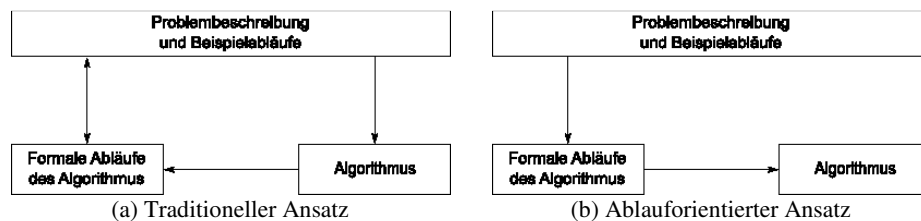


Abbildung 1: Traditioneller und ablauforientierter Ansatz im Vergleich

Eine häufig praktizierte Herangehensweise zeigt Abbildung 1a. Um einen Algorithmus aus einer Problembeschreibung zu finden, muss der Programmierer zwei Schritte auf einmal durchführen: informelle Beispielabläufe, die aus der Problembeschreibung folgen, müssen analysiert und zu einem allgemeineren Verfahren abstrahiert werden, und gleichzeitig muss ein Algorithmus in einer bestimmten formalen Sprache erzeugt werden, der das beschriebene Problem löst. Diese Vorgehensweise ist bei einfachen Problemen noch leicht zu bewerkstelligen. Bei komplexen Problemen scheitern ungeübte Programmierer meist schon bei der Abstraktion, bei der viele Fälle berücksichtigt werden müssen. Diese Fälle müssen nämlich geeignet zusammengefasst werden, um einen allgemeinen Algorithmus zu entwickeln. Die von diesem Algorithmus erzeugten Abläufe werden schließlich mit den Beispielabläufen verglichen.

Der Ansatz aus Abbildung 1b wirkt diesem Problem entgegen, indem er den Formalisierungsschritt vom Abstraktionsschritt trennt. Dieser Ansatz versteht den Algorithmus als die Zusammenfassung aller möglichen Abläufe. Daher werden die Beispielabläufe zuerst formalisiert. Dazu ist auch eine formale Sprache nötig, allerdings entfällt die gleichzeitige Abstraktion. Ein formalisierter Ablauf besteht nur aus einer Folge von Ereignissen. Er beinhaltet keine Schleifen oder Verzweigungen, die beachtet werden müssen. Daher lässt er sich leicht erfassen und verstehen. Ein Problem mag die Identifizierung und Abgrenzung der einzelnen Ereignisse darstellen, um eine geeignete formale Sprache zu finden. Sind die Abläufe formalisiert, können sie zu einem Algorithmus abstrahiert, also zu-

sammengefasst werden. Dieser Schritt kann auf Grundlage der vorliegenden formalen Abläufe werkzeugunterstützt durchgeführt werden. Dies ermöglicht auch die Konstruktion umfangreicher Algorithmen. Nachdem der Algorithmus erstellt wurde, können zudem seine Abläufe einfach mit der Vorgabe verglichen werden, da sie in derselben formalen Sprache wie die formalisierten Beispielabläufe vorliegen.

Der ablaforientierte Ansatz soll durch die eben vorgestellte Zerlegung in zwei Schritte die Modellierung von Algorithmen vereinfachen und dadurch verständlicher für Anfänger ein. Die Vermittlung formaler Sprachen und Konstrukte wie Schleifen ist natürlich weiterhin notwendig, da sie im Algorithmus zur Abstraktion benötigt werden, ihre Vermittlung steht jedoch nicht im Vordergrund. Vielmehr liegt der Schwerpunkt auf der Vermittlung von Kompetenz zur Erstellung von Algorithmen.

### 3 Das Konzept des Lernsystems AMSEL

Mit dem Lernsystem AMSEL<sup>1</sup> soll festgestellt werden, ob der Ansatz wenigstens für ein kleines Beispiel realisierbar und gewinnbringend ist. Es soll Lernende im Umgang mit Algorithmen und deren Entwurf unterstützen. Ein Schwerpunkt ist die Vermittlung des Konzepts bedingter Schleifen. Das System geht von Beispielabläufen für gewisse Konfigurationen aus. Der generierte Algorithmus soll dann sämtliche Abläufe, auch für andere Konfigurationen, erzeugen können. Der gesamte Vorgang ist interaktiv, damit Lernende die einzelnen Schritte nachvollziehen können. Primäres Ziel ist nicht die erfolgreiche Algorithmensynthese, sondern die Vermittlung der Vorgehensweise und die damit verbundene Steigerung der Kompetenz zum Entwurf von Algorithmen.

Als Umgebung wurden zweidimensionale Welten gewählt, ähnlich Schachbrettern, in der sich ein Roboter bewegen und Aktionen durchführen kann. Die betrachteten Algorithmen steuern also einen Roboter, in Abhängigkeit von seiner Umgebung. Die Anzahl der Felder in beiden Dimensionen ist variabel und definiert unterschiedliche Welten. Das System ist im Hinblick auf die Konfiguration der Welten und die möglichen Aktionen des Roboters erweiterbar. Eine Grundkonfiguration, die umgesetzt wurde, ist im Folgenden beschrieben. Eine Roboterwelt  $W_{b,h}$  hat die Breite  $b$  und die Höhe  $h$ . Für einzelne Felder sind die Objekte Wand und Startfeld definiert:

**Wand:** Der Roboter kann Felder mit einer Wand nicht befahren, und es können auch keine weiteren Objekte auf solchen Feldern platziert werden.

**Startfeld:** Wird ein Roboter in einer Welt mit einem Startfeld initialisiert, soll er auf dem Startfeld mit einer bestimmten Blickrichtung starten; die Position des Anfangszustandes soll also der Position des Startfeldes entsprechen.

Der Roboter besitzt eine Position und eine Blickrichtung. Er soll die folgenden drei Anweisungen verstehen. Die Tabelle listet auch die entstehenden Ereignisse auf.

---

<sup>1</sup> Algorithmen modellieren spielend erlernen

| Anweisung         | Beschreibung                                                                                  | Ereignis         |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Schritt vorwärts: | Der Roboter bewegt sich in Blickrichtung ein Feld nach Vorne, wenn dieses nicht blockiert ist | Schritt vorwärts |
| Drehe rechts:     | Der Roboter dreht sich um 90 nach rechts.                                                     | Drehung rechts   |
| Drehe links:      | Der Roboter dreht sich um 90 nach links.                                                      | Drehung links    |

Wenn der Roboter auf dem Feld  $(x, y)$  steht, gibt sein Blickfeld an, auf welches Feld er bei der entsprechenden Richtung „schaut“.

| r | Beschreibung | Blickfeld    |
|---|--------------|--------------|
| 0 | Norden       | $(x, y + 1)$ |
| 1 | Osten        | $(x + 1, y)$ |
| 2 | Süden        | $(x, y - 1)$ |
| 3 | Westen       | $(x - 1, y)$ |

Der Roboter kann Bedingungen prüfen; z.B. kann er feststellen, ob er vor einer Wand steht. Wir definieren für die gewählte Konfiguration folgende Elementarbedingungen:

**Wand:** Diese Bedingung prüft, ob ein Feld von einer Wand blockiert ist. Die Auswertung liefert wahr, wenn das entsprechende Feld durch eine Wand blockiert ist.

**besuchtes Feld:** Diese Bedingung prüft, ob das Feld bereits vom Roboter besucht wurde. Dafür muss der Roboter bei Besuch eines Feldes dieses als besucht markieren.

Der Roboter kann, unabhängig von seiner Position, die Bedingungen für jedes Feld überprüfen. Formal besteht die Bedingung aus der Aussage und dem Feld, für das die Aussage ausgewertet werden soll. Die Bedingungen „Wand (1 Feld) vorne“ und „Wand (1 Feld) rechts“ sind also verschieden. Es gibt für eine Welt  $W_{b,h}$  also  $2 \cdot (b+2) \cdot (h+2)$  Bedingungen (die Wand, die die Welt umgibt, muss mitgerechnet werden).

Grundsätzlich unterstützt das System die folgenden vier Schritte, die im folgenden Abschnitt detaillierter beschrieben werden.

1. Erstellen von Beispielabläufen aus der Problembeschreibung
2. Formalisieren der Beispielabläufe
3. Interaktive Synthese des Algorithmus
4. Testen des synthetisierten Algorithmus

Neben diesen Schritten gibt es einige weitere notwendige Aufgaben:

**Welten erstellen:** Um die Beispielabläufe ausgehend von der Problembeschreibung aufzeichnen zu können, sind entsprechende Welten notwendig, in denen mit dem Roboter das gewünschte Verhalten eingespielt werden kann. Das Programm benötigt also einen Editor, um solche Welten zu erstellen.

**Szenariensammlung erstellen:** Wird ein Beispielablauf in einer bestimmten Welt mit einem Roboter aufgezeichnet, so entsteht ein Szenario. Der Benutzer hat die Möglichkeit, mehrere dieser Szenarien zu einer Sammlung zusammenzufassen, aus der

dann der Algorithmus synthetisiert wird. Des Weiteren können Benutzer Syntheseparameter anpassen, z.B. bzgl. Bedingungen, die während des Synthesevorgangs verwendet werden können.

## 4 Vorgehensweise von AMSEL

Ein Beispiel einer Problembeschreibung unserer Konfiguration ist: „Fahre die komplette Welt so von außen nach innen ab, dass die Fahrspur eine Rechtsspirale darstellt“. Diese Problembeschreibung wird durch den Ablauf aus Abbildung 2a verdeutlicht (der Roboter startet auf dem Feld links unten mit Blick nach Norden). Abbildung 2b präzisiert die Aufgabenstellung weiter. Nun ist erkennbar, dass sich der Roboter am Ende noch einmal nach rechts drehen soll. Wird nur der Ablauf aus Abbildung 2a betrachtet, könnte auch gemeint sein, dass der Roboter am Ende nach Norden blicken soll. Beide Abläufe zusammen bilden jedoch eine hinreichende Problembeschreibung.

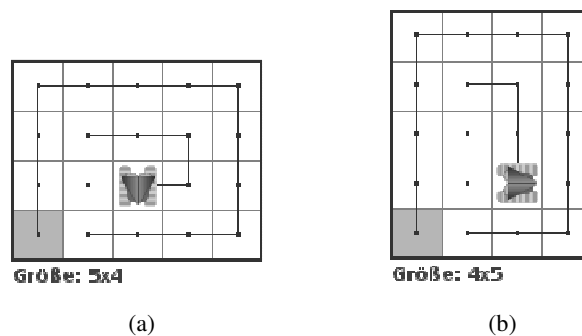


Abbildung 2: Beispielabläufe für eine Rechtsspirale

Der Lernende soll auf einfache Weise derartige Beispielabläufe visuell unterstützt erstellen können. Dazu bietet das System ein „Spielfeld“, auf dem der Roboter gesteuert werden kann. Die durch den Benutzer ausgeführten Aktionen werden aufgezeichnet und in einem sichtbaren Protokoll festgehalten. Es stellt den aufgezeichneten Ablauf dar. Dieser Ablauf kann wieder abgespielt und verändert werden, bis der gewünschte Ablauf gefunden ist. Ein Beispielablauf in einer bestimmten Welt wird Szenario genannt. Da mehrere Beispiele nötig sind, um eine Verallgemeinerung durchführen zu können, kann der Benutzer mehrere Szenarien zu einer Szenariensammlung zusammenzufassen.

### 4.1 Formalisieren erstellter Beispielabläufe

Dieser Schritt geschieht implizit bei der Aufzeichnung der Beispielabläufe. Für die Eingabe der Beispielabläufe werden Roboteraktionen in einer bestimmten Welt ausgeführt, dem Roboter werden also entsprechende Anweisungen erteilt. Jede dieser Aktionen führt zu einem Ereignis, welches im Protokoll festgehalten wird. Wird ein Ereignis als Zeichen aus einem Alphabet aufgefasst, so kann das Protokoll als Wort über diesem Alphabet betrachtet werden.

Das System stellt sicher, dass der Benutzer nur vordefinierte Ereignisse auslösen kann, da er nur bestimmte Aktionen zur Verfügung hat. Hier besteht das Alphabet  $A$  aus drei Zeichen: „Schritt vorwärts“ ( $v$ ), „drehe rechts“ ( $r$ ) und „drehe links“ ( $l$ ), also  $A = \{v, r, l\}$ . Ein Beispielablauf wird damit automatisch zu einem Wort aus  $A^*$  formalisiert.

#### 4.2 Synthese des Algorithmus

Hat der Benutzer die gewünschten Beispielabläufe aufgezeichnet (und damit gleichzeitig formalisiert) und in einer Szenariensammlung zusammengefasst, kann aus dieser Sammlung der Algorithmus synthetisiert werden. Der Anwender wird konsequent in den Vorgang eingebunden, indem er interaktiv die einzelnen Schritte ergänzen und bestätigen muss. Auf diese Weise soll er nicht nur das Endergebnis, nämlich den synthetisierten Algorithmus, sondern auch die Verfahrensweise kennenlernen.

Ziel der Synthese ist es, dass der synthetisierte Algorithmus mindestens die Abläufe aus den Szenarien der Szenariensammlung erzeugen kann (und möglichst nicht viel mehr). Dies hängt jedoch stark von den eingegebenen Beispielabläufen ab und kann nicht allgemein garantiert werden. Allerdings ist für eine bestimmte Klasse von Szenariensammlungen sichergestellt, dass der synthetisierte Algorithmus für alle Abläufe aus den enthaltenen Szenarien gültig ist und gewisse Korrektheitskriterien erfüllt. Diese Klasse wird in [vK09] genauer beschrieben. Das Syntheseverfahren besteht aus den folgenden fünf Schritten:

- 1. Erzeugung von Syntheseobjekten:** Die Eingabe ist eine Szenariensammlung. In diesen sind Abläufe und die dazugehörigen Welten enthalten. Die Abläufe werden zuerst in elementare Algorithmen umgewandelt, die nur den Ablauf erzeugen, aus dem sie entstanden sind (reine Sequenzen von Anweisungen und Zählschleifen). Sie werden mit ihrem dazugehörigen Szenario in einem Syntheseobjekt gespeichert.
- 2. Horizontaler Abgleich:** Beim ersten horizontalen Abgleich wird versucht, die einzelnen Algorithmen aus den Syntheseobjekten so zu verallgemeinern, dass sie nicht mehr nur den Ablauf aus ihrem zugehörigen Szenario erzeugen können. Dazu werden die Algorithmen „horizontal angeordnet“ und Anweisung für Anweisung miteinander verglichen. Mit Hilfe der zugehörigen Welten, die zusätzliche Informationen liefern, werden möglichst viele Zählschleifen durch Bedingungsschleifen ersetzt.
- 3. Vertikale Kompression:** In einer anschließenden vertikalen Kompression werden die Algorithmen jeweils „vertikal“ untersucht. Durch das Auffinden von sich wiederholenden Mustern und das Einbetten dieser Muster in Zählschleifen werden die Algorithmen verkürzt. In diesem Schritt werden keine Zählschleifen zu Bedingungsschleifen verallgemeinert. Allerdings werden ggf. Bedingungsschleifen miteinander kombiniert.
- 4. Horizontaler Abgleich:** Nach der vertikalen Kompression bestehen die Algorithmen unter Umständen wieder aus Zählschleifen. Diese können bei dem horizontalen Abgleich wieder verallgemeinert werden.

**5. Verschmelzung:** Alle vorigen Schritte haben auf einer Menge von Syntheseobjekten gearbeitet und auch ein solches erzeugt. In diesem Schritt werden die Algorithmen aus den verschiedenen Syntheseobjekten miteinander kombiniert. Für gewisse Szenariensammlungen sind alle Algorithmen in den verschiedenen Syntheseobjekten gleich, und es kann ein beliebiger ausgesucht werden. Andernfalls sind die Algorithmen jedoch unterschiedlich, und es muss der „richtige“ ausgewählt werden.

Exemplarisch soll der zweite Schritt „Horizontaler Abgleich“ an einem Beispiel genauer dargestellt werden. Ausgangspunkt sind zwei Algorithmen, die jeweils aus Szenarien hervorgegangen sind. In Abbildung 3 sind über den Algorithmen die zugehörigen Welten dargestellt. Die graue Linie markiert den vom Benutzer gewählten Ablauf. Es werden

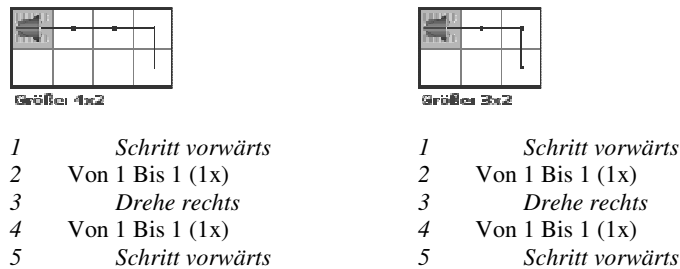


Abbildung 3: Abläufe und ihre zugehörigen elementaren Algorithmen

nun die ersten beiden Zählschleifen miteinander verglichen. Da sich die Zählgrenzen unterscheiden, müssen sie verallgemeinert werden, indem sie in Bedingungsschleifen umgewandelt werden. Beide Zählschleifen können durch eine in beiden Welten gültige Bedingungsschleife mit der Bedingung „Nicht Wand (1 Feld) vorne“ ersetzt werden. Der folgende Algorithmus kann daher beide Abläufe erzeugen.

- 1 Solange Nicht Wand (1 Feld) vorne
- 2 *Schritt vorwärts*
- 3 Von 1 Bis 1 (1x)
- 4 *Drehe rechts*
- 5 Von 1 Bis 1 (1x)
- 6 *Schritt vorwärts*

Die beiden restlichen Schleifen haben dagegen dieselben Zählgrenzen und müssen deshalb nicht verallgemeinert werden.

Um eine Zählschleife durch eine Bedingungsschleife ersetzen zu können, muss eine passende Bedingung für die neue Schleife gefunden werden. Für sinnvolle und in den Kontext passende Bedingungen sind nicht nur die Algorithmen der Syntheseobjektmenge relevant, sondern auch die zugehörigen Welten, da eine Bedingung sich immer auf eine Welt bezieht (z. B. „Wand (1 Feld) vorne“).

Mögliche Bedingungen werden dem Lernenden von AMSEL angeboten. Die entsprechende Systemfunktion besteht im Wesentlichen aus drei Teilen: Generieren von Bedingungen, Filtern von Bedingungen und Kombinieren und Testen von Bedingungen. Das

Filtern reduziert die Anzahl der später zu kombinierenden Bedingungen. Dies ist aus Komplexitätsgründen wichtig, weil jede erzeugte Kombination in jedem Szenario getestet werden muss.

Um die Bedingungen zu filtern, wird ein Roboter erstellt, der alle Anweisungen des Algorithmus in der zugehörigen Welt von Anfang bis zur betrachteten Stelle ausführt. Für die Schleife wird eine Bedingung gesucht, die bei jedem bisherigen Schleifeneingang dieses Ablaufs zutrifft und in dem aktuellen Zustand des Roboters nicht mehr zutrifft. Zunächst werden potentielle Abbruchbedingungen gespeichert, also Bedingungen, die genau dann wahr sind, wenn die Schleife nicht weiter ausgeführt werden soll. Dazu müssen die Bedingungen getestet werden. Ist eine Bedingung wahr, so wird noch geprüft, ob sie in einem der vorigen Algorithmen nicht falsch war. In diesem Fall wird die Bedingung gespeichert. Ist die Bedingung für keinen der folgenden Algorithmen falsch, so wird sie schließlich zu einer Menge *Bed* hinzugefügt. Analog wird mit der Negation der Bedingung vorgegangen, wenn der Test „falsch“ zurücklieferte. Auf diese Weise werden alle Abbruchbedingungen in *Bed* gespeichert.

Für das oben angeführte Beispiel werden dem Benutzer die folgenden Abbruchbedingungen angeboten: *Bed* = {„Nicht Wand vorne“, „Nicht Wand vorne Oder Wand rechts“}. Er kann nun entscheiden, welcher Grund für das Abbiegen des Roboters im allgemeinen Fall anzugeben ist und entsprechend eine Bedingung auswählen.

Nach vollständiger Ausführung des ersten horizontalen Abgleichs sehen die Algorithmen für das Spiralbeispiel aus Abbildung 2 wie folgt aus:

Für Abbildung 2a:

```

1      Schritt vorwärts
2  Von 1 Bis 1 (1x)
3      Drehe rechts
4  Zeilen 1-4 wiederholen sich dreimal
5  Solange nicht besuchtes Feld v
6      Schritt vorwärts
7  Von 1 Bis 1 (1x)
8      Drehe rechts
9  Zeilen 6-9 wiederholen sich fünf mal

```

Für Abbildung 2b:

```

1      Schritt vorwärts
2  Von 1 Bis 1 (1x)
3      Drehe rechts
4  Zeilen 1-4 wiederholen sich dreimal
5  Solange nicht besuchtes Feld v
6      Schritt vorwärts
7  Von 1 Bis 1 (1x)
8      Drehe rechts
9  Zeilen 6-9 wiederholen sich fünf mal

```

Bei der vertikalen Kompression entstehen wieder zwei Algorithmen. Der folgende Algorithmus ist aus dem linken der eben dargestellten Algorithmen entstanden:

```

1  Von 1 Bis 8 (8x)
2      Solange (Nicht W and vorne Und Nicht besuchtes Feld vorne )
3          Schritt vorwärts
4      Von 1 B i s 1 (1x)
5          Drehe rechts

```

Der Algorithmus, der aus der rechten Seite durch die vertikale Kompression hervorgeht, unterscheidet sich durch eine Zählgrenze von 7 statt 8 bei der ersten Schleife. Ein erneuter horizontaler Abgleich bringt schließlich die „optimalen“ Algorithmen hervor, die für

beide Welten gleich sind. Der Verschmelzungsschritt ist hier nicht mehr notwendig, da bereits alle Algorithmen gleich sind und somit auch jeder Algorithmus für alle Welten gültig ist:

- 1 Solange Nicht besuchtes Feld vorne
- 2 Solange (Nicht Wand vorne Und Nicht besuchtes Feld vorne)
- 3 *Schritt vorwärts*
- 4 Von 1 Bis 1 (1x)
- 5 *Drehe rechts*

## 5 Evaluation

Für eine erste Evaluation des Systems AMSEL bekam eine Gruppe von Testpersonen, überwiegend Studenten, einen Fragebogen und die Vorgabe, das Programm für zwei gestellte Probleme zu testen. Ziel der Evaluation war es, herauszufinden, ob das Konzept und dessen Umsetzung sich eignen, die Kompetenz des Algorithmenentwurf insbesondere bei Studenten zu erhöhen. Dabei sollte lediglich eine Tendenz festgestellt werden, weshalb die Ergebnisse keinen statistischen Tests unterworfen wurden.

Der erstellte und verwendete Fragebogen ist in [vK] zu finden. Der Fragebogen wurde nach den Richtlinien von [Pra] und [Sta] erstellt. Die Evaluation wurde mit Hilfe des Fragebogens und des Programms AMSEL durchgeführt, welches jedem Teilnehmer auf einem Rechner während der Evaluation zur Verfügung stand. Für die Evaluation war eine gute Stunde als Zeitrahmen vorgesehen.

Zu Beginn der Evaluation wurden Fragen bezogen auf die bereits vorhandenen Kenntnisse in der Programmierung und im Algorithmenentwurf gestellt. Auf diese Weise kann festgestellt werden, ob ein Lerneffekt durch die Nutzung des Programms eintritt. Anschließend wurde eine kurze Einführung in die genaue Thematik gegeben. Es wurde das Ziel erklärt, nämlich Bewegungsalgorithmen für einen Roboter in einer bestimmten Umgebung zu entwerfen, sowie die vorhandene Konfiguration (welche Aktionen hat der Roboter zur Verfügung, welche Bedingungen kann er abfragen). Die nächste Frage zielte auf die Fähigkeit ab, einen vorhandenen Algorithmus zu lesen und zu interpretieren. Bei der folgenden Frage musste aus der Problembeschreibung ein Algorithmus erstellt werden.

Der nächste Teil der Evaluation bestand aus dem eigentlichen Test des Programms AMSEL. Dazu wurden zwei Problemstellungen und eine kurze Anleitung, wie vorzugehen ist, verteilt. Zum Schluss wurden Fragen über die Bedienung und Benutzerfreundlichkeit des Programms gestellt. Außerdem wurde abgefragt, ob der Benutzer die Prinzipien der einzelnen Schritte verstanden hat (horizontaler Abgleich, vertikale Kompression). Zum Schluss war wieder ein Algorithmus zu entwerfen, dessen Problembeschreibung eine Kombination der zuvor gestellten Aufgaben war.

An der Evaluation nahmen 18 Probanden teil, die größtenteils ein mathematisches Studium absolvieren oder absolvierten. Drei der Probanden kamen aus anderen Bereichen: der Journalistik, der Geographie und der Politik. Unter den 18 Probanden befanden sich 13



Studenten und 5 mit einem abgeschlossenem Studiengang. Die meisten hatten also bereits Vorkenntnisse in diesem Gebiet; meist, weil sie schon einmal programmiert hatten. Lediglich ein Proband hatte keinerlei Vorkenntnisse.

Die Erklärung der Umgebung und des Ziels wurde von den meisten richtig verstanden. Fast alle interpretierten einen vorgegebenen Algorithmus richtig. Eine Folgefrage diente dazu, die Entwurfskompetenz festzustellen, bevor mit dem Programm AMSEL gearbeitet wurde. Hierbei wurde ersichtlich, dass viele nicht von sich aus abstrahieren und versuchen einen allgemeinen Algorithmus zu finden. Stattdessen wurde eine Art Ablauf angegeben, d. h. die Fahrspur wurde Schritt für Schritt in Anweisungen „umgewandelt“ ohne in Betracht zu ziehen, dass Schleifen, oder gar geschachtelte Schleifen, für eine kompaktere und allgemeingültige Darstellung verwendet werden können. Keiner der Probanden hat dabei den Algorithmus in seiner allgemein möglichen und kürzesten Form aufgeschrieben.

Bei der Anwendung von AMSEL musste etwas Hilfestellung bei der Bedienung gegeben werden. Allerdings verfügte das System über keine Hilfefunktion. Die Erstellung der Beispielaufgaben lief problemlos; viele Probanden haben aber nicht erkannt, dass sie mehr als einen Beispielaufgaben erzeugen müssen. Da das Programm in diesem Fall nicht warnt, kam es an dieser Stelle zu Fehlern. Nach einer erneuten Erklärung bewältigten die Probanden die Aufgabe mühelos. Während des Syntheseprozesses gab es kaum inhaltliche Fragen. Einige Bedienungsschritte wurden nicht sofort erkannt, etwa warum der Vorgang nach Beendigung des horizontalen Abgleichs noch nicht beendet war. Der Syntheseprozess stellte keine größeren Probleme dar. Fast alle Probanden haben gültige Algorithmen erzeugt, die meisten sogar in der allgemeinsten und kürzesten Form. Die Testmöglichkeit nach der vertikalen Kompression wurde von allen Probanden wahrgenommen. Die vertikale Kompression bereitete im Vergleich zum horizontalen Abgleich mehr Schwierigkeiten. So zeigt eine Verständnisfrage zum horizontalen Abgleich, dass zumindest der Grundgedanke verstanden wurde, während eine entsprechende Frage zur vertikalen Kompression auf ein geringeres Verständnis schließen lässt.

Die gemessene Entwurfskompetenz ist bei 16 der 18 Probanden leicht gestiegen. Dies lässt zumindest eine positive Tendenz erkennen. Viele verwendeten nach Gebrauch des Programms verschachtelte Schleifen und griffen die Möglichkeiten der allgemeinen Bedingungen auf. Zudem glaubten 10 Probanden, das Werkzeug sei eine Hilfe gewesen, und weitere 6 beantworteten diese Frage mit „eher schon“.

Die Bedienung wurde von mehr als 70% mit „eher leicht“ oder leichter bewertet. Einen Ausreißer bildeten die während des Vorgangs eingeblendeten Texte, deren Verständlichkeit von etwa der Hälfte als „eher schwer“ oder schwerer eingestuft wurde. Der durchschnittliche Wert für die gesamte Bedienung von 3,44 auf einer Skala von 0 - 5 ist aber positiv. Es gab die Möglichkeit, Verbesserungsvorschläge anzugeben. Diese Möglichkeit wurde nicht von allen Probanden genutzt, lieferte aber einige nützliche Hinweise.

Insgesamt ist das Ergebnis der Evaluation positiv zu werten. Das Konzept und das erstellte Werkzeug bieten die Möglichkeit, den Anwender bei der Entwicklung eines Algorithmus zu unterstützen und ihm gleichzeitig entsprechende Kompetenzen zu vermitteln.

## 6 Fazit und Ausblick

Mit dem System AMSEL wurde ein Werkzeug erstellt, das für einen einfachen und eingeschränkten Anwendungsbereich den Entwurf von Algorithmen unterstützt. Es dient damit einerseits dem Entwurf von Algorithmen und andererseits der Unterstützung bei der Vermittlung von Entwurfskompetenz. Für das zweitgenannte Ziel wird der Lernende bei jedem Schritt des Algorithmusentwurfs einbezogen, die einzelnen Phasen des Entstehens eines Algorithmus sind sehr transparent. AMSEL setzt konsequent einen ablauforientierten Ansatz um, der davon ausgeht, dass Lernende die Funktionsweise eines Algorithmus in Form von (informellen) Beispielabläufen verstanden haben, bevor sie in der Lage sind, einen entsprechenden Algorithmus zu konstruieren. Eine erste Evaluation von AMSEL zeigt, dass das System die genannten Ziele erfüllt, aber bezogen auf Benutzungsschnittstelle und Hilfestellungen noch verbessert werden kann. Sie beweist jedoch nicht die Verallgemeinerbarkeit des Ansatzes auf beliebige Algorithmentypen und auch nicht die Überlegenheit des Ansatzes gegen über anderen Lehrmethoden für bestimmte oder gar alle Lernertypen.

Wir verstehen AMSEL als ersten Schritt eines größeren Projektvorhabens, in dem der in der Arbeit genannte ablauforientierte Ansatz verfeinert und in einem allgemeineren Kontext erprobt und angewandt werden soll. Insbesondere haben wir vor, nicht nur sehr einfache, sondern auch kompliziertere Algorithmen aus ihren Abläufen zu generieren. Bisherige Erfahrungen legen nahe, dass der Ansatz nicht für alle Lernertypen in gleichem Maße gewinnbringend ist; während einige Lernende zunächst die Abläufe der zu entwickelnden Algorithmen vertiefen, denken andere gleich in algorithmischen Strukturen und betrachten die Abläufe erst anschließend. Gegenstand weiterer Untersuchungen ist daher nicht nur eine Verfeinerung des Konzepts, sondern auch die Charakterisierung potentiell geeigneter Anwendergruppen.

## Literaturverzeichnis

- [Aa03] Aalst, van der, W. M. P. et al.: A survey of issues and approaches. In: Data & Knowledge Engineering, Vol 47, November 2003; S. 237–267.
- [Be07] Bergenthum, R. et al.: Process Mining Based on Regions of Languages. BPM 2007, LNCS 4714, Springer, 2007; S. 375–383.
- [Des08] Desel, J.: Modellieren lernen über Formalisieren von Ablaufbeschreibungen. Modellierung in Lehre und Weiterbildung, Workshop auf der Modellierung 2008, S. 37–46.
- [DN08] Desel, J.; Neumair, C.: Entwicklung und Bewertung einer Unterrichtssequenz zur ablauforientierten Sichtweise von Algorithmen. LNI 135, GI, DDI 2008; S. 151–152.
- [FK] Freiburger, U.; Krsko, O.: Robot Karol.  
<http://www.schule.bayern.de/Karol/download.htm> (Stand: 28. Juni 2009)
- [HM03] Harel, D.; Marelly, R.: Come, let's play. Springer, Berlin, 2003.
- [Lie01] Lieberman, H.: Your wish is my command. Morgan Kaufmann, San Francisco, 2001.
- [Pra] Pratzner, A.: Schriftliche Evaluation in der Erwachsenenbildung.  
<http://www.fragebogen.de/schriftliche-evaluation.htm> (Stand: 8. Mai 2009)
- [Sta] Stangl, W.: Schritte der Fragebogen Konstruktion. <http://arbeitsblaetter.stangltaller.at/FORSCHUNGSMETHODEN/Fragebogen.shtml> (Stand: 8. Mai. 2009)
- [vK] Klenze, von, L.: AMSEL online. <http://informatik.ku-eichstaett.de/amsel>
- [vK09] Klenze, von, L.: Werkzeugunterstützter Algorithmenentwurf durch Synthese aus Beispielabläufen. Diplomarbeit, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, 2009.

# 3D/VR-Visualisierung eines Motormodells in der ingenieurwissenschaftlichen Hochschulausbildung

Sebastian Metag, Volker Neundorf, Andreas Möckel

FG Medienproduktion, FG Allgemeine Elektrotechnik, FG Kleinmaschinen  
Technische Universität Ilmenau, Max-Planck-Ring 14, 98693 Ilmenau  
Sebastian.Metag@TU-Ilmenau.de, Volker.Neundorf@TU-Ilmenau.de  
Andreas.Moeckel@TU-Ilmenau.de

**Abstract:** Die Möglichkeiten, komplexe Zusammenhänge mittels Computervisualisierung anschaulich darzustellen, sind im universitären Umfeld ein wirksames Mittel zur Lehrstoffvermittlung. Die Ziele bestehen in der Herstellung des Zusammenhangs zwischen abstrakt-mathematischer Modellvorstellung und der praxisrelevanten realen Ausführung sowie der technischen und didaktischen Reaktion auf eine geänderte Lehrsituation. Der vorliegende Beitrag widmet sich dem Vergleich interaktiver Visualisierungsformen eines Motormodells hinsichtlich Integration, Akzeptanz und Lernprozess in der ingenieurwissenschaftlichen Hochschulausbildung. Am Beispiel eines Asynchronmotors werden die derzeitigen Möglichkeiten diskutiert, einen elektromechanischen Energiewandler für die universitäre Lehre modellhaft aufzubereiten, sodass ein vielseitiges Lehr-/Lernobjekt zur Vermittlung der Funktions- und Wirkungsweise entsteht.

## 1 Einordnung

Ingenieur- und Naturwissenschaften bedienen sich der Modellierung und Visualisierung, um komplexe Sachverhalte veranschaulichen und vermitteln zu können. Anhand von Modellen kann der Bezug zur praktischen Anwendung hergestellt werden. Je nach Art des Modells ist es möglich, die vorab theoretisch untersuchten Veränderungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Eigenschaften und Verhalten zu prüfen. Durch diese Art der Verankerung und Einordnung des Lehrstoffes in die Praxis kann Wissen transferiert, gefestigt und die Motivation der Studierenden erhöht werden. Neben realen Modellen können interaktive, dreidimensionale Darstellungen und immersive Virtual-Reality-Modelle die Brückenbildung von Theorie zur Praxis erleichtern. Sie leisten dabei einen Beitrag zur fehlenden Erfahrung durch eigene Beobachtung und geben Anreize für eine forschende Beobachtung, um die Lücke zur Praxis zu schließen.

Das für die Untersuchungen ausgewählte Modell eines Asynchronmotors (ASM) wird in den Lehrveranstaltungen Allgemeine Elektrotechnik (~600 Bachelor-Studierende), Elektrische Motoren und Antriebe (~60 Bachelor-Studierende) und Kleinmaschinen (~10 Master-Studierende) eingesetzt.

## 2 Problemstellung

Dozenten sehen sich vor die Herausforderung steigender Studierendenzahlen und veränderter Erwartungen gestellt. Daraus erwächst die Forderung nach der Entwicklung neuer didaktischer Szenarien. Die Notwendigkeit des Einsatzes von Modellen in Vorlesungen und Seminaren bleibt nicht nur bestehen: Die praktische Demonstration gewinnt durch fehlenden Erfahrungsbezug der Studierenden zunehmend an Bedeutung. Bleibt dieser aus, dann ergeben sich Verständnisschwierigkeiten der zugrundeliegenden mathematischen Modelle.

Eine Problematik beim Einsatz realer Modelle ist die geänderte Lehrsituation. Größere Gruppen und entsprechend geänderte Räumlichkeiten machen die Einbringung realer Modelle und das Experimentieren unmöglich. Damit können die grundsätzlichen Lernziele der Veranstaltungen – theoretische Vermittlung von Zusammenhängen und Wissen; Vermittlung von Erfahrung; reales Erleben – nicht mehr erreicht werden. Darüber hinaus können reale Modelle nur beschränkt die gewünschte Abbildung theoretischer Zusammenhänge ermöglichen. Durch die im Wesentlichen statische Veranschaulichung und geringe Interaktivität sind sie in ihrem Funktionsumfang und in der Möglichkeit des Erlebens konkreter innerer und abstrakter Sachverhalte beschränkt.

Eine interessante Perspektive ergibt sich im Einsatz interaktiver, virtueller Modelle. Sie bieten das Potential zum Verstehen komplexer Sachverhalte und zur Motivation von Studierenden [SK02]. Für eine benutzerfreundliche und didaktisch einwandfreie Umsetzung sind jedoch die inhaltlichen, technischen, didaktischen und organisatorischen Aspekte der Medien zu berücksichtigen.

## 3 Lösungsansätze

Die für die Darstellung des Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen verwendeten Ersatzelemente sind in ihrer Bedeutung am realen Modell nur schwer zu beschreiben, gerade wenn ein Ersatzelement mehrere Einflussgrößen zusammenfasst. Dieser Schwierigkeit der Wissensvermittlung begegnen die folgenden Lösungsansätze: In einem mehrstufigen Prozess wurde und wird die virtuelle Repräsentation des Motors hinsichtlich der Visualisierungs- und Interaktionsmöglichkeiten und damit dem Potential zum Einsatz in der Lehre ausgebaut. Im ersten Schritt wurde die Visualisierung eines Asynchronmotors (ASM) durch ein interaktives, webbasiertes 3D-Modell implementiert und in Lehrveranstaltungen erfolgreich getestet [Cu08]. Der nächste Schritt bestand in der prototypischen Umsetzung und Evaluation eines interaktiven und immersiven Virtual-Reality-Modells. Aktuelle Untersuchungen widmen sich dem Transfer von manuell erstellten Verhaltensanimationen zu echtzeitfähigen, mathematisch exakten Verhaltenssimulationen. Die Schaffung dieser virtuellen, interaktiven Wissensräume [AB02] garantiert die praxisnahe Einbettung in die Lehre und eine Anbindung an die Erlebniswelt der Studierenden.

### 3.1 Interaktives, webbasiertes 3D-Modell

Die 3D-Komponente ist in ein Java-Applet eingebettet und dadurch flexibel online einsetzbar. Durch die Konzeption als webbasierte 3D-Anwendung ist die Entwicklung sowohl browser- als auch plattformunabhängig einsetzbar.

Das Zusammenführen der parametrisierten, interaktiven 3D-Darstellung mit vorausberechneten Kennlinien des Motors ermöglicht die Demonstration der Auswirkung von konstruktiven Änderungen auf das Betriebsverhalten. Die Betriebskennlinien bilden damit die Brücke zwischen abstraktem Modell und realer Konstruktion. Ausgewählte Konstruktionsparameter des Motors lassen sich mittels grafischer Bedienelemente sofort sichtbar manipulieren (Abbildung 1). Neben Bewegung, Rotation und Skalierung können einzelne Bauteile des Modells in ihrer Transparenz variiert oder ein- und ausgeblendet werden. Von besonderem Interesse sind Manipulationen von Bauteilen, die eine direkte Auswirkung auf die Kennlinien haben. Dazu zählen die verschiedenen Stabformen sowie deren Variationen und den dazugehörigen Kennlinien für Wirkungsgrad, Drehmoment und Leistung. Diese Parametervielfalt wird dynamisch und in Echtzeit auf das 3D-Modell übertragen und dargestellt.



Abbildung 1: 3D-Modell des ASM (links), Detaildarstellung und Betriebskennlinien (rechts)

Das interaktive, webbasierte 3D-Modell bietet ein sehr gutes Aufwand-Nutzen-Verhältnis in den Lehrszenarien Vorlesung, Seminar und Blended Learning. Die Beobachtung von Auswirkungen von Parameteränderungen auf das Betriebsverhalten hat sich dabei als besonders lernzielführend herausgestellt, kann bei der Memoriation helfen und damit die Prüfungsvorbereitung unterstützen.

### 3.2 Immersives Virtual-Reality-Modell

Virtual-Reality-Systeme bieten die Möglichkeit räumlicher, multimodaler Darstellung von objektbeschreibenden Daten. Ziel ist es, den Benutzer in eine virtuelle Umgebung eintauchen zu lassen und ein Gefühl von Präsenz, eines unmittelbaren und natürlichen Vorhandenseins von Objekten entstehen zu lassen [Bo05]. Ausgangspunkt der Modell-Aufbereitung für VR war die Liste von Funktionen des webbasierten 3D-Modells. Aufgrund deutlich verschiedener konstruktions-, interaktions- und darstellungstechnischer Voraussetzungen von 3D- und Virtual-Reality-Modellen mussten insbesondere das Navigations- und Interaktionskonzept angepasst werden.

Zu den wichtigsten Funktionen des Virtual-Reality-Modells zählte:

- Intuitive, natürliche Interaktion mit dem Motormodell (z.B. Greifen und Bewegen von Bauteilen)
- Freie Navigation und Perspektivwahl in der virtuellen Umgebung
- Einbetten des Motormodells in einen Kontext aus Maschine und virtuellem Raum (z.B. Modell einer Waschmaschine in einer Wäscherei)
- Abbildung realer Größenverhältnisse durch stereoskopische 1:1 Darstellung
- Hervorhebung von Baugruppen durch Falschfarben und Ein-/Ausblenden
- Räumliche Explosion aller Komponenten zur Exploration des Modells



Abbildung 2: 90°-, 135°- und 180°-Setup des VR-Systems

Für die Untersuchung stand ein Virtual-Reality-System zur Verfügung. Dieses bietet eine variable 3-Seiten-Projektion (Abbildung 2), die einen räumlichen Eindruck des Lernobjektes bei unterschiedlichen Positionen der Benutzer erlaubt. Interaktionen mit und in der virtuellen Umgebung konnten mit Hilfe eines Flysticks durchgeführt werden. Zusammenfassend mussten folgende Eigenschaften sichergestellt sein: Interaktivität, Echtzeitfähigkeit, Dreidimensionalität und Immersion [St92] [AB02] [Wh02]. Das daraus resultierende Gefühl einer Präsenz in der virtuellen Umgebung setzt voraus, dass Interaktionen und Reaktionen in der virtuellen Umgebung den realweltlichen Verhältnissen entsprechen [Br09]. Eine genaue Analyse der Benutzer und ihrer Aufgaben ist deshalb von hoher Bedeutung [Sh97] [RW02]. Untersuchungen zeigen die Unterschiede in Wahrnehmung und Fähigkeiten im Umgang mit Virtual Reality in Abhängigkeit von den Merkmalen der Benutzer [Me08a]. Mit dem Modell können Dozenten den Defiziten statischer Modelle sehr gut begegnen. Die hohe Flexibilität in der Darstellung und die Interaktion erlauben die Konzentration und Reduktion auf wesentliche Lerninhalte. Die Einbettung in einen Kontext kann den Bezug zur Praxis herstellen. Die breite sensorische Stimulation und das resultierende Gefühl einer Präsenz erhöhen die Motivation der Studierenden und bewegen sie zu eigener Exploration. Das VR-Modell ermöglicht die anschauliche und realistische Darstellung des Lernobjektes und unterstützt die korrekte Einschätzung von Eigenschaften [Me08b]. Die virtuelle Umgebung erlaubt die freie Betrachtung aus unterschiedlichen Perspektiven und fördert so die Performanz und Intensität des Lernens [Sa95].

## 4 Diskussion & Ausblick

Die beiden untersuchten Modelle haben ihre Berechtigung in verschiedenen Lehrszenarien. Das webbasierte 3D-Modell ist hervorragend für größere Gruppen (Vorlesung) geeignet. Im Vordergrund stehen die Veranschaulichung von Zusammenhängen zwischen Parameteränderung am Motor und Auswirkungen auf dessen Eigenschaften und Verhalten. Das Modell ist flexibel einsetzbar, stellt nur geringe computertechnische Anforderungen und kann von Dozenten in der Lehre wie auch von Studierenden in Vor- und Nachbereitung genutzt werden. Die iterative Entwicklung beider Modelle nach Prinzipien des Usability Engineerings erforderte eine mehrstufige Evaluation der Ergebnisse [Ma99]. So wurde das VR-Modell zunächst durch VR-Experten hinsichtlich grundlegender Darstellungs- und Interaktionsmechanismen bewertet. Eine zweite Evaluation erfolgte mit Fachexperten, d.h. den Dozenten und wissenschaftlichen Mitarbeitern. Die Ergebnisse sind positiv, zeigen aber auch die Grenzen des VR-Systems auf: Besonders das Verständnis für konstruktionsbedingte Fragestellungen und die Erfassbarkeit komplexer Informationen werden durch Problemseparierung und -fokussierung möglich. Die Einbettung in einen Kontext hilft bei der Anbindung an die Lebenswelt der Studierenden und erhöht so die Motivation. Die Immobilität des VR-Systems macht eine gute Planung des Einsatzes notwendig, eine spontane Integration in eine Lehrveranstaltung ist kaum möglich. Eine Begrenzung findet die Anwendung auch in der Gruppengröße. Bauartbedingt können (je nach Setup) bis zu 25 Personen das VR-System gleichzeitig nutzen. Gerade die Beschränkung der Gruppengröße bietet aber das Potential für ein gemeinsames Erleben und hohe Informationsintensität. Sie stellen eine Erfahrungsbasis sicher und ermöglichen so eine Kommunikation und das Lernen in der Gruppe. Der hohe Immersionsgrad eines Virtual-Reality-Systems, die stereoskopische Projektion und die Abschottung von realen Umgebungseinflüssen üben eine hohe Belastung auf unerfahrene Benutzer aus. Durch geeignete Maßnahmen können die Auswirkungen jedoch gezielt begrenzt werden [St02]. Abschließend ist eine ausführliche Evaluation mit Studierenden geplant. Dabei sollen Präsenzgefühl, Interaktivität, Verständlichkeit präsentierter Informationen, Lernatmosphäre und resultierende Motivation empirisch untersucht werden.

Die aktuellen Ergebnisse bestätigen den Erfolg des webbasierten 3D-Modells. Die besonderen Möglichkeiten des Virtual-Reality-Modells, insbesondere die realistische Darstellung des Lernobjektes und die Präsenz in der virtuellen Umgebung bieten Raum für eine Weiterentwicklung zu einer virtuellen Lernumgebung. Zum einen soll auf Basis vorangegangener Arbeiten [Ki07] eine Kopplung des VR-Modells mit einem CAD-System zur konstruktionsgerechten Abbildung des kinematischen Verhaltens des Motors ermöglicht werden. Zum anderen wurden Voraussetzungen für die Anbindung von mathematischen Simulationswerkzeugen an das VR-System [Mi09] geschaffen. Damit können auf Basis eines 3D-Modells unterschiedliche Motorenkennwerte eingegeben, verändert und deren Auswirkungen auf das Verhalten des Motors numerisch-grafisch und geometrisch ausgegeben werden. Auch die Simulation und Visualisierung von Feldern erscheint in diesem Zusammenhang sinnvoll und möglich. Für eine kontinuierliche Entwicklung neuer Modelle und Sicherung der Zukunftsfähigkeit beider Modellarten sind die Zusammenführung des Aufbereitungsprozesses und die Auswahl eines medienübergreifenden Datenformats, z.B. STEP, geplant [ISO94].

## Literaturverzeichnis

- [AB02] Alsdorf, C; Bannwart, E.: Virtuelle Realität: erfahrbare Informationen im Cyberspace. In (Issing, L.J.; Klimsa, P. Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis, 3. vollst. überarb. Aufl., Beltz, Weinheim, 2002.
- [Bo05] Bowman, D.A. et al.: 3D User Interfaces. Theory and Practice. Pearson Education, Boston, MA, 2005.
- [Br09] Brill, M.: Virtuelle Realität. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009.
- [Cu08] Cui, J.: Entwicklung eines interaktiven virtuellen 3D-Modells eines Asynchronmotors. 12. Workshop „Multimedia in Bildung und Wirtschaft“, TU Ilmenau, 2008; S. 37-43.
- [Hu08a] Husung, S. et al.: Repräsentation akustischer Produkteigenschaften in virtuellen Umgebungen. In: Proc. 11. IFF-Wissenschaftstage, Magdeburg, 2008.
- [Hu08b] Husung, S. et al.: Auralisation of Technical Systems in VR. In: Proc. of 53rd IWK, Ilmenau, 2008.
- [ISO94] ISO 10303-1 Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange. Teil 1: Overview and fundamental principles, 1994.
- [ISO99] DIN EN ISO 9241-11 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit – Leitsätze. Beuth, Berlin, 1999.
- [Ki07] Functional Investigations of Mechanisms using CAD-modeled Constraints. In: Proc. of 10th International Conference on Humans and Computers (HC'2007), Düsseldorf, 2007.
- [Ma99] Mayhew, D.J.: The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Handbook for User Interface Design. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 1999.
- [Me08a] Metag, S. et al.: User-centered Design of Virtual Models in Product Development. In: Proc. of 53rd IWK, Ilmenau, 2008.
- [Me08b] Metag, S. et al.: Studying User Experience in Virtual Environments. In: Proceedings of the Workshop "Research Goals and Strategies for Studying User Experience and Emotion" at the 5th Nordic Conference on Human-computer interaction: building bridges (NordiCHI), Lund, Sweden, 2008.
- [Mi09] Michel, H.: Anbindung eines Fahrzeugmodells an die FASP. Ilmenau, Techn. Univ., Diplomarbeit, 2009.
- [RW02] Redish, J.; Wixon, D.: Task Analysis. In (Jacko, J.A.; Sears, A. (Eds.): The Human Computer Handbook, Mahawah, NJ, 2002.
- [Sa95] Salzman, M.C. et al.: The Design and Evaluation of Virtual Reality-based Learning Environments. In: Presence: Teleoperators and Virtual Environments (special issue on education), 1995.
- [SK02] Strzebkowski, R.; Kleeberg, N.: Interaktivität und Präsentation als Komponenten multimedialer Lernanwendungen. In (Issing, L.J.; Klimsa, P. Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis., 3. vollst. überarb. Aufl., Beltz, Weinheim, 2002; S. 229-246.
- [Sh97] Shneiderman, B.: Designing the User Interface. 3. Auflage, Addison Wesley, Reading, Massachusetts, 1997.
- [St02] Stanney, K.M.: Handbook Of Virtual Environments- Design, Implementation, And Applications. Lawrence Erlbaum, 2002.
- [St92] Steuer, Jonathan: Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. In: Journal of Communication 42, Nr. 4, S. 73–93, 1992.
- [Wh02] Whyte, J.: Virtual Reality and the Built Environment. 1<sup>st</sup> edition. Architectural Press, Oxford, 2002.



# Offene 3D-Umgebungen als Framework für rollenspielbasierte Lernszenarien

Nils Malzahn, Hanno Buhmes, Sabrina Ziebarth, H. Ulrich Hoppe

Informatik und angewandte Kognitionswissenschaft  
Universität Duisburg-Essen  
Lotharstr. 63  
47057 Duisburg  
hanno.buhmes@gmail.com  
{malzahn,ziebarth,hoppe}@collide.info

**Abstract:** Das vorliegende Papier stellt ein Framework für rollenspielbasierte „Serious Games“ in offenen 3D-Welten vor. Als Anwendung wird die Vorbereitung auf ein Bewerbungsgespräch für einen Ausbildungsplatz demonstriert. Dabei werden Phasen der Immersion im 3D-Rollenspiel mit Phasen der distanzierten Reflexion verknüpft, um lernförderliche Perspektivwechsel zu unterstützen.

## 1 Einleitung und Motivation

Im Rahmen aktueller Informatik-Anwendungen bilden Computerspiele eine der Sparten mit der größten Zahl von Anwendern. Der Ansatz des „Serious Gaming“ versucht die Attraktivität dieses Mediums (im Sinne des „Spaßfaktors“) nicht nur zu Unterhaltungszwecken einzusetzen, sondern zugleich weiterführende „seriöse“ Inhalte zu vermitteln. Als Anwendungsbereiche für Serious Gaming werden u.a. Bildung und Ausbildung, Gesundheitsfürsorge, politische Meinungsbildung und Sondierung diskutiert [Zy05].

Obwohl es nicht unmittelbar als Spiel konzipiert wurde, bietet Second Life eine 3D-Welt mit virtualisierter sozialer Interaktion und der Möglichkeit von Identitätswechseln. In der Hype-Phase von „Second Life“ haben verschiedene Bildungsinstitutionen (z.B. die Universität Edinburgh) versucht dort Bildungsangebote zu platzieren. Es haben sich daraus jedoch keine Erfolgsgeschichten entwickelt, da sich bei der Verlegung klassischer inhaltsorientierter Bildungsangebote in eine virtuelle Parallelwelt in Bezug auf das Lernen keine klaren Mehrwerte zeigen [Ro99]. Weder 3D-Umgebungen noch Identitätswechsel sind hier von nachvollziehbarem Vorteil.

Anders ist dies bei Rollenspielen in virtuellen Umgebungen [To05]; [RB01], ggf. mit Verkürzungen in Zeit und Raum gegenüber einem realen „Enactment“. Klare Vorteile liegen hier in der Verfügbarkeit (insbesondere bei virtuellen Ko-Akteuren) wie auch der Möglichkeit des strukturierten Mitschnitts auf der Basis der im System explizit repräsentierten Dialogbeiträgen und Aktionen. Die strukturierte Transkription unterstützt insbesondere auch das Auf- und Wiederfinden interessanter Situationen [Ro99] und damit die Analyse sowie individuelle und gruppenorientierte (Selbst-) Reflexion.

Die genannten Vorteile bilden unsere Motivation für eine Anwendung im Bereich des Trainings für Vorstellungsgespräche. Der Nutzen von Rollenspielen ist offensichtlich und eine gängige Lehrmethode in Bewerbertrainings. Allerdings erfordern nicht-virtuelle Szenarien erheblichen Koordinationsaufwand und die Auswertung von Video-Mitschnitten ist aufwändig. In unserem Ansatz wird daher das Rollenspiel virtualisiert und die Rolle des Personalmanagers wird durch einen Bot ausgefüllt.

## **2 Die Lernumgebung**

Die Grundlage für die 3D-Umgebung ist der freie Second Life-Klon OpenSimulator (OpenSim). Der Server ist in C# geschrieben und erlaubt, innerhalb der Spielwelt Skripte sowohl in C# als auch in der „Linden Scripting Language“ (LSL), einer JavaScript ähnlichen Interpretersprache, auszuführen. Mittels LSL-Skripten ist es möglich, das in der Welt beobachtete Handeln und die dazugehörigen Dialoge zu protokollieren und den Spielverlauf zu kontrollieren, indem notwendige Interventionen automatisiert veranlasst werden.

### **2.1 Basiskomponenten**

Für die Modellierung und Spezifikation der Dialoge wird die Artificial Intelligence Markup Language (AIML) verwendet. Diese XML-basierte Modellierungssprache wurde ursprünglich entwickelt, um Dialoge für Eliza-artige Chatbots wie A.L.I.C.E. zu „skripten“. Es gibt Hinweise, dass sich mit solchen Chatbots Lernerfolge erzielen lassen [KHB07]. AIML beschränkt sich in der ursprünglichen Fassung auf Textein- und -ausgabe. Für viele Szenarien sind jedoch Gesten zur Unterstützung des Ausdrucks hilfreich. Gerade in Szenarien wie das hier beschriebene Vorstellungsgespräch sind auch der Austausch von Gesten und andere formalisierte Handlungsabläufe (z.B. Hände schütteln, Platz nehmen) relevant für den praktischen Erfolg. Aus diesem Grund sollten die Gesten zusammen mit dem Dialog modelliert werden können. Dazu wurde die AIML-Grammatik um Gestik-Elemente erweitert. Gesten können durch den Nutzer wie in Chats üblich durch Emoticons von den Lernenden eingebunden werden.

Dies ermöglicht eine einfache Eingabe und wird bei entsprechender Konfiguration von den gängigen OpenSim-Clients in Gestenanimationen umgesetzt. Als Client für die Lernenden wird der quellcodefreie Meerkat-Viewer eingesetzt.

Die Anbindung der AIML-Dialoge an die OpenSim-Umgebung erfolgt durch einen OpenSim-Bot ("Marvin"), der ursprünglich von der Pixelpark AG implementiert und von uns weiterentwickelt wurde. Marvin nimmt Nachrichten aus der 3D-Welt entgegen, um sie weiter zu verarbeiten. Der Dialogtext wird an eine erweiterte AIML-Bibliothek propagiert und die entsprechenden Antworten an die Lernenden zurückgesendet. Dabei werden kleine Antwort-Verzögerungen genutzt, um die Illusion eines menschlichen Gegenübers zu erzeugen. Gleichzeitig protokolliert Marvin den Gesprächsverlauf und das durch AIML aktuell identifizierte Thema, in dem sich das Gespräch bewegt. Für die Erkennung von Gesten des Spielers, die nicht über die Eingabe von Emoticons erfolgen und für die Verfolgung der Bewegungen des Spielers werden LSL-Skripte eingesetzt, die dieses Verhalten ebenfalls protokollieren.

Die Analyse und Reflexion des Rollenspiels erfolgt anhand eines Videomitschnitts. Dieses Video wird, während die Lernenden mit der 3D-Welt interagieren, durch „frame grabbing“ mitgeschnitten und im Matroska-Container als XVID-Video abgelegt. Der Matroska-Container erlaubt zusätzlich die Definition von Untertiteln und Sprungmarken. Diese werden in der Reflexionsphase genutzt, um Lernenden und Tutoren eine einfache Navigation im Lernvideo (vgl. Abbildung 1) zu ermöglichen und bemerkenswerte Stellen hervorzuheben. Die Untertitel können ferner genutzt werden, um Hinweise in einem Selbstlern-Szenario zu transportieren. Grundsätzlich erzeugt jedes in AIML definierte und durchlaufende Thema ein Kapitel im Video.



Abbildung 1: Screenshot des Reflexionsvideos

## 2.2 Architektur

Der Inhalt der Untertitel, sowie optionaler weiterer Dokumente zur Unterstützung der Reflexionsphase wird durch ein Agentensystem automatisiert erstellt. Zu diesem Zweck arbeiten mehrere Agenten gemeinsam an der Auswertung der unterschiedlichen Protokolleinträge (vgl. Abbildung 2). Zum Austausch der Protokolldaten, Analyseergebnisse und Feedbackinträge dienen die SQLSpaces [WGH07]. Die SQLSpaces sind eine Implementierung des „Tupel Space“-Konzepts. Dieses Konzept basiert auf der Idee einer Blackboardarchitektur, die schon sehr lange erfolgreich als Basisarchitektur für Sprachverarbeitung eingesetzt wird [EL80].

Die verwendete Implementierung bietet native Clients für verschiedene Programmiersprachen (u.a. C#, Java u. Prolog). Zusätzlich existiert ein generischer Webservice, der den Zugriff über LSL-Skripte erlaubt. Dies lässt die Verarbeitung der verschiedenen Analyseprobleme (Textanalyse, Gestenanalyse, regelbasierte Feedbackgenerierung) sowie der Exportfunktionen in dem jeweils angemessenen Programmierparadigma zu. Abbildung 2 skizziert einen Ausschnitt des Inhalts des Blackboards im laufenden Betrieb. Die Agenten zur Gesten- und Textanalyse analysieren die im TupelSpace vorhandenen Daten aus den unterschiedlichen Protokollierungsquellen. Sie schreiben ihre jeweiligen Analyseergebnisse wieder auf den TupelSpace. Diese werden anschließend von Feedback-Agenten genutzt, um Untertitel für das Video und Übersichtsdokumente für Tutoren zu generieren.

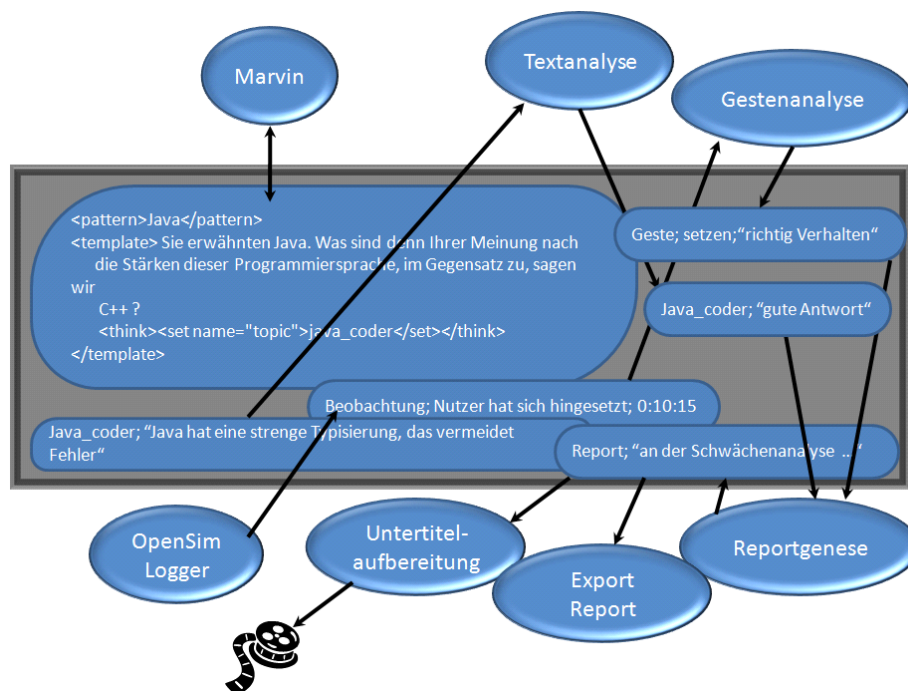


Abbildung 2: Schematische Darstellung der TupelSpace-basierten Architektur mit Beispieldaten und Agentenzugriff

## 2.3 Analyseagenten

Die Agenten handeln unabhängig voneinander. Der Prozess wird datengetrieben gesteuert. Das bedeutet, dass nur die zur Verfügung stehenden Daten den nächsten Schritt im Prozess bestimmen. Dies führt zu einer großen Ausfallsicherheit (Robustheit) und Flexibilität bezüglich der eingesetzten Analysemethoden. Diese können je nach Bedarf und Domäne ausgetauscht oder verfeinert werden.

Das Szenario eines Bewerbungsgesprächs für künftige Azubis hat einen großen Freiheitsgrad bezüglich der möglichen Antworten seitens der Bewerber. Daher wird nicht versucht zu beurteilen, ob die Antworten semantisch vollständig richtig sind, da dies eine zu komplexe Aufgabe wäre, selbst wenn die Domäne z.B. auf IT-nahe Berufe eingeschränkt würde. Trotzdem gibt es einige markante Stellen in jedem Bewerbungsgespräch, in denen die Antwort evaluiert und hilfreiche, allgemeine Hinweise zu möglichen Problemen gegeben werden können. Die Gestenanalyse kann vor allem „versäumte Gelegenheiten“ identifizieren. So können z.B. übliche Rituale bei der Begrüßung bewertet werden (wer grüßt wen, Hände schütteln, Platz nehmen). Aufgrund dieser Analysen werden Hinweise oder lobende Worte für das korrekte Verhalten (vor allem in einem Selbstlernszenario) unter dem Video (s. Abbildung 1) eingeblendet.

## 3 Diskussion & Fazit

Häufig wird in Anwendungen von 3D-basierten Serious Games [RB01] [BEJ06] versucht den gesamten Lernprozess in der 3D-Welt stattfinden zu lassen. Wir denken jedoch, dass die mit der 3D-Welt verbundene Immersion in das Geschehen [Os08] den für den Lernprozess wichtigen Schritt der kritischen (Selbst-)Reflexion eher behindert. Wir halten es für plausibel, dass Immersion durch die starke Bindung von „reaktiver Aufmerksamkeit“ die für die Selbstreflexion förderliche Rollendistanz behindert. Hinzu kommt die kognitive Überlast durch die nicht-triviale Steuerung in 3D-Umgebungen [Os08]. Aus diesem Grund schlagen wir für die Reflexionsphase einen Medienwechsel hin zu einer einfacher zu bedienenden 2D-Umgebung, wie sie eine konventionelle Desktop-Anwendung bietet, vor. Diese Umgebung bietet auch einen vereinfachten Zugriff auf weitere Wissensquellen (Dokumente, Internetseiten) und ermöglicht das Bilden multipler Foci und Handlungsstränge.

Abbildung 3 zeigt den von uns vorgeschlagenen phasierten Prozess im Detail. Das Rollenspiel findet in einer 3D-Umgebung statt. In Szenarien mit einem menschlichen Tutor kann durch das gezielte Navigieren zu Auffälligkeiten im Spiel oder auch das wiederholte Abspielen interessanter Situationen u.E. der Reflexionsprozess gezielter und schneller in Gang gesetzt werden. Einzelne Kriterien für Auffälligkeit oder Interessantheit können als Suchfunktionen auf der Transkription automatisiert werden. Dies wie auch die Planung und Durchführung experimenteller Studien sind Gegenstand laufender Arbeiten.

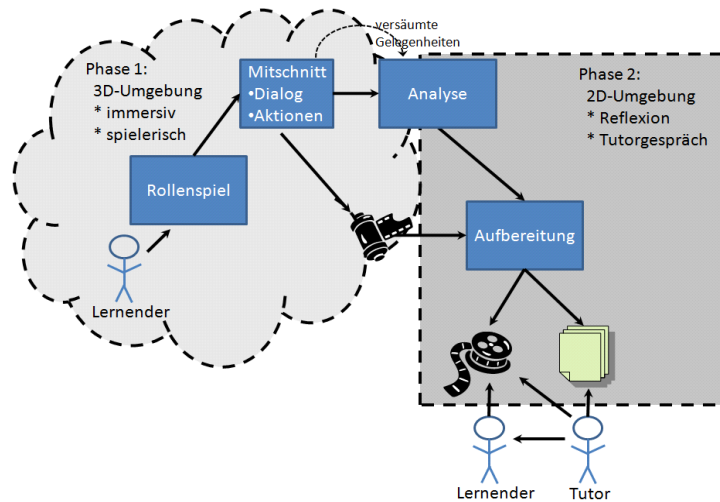


Abbildung 3: Interaktion von Lernenden und Tutor mit der Lernumgebung in den unterschiedlichen Phasen des Lernens.

## Literaturverzeichnis

- [BEJ06] Backlund, P.; Engström, H.; Johannesson, M.: Computer Gaming and Driving Education. In: Proceedings of the workshop Pedagogical Design of Educational Games affiliated to ICCE 2006, 2006.
- [EL80] Erman, L.; Lesser, V.R.: The HEARSAY-II speech understanding system: Integrating knowledge to resolve uncertainty. In: Computing Surveys, 12, 1980; S. 213-253.
- [KHB07] Kerly, A.; Hall, P.; Bull, S.: Bringing chatbots into education: Towards natural language negotiation of open learner models. Knowledge-Based Systems. 20 (2), 2007.
- [Ro99] Roussos, M. et al.: Learning and Building Together in an Immersive Virtual World. In: Presence 8 (3), MIT Press, 1999; S. 247-263.
- [Os08] Ojstersek, N.: Gestaltung und Betreuung virtueller Lernszenarien in Second Life. In: Selbstorganisiertes Lernen im Internet - Einblick in die Landschaft der webbasierten Bildungsinnovationen. Innsbruck, Wien, Bozen, 2008; S. 296 – 300.
- [RB01] Romano, D.; Brna P.: Presence and Reflection in Training: Support for Learning to Improve Quality Decision-Making Skills under Time Limitations. In: CyberPsychology & Behavior 4 (2). 2001; Mary Ann Libert, Inc; S. 265-277.
- [To05] Totty, M.: Better training through gaming. In: Wall Street Journal - Eastern Edition, 245 (80), R6-0, 2005.
- [WGH07] Weinbrenner, S.; Giemza, A.; Hoppe, H.U.: Engineering heterogenous distributed learning environments using TupleSpaces as an architectural platform. In: Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007). IEEE Computer Society, Los Alamitos (USA), 2007.
- [Zy05] Zyda, M.: From visual simulation to virtual reality to games. In: IEEE Computer, 2005; S. 25–32.

# Kompetenzentwicklung und Wissensmanagement durch situiertes Lernen in Massive Multiplayer Online Games

Marcel Vervenne<sup>1</sup>, Jörg Niesenhaus<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement,

<sup>2</sup>Lehrstuhl für Interaktive Systeme und Interaktionsdesign

Universität Duisburg-Essen

Forsthausweg 2

47057 Duisburg

marcel.vervenne@uni-due.de joerg.niesenhaus@uni-due.de

**Abstract:** Dieser Beitrag thematisiert die Kompetenzentwicklung und das Wissensmanagement durch situiertes Lernen am Beispiel des Massively Multiplayer Online-Rollenspiels World of Warcraft (WoW). Auf der Basis der Darstellung der Komplexität des Spiels werden mehrere Wissensbereiche definiert. Darüber hinaus werden Untersuchungsergebnisse präsentiert, welche Aufschluss über die Demographie, das Nutzungsverhalten, und das Lernen in komplexen Welten geben sollen.

## 1 Einleitung

Zahlreiche Forschungsarbeiten im Bereich des spielbasierten Lernens argumentieren, dass die Art und Weise wie Computerspiele aufgebaut sind, durch eine Reihe gemeinsamer Merkmale, und die Fähigkeiten, die Spieler zum Handeln benötigen, darauf hindeuten, dass Spiele an sich wie eine effektive Lernumgebung funktionieren [z.B. SW05; Pr07; Sq05; Ge07]. Sie forcieren Lernprozesse, da die Spielenden dazu animiert werden die Spielwelt und ihre Herausforderungen zu erforschen und immer komplexer werdende Probleme zu lösen und die so erlernten Strategien auch auf andere Probleme – in der virtuellen Welt – zu übertragen und anzuwenden [AC07]. Immer häufiger basieren die Ideen der Spieleentwickler auf der Tatsache, dass die gestellten Probleme und Aufgaben nicht nur von Einzelpersonen, sondern von einer Mehrzahl von Spielenden gelöst werden sollen. Hier zeigen sich deutliche Parallelen zur realen, arbeitsteiligen Welt. Lernen und Wissensvermittlung bestehen nicht nur daraus eine größtmögliche Menge an neuem Wissen in der kürzestmöglichen Zeitspanne zu erlernen, sondern auch in einer Kultur des Lernens [Je01]. Massive Multiplayer Online Games (MMOGs) sind ein möglicher Ausgangspunkt für eine Online-Lernkultur, deren Potenzial sich durch den Community-Charakter der Spiele entfaltet. In diesem Artikel wollen wir zunächst den Untersuchungsgegenstand – das Computerspiel WoW – in seiner Komplexität vorstellen, um im Anschluss Wissensbereiche zu definieren, den *Spielenden* näher zu analysieren und die Lernumgebung WoW hinsichtlich ihrer Möglichkeiten für die Kompetenzentwicklung und den Aufbau von Strukturen des Wissensmanagements zu untersuchen. Die so gewonnenen Erkenntnisse sollen dazu beitragen das Lernen in komplexen, realen Welten besser verstehen zu können.

## 2 Definition und Komplexitätsgrad von MMOGs

Digitale Rollenspiele haben ihren Ursprung in Pen & Paper-Rollenspielen, einem Format welches Anfang der 1970er Jahre in den USA entwickelt wurde. Die Spieler kontrollieren hier einen Charakter in einer Fantasiewelt, dessen Fertigkeiten und Talente durch Zahlenwerte und Würfelproben repräsentiert werden. Ein weiteres charakteristisches Merkmal ist die Charakterentwicklung durch das Sammeln von Erfahrungspunkten und einen Zugewinn an Talenten und Ausrüstung. Die Rollenspiele zeichnen sich meist durch eine zentrale epische Aufgabe (Quest) aus, die von mehreren Nebenaufgaben (Side Quests) ergänzt werden. World of Warcraft ist das derzeit erfolgreichste MMOG mit aktuell ca. 12 Millionen zahlenden Abonnenten weltweit. Das 2004 veröffentlichte Spiel von der Firma Blizzard Entertainment thematisiert eine fantasievolle mittelalterliche Welt, die von Elfen, Zwergen, Trollen und zahlreichen anderen Wesen bevölkert wird. Die großen Spielwelten werden, um sie lebhaft zu gestalten, von sehr vielen virtuellen Personen bevölkert, es gibt Unmengen an auffindbaren Gegenständen und viele Orte, welche die Spieler entdecken können. In WoW gibt es neben der menschlichen Population von ca. 12 Millionen Spielenden mehr als 40.000 Nichtspielercharaktere (NPCs), 1.5 Millionen verschiedenen Gegenstände, Gebäude und Landschaftsobjekte und ca. 7.650 verschiedene Quests.

Spieler, welche die Welt von WoW betreten, starten zunächst in einem kleinen Dorf mit einer Handvoll Fertigkeiten, ebenso vielen Ausrüstungsgegenständen und einer ersten Aufgabe. Diese geringe Komplexität zu Beginn des Spiels hilft Neulingen sich in die Spielmechanik einzufinden. Der Spieler lernt seine Spielfigur zu bewegen, Herausforderungen zu meistern und Gegenstände aufzusammeln. Schritt für Schritt wächst der Spieler mit seinen Aufgaben und sammelt gleichzeitig sogenannte Erfahrungspunkte. Diese werden für die erfolgreiche Absolvierung von Aufgaben oder das Meistern einer Herausforderung vergeben und auf einem Punktekonto gutgeschrieben. Erreicht der Spieler eine bestimmte Summe von Punkten, steigt er eine Erfahrungsstufe, auch Spielerlevel genannt, auf. Mit diesem Aufstieg erhält der Spieler Talentpunkte, die er in einem Talentbaum für die Freischaltung neuer Fertigkeiten und Fähigkeiten ausgeben kann. Im Laufe von WoW kann der Spieler derzeit maximal 71 Punkte vergeben, die auf 3 Talentbäume mit etwa 90 verschiedenen Talenten in bis zu 5 Ausbaustufen verteilt werden können. Die hier möglichen Kombinationen vervielfachen sich zusätzlich noch durch die Wahlmöglichkeiten zwischen 10 unterschiedlichen Völkern wie beispielsweise Elfen, Zwergen und Orks, sowie 10 verschiedenen Klassen (z.B. Druide, Jäger, Priester), welche die Karriere des Helden bestimmen. Neben den unterschiedlichen Klassen können die Helden noch Berufe wie Schmied, Juwelier oder Kräutersammler erlernen, die dem Helden wiederum bestimmte Fertigkeiten eröffnen, die über den Spielverlauf ausgebaut werden können. Alle Fertigkeiten und Fähigkeiten haben unterschiedliche Charakteristika, wie beispielsweise eine bestimmte Punktzahl an Mana (Zauberenergie), die für die Anwendung einer Fertigkeit benötigt wird, eine Ausführungszeit, eine anhaltende Dauer und eine Regenerationszeit. Aus diesen Werten leiten sich verschiedene Taktiken und Herangehensweisen ab, welche die Spielenden im Spiel verwenden können. Mit jeder Erfahrungsstufe des Spielers steigen gleichzeitig die Anzahl der Bedienelemente und damit auch die Komplexität der Steuerung des Spiels.



Die Spielenden können das Interface weitestgehend frei modifizieren und dadurch ihren eigenen Wünschen nach definieren. Doch die eigene Anordnung der Fertigkeiten trägt auch zur Lernförderlichkeit und dem Verständnis der einzelnen Spielelemente bei.



Abbildung 1: Selbst organisierte Interface-Elemente eines hochstufigen Charakters

### 3 Wissensbereiche in WoW

In WoW lassen sich unterschiedliche Wissensbereiche identifizieren, die sich nach ihrer Art in deklaratives und prozedurales Wissen unterteilen lassen. In Bezug auf den Erwerb von deklarativem Wissen lassen sich beispielsweise folgende Bereiche benennen: *Geographie, Wirtschaft, Biologie, Waffenkunde, Anthropologie, Strategie und Taktik, Ethnologie, Magie, Geschichte, Politik, Theorycrafting* und das *Talentbaumsystem*. Diese werden durch die folgenden Bereiche des prozeduralen Wissens erweitert: *Charakterbedienung, Steuerung, GUI, Kampfsystem* und *technische Infrastruktur*. Hier ist zu beachten, dass die unterschiedlichen Bereiche miteinander interagieren und nicht voneinander separiert betrachtet werden können. Die Lernprozesse sind eng an die zu absolvierenden Aufgaben der Spielenden geknüpft. Ein kurzes Beispiel in Form eines Quests des Spielenden soll diese Verbindung veranschaulichen.

*Bringen Sie ein Bärenfell zu Tim in die Schneiderei im Händlerviertel von Sturmwind.*

*Schritt 1: Suche nach Bären. Orientierungsaufgabe. Hilfsmittel: Karte, Kompass.*

*Schritt 2: Erlegen eines Bären. Kampfsituation. Erlernen und Abruf von Kampftaktiken. Hilfsmittel: Waffen, Schutz- und Stärkungszauber, ggf. Heiltränke.*

*Schritt 3: Kürschnern des Fells. Hilfsmittel: Kürschnermesser.*

*Schritt 4: Reise zur Stadt Sturmwind. Hilfsmittel: Karte, Kompass, ggf. Reittier.*

*Schritt 5: Suche nach Tim im Händlerviertel. Hilfsmittel: Stadtwachen befragen, Spieler befragen, Wegweiser, Kompass und Karte.*

Anhand des Beispiels lässt sich bereits erkennen, dass die *Geographie* einer der zentralen Wissensbereiche in World of Warcraft ist. Das Auffinden der Bären im Wald, die Reise zwischen Städten und die Orientierung in den einzelnen Stadtvierteln, die Suche nach bestimmten Gebäuden oder Personen sind nur ein paar der Szenarien, in denen die Ortskenntnis des Spielenden eine Rolle spielt. Für die Lösung der Beispielaufgabe muss der Spielende aber noch weiteres Wissen abrufen oder erlernen. Der Kampf gegen die Bären erfordert den Abruf unterschiedlicher Taktiken und Fertigkeiten. Dabei kommen diverse Hilfsmittel zum Einsatz, deren Funktionsweise ebenfalls erlernt werden muss. Gleiches gilt für die Anwendung der Fertigkeiten und Werkzeuge des Kürschnerberufs. Bereits diese einzelne Aufgabe berührt die Wissensbereiche *Geographie*, *Biologie*, *Waffenkunde*, *Strategie* und *Taktik*. Darüber hinaus kann der Spieler im Kampf optional *Magie* anwenden oder z.B. das Fleisch des Bären weiter verwerten und verkaufen (*Wirtschaft*).

#### **4 Die WoW-Community**

Um zu untersuchen ob es eine Progression in Bezug auf die Kompetenzentwicklung von WoW-Spielenden gibt, und welche Strukturen des Wissensmanagements hierbei entwickelt werden, wurde eine Onlinestudie konzipiert. Auf insgesamt 16 Seiten konnten die Teilnehmenden ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten einschätzen, sagen mit wem sie, wie und was spielen und zusätzlich allgemeine demographische Fragen beantworten. Ziel der Befragung war neben dem Aufdecken von Strukturen des Wissensmanagements und einer subjektiven Einschätzung der jeweiligen Kompetenzentwicklung auch allgemeine Aussagen über den Spielertypus des WoW-Spielenden treffen zu können. Die Umfrage wurde in mehreren großen deutschen Onlineforen zu WoW sowie auf der offiziellen deutschen Sektion des Blizzard WoW Forums beworben. Nachdem die Studie rund 2 Wochen im Feld war, hatten 3.042 Probanden an dieser teilgenommen, von denen 1.744 die Umfrage erfolgreich beendet haben. Somit ergibt sich eine Rücklaufquote von 57,3 Prozent. Die durchschnittliche Bearbeitungszeit lag bei 11,14 Minuten. Das Durchschnittsalter beträgt 23,81 Jahre und 91,9 Prozent der Spielenden sind männlich, 8,1 weiblich. Die Teilnehmenden geben eine durchschnittliche Spielzeit von 22,98 Stunden pro Woche, bei einer Gesamtspielzeit von 84,96 Tagen – dies entspricht 2.039,05 Stunden – seit der Veröffentlichung des Spiels im Jahr 2004, an. In Bezug auf die Präferenz des Spielgenres werden Rollen- und Strategiespiele favorisiert, wobei zudem ein starkes Interesse an Actionspielen besteht. Durchschnittlich spielen die Teilnehmenden mit 7 Charakteren. In Bezug auf den Bildungsgrad zeigt sich, dass rund die Hälfte aller Spielenden über ein Abitur (34,2 %) bzw. Fachabitur (16,0 %) verfügen. Dementsprechend ist es nicht verwunderlich, dass die größte Berufsgruppe durch Angestellte (40,4 %) repräsentiert ist. Ein Viertel der Spielenden sind Schülerinnen und Schüler (25,7 %). Diese Ergebnisse besitzen eine hohe Aussagekraft, da sie sich mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen größtenteils decken. Nicholas Yee [Ye05a; Ye05b] hat im Rahmen des Deadalus Projekts am Palo Alto Research Center im Jahr 2005 eine Studie mit 1966 Teilnehmenden (80,72 Prozent männlich; 19,28 Prozent weiblich) durchgeführt, bei der eine durchschnittliche wöchentliche Spielzeit von 21 Stunden angegeben wurde.

Im Rahmen einer Studie die 2009 von der Universität Duisburg-Essen durchgeführt wurde und durch die 714 Datensätze (90,6 Prozent männlich; 9,4 Prozent weiblich) generiert werden konnten, ergab sich eine durchschnittliche Spielzeit von 22,67 Stunden pro Woche. Hier konnte ein Durchschnittsalter von 22,98 Jahren erhoben werden. 31 Prozent der Spielenden verfügen über ein Abitur und 15 Prozent über ein Fachabitur. 42 Prozent der Teilnehmenden gaben an Angestellte bzw. Arbeiter zu sein. Die Spielenden verbringen durchschnittlich 4,03 Stunden pro Woche mit der Suche nach Informationen und dem Austausch von Wissen außerhalb der Spielwelt. Für den Aufbau von Wissensmanagement- bzw. Kompetenzentwicklungsstrukturen lässt sich hierbei feststellen, dass hauptsächlich „neue Medien“ für die Informationsdistribution genutzt werden. Über 60 Prozent der Spielenden nutzen Internetseiten und über 50 Prozent Foren oft bis sehr oft, um sich über das Spiel, die Quests und sich zu unterschiedlichen, das Spiel betreffenden Themen auszutauschen. Man bleibt hier dem Medium des Spiels treu. Klassische Medien werden selten bzw. fast gar nicht genutzt. Dies äußert sich darin, dass über 80 Prozent der Spielenden keine Bücher über WoW lesen, oder diese sogar völlig ablehnen. Über 70 Prozent lesen selten oder nie Magazine und schauen selten oder gar keine Sendungen über WoW, obwohl es ein umfassendes Angebot an diesen Medien gibt. Die einzige Ausnahme stellt hier der Austauschprozess zwischen befreundeten Spielenden dar. Über 40 Prozent geben an sich regelmäßig mit Freunden über die Spielwelt zu unterhalten. Um Aussagen über die subjektive Kompetenzentwicklung machen zu können wurden die Daten der Befragten, entsprechend ihrer Spielzeit, zur weiteren Analyse in Gruppen von Anfängern (< 30Tage), über Amateure (30 -99 Tage), zu Profis (ab 100 Tage), eingeteilt.

Wie bereits erwähnt ist die Interaktion der Wissensbereiche Geographie und Steuerung des Spiels ein gutes Beispiel um dessen Komplexität zu untersuchen. Im Rahmen der Befragung wurden die Teilnehmenden gebeten ihre Orientierungsfähigkeiten in der virtuellen Welt von WoW einzuschätzen. Dabei wurde anhand von mehreren Items gefragt, ob die Spielenden Probleme mit der Orientierung hatten bzw. haben. Alle Auswertungen zeigen höchst signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe der Anfänger und der Gruppe der Profis. Die Profis haben signifikant seltener Probleme mit der Navigation im Spiel und können sich beispielsweise besser „an den Reiseweg zwischen zwei Orten erinnern“ ( $t(928)=4,276$ ,  $p<0.001$ ), oder sich die statischen „Positionen eines Ortes“ merken ( $t(928)=4,858$ ,  $p<0.001$ ). Auch in Bezug auf das Theorcrafting oder Strategie und Taktik wissen die Profis signifikant besser, wie sie ihren „Hauptcharakter im Gruppenspiel einsetzen sollen“ ( $t(927)=-9,746$ ,  $p<0.001$ ), oder wie das Talentbaumsystem in Verbindung mit der Entwicklung ihres Charakters funktioniert ( $t(928)=8,564$ ,  $p<0.001$ ). Das Gegenteil zeigt sich in Bezug auf die Benutzung unterschiedlicher Addons, welche die Spielenden mit zusätzlichen Informationen versorgen sollen. Hier zeigt sich, dass die Anfänger z.B. signifikant häufiger Addons „mit zusätzlichem Kartenmaterial“ verwenden ( $t(928)=3,461$ ,  $p<0.005$ ), oder sich so zusätzliche „Informationen über die Quests“ ( $t(927)=2,385$ ,  $p<0.05$ ) holen. Dies unterstreicht die Hypothese bezüglich der Entwicklung und Steigerung der Fähigkeiten und Fertigkeiten der Spielenden mit hohen Gesamtspielzeiten, da diese – aufgrund ihrer Expertise – auf die von Anfängern verwendeten Hilfsmittel nicht angewiesen sind.

## 5 Fazit und Ausblick

Um in der höchst komplexen Welt von WoW interagieren zu können müssen die Spielenden eine Menge Erfahrungen machen und somit auch lernen. Diese Lernprozesse finden fast ausschließlich situativ statt und werden durch den Wunsch des Spielenden, ihm gestellte Probleme zu lösen, innerviert. Spielende, die über eine Dauer von Monaten oder gar Jahren diese Welt regelmäßig besuchen, eignen sich über diesen Zeitraum sehr viel Wissen an. So gibt es Spielende, die beispielsweise zahlreiche Namen von NPCs einem Gebiet oder sogar einer Stadt zuordnen können. Unsere Untersuchungen zeigen, dass mit dem Grad der Spielerfahrung auch der Grad der Expertise steigt und dass dies den Spielenden auch bewusst ist und sie bei ihren Mitspielenden einen ähnlichen bis gleichen Grad an Expertise einfordern. Eine solche institutionalisierte Form der Kompetenzentwicklung und des Lernens setzt ein effektives Wissensmanagement und eine gezielte Informationsdistribution voraus. Dieses wird durch, von den Spielenden geschaffene Strukturen, auf der Grundlage der Rahmenbedingungen der Entwickler des Spiels, erfolgreich realisiert und ausgebaut. Um Rückschlüsse auf das Lernen in komplexen Welten ziehen zu können gilt es zu untersuchen, ob die erlernten Fähigkeiten – wie das Orientierungsvermögen oder technische Interaktionen – auch auf andere Bereiche des realen Lebens, von den Spielenden, übertragen werden können.

## Literaturverzeichnis

- [AC07] Alkan, S.; Cagiltay, K.: Studying computer game learning experience through eye tracking, *British Journal of Educational Technology* 38, 3, 2007; S. 538-542.
- [Ge07] Gee, J. P.: *Good Video Games and Good Learning. Collected Essays on Video Games, Learning and Literacy.* Peter Lang Publishing New York, 2007.
- [Je01] Jessen, C.: *Virtual Communities as Learning Environments.* Kopenhagen, <http://www.carsten-jessen.dk>, 2001.
- [Pr07] Prensky, M.: *Digital Game-Based Learning.* Paragon House, St. Paul, Minnesota, 2007.
- [Sq05] Squire, K.D.: Changing the Game: What Happens When Videogames Enter the Classroom? *Innovate* 1 (6), 2005.
- [SW05] Sanford, R.; Williamson, B.: *Games and Learning – A Handbook from Futurelab.* Futurelab, Bristol, 2005.
- [Ye05a] Yee, N.: The Demographics and Derived Experiences of Users of Massively Multi-User Online Graphical Environments. The 55th International Communication Association Annual Conference, New York, May, 2005.
- [Ye05b] Yee, N.: Motivations of Play in MMORPGs. DIGRA 2005, Vancouver, June, 2005.

# Multimediales Lernen mit CogniPedia: Ein Online-Autorenwerkzeug zur Erstellung und Publikation interaktiver Bilddetail-Aufgaben im Web

Carsten Binding<sup>1</sup>, Boris Müller-Rowold<sup>2</sup>, Eberhard Schwarzer<sup>1</sup>, Thomas Mandl<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Hildesheim, 31141 Hildesheim

binding@cognipedia.de, mandl@uni-hildesheim

<sup>2</sup>Gecco Works – business.media.support, 31141 Hildesheim

mrowold@gecco-works.de

**Abstract:** Der Beitrag beschreibt die Konzeption, Implementierung und Evaluierung des web-basierten E-Learning Systems CogniPedia. Mit dieser Lernplattform können Schaubilder und im Speziellen Detailabbildungen sowie deren zugehörige Metadaten, die jeweils komplexe fachliche Kontexte darstellen, mittels interaktiver Aufgaben effizienter erlernt werden. Strukturen und Zusammenhänge sollen hierzu zum interaktiven Lernen auf visueller Ebene aufbereitet werden. CogniPedia erhöht die Flexibilität, den Grad der Interaktivität und die Mächtigkeit der Lernaufgaben, indem beliebige Polygone als Objekte in Abbildungen für die Erkennung für die Lernenden definiert werden. Das System erleichtert die Erstellung von Lernmaterialien durch ein benutzerorientiert gestaltetes, web-basiertes Autoren-system. Dadurch können auch ohne Programmierkenntnisse anspruchsvolle und effiziente visuelle Lernaufgaben realisiert werden. Anwendungen von CogniPedia für das Fremdsprachenlernen, geographische Aufgaben sowie Hardware-Kurse werden kurz vorgestellt. Weitere Anwendungsgebiete finden sich insbesondere in Bereichen der Medizin und der Biologie.

## 1 Visuelles interaktives Lernen

In zahlreichen Studien konnte bereits gezeigt werden, dass durch das Lernen mit Bildern, sofern diese didaktisch sinnvoll eingesetzt werden, die Lerneffizienz im Vergleich zum rein textuellen Lernen gesteigert werden kann [VH00]. Gedächtnismodelle gehen davon aus, dass das Gehirn Informationen dual kodiert und durch das gleichzeitige Anbieten von Text und Bild eine höhere Aufnahmekapazität entsteht [Me01]. Noch sind viele Details offen, etwa welcher Abstand zwischen Bild und Text für das Lernen optimal ist [Ma09]. Es bleibt jedoch meist unumstritten, dass ein hoher Grad an Interaktivität insbesondere in Kombination mit geeigneten Abbildungen ebenfalls den Lernerfolg fördert. Die Theorien des multimedialen Lernens fokussieren sich bisher im Wesentlichen nur auf die rezeptive Seite, also die eher passive Aufnahme visueller und auditiver Informationen. Durch die Einbindung interaktiver, multimedialer Aufgaben soll mit CogniPedia zusätzlich auch die motorische Komponente aktiviert werden, da beim Lernen auch immer die motorische Seite von Bedeutung ist.

Im Rahmen der Entwicklung von CogniPedia sollte das Lernen mit Bildern mit einem möglichst hohen Grad an Interaktivität möglich sein, wodurch auch alle interaktiven Aufgabentypen der Klassifizierung von Dick [Di00] realisiert wurden. Aus der Perspektive des Lernenden erlaubt CogniPedia die Lern- und Prüfaufgaben Zuordnung (Anklicken eines Details im Bild als Antwort auf eine gestellte Frage und Benennen eines im Bild als Umriss definiertes Details) sowie das Nachzeichnen (des Umrisses eines abgefragten Details im Bild). Da beim Lernen auch der Motivation eine gewichtige Rolle zukommt, beinhaltet CogniPedia zudem motivationsfördernde Elemente, wie beispielsweise einen 3D-Avatar, der den Lernenden berät.

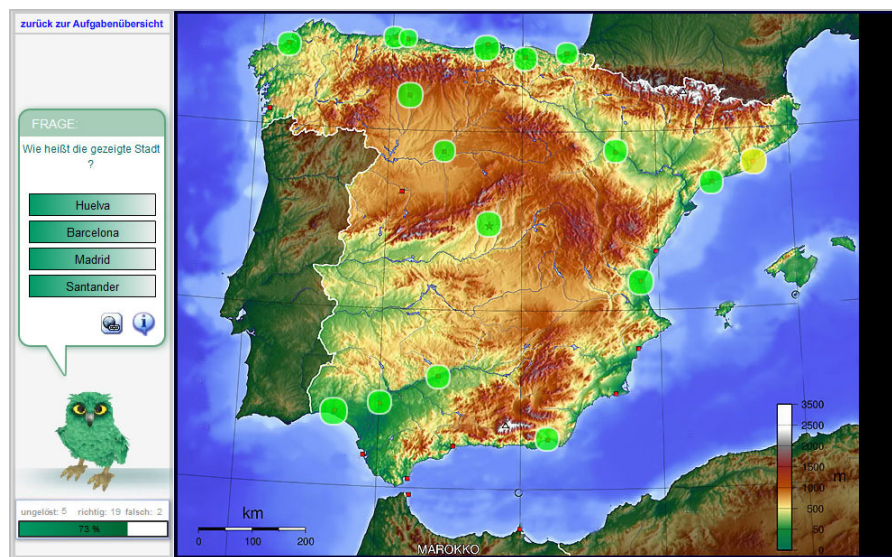


Abbildung 1: Das Lernmodul von CogniPedia im Aufgabenmodus „Auswahlliste“ in dem nach dem gelb hinterlegten Objekt „Barcelona“ gefragt wird

## 2 System-Entwicklung

CogniPedia wurde als Lernplattform für Bildungseinrichtungen konzipiert, um auf möglichst einfache Weise visuelle, inhaltlich abwechslungsreiche und lerneffiziente Aufgabeninhalte mit einem hohen Grad an Interaktivität bereitzustellen. Neben der Interaktion mit Details in beliebigen Bildern bietet es ein Web-Content-Management-System für Inhalte und Aufgaben, Individualisierbarkeit, umfangreiches Logging sowie Exportmöglichkeiten für beliebige Webpräsenzen wie beispielsweise andere Lernplattformen. Die Kernfunktionen von CogniPedia umfassen das interaktive visuelle Lernen. Bei diesem kann pro Lektion eine individuelle Aufgabenzusammenstellung genutzt werden, welche die innovativen Aufgaben mit Bilddetails enthalten. Um diese anzulegen, existiert für die Dozenten eine Weboberfläche namens „Exercise-Composer“, über welche Aufgaben erstellt und komponiert werden.

In diesem Modul legt der Autor die wichtigsten Grundattribute der Aufgaben, wie die hochzuladende Abbildung, die Aufgabenbeschreibung, Aufgabenstellung und Ausführungstypen sowie die Aufgabenreihenfolge fest.

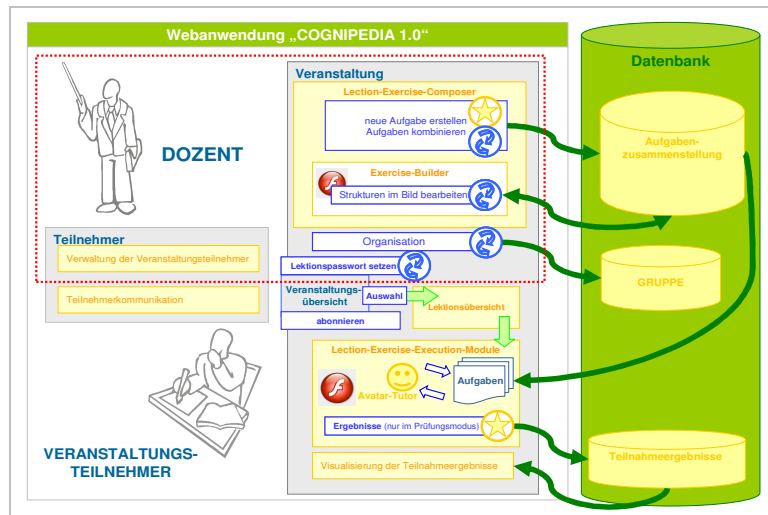


Abbildung 2: Architektur von CogniPedia

Der „Lecture-Exercise-Composer“ entspricht einer Art Dateibrowser mit direkt integriertem Metadateneditor und Bildvorschau sowie weiterführenden Icon-Links zu mächtigen interaktiven Werkzeugen. Der „Exercise-Builder“ ermöglicht das Erstellen und Bearbeiten der eigentlichen Bilddetails mit Metadaten als Strukturen und den damit assoziierten Objekten als Polygonen bzw. Umrissen der Bilddetails. Dieses Modul wurde in Flash (Actionscript) programmiert.

## 2.1 Interaktivität für den Lernenden

Eine einzelne Aufgabe gestaltet sich als eine Abfolge von Anweisungen und Fragen und einem entsprechenden Feedback auf die Antworten des Lernenden durch einen 3D-Avatar. Dabei wird zwischen drei nach dem Schwierigkeitsgrad gestaffelten Aufgabentypen [„Mehrfachauswahl“ (leicht), „In Bild klicken“ (mittel), „Texteingabe“ (schwer)] unterschieden. Zu jeder abgefragten Struktur kann zudem vom Dozenten ein Link und ein Informationstext hinterlegt werden, der von den Lernenden aufgerufen werden kann.

Fragen, die falsch beantwortet wurden, werden zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt. Außerdem können Fragen, die mehrfach falsch beantwortet wurden bei Bedarf zum Abschluss noch einmal gesondert geübt werden. Am Ende einer jeden Aufgabe erfolgt eine Gesamtanalyse durch den Avatar. Wie die Fragetexte lauten, welche Bilder verwendet werden und welche Detailkonturen als Polygone hinterlegt werden, hängt vom pädagogischen Konzept und der Kreativität des Aufgabenredakteurs bzw. Dozenten ab. So können beispielsweise Aufgabenstellungen aus Büchern, die sich auf Bilddetails beziehen, eins zu eins übernommen werden.



Im Gegensatz zu einem Buch bietet CogniPedia eine direkte, ergonomisch optimierte Interaktivität mit einem motivierenden Feedback, ohne dass ortsgebundene Kommunikation erforderlich ist. Der Fortschritt der Teilnahme und Lösung wird in Form eines Fortschrittsbalkens visualisiert. Diese Art des Lernens ist bereits in anderen Softwareprodukten bekannt. Innovativ ist aber die Möglichkeit diese Aufgaben direkt im Web zu erstellen und jederzeit inhaltlich durch Redakteure über eine WYSIWYG-Benutzeroberfläche zu pflegen.

## 2.2 Aufgaben-Editor

Ein E-Learning-System sollte sich an den Bedürfnissen der lehrenden Benutzer orientieren. Dieser Abschnitt zeigt kurz das Ergebnis des benutzerorientierten Gestaltungsprozesses, bei dem mehrere Lehrende bei der Content-Erstellung begleitet wurden und so wertvolles Feedback erhoben wurde. Aufgaben können über einen einfachen WYSIWYG-Editor online und ortsungebunden erstellt und auf beliebigen Webpräsenzen als Exportcode eingebettet werden. Die Möglichkeiten der Ausführungsmodi durch den Lerner kann der Redakteur einschränken. Die Autoren können Aufgabenzusammenstellungen produzieren, indem sie über das System Bilder von der lokalen Festplatte auf den Server hochladen. Dazu erstellen sie zunächst Lektionen, welche jeweils einer Aufgabenzusammenstellung entsprechen. In diesen können mit dem „Exercise-Composer“ Aufgaben erstellt werden, welche sich inhaltlich jeweils um eine hochzuladende Grafik drehen. Eine Grafik enthält bestenfalls ausgewählte Details eines beliebigen fachspezifischen Kontextes, der dem Lerner näher gebracht werden soll. Jede Grafik kann nun Inhalte darstellen, welche in einer Liste von Strukturen mit zugehörigen Objekten im „Exercise-Builder“ angelegt werden.

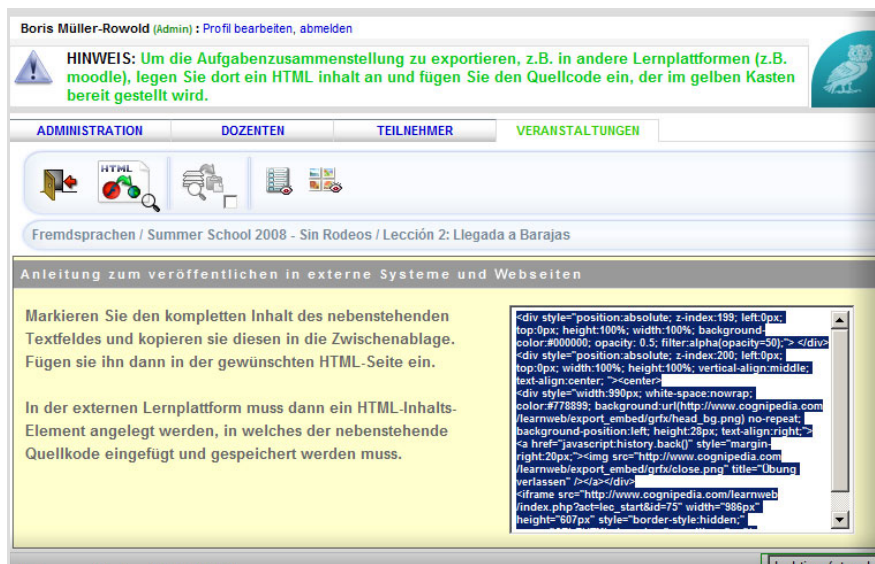


Abbildung 3: Bereitstellung des Einbettungskodes für externe Webseiten und Webplattformen



Das folgende Beispiel soll die Mächtigkeit des Systems veranschaulichen. Eine mikroskopische Abbildung mit medizinischem Kontext, z.B. mit Strukturen wie Gehirnzellen, Fettgewebe und Muskelgewebe, wird auf den Server hochgeladen. Objekte dieser Strukturen kommen als Bilddetails mehrfach als abgrenzbare Flächen auf der Abbildung vor und können jeweils einer der drei bereits erstellten Strukturen zugeordnet werden, indem von den angelegten Strukturen Objekte in Form von Polygonen auf der Abbildung positioniert werden. Dafür existiert im „Exercise-Builder“ ein Zeichenwerkzeug. Zu jeder Struktur einer Abbildung können außerdem Metadaten, wie individuelle Frage- bzw. Aufforderungstexte (z.B. „Bitte zeige die Hauptstadt von Frankreich“ oder „Zeige das Mainboard im Gehäuse“), hinzugefügt werden. Jeder Struktur kann zudem ein Informationstext und ein Hyperlink zugeordnet werden.

Durch die Bereitstellung des Export-HTML-Kodes kann nach Fertigstellung einer Aufgabenzusammenstellung über das vom Hauptsystem auch unabhängig einsetzbare Modul „iface2extern“ beispielsweise in einem Web-Lern-Managementsystem wie „moodle“ oder dem Web-Content-Management-System „Typo3“ eine Publikation der in CogniPedia erstellten Aufgaben erfolgen. Die Teilnahme an den Aufgaben ist dann anonym. Dennoch kann die Teilnahme eines Nutzers in einer Session ausgewertet werden, indem ein anonymisiertes Logging mit Hilfe der temporär erfassten IP-Adresse durchgeführt wird, sofern dieses durch einen Administrator aktiviert wurde. Diese Funktion ist vor allem für die Evaluierung der Aufgaben ein hilfreiches Mittel.

### **3 Evaluierung**

CogniPedia wurde im Rahmen eines dreiwöchigen Spanisch Blockkurses für Anfänger „Sin Rodeos“ an der Universität Hildesheim in der Zeit vom 15.09. – 02.10.2008 eingesetzt. Ziel war die Überprüfung der Praxistauglichkeit und die Optimierung in einem benutzerorientierten Entwicklungsprozess. An diesem Kurs nahmen insgesamt 23 Personen in zwei unterschiedlichen Gruppen teil. Ziel dieses Spanisch Intensivkurses ist der Erwerb der Stufe A1 des gemeinsamen europäischen Referenzrahmens. Nach intensiven Vorbesprechungen mit den drei Dozenten dieses Spanisch Kurses, die keine Programmiererfahrung besitzen, wurden von den Autoren erste Aufgaben entwickelt und in das System eingestellt. Dadurch erkannten die Dozenten die Möglichkeiten des interaktiven, visuellen Lernens für den Sprachunterricht und brachten selbst zahlreiche Vorschläge für die Systemgestaltung ein, welche im Rahmen der Möglichkeiten umgesetzt wurden. Durch das partizipative Design wurden die Dozenten motiviert, auch selbst Aufgaben zu gestalten, so dass sie als Testbenutzer für das Autorensystem agierten. Durch Beobachtung der Benutzung und weitere Diskussionen konnte die Gestaltung des Autorensystems noch weiter optimiert werden. Die Inhalte des Kurses, wie der Aufbau der Grammatik und des Wortschatzes, das Erlernen und die Anwendung des sprachlichen Umgangs in kommunikativen Alltagssituationen sowie die Übung des Lese- und Hörverständnisses wurden jeweils täglich vormittags im Präsenzunterricht vermittelt, während die Zeit nachmittags für schriftliche Übungen reserviert bleibt. Die Aufgaben von CogniPedia wurden dabei in die Lernplattform Moodle integriert, damit die bereits existierenden Aufgaben aus den letzten Jahren weiterhin genutzt werden konnten.

Insgesamt konnten die bisherigen Moodle-Aufgaben (Lückentexte, Freifeldeingaben etc.) mit CogniPedia um 29 multimediale Aufgaben erweitert werden. Schwerpunktmäßig wurden dabei Aufgaben zum Erlernen von Vokabeln verwendet. Im Gesamtergebnis konnte durch das Logging festgestellt werden, dass die 29 Aufgaben von den 23 Teilnehmern insgesamt über 1000 Mal ausgeführt worden sind, so dass jede Aufgabe im Schnitt 1,5 Mal von jedem Studenten in den verschiedenen Aufgabenmodi genutzt wurde. Das durchschnittliche Lernergebnis einer jeden Aufgabe lag mit über 85% richtiger Antworten hoch. Nach dem Abschluss des Kurses erhielt jeder Teilnehmer einen Fragebogen, der in die Bereiche Navigation, Interaktion und Feedback, multimediale Gestaltung, Avatar, Vergleich mit herkömmlichen Lernmethoden und ähnlicher Lernsoftware, Stabilität und subjektiver Eindruck gegliedert war. CogniPedia erwies sich als System im Rahmen der Kurse als sehr stabil und performant. Beim abschließenden Gesamturteil gaben alle Teilnehmer der Testgruppe an, dass sie das Programm weiterempfehlen würden und es insgesamt sehr motivierend sei.

## 4 Ausblick

Die multimediale Interaktivität soll in CogniPedia nicht auf Bilder beschränkt bleiben. Die Bedarfsanalyse mit den Dozenten zeigte, dass gerade für das Sprachlernen die Integration von Videos gewünscht wird. Auch dafür sollen geeignete Formen der Interaktivität gefunden werden. Der Bildlernmodus soll zudem durch den Aufgabentyp „Objekt nachzeichnen“ erweitert werden. Die Ankerkanäle eines Objekts stellen beim Nachzeichnen dabei die Grenze zwischen einer richtigen und einer falschen Antwort dar. Weitere Informationen zu CogniPedia mit einer detaillierten Beschreibung des Systems und Beispielaufgaben finden Sie unter der Webseite: <http://www.cognipedia.de>

## Literaturverzeichnis

- [Bi09] Binding, C.: COGNIPEDIA: Visuelles Lernen und Joy of Use mit interaktiven Aufgaben im Cognipedia E-Learning System. Masterarbeit IMIT, Universität Hildesheim, 2009.
- [Cl01] Clarke, A.: Designing Computer-Based Learning Material. Aldershot: Gower, 2001.
- [Di00] Dick, E.: Multimediale Lernprogramme und telematische Lernarrangements. Einführung in die didaktische Gestaltung. Bildung und Wissen Verlag, Nürnberg: 2000.
- [Ma09] Mazarakis, A.: Kann zu viel Nähe schaden? - Revisionen zum split-attention effect. In (Wandke, H.; Kain, S.; Struve, D. Hrsg.): Mensch & Computer 2009. 9. Fachübergreifende Konferenz für interaktive und kooperative Medien: Grenzenlose frei!? (M&C 2009) 6.-9. Sept. Humboldt Uni. Berlin. Oldenbourg, München, 2009; S. 403-412.
- [Me01] Meyer, R.E.: Multimedia Learning. University Press, Cambridge, 2001.
- [MR09] Müller-Rowold, B.: COGNIPEDIA: Optimierungengineering des Online-Lernplattform-Frameworks Cognipedia anhand funktioneller und softwareergonomischer Zielgruppenbedürfnisse sowie dessen Umsetzung. Masterarbeit Uni. Hildesheim, 2009.
- [VH00] Vath, N.; Hasselhorn, M.; Lüer, G.: Kognitions- und instruktionspsychologische Grundlagen für die Gestaltung von Multimediaprodukten für das Internet. Expertise im BMBF Projekt „Internet-Wissen zu ökonomischen Fragestellungen“ Universität Göttingen.

# Auswahl und Erprobung von Webkonferenz Tools für Online Tutorien

Elisabeth Katzlinger, Ursula Windischbauer

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

**Abstract:** Blended Learning Konzepte sehen zumeist eine tutorielle Betreuung in den Online Phasen vor. Dafür werden unterschiedliche Kommunikationsmedien verwendet. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Auswahl und der Erprobung von Webkonferenzsystemen im Rahmen von Online Tutorien im Fach Informationsverarbeitung. Angeboten werden diese im Rahmen eines universitären Blended Learning Programms, das sich insbesondere an berufstätige oder regional verwurzelte Studierende bzw. Studierende mit Betreuungsaufgaben wendet; gerade diese Studierendengruppen profitieren von einer orts- und zeitunabhängigen Lehre.

## 1 Einleitung

Die sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Studienrichtungen weisen einen hohen Anteil von Studierenden auf, die neben dem Studium einer Berufstätigkeit nachgehen bzw. Betreuungsaufgaben zu erfüllen haben [MÖ02, UN07]. Für diese Studierenden ist es in den letzten Jahren, vor allem mit der Einführung des Bologna-Prozesses, tendenziell schwieriger geworden, ein Universitätsstudium abzuschließen. Damit auch diese Personengruppe eine postsekundäre (Aus)bildung abschließen kann, entwickelte die Johannes Kepler Universität Linz ein Blended Learning Konzept. Ziel dieses Ansatzes ist es, die Präsenzzeiten mit Hilfe von E-Learning Elementen zu minimieren und durch Online Lehre zu ersetzen. Das Programm wird durch regionale Angebote (Präsenzlehre sowie Prüfungen in regionalen Zentren) erweitert und spricht dadurch auch Studierende an, welche nicht an die Universität kommen können.

Das Programm versteht sich als Studienservice; die Betreuung/Servicierung der Lernenden ist aus diesem Grund von zentraler Bedeutung. Die einzelnen Lernphasen werden durch speziell ausgebildete Tutoren betreut. Sie dienen als erste Anlaufstelle, wenn inhaltliche oder organisatorische Fragen auftauchen. Im Rahmen dieser tutoriellen Betreuung kommen unterschiedlichste Kommunikationsmedien zum Einsatz, beispielsweise E-Mail, Foren und Webkonferenzen [BÖ06, RA01].

Im vorliegenden Beitrag wird auf die tutorielle Betreuung im Fach Informationsverarbeitung eingegangen. Im Rahmen dieses Kurses übernehmen Tutoren die Instruktion der Lernenden in Bezug auf das praktische Arbeiten am Computer. Das Fach umfasst etwa Lehrinhalte wie das Erstellen eines Modells in der Tabellenkalkulation oder die Arbeit mit einer SQL-Datenbank. Diese Instruktionen finden im Rahmen des Programms ortsunabhängig mit Hilfe von Webkonferenzen statt. Die Gruppengröße der betreuten Studierenden beträgt zwischen vier und maximal zehn Personen.

## 2 Einsatzszenarien von Webkonferenzen

Die audiovisuelle Unterstützung einer virtuellen Kommunikationssituation mittels Videokonferenzsystemen bietet - im Gegensatz zu textbasierter Kommunikation - Zusatzinformationen durch Mimik und Gestik des Gegenübers. Das Niveau von Face-to-face Situationen wird allerdings nicht erreicht. Beim Einsatz von synchronen Kommunikationswerkzeugen kommt es meist zu keiner Änderung am didaktischen Konzept der Lehrveranstaltung (z.B. Instruktion, problemorientiertes Lernen, Denken-Austauschen-Mitteilen), da es sich nur um eine virtuelle Erweiterung des physischen Raumes handelt. Die Qualität der Kommunikation ändert sich jedoch, da durch das Medium ein meist eingeschränkter Kommunikationskanal zur Verfügung steht. Eine schlechte Bildqualität bei Videokonferenzen kann beispielsweise dazu führen, dass Lehrende Stimmungsbilder in der virtuellen Klasse nicht rasch genug erfassen können, um auf diese zu reagieren [SI08], [NI08].

Im Rahmen des vorliegenden Auswahlverfahrens wurden lediglich Webkonferenzsysteme berücksichtigt; dabei wurden vier Einsatzszenarien identifiziert. Diesen Einsatzszenarien werden Lehrveranstaltungstypen zugeordnet, die im universitären Kontext unterschiedliche Lehr/Lernsituationen aufweisen. Die einzelnen Einsatzszenarien unterscheiden sich in den vorrangig verwendeten Sozialformen und Unterrichtsmethoden. Dies drückt sich in der Anzahl der Beteiligten, den verantwortlichen Moderatoren oder im Grad der Interaktivität innerhalb des Kurses aus. Folgende Kursarten benötigen zur Unterstützung des Blended Learning Konzepts entsprechende ortsungebundene Kommunikations- und Informationsmöglichkeiten:

**Vorlesung:** Sie ist meist gekennzeichnet durch eine hohe Anzahl von Teilnehmenden (bis zu mehreren 100en). Der Instruktionsanteil ist sehr hoch, dafür tritt die Interaktivität in den Hintergrund. Die Kommunikationsbeziehungen verlaufen erster Linie in einer 1:n-Verteilung ab.

**Seminar:** Die Anzahl der Teilnehmenden beschränkt sich auf einen kleineren Kreis, meist 15 – 30 Studierende. Der Instruktionsanteil tritt in den Hintergrund, dafür wird Interaktion wichtiger. Der Ablauf ist dadurch gekennzeichnet, dass es wechselnde Präsentationen mit anschließenden Diskussionen gibt.

**Tutorium:** ist geprägt durch eine überschaubare Anzahl von Teilnehmenden, meist zwischen vier und zehn Personen. Die Interaktion zwischen dem Tutor und den Lernenden steht im Vordergrund. Der Tutor übernimmt die Moderation der Gruppe.

Lerngruppe – Peergroup: Dabei handelt es sich um eine selbstorganisierte Gruppe mit überschaubarer Teilnehmerzahl mit max. sechs Lernenden. Die Interaktion findet unter gleichberechtigten Partnern statt, es gibt keine von vornherein definierte Moderatorenrolle. Im Vordergrund steht die Interaktion der Lernenden untereinander.

Der vorliegenden Untersuchung liegt das Lernszenario Tutorium zu Grunde. Die Gruppe in der Größe von vier bis maximal acht Lernenden wird von einem Tutor moderiert.

### **3 Anforderungen an die Funktionalität des Webkonferenzsystems**

Die Ermittlung des Bedarfs ergab hinsichtlich der Funktionalität der Software in Bezug auf die Abhaltung eines Tutoriums folgende Mindestanforderungen (auf die technischen Spezifikationen kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht eingegangen werden):

1. Audio: Bei den Tutorien handelt es sich um Kleingruppensitzungen mit wenigen Studierenden, die Aufgaben „live“ lösen. Dabei sollen nicht nur der Vortragende, sondern auch die Studierenden per Mikrophon verbal kommunizieren können.
2. Video: Die Tutoren treten mit Studierenden mittels Webcam in Verbindung. Die Studierenden (oder zumindest eine ausgewählte Anzahl von ihnen) sollen nach Bedarf das Videobild der eigenen Webcam auch Anderen zur Verfügung stellen können.
3. Desktop Sharing: Das Üben der Beispiele etwa im Tabellenkalkulationsprogramm setzt voraus, dass der Tutor entweder den gesamten Desktop oder ein ausgewähltes Fenster freigeben kann, sodass Studierende einerseits die jeweiligen Arbeitsschritte – wie in der Präsenzveranstaltung – am Bildschirm mitverfolgen können und andererseits auch der Vortragende den Teilnehmerinnen die Möglichkeit bieten kann, das Beispiel am Rechner des Vortragenden zu lösen.
4. Application Sharing: Da auch Situationen denkbar sind, in denen Lehrende nicht ihren gesamten Desktopbereich freigeben, sondern lediglich ein Programm - wie beispielsweise Calc - zeigen möchten, ist überdies eine Application Sharing Funktion unerlässlich.
5. Whiteboard: Das interaktive Lernen wird durch die Verwendung eines Whiteboards ermöglicht, mit deren Hilfe einerseits Vortragende beispielsweise Formeln oder Datenbankstrukturen aufzeichnen, aber andererseits auch Studierende direkt in das Geschehen am Bildschirm eingreifen und Anmerkungen hinzufügen können.
6. Remote Control Funktionalität (Übernahme und Steuerung des PCs): Gerade bei Tutorien, wenn Studierende aktiv am eigenen Rechner die Arbeitsschritte durchführen und dabei auf Probleme stoßen oder Arbeitsschritte nicht nachvollziehen können, ist es sehr wichtig, dass auch der Tutor Zugriff auf den Rechner des Studierenden erhalten und so in das Geschehen am Bildschirm eingreifen kann.

## **4 Fallstudie: Tutorielle Betreuung mit Hilfe von Webkonferenzen im Fach Informationsverarbeitung**

Die Studierenden erlangen im Fach Informationsverarbeitung Informations- und Medienkompetenz. Neben dem Faktenwissen über die Informations- und Kommunikationstechnik besitzen die Lernenden Fertigkeiten in der Anwendung von informationstechnischen Werkzeugen in betriebswirtschaftlichen Problemsituationen sowie die dahinter liegenden Konzepte. Das Fach ist am Beginn der wirtschaftswissenschaftlichen Studienrichtungen als Pflichtveranstaltung im Umfang von sechs ECTS angesiedelt.

### **4.1 Konzeption**

Begleitend zu den Präsenzlehrveranstaltungen sind die Tutorien als zweistündige Veranstaltungen, 7-mal pro Semester konzipiert. Gearbeitet wird in Gruppen mit maximal zehn Lernenden mit eigenem PC. Ziel der Tutorien ist die Instruktion der Lernenden in Bezug auf informationstechnische Werkzeuge wie Tabellenkalkulation, Abfragen in einer SQL-Datenbank oder die Arbeit mit einem HTML-Editor. Im Vordergrund steht das praktische Arbeiten mit den einzelnen Programmen.

### **4.2 Eingesetzte Webkonferenzsoftware**

Im Rahmen von Testtutorien wurden verschiedene Webkonferenzsysteme im realen Einsatz getestet. Die Auswahl fiel auf die Produkte Webex, iVocalize und Adobe Connect (für die Tutorien), das Produkt DimDim wurde den Studierenden zusätzlich für die Gruppenarbeit zur Verfügung gestellt.

WebEx<sup>1</sup>: kann entweder installiert oder via Browser aufgerufen werden und erlaubt den Austausch von Informationen durch verschiedene Programmfunktionen. Das Aufzeichnen der Sessions ermöglicht das zeitunabhängige Abrufen der aufgezeichneten Dateien. Mit Hilfe von WebEx können anderen Teilnehmern bis zu sieben Mikrophone und sechs Webcams zur Verfügung gestellt werden. Neben einer Desktop- und Programm-Sharing-Funktion verfügt WebEx unter anderem über eine Whiteboard-Funktion.

iVocalize<sup>2</sup>: erlaubt neben der Live-Übertragung von Audio und Video auch synchronisiertes Webbrowsing, Desktop Sharing (im Sinne eines Screencastings) und die Durchführung von Umfragen. Es können nicht mehrere Personen gleichzeitig sprechen, sondern das Mikrophon muss „virtuell“ weitergereicht werden.

Adobe Connect<sup>3</sup>: Es können plattformübergreifend Webkonferenzen über den Webbrowser durchgeführt werden. Die angebotenen Funktionen umfassen neben der Audio- und Videounterstützung (Webcam) unter anderem Desktop-, Application- und Whiteboard Sharing sowie das Hochladen von Dateien und den Remote Zugriff auf frei-

---

<sup>1</sup> Siehe dazu WebEx: [www.webex.com](http://www.webex.com) (3.3.2010).

<sup>2</sup> Siehe dazu iVocalize: <https://www.ivocalize.com/> (3.3.2010).

<sup>3</sup> Siehe dazu Adobe Connect: <http://www.adobe.com/de/products/connect/> (4.3.2010).

gegebene Rechner anderer Teilnehmenden. Die durchgeführten Sessions können außerdem aufgenommen und den Teilnehmenden zur Verfügung gestellt werden.

DimDim<sup>4</sup>: ist ein kostenloses Webkonferenz Tool mit Webcam und Mikrofon, das die Studierenden für ihre eigenen Gruppenarbeiten verwenden konnten. Die webbasierte Open Source Plattform bietet z.B. Desktop Sharing und eine Whiteboard Funktion.

### 4.3 Evaluation

Als Untersuchungsmethode wurden eine schriftliche Befragung mittels Fragebogen und eine offene Befragung in Form von mehreren Chats gewählt. Bei den Chats wurden jeweils Kleingruppen zusammengefasst und gemeinsam befragt.

Von den 69 Teilnehmenden waren 43,7 Prozent männlich, 56,3 % weiblich; das Durchschnittsalter lag bei 25,36 wobei die älteste Teilnehmerin 58 Jahre, die jüngsten Teilnehmenden 19 Jahre alt waren. 21 Prozent der Teilnehmenden arbeiten Vollzeit, 12,7 Prozent Teilzeit, 31 Prozent sind jeweils geringfügig beschäftigt bzw. nicht berufstätig, wobei 2 Personen keine näheren Angaben zur Berufstätigkeit machten.

Die Zufriedenheit der Lernenden mit dem Webkonferenzsystem gemessen anhand einer 5-stufigen Likert-Skala ergab in Bezug auf die eingesetzte Software WebEx eine Zufriedenheit von 48,6%, auf iVocalize von 20 Prozent und auf Adobe Connect von 25 Prozent. Die Auswertung der Chat-Logfiles ergab, dass die Studierenden grundsätzlich zufrieden mit den Webkonferenz Tools waren, deren Nützlichkeit hauptsächlich im Bereich der Tutorien und zur Prüfungsvorbereitung sahen. Gerade für Berufstätige und Personen mit Betreuungsaufgaben lagen die Vorteile eines Online Tutoriums – abgewickelt im Rahmen einer Webkonferenz – bei der Zeit- und Kostenersparnis (fehlende Anfahrtswege). Diese Ortsunabhängigkeit wurde als sehr angenehm empfunden. Studierende wünschten sich außerdem, dass die Tutorien gespeichert und nochmals zur Verfügung gestellt werden und empfanden das Online Tutorium als sehr geeignet für das Üben der Beispiele und das Lösen der Aufgaben. Bemängelt wurde hingegen, dass die Einladungen zu den Tutorien (per Mail bzw. Online Plattform Moodle) teilweise erst sehr spät zugestellt wurden. Grundsätzlich funktionierten die Webkonferenzsysteme, Schwierigkeiten tauchten allerdings anfangs in Bezug auf den Ton auf: Eine Studierende merkte an: „Das letzte Tutorium war etwas schwierig, weil ich alles doppelt hörte, was mir zuvor noch nicht passiert ist.“

Diese technischen Schwierigkeiten hinsichtlich der auditiven Unterstützung wurden von einigen Studierenden als teilweise unangenehm empfunden. Vereinzelt bemerkten Studierende, die über keine Breitbandinternetverbindung verfügten, Ton und Bildausfälle. Eine Studierende schrieb dazu: „Manchmal fiel der Ton aus..., manchmal ist bei mir auch das Bild verschwunden.“ Es fiel bei allen getesteten Tools auf, dass es immer wieder vereinzelt Probleme in Bezug auf den Ton gab. Entweder funktioniert das Mikrofon nicht oder Studierende konnten den Tutor nicht hören.

---

<sup>4</sup> Siehe dazu DimDim: [http://www.dimdim.com/\(4.3.2010\)](http://www.dimdim.com/(4.3.2010)).

## 5 Fazit

Webkonferenzsysteme eignen sich für synchrone Kommunikation, welche ortsunabhängig stattfindet. Moderne Webkonferenztools ermöglichen neben der Übertragung von Video und Ton auch einen Medienmix durch bspw. Shared Whiteboards und Application Sharing. Die Vorteile des Tele-Teaching liegen im direkten Austausch zwischen den Lernenden und Lehrenden. Die vorliegende Studie zeigt auf, dass der Grundtenor für die Verwendung der Webkonferenzsysteme grundsätzlich sowohl auf Seiten der Lernenden als auch der Lehrenden positiv war, auch wenn teilweise technische Schwierigkeiten auftraten und die eingesetzte Software noch Probleme bereitete. Vor allem der mit der Ortsunabhängigkeit in Zusammenhang stehende geringere Zeitaufwand (Reisezeiten) wurde als positiv hervorgehoben. Auf Seiten der Lehrenden muss allerdings mit einem höheren Zeitaufwand für die Vor- und Nachbereitung der Webkonferenzeinheit gerechnet werden. Bei den ersten Webkonferenzeinheiten traten technische Probleme (ausschließlich im Hinblick auf den Audio Bereich) auf, die auf die fehlende Standardisierung der Rahmenbedingungen zurück zu führen sind und den Lernprozess beeinflussen.

Da Entwicklung und Forschung in einem kontinuierlichen Zyklus von Design, Umsetzung, Analyse und Re-Design stattfinden, wird versucht, den Einsatz von Webkonferenzsystemen stetig zu optimieren. Im Sinne eines Design-Based Research-Ansatzes [MA06] wurde die Lernumgebung entwickelt und eingesetzt, um die Untersuchungsergebnisse für weitere Forschungen und Theoriebildungen zu verwenden.

## Literaturverzeichnis

- [Bö06] Böhm, F.: Der Tele-Tutor. Betreuung Lehrender und Lernender im virtuellen Raum. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2006.
- [Kr03] Krug, P. : Der Stellenwert von Selbstgesteuertem Lernen im Konzept des Lebenslangen Lernens. In (Behrmann, D. Hrsg.): Selbstgesteuertes lebenslanges Lernen., Bertelsmann Verlag, Bielefeld, 2003; S. 47-62.
- [MK06] Mandl, H.; Kopp, B.: Blended Learning. Forschungsfragen und Perspektiven (Forschungsbericht Nr. 182). Ludwig-Maximilians-Universität, München, Department Psychologie, Institut für Pädagogische Psychologie, 2006. Verfügbar unter: <http://epub.ub.uni-muenchen.de/905/1/Forschungsbericht182.pdf> (8 .3. 2010).
- [Mö02] Mörrth, I. et al. : Inskriptionsverhalten, Studiensituation und Studienerfahrungen an der JKU Linz, Oktober 2002. Verfügbar unter: <http://soziologie.soz.uni-linz.ac.at/sozthe/staff/moerthpub/Inskriptionsverhalten.pdf> (28.01.2010).
- [Ni08] Niegemann, H.: Kompendium multimediales Lernen. Berlin/Heidelberg, Springer, 2008; S. 466.
- [Ra01] Rautenstrauch, C.: Tele-Tutoren – Qualifizierungsmerkmale einer neu entstandenen Profession. Bertelsmann, Bielefeld, 2001.
- [STN08] Simon, B.; Treiblmaier, H.; Neumann, G.: Elektronische Lernumgebungen in Bildungseinrichtungen. Eine Diskussion kritischer Erfolgsfaktoren. ZfB 78 Jg. (2008), H. 7/8, 2008; S. 715 – 733.
- [UW07] Unger, M.; Wroblewski, A.: Studierenden-Sozialerhebung 2006, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung (BMWF), Vienna, 2007; S. 142. Verfügbar unter: [http://ww2.sozialerhebung.at/Ergebnisse/PDF/sozialerhebung\\_2006.pdf](http://ww2.sozialerhebung.at/Ergebnisse/PDF/sozialerhebung_2006.pdf) (28. 01. 2010).



# Live-Manuskript – Ein Werkzeug zur kollaborativen Erstellung von Notizen und Mitschriften

Andreas Groß, Sebastian Voigt, Thomas Janda, Matthias Jacob, Patrick Schilf

Hasso Plattner Institut für Softwaresystemtechnik, Universität Potsdam  
Prof.-Dr.-Helmert-Str. 2-3, D-14482 Potsdam, Germany  
andreas.gross|sebastian.voigt|thomas.janda@hpi.uni-potsdam.de  
matthias.jacob|patrick.schilf@student.hpi.uni-potsdam.de

**Abstract:** Zur Nachbereitung von Vorträgen, Meetings und Präsentationen hat sich die Notiz auf Papier beim Zuhörer als einfaches und schnelles Arbeitsmittel etabliert. Doch das analoge Medium lässt sich gerade bei der späteren Weiternutzung nur bedingt reorganisieren und effizient durchsuchen. Auch die Kombination mit den Mitschriften anderer Zuhörer gestaltet sich schwierig und wird daher nur selten durchgeführt, womit Synergieeffekte oft verloren gehen. Das in diesem Bericht beschriebene webbasierte „Live-Manuskript“ beschreibt eine mögliche Lösung, Mitschriften kollaborativ zu erstellen.

## 1 Motivation

Vorlesungen, Meetings, Präsentationen – die persönlich als wichtig empfundene Informationen aus diesen Vortragstypen werden durch den Zuhörenden in der Regel schriftlich in Form von Notizen festgehalten. Die persönliche Mitschrift ist jedoch oft unvollständig und enthält eventuell auch Fehler. Ein Ansatz, diese Probleme zu minimieren, ist die kollaborative Mitschrift. Das Grundprinzip besteht darin, dass der einzelne Zuhörer seine Aufzeichnungen oder Teile davon den anderen Zuhörern zur Weiternutzung anbietet. Gleichzeitig partizipiert er aber auch von den freigegebenen Notizen der Gruppe.

Obiges Prinzip ist jedoch im klassischen Szenario, welches mit Papier und Stift arbeitet, mit Problemen und Aufwand verbunden. Ergänzungen oder Korrekturen an der eigenen Mitschrift sind aufgrund der analogen Form nur in beschränktem Umfang möglich, da ansonsten Lesbarkeit und Nutzen des Dokuments erheblich sinken. Daneben gestaltet sich das schnelle Wiederauffinden einer bestimmten Information als mühsam, da keine Werkzeuge zur Verfügung stehen, die das Suchen unterstützen.

An diesem Punkt setzt das digitale *Live-Manuskript* an. Dieses soll es ermöglichen, erstellte Notizen mit anderen Teilnehmern einer Veranstaltung zu teilen und somit eine deutlich umfassendere Mitschrift zu erhalten. Da es digital erstellt wird, stehen die umfangreicheren Möglichkeiten des Information Retrievals zur Verfügung, welche digitale Medien von Haus aus mitbringen. Zudem soll es möglich sein, Mitschriften zeitgenau an begleitend aufgezeichnete multimediale Inhalte wie Audio- und Videomitschnitte zu knüpfen.

Realisierung und Anwendung werden in Form einer neu zu implementierenden Funktion innerhalb des Portals „tele-TASK“<sup>1</sup> erfolgen.

## 2 Verwandte Arbeiten

Einige Ansätze binden die Möglichkeit zum Notieren direkt an Medien des gehaltenen Vortrages. So dienen Foliensätze als Tafel, auf welche geschrieben werden kann. Ein Bestandteil des Projektes „Authoring on the Fly“ (AOF) ermöglicht so das digitale Ergänzen von Folien [LZ03]. Jedem Benutzer wird ein Layer zugewiesen, in welchem er seine Notizen anfertigen kann. Dieser Ansatz ist an das Layout des Mediums gebunden. Eine Nutzung der Notizen unabhängig vom Trägermedium ist nur bedingt möglich. Weiterhin fällt an dieser Lösung auf, dass die Foliensätze vor der Nutzung in spezielle AOF-Dokumente umgewandelt werden müssen - ein zusätzlicher Mehraufwand, der nur selten betrieben wird. „StuPad“ ähnelt dem AOF-Ansatz. Hier ist jedoch lediglich das Anlegen von privaten Notizen vorgesehen [TA99].

Die Videoplattform „YouTube“<sup>2</sup> bietet für jedes Video eine Kommentarfunktion an. Diese ist allerdings aufgrund der inhaltlichen Vielfalt des Portals und den damit verbundenen sehr unterschiedlichen Besucherprofilen nur allgemein gehalten. Weiterhin existiert keine Möglichkeit zur Einschränkung der Sichtbarkeit eigener Kommentare. Sinnvoll ist die Funktion, dass in Kommentaren verwendete Zeitangaben im Format [mm:ss] als potenzielle Verweise zu bestimmten Zeitpunkten im Video aufgefasst und mit diesen Videopositionen verknüpft werden.

## 3 System

### 3.1 Anforderungsanalyse

Im Vorfeld der Implementierung wurde eine Gruppe von zwölf Probanden befragt. Die Befragung sollte das Mitschreibeverhalten ermitteln, um daraus abzuleiten, wie die mögliche Bedienung des Tools *Live-Manuskript* aussehen könnte.

Alle Befragten gaben an, dass das Formulieren einer aussagekräftigen Notiz eine gewisse Konzentration erfordert, wodurch die Aufmerksamkeit kurzzeitig vom Referenten abgelenkt werden könnte. Die Aufmerksamkeit könnte vielmehr bei der Anfertigung der Mitschrift weilen und wichtige Information des Vortrages nicht gehört werden. Daher sollte das Erstellen einer Notiz im *Live-Manuskript* mit möglichst wenig Aufwand erfolgen, um die Zeitspanne der Ablenkung so kurz wie möglich zu halten.

---

<sup>1</sup> <http://www.tele-task.de>

<sup>2</sup> <http://www.youtube.com>

Einige der Befragten gaben an, Notizen direkt auf den Vorlesungsfolien festzuhalten, bemängelten aber auch, dass diese meistens nicht vorab zu Verfügung stünden. Der Bezug zwischen der einzelnen Notiz und ihrer zeitlichen Einordnung in den Vortrag geht bei der klassischen Mitschrift in der Regel verloren. Die Idee, den Kontext zwischen Notiz und Videoaufzeichnung der Veranstaltung mit Hilfe von Zeitmarken automatisch herzustellen, wurde von den meisten Befragten als sehr hilfreich empfunden.

Alternativ gab es die Überlegung auch handschriftliche Notizen durch das Tool *Live-Manuskript* zu berücksichtigen. Allerdings wurde der Upload von eingescannten Dokumenten von der Mehrheit der Befragten als aufwendig und praxisfremd befunden. Keine der Testpersonen konnte sich vorstellen, nach Vorlesungsende mitgeschriebene Dokumente einzuscannen und zu veröffentlichen.

### 3.2 Erklärung des Systems, Bedienung

Die beschriebene Implementierung ist am speziellen Fall von Vorlesungsnotizen ausgerichtet und ermöglicht es, diese webbasiert in digitaler Form zu erstellen. Dabei bleibt es dem Nutzer überlassen, seine Notizen ausschließlich für sich selbst zu verwalten (private Notiz), oder sie für die Gemeinschaft zugänglich zu machen (öffentliche Notiz). Letzteres gibt jedem weiteren Nutzer die Möglichkeit, eventuell entstandene Lücken im eigenen Manuskript durch öffentliche Beiträge anderer Zuhörer zu schließen. Außerdem hat der Nutzer somit die Möglichkeit, öffentliche Notizen zu Veranstaltungen einzusehen, die er nicht besucht hat.

Zusätzlich zu privaten und öffentlichen Notizen wird ein weiterer Typ unterschieden: die Frage. Fragen sind immer öffentlich, um von allen anderen Teilnehmern beantwortet werden zu können. Auf der Startseite des Systems darf der Nutzer sich für Veranstaltungen ein- oder austragen, zu denen er Mitschriften einsehen möchte. Nach Wahl einer Veranstaltungsserie und im anschließenden Schritt einer zugehörigen Vorlesung, gelangt man zum *Notepad*, einer Unterseite jeder Vorlesung, auf welcher Notizen und Fragen erstellt werden.

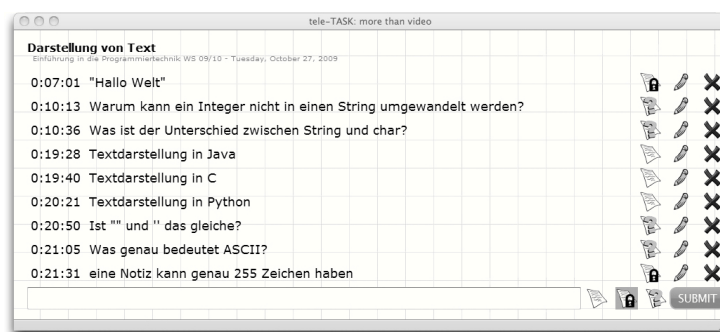


Abbildung 1: Live-Manuskript in Notepad-Ansicht

Über eine Eingabeleiste kann eine Notiz hinzugefügt werden. Darüber hinaus gibt es für den Benutzer die Möglichkeit, seiner Notiz einen der drei bereits erwähnten Typen zuzuordnen: öffentliche Notiz, private Notiz oder Frage. Die Eingabeleiste ist bewusst auf nur eine Zeile beschränkt, um den Nutzer zu animieren, Notizen so kurz wie möglich zu fassen. Das System konzentriert sich auf die Erfassung von Kurznotizen, um die Ablenkung so gering wie möglich zu halten. Zu diesem Zweck wird für gerade laufenden Veranstaltungen neben dem Standardlayout eine zweite Ansichtsvariante, die Papieransicht, angeboten (Abbildung 1). Sie zeigt bis auf die Eingabefunktionen keine weiteren Bedienelemente. Ein kariertes Blatt als Hintergrund soll dabei an das Notieren auf Papier erinnern.

Oberhalb des Eingabebereichs befindet sich die Auflistung aller bereits selbst verfassten Einträge, zu denen neue Notizen unmittelbar hinzugefügt werden können. Eigene Notizen können hier bearbeitet werden. Fragen hingegen können nur verändert werden, solange sie noch nicht beantwortet wurden. Damit soll verhindert werden, dass der Zusammenhang zwischen Fragen und Antworten verloren geht. Zusätzlich können Notizen auch entfernt werden, wobei Entfernen beim *Live-Manuskript* nur Durchstreichen bedeutet. Komplettes Löschen ist nicht möglich, da andere Nutzer diese öffentliche Notiz oder Frage hilfreich finden könnten. Durchgestrichen bleibt ihr Inhalt jedoch weiterhin nachvollziehbar.

Eine zu Projektbeginn angedachte Möglichkeit, die Liste in regelmäßigen Abständen auch mit öffentlichen Notizen anderer Nutzer aufzufüllen, wurde verworfen. Bei einem Testlauf hat sich herausgestellt, dass ansonsten das Ablenkungspotential beträchtlich steigen und das *Live-Manuskript* den Charakter eines Chat-Rooms annehmen würde. Notizen anderer Nutzer sollen demnach erst nach der Veranstaltung einsehbar sein und somit lediglich der Nachbereitung dienen.

### 3.3 Implementierung

Implementiert wurde *Live-Manuskript* mit Hilfe des Webframeworks „Django“, welches auch zur Implementierung der integrierenden Website „-blinded-“ diente. Ergänzend wurde die JavaScript-Bibliothek „jQuery“ verwendet.

Das Datenmodell des *Live-Manuskripts* besteht aus fünf Komponenten, die jeweils durch ein Modell in Django repräsentiert werden. Basisklasse für alle Notizen ist das Modell `NoteBase`, welches die Eigenschaften Text, relativer Zeitstempel, Vorlesung und Benutzer definiert, die für alle Notizen unabhängig ihres Typs gültig sind. Da Notizen sowohl privat als auch öffentlich sein können, während Fragen stets öffentlich sind, werden die Modelle `Note` (öffentliche und private Notiz) und `Question` (Frage) beide von `NoteBase` abgeleitet und kein gemeinsames Modell verwendet. Zudem erleichtert dieses Konzept eventuelle zukünftige Erweiterungen um neue Notiztypen. Alle Modelle erben darüber hinaus vom Modell `TimeStamped`, welches der Erfassung der absoluten Erstellungs- und der letzten Änderungszeit aller Notizen dient.

Alle POST-Anfragen sind als AJAX-Requests implementiert. Dadurch kann eine neue Notiz im Hintergrund an den Server übermittelt werden, ohne dass ein Neuladen der Seite erfolgen muss. Auf einen solchen AJAX-Request antwortet der Server mit einem JSON-String, der alle für die Anzeige relevanten Daten der neuen Notiz enthält. Dieser wird clientseitig mittels jQuery verarbeitet, um dem Benutzer die soeben erstellte Notiz anzuzeigen.

## 4 Ausblick

Das entwickelte System stellt die erste Implementierung der Konzeptidee dar, welche zum Start des kommenden Sommersemesters in den Produktivbetrieb übernommen wird. Nach einer umfangreichen Evaluierungsphase am Semesterende sollen weitere Funktionen basierend auf diesem Feedback ihre Umsetzung finden.

So soll der Nutzer mehr Einfluss auf das Erstellen seiner Mitschriften nehmen können, z.B. durch eine selbst erweiterbare Kategorisierung. Hierbei darf aber die weitestgehende Einfachheit in Bedienung und Funktion als ein ursprüngliches Ziel nicht aus den Augen verloren werden.

Weitere mögliche Erweiterungen sollen die Aufbereitung der Mitschrift betreffen. Das kollaborative Arbeiten könnte noch stärker gefördert werden, indem sich der Nutzer aus einer großen Menge von bereits öffentlichen Notizen Bestandteile auswählt, und diese als Grundlage für eigene Mitschriften zur Weiterbearbeitung übernimmt. Die daraus resultierenden Ergänzungen würden dann auch dem ursprünglichen Verfasser automatisch übermittelt werden. Ergänzen ließe sich das *Live-Manuskript* auch durch intelligente Vorschläge zur Textvervollständigung, welche natürlich thematisch passen müssten. Hier werden zukünftig auch semantische Konzepte berücksichtigt und integriert.

## Literaturverzeichnis

- [HLT06] Hermann, C.; Lauer, T.; Trahasch, S.: Eine lernerzentrierte Evaluation des Einsatzes von Vorlesungsaufzeichnungen zur Unterstützung der Präsenzlehre. In (Mühlhäuser, M.; Röbling, G.; Steinmetz, R. Hrsg.): DeLFI, Jgg. 87 of LNI, S. 39–50. GI, 2006.
- [HMO04]Hürst, W.; Mueller, R.; Ottmann, T.: The AOF Method for Production, Use, and Management of Instructional Media. In: Proceedings of the International Conference on Computer in Education. Ground Publishing, 2004.
- [LZ03] Lienhard, J.; Zupancic, B.: Annotieren von Vorlesungsaufzeichnungen während der Aufnahme- und Wiedergabe-Phase. In: DeLFI 2003: Tagungsband der 1. E-Learning Fachtagung. Gesellschaft für Informatik e.V., 2003; S.95–99.
- [TA99] Truong, K. N.; Abowd, G. D.: StuPad: Integrating student notes with class lectures. In: CHI'99 extended abstracts on Human factors in computing systems. ACM, 1999; S. 208–209.
- [ZH02] Zupancic, B.; Horz, H.: Lecture recording and its use in a traditional university course. In (Caspersen, M.E. et al. Hrsg.): ITiCSE. ACM, 2002; S. 24–28.
- [Zup06] Zupancic, B.: Vorlesungsaufzeichnungen und digitale Annotationen - Einsatz und Nutzen in der Lehre. Dissertation, Universität Freiburg, Institut für Informatik, 2006.



# Bayesualize: Visualisierung bedingter Wahrscheinlichkeiten

Barbara Messing, Michael Seubert

Lehrgebiet Wissensbasierte Systeme  
FernUniversität in Hagen  
58084 Hagen  
barbara.messing@fernuni-hagen.de  
michael.seubert@gmx.de

**Zusammenfassung:** *Bayesualize* ermöglicht das komfortable Berechnen von Übergangs- und Randverteilungen und die Darstellung in Baumdiagrammen, im Einheitsquadrat sowie als Paling-Palette. Die Darstellung erfolgt wahlweise mit Wahrscheinlichkeiten, mit Prozentangaben oder mit natürlichen Häufigkeiten. Statistisches Material, das zum Beispiel aus Studien gewonnen wurde, kann mit *Bayesualize* aufbereitet und visualisiert werden. Das Programm ist für tutorielle Zwecke und zur Veranschaulichung von Risiken konzipiert.

## 1 Einleitung

Der Umgang mit Risiken ist ein vieldiskutiertes und komplexes Thema, zuletzt eindrucksvoll zu studieren am Umgang mit dem H1N1-Virus („Schweinegrippe“) im Winter 2009/2010. Unterschiedliche Informationen und Einschätzungen führten zu tiefer Verunsicherung unter der Bevölkerung.

Gerd Antes, Direktor des Deutschen Cochrane Zentrums an der Universität Freiburg, schrieb am 23.10.2009 in der FAZ im Zusammenhang mit der Schweinegrippe-Diskussion über den Eindruck, „dass die meisten, die sich zu Wort melden, beim Dreisatz in der Schule gefehlt haben“. Er klagt, „selbst einfache Quotientenbildung scheint nicht jedermanns Sache zu sein [...] Dabei ist die quantitative Betrachtung ganz einfach. Alle Zahlen sind nur die eine Hälfte der Geschichte – nämlich der Zähler. Zu jedem Zähler gehört aber auch ein Nenner, damit es ein richtiger Bruch wird. Und nur Brüche sind geeignet, die Risikoverhältnisse richtig zu bewerten. Diese Feststellung ist banal. Umso erstaunlicher ist es, wie konsequent sie ignoriert wird.“

Impfungen, Screenings (Reihenuntersuchungen an gesunden Patienten) und die Reduktion von Risiken sind typische Problemstellungen, bei denen mit bedingten Wahrscheinlichkeiten und dem Satz von Bayes gerechnet werden muss. Dies bedeutet im Grunde nichts anderes, als die korrekte Betrachtung von Brüchen, was aber selbst für ausgebildete Ärzte oftmals alles andere als eine Banalität ist, wie Gigerenzers Experimente zeigen [Gi02].

Hilfreich sowohl für das Verständnis als auch für die Darstellung und Kommunikation von Risiken ist nach Gigerenzers Resultaten die Verwendung natürlicher Häufigkeiten anstelle von Wahrscheinlichkeiten oder Prozentangaben. Dies bedeutet lediglich, die oben erwähnte Quotientenbildung sprachlich anders umzusetzen, sorgt aber für einen beträchtlichen Zuwachs an Verständnis.

*Bayesualize* soll diese Veranschaulichung unterstützen. Neben dem Umrechnen von Wahrscheinlichkeiten in natürliche Häufigkeiten können mit dem Programm verschiedene graphische Darstellungen aufgerufen werden, die die Größenverhältnisse deutlich machen. Dies soll im Folgenden an zwei Anwendungsbeispielen gezeigt werden.

## 2 Diagnostische Tests

Bei diagnostischen Tests sind in der Regel die Sensitivität (die Sicherheit, mit der eine Erkrankung erkannt wird) und die Spezifität (die Sicherheit, dass ein Test negativ ausfällt, sofern die Krankheit nicht vorliegt) bekannt. Auf Basis von diesen Daten kann ein einzelnes Testergebnis allerdings noch nicht beurteilt werden, der Grundanteil der Krankheit in der betrachteten Population muss ebenso bekannt sein. Doch auch bei gegebener Prävalenz (Häufigkeit des Auftretens insgesamt) kann der positive oder negative Vorhersagewert intuitiv kaum eingeschätzt werden. Eine genaue Berechnung ist nur mit der Bayes-Formel möglich.

In *Bayesualize* steht speziell für diagnostische Tests eine Eingabehilfe zur Verfügung, bei der Sensitivität, Spezifität und Prävalenz einer Erkrankung eingegeben werden. Nach diesen Angaben werden ein Projekt für diese gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung erstellt und entsprechende natürliche Häufigkeiten berechnet (siehe Abbildung 1).

Die Projektdaten können nun in *Bayesualize* in verschiedenen Darstellungsformen visualisiert werden. Das Baumdiagramm mit der Reihenfolge „*Testergebnis* => *Krankheit*“ würde den positiven bzw. negativen Vorhersagewert direkt anzeigen. Daneben ist die Paling-Palette eine gute Kombination aus natürlichen Häufigkeiten und flächenartiger Darstellung. Es können ein oder zwei Merkmale mit verschiedenen Farben und unterschiedlichen geometrischen Figuren abgebildet werden. Die Anzahl der Figuren und damit die Summe der Häufigkeitsverteilung sind hier in der Paling-Palette stets 1000. In der Paling-Palette in Abbildung 2 mit den eingegebenen Daten von Abbildung 1 lässt sich auf einfache Weise erkennen, dass 69 von 1000 Patienten ein positives Testergebnis zu erwarten haben, aber nur bei 20 von diesen 69 die Krankheit auch wirklich vorliegt.

Diese Information kann in dieser Form und mit dieser Visualisierung mitgeteilt werden und ermöglicht so eine realistische Einschätzung der Situation. Meistens wird übersehen, dass ein sehr sensibler Test vermehrt zu falsch-positiven Resultaten führt, die zur Grundrate jedoch in Beziehung gesetzt werden müssen.



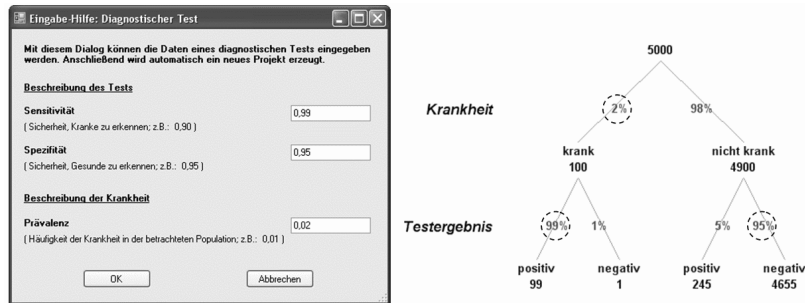


Abbildung 1: Eingabehilfe für diagnostische Tests in *Bayesualize*

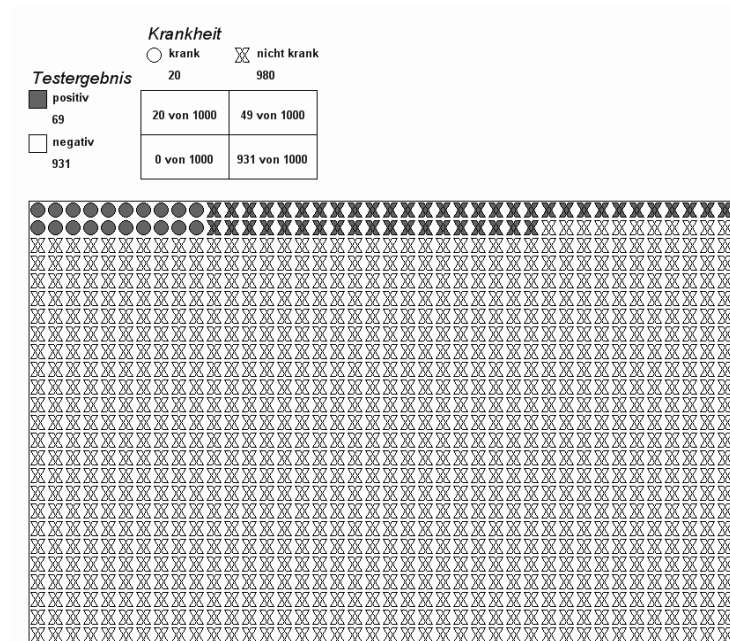


Abbildung 2: Paling-Palette in *Bayesualize*

### 3 Bedingte Unabhängigkeit

Als Beispiel betrachten wir folgendes Szenario mit fiktiven Daten: Ein Vitaminpräparat, das insbesondere vor Atemwegserkrankungen schützen soll, wird an 95 Personen getestet. 50 Personen erhalten das Präparat, während die restlichen 45 Personen als Kontrollgruppe das Präparat nicht bekommen. Nach einem Jahr haben 10 von den 50 Testpersonen (20%) eine Atemwegserkrankung durchgemacht. Dagegen sind in der Kontrollgruppe 17 von den 45 Personen (38%) erkrankt. Scheinbar wirkt die Vitamingabe vorbeugend.

Angenommen, bei einer näheren Analyse der Daten fiel auf, dass von den 50 Testpersonen, die das Präparat erhalten haben, zehn Personen starke Raucher waren, während in der Kontrollgruppe der Anteil der Raucher deutlich größer war (25 von 45 Personen). In einer Baumdarstellung, die die Raucher von den Nichtrauchern trennt, wird dies sichtbar (Abbildung 3): Bewegt man sich im Teilbaum unterhalb der Raucher, sieht man, dass das Risiko für die Erkrankung bei 60 Prozent liegt, unabhängig davon, ob das Vitaminpräparat genommen wurde oder nicht. Im Teilbaum unterhalb der Nichtraucher liegt Anteil der Erkrankten bei zehn Prozent, ebenfalls unabhängig von der Vitamingabe. Für die Bestimmung des Risikos der Erkrankung ist es unerheblich zu wissen, ob die Person das Vitaminpräparat genommen hat, entscheidend ist das Rauchverhalten. Für einen aussagekräftigen Test hätten die Raucher gleichmäßig auf beide Gruppen verteilt werden müssen.

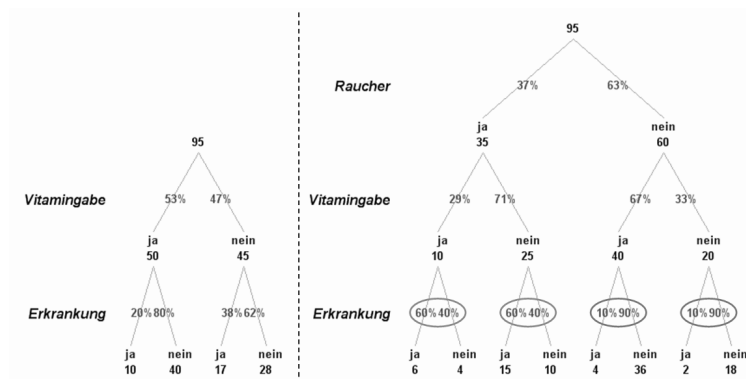


Abbildung 3: Darstellung bedingter Unabhängigkeit in *Bayesualize*

Mit *Bayesualize* lassen sich alle Baumstrukturen und Visualisierungen, die diese Verhältnisse darstellen, ohne weiteren Rechenaufwand darstellen, nachdem die Daten als Tabelle eingelesen oder direkt eingegeben wurden.

## 4 Implementierung und Verfügbarkeit

*Bayesualize* wurde in C# auf Basis des .NET 3.5 implementiert; das Microsoft .NET-Framework ist kostenlos im Internet erhältlich. Das Programm kann bei der Erstautorin angefragt werden. Die Systemdemonstration zeigt die Möglichkeiten des Programms anhand der angeführten und an weiteren Beispielen; interessierte Zuhörer können das Programm an eigenen Szenarien testen.

## Literaturverzeichnis

- [Gi02] Gigerenzer, G.: Das Einmaleins der Skepsis. Über den richtigen Umgang mit Zahlen und Risiken. Berlin Verlag, Berlin, 2002.

# Feedback-Möglichkeiten in automatischen Prüfungssystemen

Michael Striewe, Michael Goedicke

Paluno - The Ruhr Institute for Software Technology  
Universität Duisburg-Essen, Campus Essen  
{michael.striewe,michael.goedicke}@s3.uni-due.de

**Abstract:** Eine wichtige Fragestellung beim Einsatz automatischer Prüfungssysteme ist, wie den Lernenden Rückmeldung über ihre Leistung gegeben wird. Noch vor der Frage der Präsentation dieser Meldungen ist zu klären, mit welchem Aufwand welche Quellen für die Generierung von Meldungen genutzt werden können. Der vorliegende Beitrag beschreibt und analysiert, welche konkreten Arten der Rückmeldung in einem System zur automatisierten Bewertung von Programmieraufgaben aus technischer Sicht eingesetzt werden können und wie dies von den Lernenden aufgenommen wird. Daraus werden insbesondere auch Ziele für die weitere Forschung abgeleitet.

## 1 Einleitung

Zur Handhabung eines steigenden Prüfungsaufkommens und zur Ermöglichung des flexiblen Studiums unabhängig von Ort und Zeit sind automatisierte Prüfungssysteme in den letzten Jahren zu einem häufigen Baustein der universitären Lehre geworden. Neben Fragen der didaktischen Aufbereitung von Aufgaben für die Bearbeitung ohne menschliche Betreuer und der Gestaltung ergonomischer und barrierefreier Benutzerschnittstellen ist dabei eine zentrale Fragestellung, welche Rückmeldungen an die Lernenden automatisch generiert werden können. Die Spannweite der denkbaren Techniken reicht dabei von der einfachen Markierung falscher Antworten in Multiple-Choice-Verfahren bis hin zu textuellen Kommentaren an Freitexten oder grafischen Annotationen in diagrammatischen Aufgaben. Eine Rückmeldung kann dabei als umso aussagekräftiger angesehen werden, je besser die Lernenden aus ihr auf ihre Fehler bzw. ihren Leistungsstand schließen können. In Systemen mit geschlossenen Frageformen können die Lernenden bei unzureichender Rückmeldung notfalls darauf zurückgreifen, alle denkbaren Antwortmöglichkeiten auszuprobieren, um schließlich aus dem als richtig bezeichneten Versuch auf ihre vorherigen Fehler zu schließen. Bei der Verwendung von offenen Fragestellungen, die prinzipiell eine unbegrenzte Zahl an richtigen und falschen Lösungsmöglichkeiten zulassen, ist ein solches (ohnehin suboptimales) Verfahren jedoch nicht möglich, so dass unmittelbar aussagekräftige Rückmeldungen zwingend nötig sind.

Da Programmierung Kreativität erfordert und fördert [Rom07] benötigen Prüfungen in

diesem Bereich offene Frageformen [Ros04] und eignen sich daher gut als Untersuchungsgegenstand. 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 aussagekräftige Rückmeldungen an die Lernenden erzeugt werden sollen. Der Fokus des vorliegenden Beitrags liegt daher insbesondere auf der technischen Machbarkeit und der grundsätzlichen Aussagekraft von automatisierten Meldungen. Von didaktischen Aspekten, beispielsweise der Vergabe von Teilpunkten, der Gewichtung von verschiedenen Fehlern oder der absichtlichen Vorenthaltung von bestimmten Rückmeldungen, wird bewusst abstrahiert. Ziel des Beitrags ist es insbesondere, ein Bewusstsein für die Existenz verschiedener technischer Möglichkeiten mit individuellen Vor- und Nachteilen zu schaffen und gezielte Studien zum Nutzen einzelner Techniken anzuregen.

Im folgenden Abschnitt werden zunächst einige automatische Prüfungssysteme für Programmieraufgaben und ihre wichtigsten Charakteristika kurz vorgestellt, bevor in Abschnitt 3 verschiedene technische Möglichkeiten zur Erzeugung von Rückmeldungen diskutiert werden. Abschnitt 4 stellt Ergebnisse einer empirischen Untersuchung vor, bei der Lernende einer Grundlagenvorlesung in "Programmierung" zu ihren Erfahrungen mit den Rückmeldungen aus einem automatischen Prüfungssystem befragt wurden. Abschnitt 5 zieht ein Fazit und benennt offene Fragestellungen für die weitere Forschung.

## **2 Softwarearchitekturen für Prüfungssysteme**

Bevor im Detail auf die Möglichkeiten automatisierter Rückmeldungen eingegangen werden kann, müssen zunächst einige Konzepte der Softwarearchitektur für automatische Prüfungssysteme betrachtet werden, da von ihnen die Möglichkeiten präziser Rückmeldungen an die Lernenden abhängen. Möglichkeiten der manuellen Rückmeldung durch Lehrende oder andere Lernende bleiben im Folgenden unberücksichtigt. Ferner werden nur Systeme und Techniken berücksichtigt, die mit der Programmiersprache Java verwendbar sind, da in der oben genannten Lehrveranstaltung diese Programmiersprache gelehrt wird.

Zunächst ist im allgemeinen Aufbau der Softwarearchitektur zwischen modularen und nicht-modularen Systemen zu unterscheiden. Modulare Prüfungssysteme zeichnen sich dadurch aus, dass sie grundsätzlich für die Verwendung beliebiger Aufgabentypen und beliebiger Bewertungsstrategien konzipiert sind. Ihre Softwarearchitektur ermöglicht es, einzelne Prüfverfahren in Form separater Softwarekomponenten in das System zu integrieren und damit ein Gesamtsystem mit exakt zugeschnittenen Möglichkeiten der Rückmeldung zu konfigurieren. Vertreter dieser Gruppe von Prüfungssystemen sind beispielsweise JACK von der Universität Duisburg-Essen [SBG09] oder die eduComponents mit der AutoAssessmentBox der Universität Magdeburg [AFR08]. Im Gegensatz dazu gibt es zahlreiche weitere nicht-modulare Prüfungssysteme, die für eine bestimmte Art von Aufgabenstellung, eine bestimmte Programmiersprache oder mit dem Schwer-

punkt auf einen bestimmten Typ von Rückmeldungen entwickelt wurden. Vertreter dieser Gruppe von Prüfungssystemen sind beispielsweise ASB der Fachhochschule Trier [Mo07] oder Marmoset der University of Maryland [Sp06].

Unabhängig von der Modularität des Systems verwenden die meisten Prüfungssysteme externe Werkzeuge, die eine abgegebene Lösung einer Prüfung unterziehen. Hier ist der Grad der Integration dieser Werkzeuge zu unterscheiden. Werkzeuge zur statischen Codeanalyse wie CheckStyle [Che], FindBugs [Fin] oder PMD [PMD] werden üblicherweise als externe Programme eingebunden, denen Dateien übergeben werden und die ihre Ergebnisse ihrerseits als Datei oder per Standardausgabe zurückliefern. Werkzeuge für die Durchführung von Testfällen wie JUnit [JUn] können dagegen auch über ihre API direkt integriert werden, wenn das Prüfungssystem in der passenden Programmiersprache geschrieben ist. Dies ermöglicht in der Regel eine detailliertere Steuerung der durchgeführten Überprüfungen und komplexere Auswertungsmöglichkeiten für die vom Werkzeug erzeugten Meldungen. Die genannten Beispiele sind nicht erschöpfend. Insbesondere hängt die Art der Integration nicht von der Art des Werkzeugs ab, so dass Werkzeuge zur Codeanalyse auch über eine API integriert werden können oder ein Testframework als externes Werkzeug angesprochen wird.

### 3 Automatisierbare Rückmeldungen zu Programmieraufgaben

Wie anhand der Nennung verschiedener Werkzeuge schon erkennbar, kann sich die automatische Prüfung von Programmcode verschiedenen Zielen zuwenden. Prinzipiell können sich automatisierte Rückmeldungen direkt auf den eingereichten Programmcode oder auf die durch den Programmcode zur Laufzeit erzeugten Daten bzw. Ausgaben beziehen. Aus technischer Sicht lassen sich die Möglichkeiten zur automatisierten Erzeugung von Rückmeldungen nach den folgenden fünf Kriterien beurteilen:

- **Aufwand:** In welcher Relation steht der technische Aufwand für die Integration des jeweiligen Werkzeugs und das Erzeugen der Rückmeldungen zum Umfang der erzeugten Meldungen?
- **Konfiguration:** Ist es möglich, die Technik für jede zu prüfende Aufgabe individuell zu konfigurieren oder steht nur ein genereller Weg für die Erzeugung von Rückmeldungen zur Verfügung?
- **Abstraktionsgrad:** Beziehen sich die Rückmeldungen auf konkrete Fehler (z.B. in der Syntax des Programmcodes oder in der Ausgabe eines Programms) oder können sie auf abstraktere Konzepte im Sinne der Aufgabenstellung bezogen werden?
- **Zuverlässigkeit:** Kann es passieren, dass "false negatives" oder "false positives" erzeugt werden, d.h. für ein fehlerfreies Programm trotzdem Fehlermeldungen erzeugt werden bzw. für ein fehlerbehaftetes Programm keine Meldungen erzeugt werden?

- **Reproduzierbarkeit:** Können die Lernenden die Rückmeldungen auf anderem Wege (z.B. mit Hilfe einer Entwicklungsumgebung) selber erzeugen bzw. sind ihnen die Rückmeldungen grundsätzlich aus anderen Quellen bekannt?

Im Folgenden werden fünf verschiedene Möglichkeiten zur Erzeugung von Meldungen aufgeführt. Die Möglichkeit, aus der Kombination von Rückmeldungen aus mehreren Quellen zusätzliche Meldungen zu generieren, wird nicht betrachtet. Für die spätere Evaluation in Abschnitt 4 kann schon jetzt die Erwartung geäußert werden, dass Techniken, die für einzelne Aufgaben konfiguriert werden können und Meldungen auf einem hohen Abstraktionsgrad geben, beim Verständnis von Aufgaben helfen, während Meldungen auf einem niedrigen Abstraktionsgrad (d.h. mit großer Nähe zum konkreten Code) besonders gut zur Verbesserung von Lösungen verwendet werden können.

### 3.1 Meldungen des Compilers

Eine der grundlegendsten Möglichkeiten zur Erzeugung von Rückmeldung zu einem Programm ist es, dieses zu kompilieren und die dabei vom Compiler erzeugten Meldungen zu verwenden. Der Aufwand dafür ist gering, zumal das Kompilieren eines Programms ohnehin die Voraussetzung für einige weitere Tests eines Programms ist. Wie groß die Zahl der erzeugten Meldungen ist, hängt dabei maßgeblich vom verwendeten Compiler ab. Anstelle des Standard-Java-Compilers von SUN verwendet beispielsweise ASB einen alternativen Compiler von IBM und die Java-Komponente von JACK verwendet denselben Compiler, der in der Entwicklungsumgebung Eclipse zur Verfügung steht. In beiden genannten Fällen werden mehr Meldungen erzeugt als vom Standard-Java-Compiler. Der Compiler von Eclipse kann zudem über seine API enger integriert werden.

Eine individuelle Konfiguration des Compilers für einzelne Aufgabenstellungen ist nicht möglich, so dass für jedes Programm grundsätzlich dieselben Arten von Fehlern und Warnungen als Rückmeldung erzeugt werden. Je nachdem, wie der Compiler in das Prüfungssystem integriert wird, können die Meldungen mit zusätzlichem Aufwand durch das Prüfungssystem gefiltert und kommentiert werden, um den Lernenden eine Auswahl oder erweiterte Fassung der Meldungen zur Verfügung zu stellen.

Alle Meldungen des Compilers sind als äußerst detailliert bzw. konkret anzusehen, da der Kompilationsprozess grundsätzlich unabhängig von der konkreten Aufgabenstellung ist. Meldungen des Compilers können daher bis auf ein einzelnes Zeichen genau syntaktische Fehler bezeichnen sowie konkrete Verwendung grundlegender Konzepte wie z.B. der korrekten Verwendung von Datentypen überprüfen. Ein direkter Bezug zwischen Meldungen des Compilers und den Inhalten der Aufgabenstellung kann dagegen nicht hergestellt werden. Daraus ergibt sich unmittelbar, dass Meldungen des Compilers nicht als ausschließliches Kriterium für die Beurteilung von Programmen herangezogen werden können, da sie keine "false positives" ausschließen. D.h., dass auch ein fehlerfrei kompiliertes Programm im Sinne der Aufgabenstellung falsch sein kann. Im gegenteiligen Fall haben Meldungen des Compilers jedoch eine hohe Zuverlässigkeit, da Meldungen des Compilers stets darauf hindeuten, dass ein Programm nicht uneingeschränkt ausführbar ist und folglich die Aufgabenstellung nicht erfüllen kann. Dabei muss aller-

dings berücksichtigt werden, dass Compiler zwischen Fehlern und Warnungen unterscheiden. Während Fehler die Ausführbarkeit eines Programmes behindern, weisen Warnungen lediglich auf Schwachstellen hin. Dies kann zum Beispiel eine Variablendeklaration sein, die später nie benutzt wird. Compilermeldungen können daher nicht nur zur Feststellung tatsächlicher Fehler, sondern auch zur allgemeinen Verbesserung des Programmcodes verwendet werden.

Ob die Lernenden die Rückmeldungen, die ihnen vom Prüfungssystem auf Basis der Meldungen des Compilers gegeben werden, reproduzieren können, hängt maßgeblich davon ab, ob die Lernenden denselben Compiler verwenden. Verwenden die Lernenden wie im obigen Beispiel auch die Entwicklungsumgebung Eclipse, werden ihnen die entsprechenden Meldungen vertraut und für sie reproduzierbar sein. Verwenden die Lernenden einen anderen Compiler, ist dies nicht der Fall.

### **3.2 Meldungen zur statischen Programmanalyse**

Weitergehende statische Analysen, die über syntaktische Prüfungen und Type-Checking hinausgehen, können nicht vom Compiler durchgeführt werden, sondern erfordern die Integration zusätzlicher Werkzeuge. Diese basieren auf Algorithmen zur Mustersuche, mit denen in einer geeigneten Repräsentation des Programms nach der Anwesenheit oder Abwesenheit von Mustern gesucht wird. Der nötige Aufwand hängt dabei stark von der gewählten technischen Lösung ab. Werkzeuge wie die bereits oben erwähnten CheckStyle, FindBugs oder PMD lassen sich leicht integrieren und erzeugen mit wenig Berechnungsaufwand Meldungen zum untersuchten Programmcode. Dabei arbeitet FindBugs auf dem Byte Code als Repräsentation, d.h. das Programm wird vor der Untersuchung kompiliert. PMD arbeitet auf der Repräsentation des Programms als abstraktem Syntaxbaum, also einer graphbasierten Repräsentation. CheckStyle nutzt sowohl diese als auch eine einfache Textrepräsentation, um auch Einrückungen und Schreibweisen nach Formatstandards prüfen zu können.

Die Konfigurationsmöglichkeiten für die statische Programmanalyse sind prinzipiell sehr hoch und werden in der Praxis lediglich durch die gewählten Werkzeuge beschränkt. Die graphbasierte Repräsentation eines Programmes ist grundsätzlich dazu geeignet, nach beliebigen Mustern zu suchen und aus ihrer Existenz oder Abwesenheit bestimmte Meldungen zu generieren. Wird dieser Suchprozess zudem regelbasiert durchgeführt, können Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Mustern berücksichtigt werden. Eine geeignet konfigurierte statische Programmanalyse wäre dadurch beispielsweise in der Lage, eine passende Meldung zu erzeugen, wenn im Programmcode eine Schleife gefunden wird, die über die Schleifenvariable auf die Stellen eines Arrays zugreift, aber an keiner Stelle das Überschreiten der Array-Größe überprüft. Diese gute Konfigurierbarkeit ermöglicht es, wie beim Compiler nicht nur konkrete Fehler zu benennen, sondern auch Hinweise zur allgemeinen Verbesserung des Programmcodes zu geben.

Aufgrund der prinzipiell zahlreichen Konfigurationsmöglichkeiten ist auch der erreichbare Abstraktionsgrad von Meldungen der statischen Programmanalyse hoch. Das oben genannte Beispiel der Schleifenvariablen stellt einen allgemeinen Programmierfehler dar, der unabhängig von der konkreten Aufgabenstellung gefunden werden kann. Muster

können jedoch auch mit einem direkten Bezug zur Aufgabenstellung formuliert werden, um z.B. zu überprüfen, ob eine vorgegebene Methode rekursiv arbeitet, wenn dies in der Aufgabenstellung gefordert wurde.

Die zahlreichen Konfigurationsmöglichkeiten haben jedoch auch Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Programmanalyse. Abhängig von der gewählten Repräsentation, in der nach Mustern gesucht wird, kann es mehr als ein Muster geben, das dem jeweils zu prüfenden Teil einer Aufgabenstellung entspricht. Es erfordert daher zusätzlichen Aufwand, wenn entweder verschiedene Aufgabenteile anhand verschiedener, jeweils optimal geeigneter Repräsentation geprüft werden sollen oder mehrere Mustervarianten für die Prüfung konfiguriert werden müssen. In der Programmiersprache Java stehen beispielsweise mehrere Schleifenkonstrukte zur Verfügung, so dass es mehrere Muster des abstrakten Syntaxbaums gibt, die einen korrekten iterativen Durchlauf über eine Datenstruktur realisieren. In einem mit zusätzlichem Aufwand erzeugten Kontrollflussgraphen ist eine Schleife jedoch unabhängig von der konkreten Implementierung erkennbar. Wird weder der Aufwand für die Suche nach mehreren Mustern noch für die Erzeugung verschiedener Repräsentationen erbracht, können sowohl "false negatives" als auch "false positives" in der statischen Prüfung auftreten.

Ob die Meldungen einer statischen Codeanalyse für die Lernenden reproduzierbar sind, hängt von den eingesetzten Werkzeugen ab. Stehen dieselben Werkzeuge wie im Prüfungssystem zur Verfügung und können die dort verwendeten Konfigurationen exportiert werden, sind die Meldungen für die Lernenden grundsätzlich reproduzierbar. Im Rahmen von einführenden Lehrveranstaltungen in die Programmierung kann jedoch im Allgemeinen nicht davon ausgegangen werden, dass die Lernenden über ausreichende Kenntnisse in der Bedienung und Konfiguration der entsprechenden Werkzeuge haben.

### **3.3 Meldungen der Laufzeitumgebung**

Wird ein Programm nicht nur statisch untersucht, sondern innerhalb des Prüfungssystems auch ausgeführt, können in jedem Fall Meldungen der Laufzeitumgebung an die Lernenden weitergereicht werden, sofern welche auftreten. Im Fall der Programmiersprache Java handelt es sich dabei insbesondere um Laufzeitfehler, die in Form von "Runtime Exceptions" zu einem vorzeitigen Programmabbruch führen. Der Aufwand für die Erzeugung dieser Meldungen ist gering, da die eingereichte Lösung lediglich kompiliert und gestartet werden muss. Werden zusätzliche Werkzeuge wie beispielsweise der Java Pathfinder [Pat] eingesetzt, ist mehr Aufwand für die Integration notwendig. Zudem erhöht sich möglicherweise die Zeitdauer, die für die Prüfung einer Lösung benötigt wird, wenn Programme mit mehreren parallelen Threads geprüft werden, da Pathfinder alle Wechselbeziehungen zwischen den Threads systematisch überprüft. Die durch Pathfinder gewonnen Rückmeldungen sind als Folge aber auch umfangreicher als die der Standard-Laufzeitumgebung.

Eine Konfiguration der Standard-Laufzeitumgebung kann nur begrenzt vorgenommen werden. Die erzeugten Meldungen sind jedoch sehr strukturiert, so dass sie einfach vom Prüfungssystem weiterverarbeitet, gefiltert oder mit zusätzlichen Informationen angereichert werden können. Aus dem "Stacktrace" einer Java-Exception lassen sich bei-



spielsweise Klasse, Methode und Zeile auslesen, in der der Fehler auftrat. Unter Verwendung von Java Pathfinder kann sogar die komplette Folge aller bis dahin ausgeführten Programmschritte angegeben werden. Eine einzelne Meldung kann daher sehr konkret auf den Code bezogen werden. Eine Abstraktion im Sinne der Aufgabenstellung ist dagegen kaum möglich, da dieselbe Art von Laufzeitfehler sowohl durch einfache Programmierfehler als auch grundsätzliche konzeptuelle Missverständnisse oder eine falsch verstandene Aufgabenstellung verursacht werden kann.

Die Zuverlässigkeit von Meldungen der Laufzeitumgebung ist dahingehend sehr hoch, dass es keine "false negatives" gibt. Umgekehrt erfüllt ein fehlerfrei laufendes Programm jedoch nicht zwangsläufig auch die Aufgabenstellung, da die Laufzeitumgebung keinerlei Prüfungen der korrekten Semantik eines Programms vornehmen kann. Hinweise zur allgemeinen Programmverbesserung lassen sich aus Meldungen der Laufzeitumgebung nicht ableiten, da nur im Fall von tatsächlichen Fehlern Meldungen erzeugt werden. Sofern keine speziellen Werkzeuge zum Einsatz kommen, sind die Meldungen zudem für Lernende sehr leicht reproduzierbar, sofern sie ihr Programm mit denselben Eingaben testen wie das Prüfungssystem. Dies bedeutet insbesondere auch, dass die Meldungen für Lernende nicht reproduzierbar sind, wenn von ihnen der Zusammenhang zwischen verschiedenen Eingaben und unterschiedlichem Programmverhalten nicht vollständig erfasst wird.

### **3.4 Meldungen zu Testfällen**

Ein Kernkonzept der Überprüfung von Programmen - nicht nur in der Lehre - ist das Durchführen von Testfällen und auch für die oben diskutierten Meldungen der Laufzeitumgebung ist es bereits relevant, mit welchen Testdaten ein Programm gestartet wird. Zur Durchführung der Tests können in Prüfungssystemen Frameworks wie JUnit zum Einsatz kommen oder speziellere Lösungen, die auch die oben erwähnte Filterung und Kommentierung von Laufzeitfehlern vornehmen können. Der Hauptaufwand liegt in beiden Fällen im manuellen Erstellen der Testfälle und der Umfang der erzeugten Meldungen hängt direkt von der Zahl der erstellten Testfälle ab. Somit ist auch eine hohe Konfigurationsfähigkeit gegeben, indem detailliert verschiedene Eingaben und Eingabekombinationen geprüft werden können, um präzise Fehlermeldungen zu erzeugen.

Testfälle arbeiten in Form eines Black-Box-Tests, d.h. sie vergleichen die Rückgabe eines Programms oder Programnteils mit einer Vorgabe, ohne in das Innere des Programnteils zu schauen. Deshalb sind sie nicht in der Lage, konkrete fehlerhafte Programmanweisungen zu identifizieren. Stattdessen können sie gut auf Teile der Aufgabenstellung bezogen werden, indem dort formulierte Erwartungen an die Eingabe-Ausgabe-Relation direkt überprüft werden können. Sofern sich die Korrektheit einer Lösung ausschließlich über die richtigen Ausgaben bestimmt, sind Testfälle insbesondere in der Lage, ohne "false negatives" und "false positives" zu arbeiten, sofern vom Lehrenden beim Erstellen der Testfälle alle Spezialfälle berücksichtigt werden. Strukturelle Eigenschaften eines Programms, beispielsweise das Überschreiben einer Methode in einer Unterklasse, können jedoch durch Testfälle nicht überprüft werden, so dass es auf dieser Abstraktionsebene zu "false positives" kommen kann.

Reproduzierbar sind die erzeugten Meldungen für die Lernenden nur dann, wenn ihnen die Testfälle zur Verfügung gestellt werden. Dazu muss nicht unbedingt der konkrete Testcode zur Verfügung gestellt werden (der bei der Verwendung von Frameworks für Programmieranfänger ggf. schwer verständlich ist), sondern die Angabe aller relevanten Eingabedaten und durchgeführten Programmaufrufe ist ausreichend.

### 3.5 Grafische Rückmeldungen

Die bisher diskutierten Arten der Rückmeldung sind primär textueller Natur und können lediglich ggf. durch die grafische Markierung der betroffenen Quelltextstelle ergänzt werden. Zahlreiche Konzepte der Programmierung werden jedoch häufig auch mit Unterstützung grafischer Notationen gelehrt, beispielsweise durch die Darstellung von Objektstrukturen. Eine weitere Möglichkeit der Rückmeldung ist es daher, die zur Laufzeit eines Programms erzeugten Strukturen grafisch anzuzeigen.

Der Aufwand dafür ist mit dem für die statische Programmanalyse vergleichbar, da in jedem Fall externe Werkzeuge benötigt werden. Dies können entweder spezialisierte Werkzeuge des grafischen Debuggings sein, z.B. der Data Displaying Debugger [GZ09], oder über einen allgemeineren Ansatz werden Daten der Debugging-Schnittstelle der Laufzeitumgebung ausgelesen und von einem allgemeinen Werkzeug zur grafischen Darstellung (z.B. GraphViz [Gra09]) aufbereitet. Die Konfigurationsmöglichkeiten dieser Technik sind ebenfalls groß, da Abbildungen der Objektstruktur prinzipiell für verschiedene Zeitpunkte, unter Berücksichtigung verschiedener Objekte und Attribute und mit verschiedenen Layouts erzeugt werden können. Die Auswahl und Konfiguration geeigneter Layoutalgorithmen bedeutet jedoch einen hohen Aufwand, da eine Visualisierung bei ungeeignetem Layout ihre Aussagekraft verliert [SG10].

Die Aussagen, die aus solchen Darstellungen gewonnen werden können, sind weitgehend abstrakt und insbesondere nur indirekt. Selbst wenn nach jedem Programmschritt eine Visualisierung erzeugt wird und somit die Auswirkung jedes Schritts auf die Objektstruktur sichtbar ist, ist es immer noch erforderlich, dass die Lernenden eine Vorstellung von der korrekten Objektstruktur haben, um Fehler sicher identifizieren zu können. Erst wenn auf die Darstellung wiederum automatisiert eine Mustersuche angewandt wird, können Fehler in der Struktur auch direkt zurückgemeldet werden. Da die Rückmeldungen sonst nur indirekt erfolgen, kann die Zuverlässigkeit nach der oben genannten Definition nicht beurteilt werden. Die Tatsache, dass eine Visualisierung erzeugt wird, sagt nichts darüber aus, ob die Lösung korrekt oder inkorrekt ist.

Ebenfalls analog zur statischen Programmanalyse setzt die Reproduzierbarkeit von Visualisierungen voraus, dass die Lernenden über entsprechende Werkzeuge und Kenntnisse verfügen. Durch den systematischen Einsatz von Visualisierung in der Lehre kann jedoch auch unabhängig davon dafür gesorgt werden, dass den Lernenden die vom Prüfungssystem verwendete Notation geläufig ist. Ein erheblicher Mehrwert eines automatischen Prüfungssystems liegt dann eben genau darin, dass es den Lernenden ohne weitere Vorkenntnisse Visualisierungen zur Verfügung stellen kann, die vom Lehrenden zuvor passend konfiguriert wurden.

### 3.6 Ein Anwendungsbeispiel

Tabelle 1 stellt dar, mit welcher Häufigkeit Meldungen der ersten vier Möglichkeiten bei der Prüfung von insgesamt 852 Lösungen einer realen Übungsaufgabe erzeugt wurden. Die Aufgabenstellung in diesem konkreten Fall lautete, verschiedene Methoden zu implementieren, mit denen Aussteller und Standorte einer Messe in vorgegebenen Datenstrukturen verwaltet werden können. Sämtliche Klassen und Methodensignaturen wurden den Studierenden dabei vorgegeben, so dass nur die Methodenrümpfe und ggf. zusätzliche Klassenvariablen anzulegen waren. Eingesetzt wurde das Prüfungssystem JACK, bei dem der Eclipse-Compiler im Einsatz ist. Für die statische Codeanalyse wurden insgesamt 15 verschiedene Muster definiert, von denen nur 7 tatsächlich mindestens einmal auftraten und gemeldet wurden. Ferner wurden insgesamt 20 Testfälle definiert, von denen nur 14 tatsächlich mindestens einmal zur Erzeugung einer Meldung führten.

| Typ                   | Beispiel                                                                                                                                                                        | # insgesamt | # verschiedene |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|
| Compiler              | Compiler error in line 21: The constructor Standort(String, String, String, int) is undefined                                                                                   | 948         | 26             |
| Statische Codeanalyse | Klasse 'Aussteller', Methode 'ist_vertreten_in()': Es findet kein Aufruf der Methode 'String.equals()' statt, der fuer den korrekten Stringvergleich der Standorte noetig ist.  | 170         | 7              |
| Laufzeitumgebung      | java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException (Klasse 'Messe', Methode 'neuerAusstellerEinfuegen', Zeile 87)                                                                         | 67          | 2              |
| Testfälle             | Fuer den ersten Aussteller vom Aufgabenblatt werden die falschen Standkosten berechnet oder zurueckgegeben. Das angezeigt Ergebnis lautet 106700.0, aber richtig waere 39300.0. | 959         | 14             |

Tabelle 1: Häufigkeit von automatisch generierten Meldungen des Prüfungssystems JACK in 852 Lösungen einer Übungsaufgabe. Die vorletzte Spalte der Tabelle gibt an, wie viele Meldungen des jeweiligen Typs insgesamt erzeugt wurden. Pro Lösung können dabei auch mehrere Meldungen desselben Typs auftreten. Die letzte Spalte gibt an, wie viele inhaltlich unterschiedliche Meldungen des jeweiligen Typs erzeugt wurden.

## 4 Beurteilung durch die Lernenden

Im Rahmen der Lehrveranstaltung "Programmierung" im Wintersemester 2009/10 an der Universität Duisburg-Essen wurden die Lernenden nach ihren Erfahrungen mit den Rückmeldungen des eingesetzten Prüfungssystems JACK befragt. Dabei kamen alle fünf oben diskutierten Möglichkeiten der Rückmeldung zum Einsatz. Von 408 eingeladenen Studierenden, die bis zum Ende des Semesters in mindestens drei von insgesamt sechs angebotenen, umfangreichen Übungsaufgaben Erfahrungen mit dem System gesammelt hatten, nahmen dabei 77 an der anonymen, online durchgeführten Befragung mit Fragebögen teil. Da von Studierenden des ersten Semesters nicht erwartet werden kann, dass sie im Rückblick auf ihre Erfahrungen mit JACK zwischen den verschiedenen Techni-

ken zur Erzeugung der Rückmeldungen unterscheiden können, konnte die Umfrage nur die Gesamtwirkung des Feedbacks erfassen. Gezielte Studien zu den einzelnen Techniken verbleiben daher als wichtiges zukünftiges Forschungsziel, zumal aus den Studien weitere Hypothesen gewonnen werden konnten.

Die wichtigste Frage zur Beurteilung der Rückmeldungen war, ob diese überhaupt verständlich sind. 61% der Befragten gaben an, dass sie sich die Meldungen niemals durch eine andere Person erklären lassen mussten. Weitere 20% gaben an, dass dies lediglich selten der Fall gewesen wäre. 14% benötigten manchmal Erklärungen und die verbleibenden 5% benötigten oft oder immer zusätzliche Erklärungen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die automatisiert erzeugten Rückmeldungen zumindest grundsätzlich verständlich sind. Dies impliziert jedoch nicht zwangsläufig, dass sie auch nützlich sind, aber es erlaubt, dass die Lernenden ihre Nützlichkeit beurteilen können.

Da die diskutierten Techniken verschiedene Abstraktionsgrade erreichen, sind sie nicht alle gleichermaßen geeignet, das Verständnis der Aufgaben und das Erstellen einer konkreten Lösung zu fördern. Zudem wurden unterschiedlich viele Meldungen und Meldivarianten erzeugt, was ebenfalls Auswirkung auf die Beurteilung durch die Lernenden haben sollte. Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen der Befragung wider:

- 34% der Befragten hielten die Meldungen für völlig oder weitgehend hilfreich beim *Verständnis der Aufgaben*; 48% lehnten diese Aussage völlig oder weitgehend ab.
- 42% hielten die Meldungen für völlig oder weitgehend hilfreich bei der konkreten *Lösung der Aufgaben*; 42% lehnten diese Aussage völlig oder weitgehend ab.
- 54% hielten die Meldungen für völlig oder weitgehend *motivierend*, sich genauer mit den Fehlern zu befassen; 26% lehnten diese Aussage völlig oder weitgehend ab.

Grundsätzliche Verständnisschwierigkeiten bei den Aufgaben können nach diesen Ergebnissen durch automatisierte Meldungen offenbar kaum behoben werden, während die Rückmeldungen in begrenztem Umfang bei der Lösung helfen und zudem deutlich eine nähere Beschäftigung mit den aufgezeigten Fehlern fördern. Diese Ergebnisse entsprechen auch den in Tabelle 1 genannten exemplarischen Häufigkeiten in einer der sechs Aufgaben: Meldungen zu Testfällen, die sich auf die Aufgabenstellung beziehen lassen, bilden zwar die Mehrheit der Meldungen, wurden aber nur in 14 verschiedenen Varianten erzeugt. Konkrete syntaktische Meldungen des Compilers gab es dagegen bei ähnlicher Häufigkeit in 26 verschiedenen Varianten. Diese Beobachtung kann für die weitere Forschung als Hypothese für den Grund der besseren Einschätzung im Bezug auf konkrete Lösungshilfen dienen. Insgesamt betrachtet wurden im Schnitt mehrere Meldungen für eine einzelne Lösung erzeugt. Dies erklärt möglicherweise den motivierenden Aspekt, indem die Lernenden versuchen, die Zahl der Meldungen durch Verbesserung ihrer Lösung zu reduzieren.

Grafische Rückmeldungen wurden in der Umfrage gesondert berücksichtigt, kamen jedoch nicht bei allen Übungsaufgaben zum Einsatz, so dass sich nur 66 der 77 Umfra-

geteilnehmer dazu äußern konnten, da die übrigen die entsprechende Aufgabe nicht bearbeitet hatten. Von diesen 66 Befragten hielten 38% die Visualisierungen einer Objektstruktur für hilfreich; 24% hielten sie dagegen für verwirrend und die übrigen 38% tendierten zu keiner der beiden Meinungen. Trotz der mehrheitlichen Akzeptanz der Visualisierungen fällt das Ergebnis schlechter aus, als erwartet. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Lösungen recht komplexe Objektstrukturen erzeugten, für die in der Visualisierung kein ausreichendes Layout gefunden werden konnte.

Diese Einschätzung wurde von den Umfrageteilnehmern auch in freien Textkommentaren angemerkt, indem die Verbesserung der Visualisierungen ausdrücklich gewünscht wurde. Ferner wurde in den freien Kommentaren mehrfach ausdrücklich positiv hervorgehoben, dass die Rückmeldungen eine genaue Beschreibung des Fehlers, sowohl im Bezug auf seine Art als auch im Bezug auf seine Herkunft (Zeile) liefern. Wie oben beschrieben, bezieht sich dies insbesondere auf Meldungen des Compilers und der Laufzeitumgebung. Auch wenn solche Meldungen zu einem großen Teil mit Techniken erzeugt werden, mit denen sie für die Lernenden reproduzierbar sind, scheinen sie dennoch zu einem wichtigen Teil zum Wert eines automatischen Prüfungssystems beizutragen. Ebenfalls die Reproduzierbarkeit von Meldungen betraf ein weiterer Kommentar, in dem explizit um die öffentliche Bereitstellung der verwendeten Testfälle gebeten wurde, um die eigenen Fehler anhand dieser besser nachvollziehen können.

In einem besonders bemerkenswerten Kommentar wurde vorgeschlagen, dass bei besonders häufig generierten Meldungen ein Lehrender automatisch dazu aufgefordert werden sollte, eine zusätzliche manuelle Erklärung zu diesem Fehler zu verfassen. Diese sollte dann wiederum automatisch allen betroffenen Lernenden angezeigt werden.

## 5 Schlussfolgerungen

In diesem Beitrag wurden verschiedene technische Möglichkeiten zur automatischen Generierung von Rückmeldungen zu Programmieraufgaben aus theoretisch-technischer Sicht diskutiert und anhand zuvor aufgestellter Kriterien beurteilt. Es konnte festgestellt werden, dass keine der Techniken in der Lage ist, sowohl konkrete Hinweise zu Fehlerstellen im Programmcode als auch abstrakte Fehlerhinweise zum Verständnis von Konzepten oder der Aufgabenstellung zu geben. Ferner konnte festgestellt werden, dass bei jeder der Techniken zumindest mit entweder "false negatives" oder "false positives" zu rechnen ist, sofern sich die Korrektheit einer Lösung nicht ausschließlich aus der Eingabe-Ausgabe-Relation ergibt. Als wichtige Schlussfolgerung kann daher festgehalten werden, dass in einem Prüfungssystem mehrere der genannten Techniken kombiniert werden sollten. Diese Anforderung wird insbesondere von den modularen Prüfungssystemen gut unterstützt.

Anhand der Befragung von Nutzern eines konkreten Prüfungssystems konnte ferner festgestellt werden, dass automatische Meldungen zumindest in soweit verständlicher Form erzeugt werden können, dass die Lernenden mehrheitlich keine zusätzlichen Erklärungen zu ihnen benötigen und beurteilen können, ob und wie ihnen die Meldungen weiterhelfen. Die Meldungen dienen den Lernenden dabei vor allem der Motivation zur

genaueren Beschäftigung mit Fehlern und zum Teil der Behebung konkreter Fehler. Im Bereich der Abstraktion und des Verständnisses von Aufgaben sind die Meldungen dagegen weniger hilfreich. In diesem Bereich sind also in Zukunft noch Verbesserungen erforderlich, die insbesondere auch jene Arten von Meldungen betreffen, die für Lernende nicht ohne weiteres reproduzierbar sind. Zur weiteren Etablierung automatischer Prüfungssysteme ist dies besonders wichtig, da auf diese Weise ein echter Mehrwert geschaffen wird: Durch die Benutzung eines geeigneten Prüfungssystems können die Lernenden Rückmeldungen erhalten, die sie sich selber nicht oder nicht mit geringem Aufwand erarbeiten könnten und die in der universitären Lehre durch menschliche Lehrkräfte nicht im selben Umfang gegeben werden könnten.

## Literatur

- [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, New York, 2008. ACM; S. 219–224.
- [Che] CheckStyle Project: <http://checkstyle.sourceforge.net>
- [Fin] FindBugs Project: <http://findbugs.sourceforge.net>
- [Gra09] GraphViz, 2009: <http://www.graphviz.org>
- [GZ09] Gaylard, A., Zeller, A.: Data Displaying Debugger, 2009: [www.gnu.org/software/ddd](http://www.gnu.org/software/ddd)
- [JUn] JUnit Project: <http://sourceforge.net/projects/junit>
- [Mo07] Morth, T. et al.: Automatische Bewertung studentischer Software. In: Workshop "Rechnerunterstütztes Selbststudium in der Informatik", Universität Siegen, 17. September 2007, 2007.
- [Pat] JAVA PATHFINDER: <http://javapathfinder.sourceforge.net>
- [PMD] PMD Project: <http://pmd.sourceforge.net>
- [Rom07] Romeike, R.: Three Drivers for Creativity in Computer Science Education. In Proc of Informatics, Mathematics and ICT: a 'golden triangle'. Boston, USA, 2007.
- [Ros04] Rost, J.: Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion. Huber, 2., vollst. überarb. und erw. Auflage, 2004.
- [SBG09] Striwe, M.; Balz, M.; Goedicke, M.: A Flexible and Modular Software Architecture for Computer Aided Assessments and Automated Marking. In: Proceedings of the First International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), 23 - 26 March 2009. Lisboa, Portugal, Jg. 2. INSTICC, 2009; S. 54–61.
- [SG10] Striwe, M.; Goedicke, M.: Visualizing Data Structures in an E-Learning System. In: Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), 07 - 10 April 2010, Valencia, Spain, Jg. 1. INSTICC, 2010; S. 172–179.
- [Sp06] Spacco, J. et al.: Experiences with marmoset: designing and using an advanced submission and testing system for programming courses. SIGCSE Bull., 2006, 38(3); S. 13–17.

# Analyse dynamischer Teambildung zur gemeinsamen Bearbeitung von Übungsaufgaben

Patrick Stalljohann

Center for Innovative Learning Technologies (CiL)  
RWTH Aachen University  
stalljohann@cil.rwth-aachen.de

**Abstract:** Die Bearbeitung von Übungsaufgaben in Teams ist ein häufiges Szenario in großen Lehrveranstaltungen. Beweggründe hierfür sind meist die Verminderung des tutoriellen Aufwandes, aber auch die Förderung zugehöriger Softskills. Die Verteilung der Studierenden kann auf verschiedene Arten erfolgen. Bei der Verwendung eines zentralen, portalbasierten Systems in mehreren Veranstaltungen aus zwei Semestern wurde die selbstgesteuerte Einteilung in Teams analysiert. Die gewonnen Erkenntnisse bzgl. des studentischen Verhaltens bestätigen das Konzept des Modells, liefern Anregungen für die Entwicklung neuer Systeme und können bei der Planung von Lehrveranstaltungen bedacht werden.

## 1 Einleitung

Andrea, Boris und Christina sind Studierende im ersten Semester. Mit ca. 800 Kommilitonen besuchen sie eine Vorlesung, in der sie wöchentliche Übungsaufgaben lösen müssen, um die Zulassung zur Klausur zu erreichen. Der Dozent der Veranstaltung fordert sie auf, diese Aufgaben in Teams von bis zu drei Personen zu bearbeiten. Andrea und Boris kennen sich bereits und bearbeiten die erste Übung gemeinsam. Christina kennt noch niemanden und arbeitet zunächst allein. Zu Beginn der zweiten Übung lernen die drei sich kennen und bearbeiten die nachfolgenden Aufgaben zu dritt. Ab der achten Übung verlässt Andrea die Motivation, weiter mitzuarbeiten. Boris und Christina schreiben Andreas Namen jedoch zunächst noch mit auf ihre Lösung. Diese und ähnliche Szenarien sind in mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Studiengängen durchaus üblich. Bei der Überarbeitung der Veranstaltungsorganisation für das nächste Semester fragen sich die Dozierenden, ob sie die Abgabe in Gruppen beibehalten wollen und ob sie die Übungsprozesse durch ein webbasiertes System unterstützen sollten, welches die Gruppenbildung erlaubt. Im Folgenden werden zunächst mögliche Formen der Gruppenbildung beschrieben. Anschließend werden die Möglichkeiten der Gruppenbildung per Einladung in einem webbasierten System zur Abwicklung universitärer Übungsbetriebe betrachtet. In dem darauffolgenden Abschnitt wird das Verhalten bei der Abgabe von Lösungen mittels dieses Systems in 96 Veranstaltungen aus zwei Semestern analysiert.

## 2 Aufgabenbearbeitung in Gruppen

Insbesondere in großen Veranstaltungen des Grundstudiums mit 250 bis über 1000 Teilnehmern gibt es häufig die Vorgabe, bereitgestellte Übungsaufgaben in Kleingruppen zu bearbeiten und einzureichen. Auf diese Weise wird die Anzahl der eingereichten Lösungen und somit der resultierende Arbeitsaufwand für die Tutoren reduziert. Außerdem trainieren die Studierenden *Softskills*, wie Konfliktlöse- und Teamfähigkeiten, die sie bei der Gruppenarbeit benötigen. Die Bewertung der Ergebnisse einer Gruppe durch Tutoren verläuft analog zu der Bewertung von Einzelergebnissen. Die Bewertung der Gruppenarbeit an sich ist jedoch schwer möglich [Rac01]. In der Verwendung moderner Webtechnologien zur Durchführung von Assessment-Aktivitäten wird eine Möglichkeit zur Durchführung von *Online Collaborative Assessment* gesehen [Ell08]. Der Ansatz, die Studierenden die Leistungen innerhalb ihrer Gruppe selbst bewerten zu lassen (*Intra-Peer Assessment*), geht von der Annahme aus, dass die Gruppenmitglieder selbst am besten wissen, wer wie mitgearbeitet hat [Rac01]. Beim *Inter-Peer Assessment* werden die Ergebnisse einer Gruppe durch Studierende außerhalb der Gruppe bewertet bzw. kommentiert. Die genannten Ansätze lassen sich kombinieren und erweitern. Race skizziert sieben verschiedene Möglichkeiten, Gruppen zu bewerten [Rac01]:

- Einheitliche Bewertung für alle Gruppenmitglieder anhand des Gruppenergebnisses.
- Verteilung verschiedener Aufgaben in der Gruppe, die personenbezogen bewertet werden.
- Die Gruppe wird zunächst gemeinsam mit Punkten bewertet. Ein Kontingent an weiteren Bewertungspunkten muss vom Team selbst unter den Mitgliedern aufgeteilt werden.
- Die Gruppe erhält zuzüglich zu einer Basisbewertung eine Individualbewertung aus Intra-Peer Assessment.
- Zusätzlich zu bewerteten Gruppenaufgaben erhält jedes Gruppenmitglied eine individuelle Aufgabe, die bewertet wird.
- Die Gruppenbewertung wird durch Ergebnisse einer mündlichen Prüfung ergänzt.
- Die Gruppenbewertung steht für sich und wird durch eine separate, schriftliche Prüfung ergänzt.

Auf welche Weise die Bewertung von Gruppenergebnissen und -prozessen auch durchgeführt wird, müssen die Gruppen zunächst gebildet werden. Im Wesentlichen können drei Formen der Gruppenbildung unterschieden werden: a) freier Zugang, b) Zuweisung und c) selbst gesteuerter Zugang. Die initiale Erstellung einer Gruppe kann dabei durch einen Lehrenden oder die Lernenden selbst erfolgen. Die Zuweisung von Personen zu Gruppen kann manuell oder mit Hilfe einer automatischen Zuordnungs-



strategie durchgeführt werden. Der selbst gesteuerte Zugang zu einer Gruppe kann in zwei Richtungen stattfinden. Entweder werden neue Gruppenmitglieder durch Einladungen zum Beitritt aufgefordert, oder sie erbitten den Beitritt zur Gruppe aktiv selbst, was durch die Gruppe bestätigt werden muss.

Ein System, welches alle genannten Formen durch die Kombination von Raum- und Schlüsselmetapher unterstützt, ist die kooperative Lernplattform CURE [Ha4]. Viele der genannten Aspekte werden allerdings auch schon durch die Rechte- und Rollenverwaltungen mehrerer *Content Management Systeme* (CMS) und *Portaltechnologien* (z. B. *Microsoft SharePoint*<sup>1</sup>) ermöglicht.

Bei der klassischen Variante universitärer Übungsbetriebe mit Abgaben auf Papier müssen die Studierenden die Abgabe ihrer Gruppe häufig durch Beschriftung der Lösung mit den Namen der Gruppenmitglieder kennzeichnen. Die eigentliche Gruppenbildung wird den Studierenden überlassen. Bis auf eine Vorgabe für die maximale Gruppengröße gibt es meistens keine Restriktionen. Für diese Art von Szenarien lassen sich einige Annahmen bzgl. der Effekte der Übungsbearbeitung in Gruppen formulieren. Im Folgenden soll untersucht werden, inwiefern diese Effekte bei der Durchführung von Übungsbetrieben mit webbasierter Gruppenbildung durch Einladungen zu beobachten sind. Folgende Annahmen werden untersucht:

- Selbst wenn die Abgabe in Teams vorgesehen ist, kommen auch Einzelabgaben vor.
- Einzelabgaben finden vor allem zu Beginn der Veranstaltung statt. Die Studierenden finden sich nach ein bis zwei Übungen zu Teams zusammen.
- Es können Teamveränderungen vorkommen. Sie entstehen dadurch, dass Studierende einem bestehenden Team beitreten oder Abbrecher aus dem Team ausscheiden.
- Der Gruppenzusammenhalt verstärkt das kontinuierliche Bearbeiten der Übungsaufgaben.

### 3 Gruppenbildung im L<sup>2</sup>P -Übungsbetrieb

L<sup>2</sup>P ist das Lehr- und Lernportal der RWTH. Ein Bestandteil dieser Lernplattform ist ein integriertes Übungsbetrieb-Modul, welches die organisatorischen Abläufe bei der Verwendung von Übungsaufgaben in universitären Lehrveranstaltungen unterstützt [Dy08]. Neben der Möglichkeit, die Studierenden schon während der Bearbeitungsphase mit Feedback über das System zu unterstützen [St09], ist auch die selbst gesteuerte Teambildung durch die Studierenden ein besonderes Merkmal des Systems.

---

<sup>1</sup> [office.microsoft.com/de-de/sharepointtechnology](http://office.microsoft.com/de-de/sharepointtechnology) (Letzter Zugriff am 09.03.2010)

Die Zusammenstellung der Teams erfolgt durch einen Einladungsprozess mit Bestätigungen. Dazu legt ein Student zunächst einen neuen Arbeitsbereich zur Erstellung einer Lösung an. Anschließend kann er Kommilitonen per Einladung dazu auffordern, dem Arbeitsbereich und damit dem Team beizutreten. Bei der Auswahl der einzuladenden Studierenden kann nach Namen oder Benutzernamen gesucht werden. Außerdem können Studierende kenntlich machen, dass sie eine Gruppe suchen. Suchende Studierende können direkt aus einer Liste gewählt werden. Die vollständige Liste der Studierenden der Veranstaltung steht nur zur Verfügung, wenn der Dozent dies zulässt. Ein eingeladen Student kann die Einladung annehmen oder ablehnen, solange eine eventuelle Abgabefrist noch nicht abgelaufen ist. Der Zwang zur Bestätigung durch die eingeladene Person beabsichtigt, das bei Papierabgaben erfahrungsgemäß vorkommende „Draufschreiben“ von Studierenden, die sich nicht mehr aktiv beteiligen, zu verringern. Mitglieder bereits bestehender Teams können das Team bis zum Erreichen der Abgabefrist noch wechseln, indem sie eine Einladung annehmen oder einen neuen Arbeitsbereich erstellen. Studierende sind also für jede Übung Mitglied in maximal einem Team. Für jede Übung ist dieser Prozess zu wiederholen. Dies gilt sowohl für die Suche und Auswahl der einzuladenden Studierenden als auch für die Bestätigung durch diese. Teams sind somit nur im Kontext einer Übung gültig. Daraus ergeben sich verschiedene Verhaltensmöglichkeiten bei dem Wechsel zwischen zwei Übungen.

Vor Beginn der Übungsbearbeitung besteht die Veranstaltung zunächst aus ungruppierten Einzelpersonen, z. B. den Studierenden A bis I (siehe Abbildung 1 a)). Einige der Studierenden bearbeiten die Übungsaufgabe, alleine oder im Team. Das Beispiel in Abbildung 1 b) markiert Beispiele für Einzelpersonen und Gruppen, die eine Abgabe leisten. Solche Personen, die ihre erste Abgabe tätigen oder bei der vorherigen Übung keine Abgabe geleistet haben, werden hier als *Einsteiger* bezeichnet. Im Schritt von Abbildung 1 a) nach b) sind z. B. die Studierenden C, D, E, F, G und H *Einsteiger*. C ist dabei ein *Einzeleinsteiger*, weil er nach dem Einstieg eine Einzelabgabe vornimmt. D bis H sind dementsprechend *Teameinsteiger*. Der Schritt zwischen den Situationen in den Abbildungen 1 b) und c) zeigt, dass eine Teamfluktuation beim Übergang zwischen zwei Übungen möglich ist. In diesem Beispielprozess können F und G als *Wechsler* bezeichnet werden, da sie in Situation b) schon einer Gruppe zugehört haben, in c) jedoch einer anderen. Bei zu C und I handelt es sich um *Beitritte* zu einer Gruppe, da sie in der vorherigen Übung keiner Gruppe angehört haben. Der *Austritt* von H bedeutet, dass von der Abgabe im Team zu einer Einzelabgabe gewechselt wurde. Haben Studierende eine Lösung zu einer Übung eingereicht, zu der nachfolgenden Übung jedoch nicht mehr, bezeichnen wir dies als *Aussetzen*. Es lassen sich, wie beim Einstieg, *Teamaussetzer* (hier C und E) und *Einzelaussetzer* (hier H) unterscheiden (siehe Abbildung 1 d)). Nicht jeder dieser Schritte muss dabei von jeder Person durchgeführt werden.

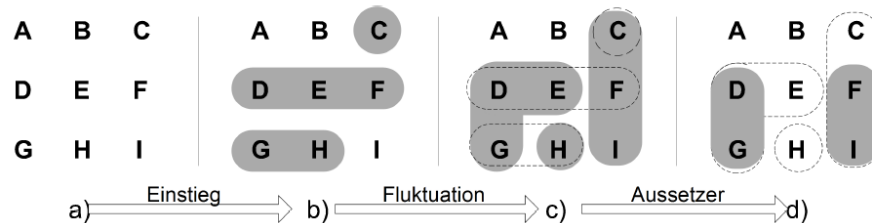


Abbildung 1: Verhalten bei der Gruppenbildung

Welche Prozesse im Laufe einer Serie von Übungsaufgaben in welchen Ausprägungen vorkommen, soll im Folgenden anhand von 93 Veranstaltungen aus dem Sommersemester 2009 und dem Wintersemester 2009/2010 analysiert werden. Die Veranstaltungen reichen von kleinen Seminaren mit fünf Teilnehmern bis zu großen Veranstaltungen mit 427 Studierenden. Insgesamt waren die Übungsbetriebe für 5152 Teilnehmer verfügbar, wobei die Studierenden an mehreren Veranstaltungen teilgenommen haben können. In 13 Veranstaltungen (14%) wurde der L<sup>2</sup>P - Übungsbetrieb nur zur Bereitstellung von Übungsblättern und Musterlösungen genutzt (siehe Abbildung 2). Hier war die Abgabe individueller Lösungen durch die Studierenden nicht vorgesehen. Die Abgabe von Lösungen in Teams erfolgte in 23 Veranstaltungen (25%). In den restlichen 57 Veranstaltungen wurden Lösungen ausschließlich einzeln abgegeben (61%). Durch die Nutzung der Teamabgabe insbesondere in großen Veranstaltungen ergibt sich jedoch noch ein stärkerer Anteil der Übungsbearbeitung in Teams. So wurden z. B. 6892 Abgaben eingereicht, von denen 44% durch Teams bearbeitet wurden.

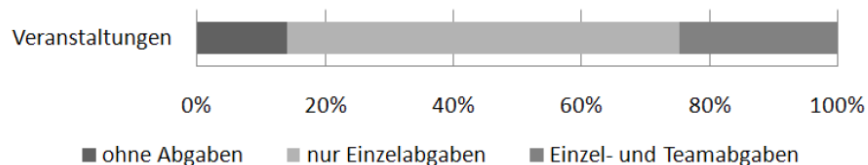


Abbildung 2: Anteile der Veranstaltung je Abgabeform

Es konnte herausgefunden werden, dass auch in Veranstaltungen mit Teamabgaben, wie erwartet, Lösungen einzeln bearbeitet und eingereicht wurden (siehe Abbildung 3). Je nach Veranstaltung werden jedoch deutlich mehr Abgaben in Teams getätigt, wobei hier auch noch mehr Personen beteiligt sind. Die Darstellung des Verhaltens im Laufe eines Semesters soll an Hand von drei Veranstaltungen mit starker Nutzung und einem hohen Anteil an Einzelabgaben erfolgen: *Betriebssysteme und Systemsoftware* (10), *Programmierung für Alle* (13) und *Wirtschaftsinformatik D* (23)

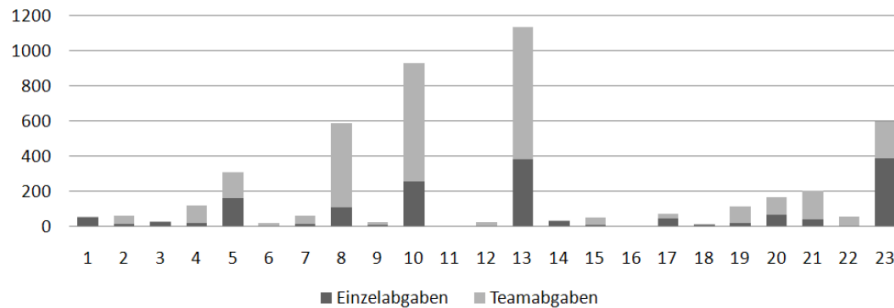


Abbildung 3: Anzahl der Abgaben zu Übungsaufgaben in Veranstaltungen mit Teamabgaben

Die Abbildungen 4, 5 und 6 zeigen die Einzelabgaben zu den jeweiligen Übungen der drei ausgewählten Veranstaltungen im Laufe des Semesters. Es wird unterschieden zwischen den *abgebenden Personen*, die an einer Einzel- oder Teamlösung beteiligt sind, und der Anzahl der Einzelabgaben (jeweils als Linien dargestellt). Die Einzelabgaben werden außerdem in *Einzeleinsteiger*, *wiederholte Einzelabgaben* und *Austritte* differenziert. Insbesondere in der Erstsemesterveranstaltung *Programmierung für Alle* werden die Lösungen zur ersten Übung überwiegend einzeln eingereicht. Nach einer vermutlichen Kennenlernphase finden sich die Studierenden zu Teams für die Bearbeitung der zweiten Übung zusammen, so dass der Anteil der Einzelabgaben stark zurückgeht. Die Dozierenden können jedoch auch einzelne Übung zur Einzelbearbeitung vorgeben. In der Veranstaltung *Wirtschaftsinformatik D* für Studierende in höheren Semestern ist dieses Verhalten nicht zu erkennen. In allen Veranstaltungen kann jedoch beobachtet werden, dass ein überwiegend gleichbleibender Anteil der Studierenden seine Lösungen durchgängig allein bearbeitet und einreicht. Außerdem werden mehrere Übungen von Studierenden allein bearbeitet, welche die vorherige Übung nicht bearbeitet haben (*Einzeleinsteiger*). Auch Personen, die in einer vorherigen Übung an einer Teamabgabe beteiligt waren, geben in manchen Übungen alleine ab. Damit kommen Teamveränderungen nicht nur durch Beitritte und Aussetzer vor. Manche Studierende treten auch, zumindest vorübergehend, aus einem Team aus, um nachfolgende Übungen allein einzureichen. Verstärkt kann dieses Verhalten in der Übung 9 der Programmierungs-Veranstaltung beobachtet werden (siehe Abbildung 5). Hierbei handelte es sich um einen freiwilligen Test, den die Studierenden einzeln bearbeiten konnten.

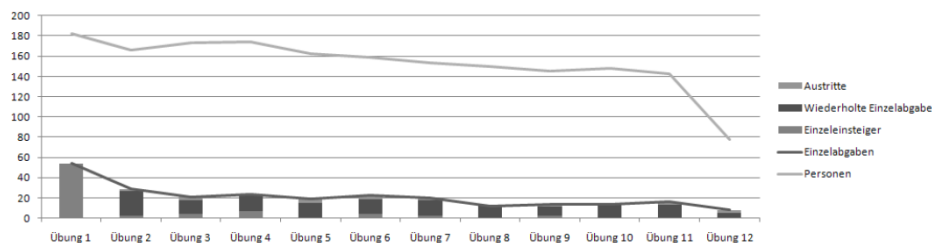


Abbildung 4: Einzelabgaben in der Veranstaltung *Betriebssysteme und Systemsoftware*

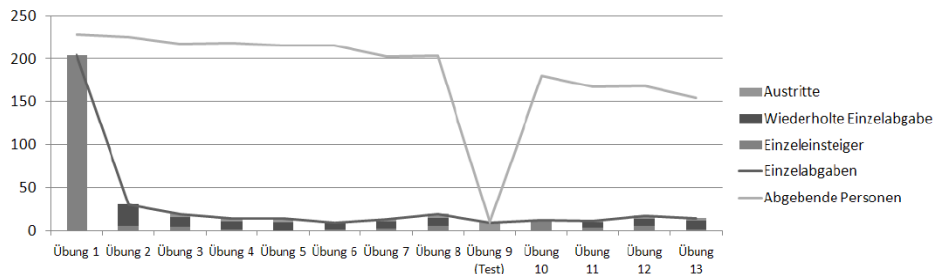


Abbildung 5: Einzelabgaben in der Veranstaltung *Programmierung für Alle*

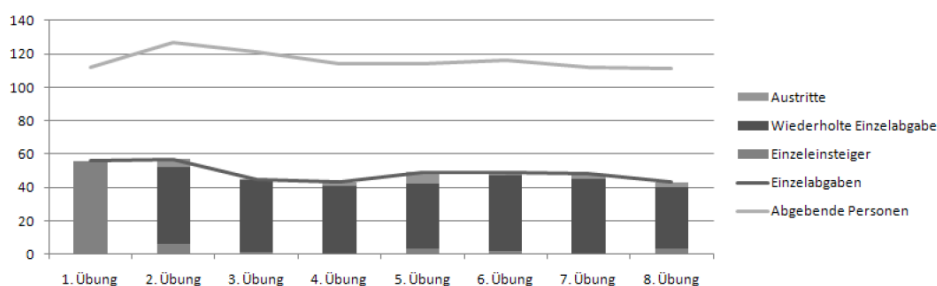


Abbildung 6: Einzelabgaben in der Veranstaltung *Wirtschaftsinformatik D*

Ein Großteil der Studierenden in Teams behält ihr Team bei einer folgenden Abgabe bei (siehe Abbildungen 7 und 8). Neben dem Ausstieg einzelner Studierender aus ihren Teams und Aussetzern, die das Team verlassen, kamen auch Erweiterungen der Teams vor. Dies können *Beitritte* von Studierenden sein, die zuvor allein oder gar nicht abgegeben haben, oder auch *Teamwechsel*. Wenn auch zu geringen Anteilen, kamen solche Fluktuationen jeweils im Verlauf des ganzen Semesters vor. Insbesondere der freiwillige Test in der Programmierungs-Vorlesung führte dazu, dass sich die Teams im System zunächst auflösten und anschließend neu gebildet werden mussten. Falls es für eine konkrete Veranstaltung keine didaktische Begründung für ein beabsichtigtes Verbot oder Einschränkungen von Teamfluktuationen gibt, sollten diese also bei einer technischen Unterstützung ermöglicht werden. Auf Grund der relativ geringen Anzahlen kann dies auch von den Lehrenden selbst durchgeführt werden, falls die selbstgesteuerte Gruppenbildung durch die Studierenden nicht gewünscht oder nicht möglich ist.

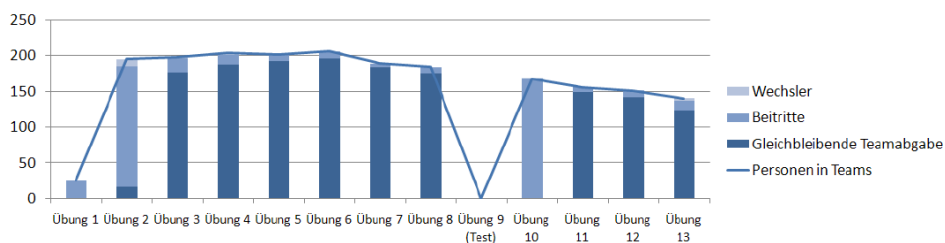


Abbildung 7: Teamfluktuationen in der Veranstaltung *Programmierung für Alle D*

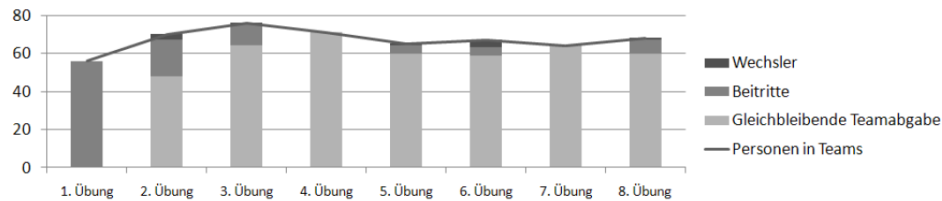


Abbildung 8: Teamfluktuationen in der Veranstaltung *Wirtschaftsinformatik D*

Die letzte Hypothese, die zu Beginn aufgestellt wurde, betraf die Verstärkung kontinuierlicher Beteiligung durch die Abgabe in Teams, also die Senkung der Aussetzerquote. Diese Aussage konnte im Allgemeinen nicht bestätigt werden. Es konnten sogar höhere Aussetzerquoten bei Teams beobachtet werden. So lag die durchschnittliche Aussetzerquote in den 57 Veranstaltungen ohne Teamabgaben bei ca. 34% und in den 23 Veranstaltungen mit Teamabgaben bei 59% (siehe Abbildung 9 links). Innerhalb der Veranstaltungen mit Teamabgaben setzten sogar 67% der Studierenden aus einem Team heraus aus (siehe Abbildung 11 rechts). Die Einzelaussetzerquote lag mit ca. 33% ähnlich zur Aussetzerquote in den Veranstaltungen ohne Teamabgaben.

Auch bezogen auf die beiden Veranstaltungen *Betriebssysteme* und *Systemsoftware* und *Programmierung für Alle* konnte dies sowohl für die einzelnen Übungen als auch für die jeweils ganze Veranstaltung beobachtet werden (siehe Abbildungen 10 und 11). Selbst wenn der Seiteneffekt durch den Test in der Programmierungs-Vorlesung herausgerechnet wird, setzen mehr Studierende in Teams in einer nachfolgenden Übungen aus als nach einer Einzelabgabe. Anders ist es in der Veranstaltung *Wirtschaftsinformatik D*. Hier setzten die Studierenden die Abgabe einer Übung überwiegend nach einer Einzelabgabe aus. Eine erhöhte Aussetzerquote unter Teammitgliedern kam also nicht in allen Szenarien vor.

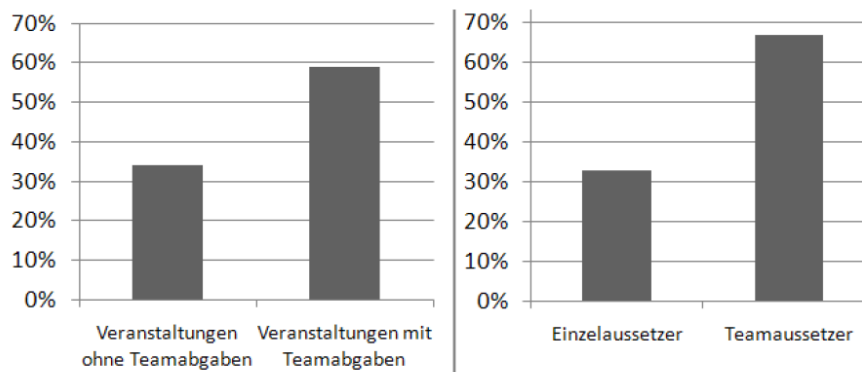


Abbildung 9: Durchschnittliche Aussetzerquoten in Veranstaltungen mit und ohne Teamabgaben (links) und durchschnittliche Einzel- und Team-Aussetzerquoten in Veranstaltungen mit Teamabgaben (rechts)

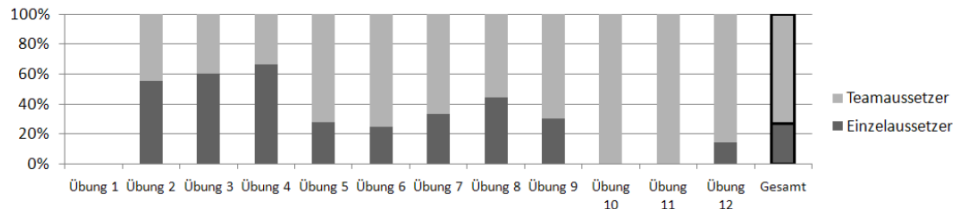


Abbildung 10: Aussetzer in der Veranstaltung *Betriebssysteme und Systemsoftware*

Eine mögliche Erklärung für die wider Erwarten höheren Aussetzerquoten in Teams unter Verwendung des L<sup>2</sup>P -Übungsbetriebs könnte die erhoffte Vermeidung der Mitabgabe für Teammitglieder sein, die nicht mehr an der Übung teilnehmen. Außerdem könnte es bedeuten, dass Einzelabgaben insbesondere von kontinuierlich arbeitenden Studierenden vorgenommen werden oder Unmut innerhalb der Teams schneller zu Aussetzern führt.

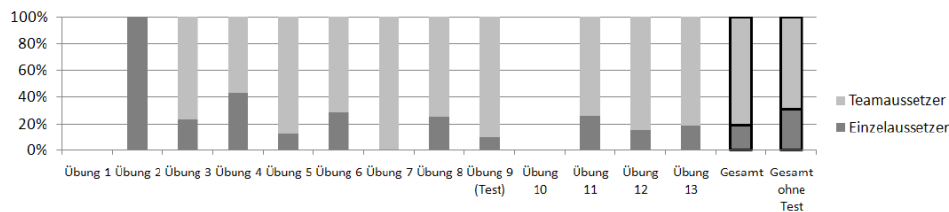


Abbildung 11: Aussetzer in der Veranstaltung *Programmierung für Alle*

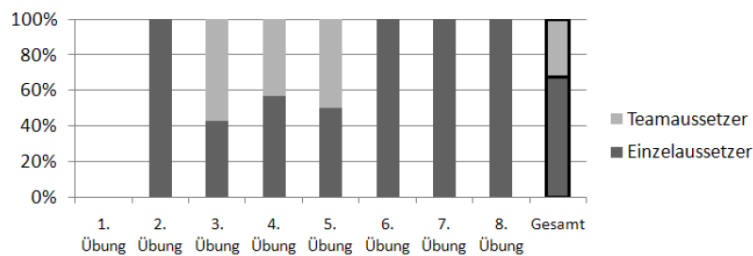


Abbildung 12: Aussetzer in der Veranstaltung *Wirtschaftsinformatik D*

## 4 Diskussion

In diesem Artikel wurde die Teambildung mittels Einladungen in einem webbasierten Übungsbetrieb in mehreren Veranstaltungen betrachtet. Die Beobachtungen zeigten, dass sich die Gruppenzusammensetzungen im Verlauf eines Semesters zwar nur geringfügig ändern, diese aber ständig durch *Beitritte*, *Austritte*, *Wechsel* und *Aussetzer* vorkommen können. In den analysierten Veranstaltungen kam es durchschnittlich zu deutlich höheren Aussetzerquoten unter Personen, die ihre Lösungen in Teams bearbeiteten.

Eine Interpretationsmöglichkeit hierfür ist, dass die einzelne Bearbeitung von Übungsaufgaben das kontinuierliche Lernen in einigen Szenarien besser fördert als die Bearbeitung durch Teams. Für die Planung zukünftiger Lehrveranstaltungen sollte dies berücksichtigt werden. Durch die Unterscheidung der Aussetzer *in vorübergehende Aussetzer*, die bei einer späteren Übung wieder einsteigen, und *Abbrechern*, die keine nachfolgende Übung mehr bearbeiten, sollte das Verhalten bei Übungsabgaben weitergehend untersucht werden. Auch die Hinzunahme der Bewertungsinformationen, z. B. welches Verhalten besonders erfolgreiche Studierende an den Tag legen, könnte weitere Erkenntnisse liefern. Mit Hilfe der einleitend erwähnten Bewertungsmethoden könnten Strategien entwickelt werden, um die Studierenden durch Anwendung verschiedener Bewertungskriterien zu motivieren, die angebotenen Übungsaufgaben kontinuierlich zu bearbeiten. Unterschiedliche Assessment-Szenarien, in denen die Studierenden durch die Kombination verschiedener Assessment-Aktivitäten motiviert werden sollen, kommen bereits in vielen Lehrveranstaltungen vor [St10]. Erkenntnisse, in welchen der Szenarien die Bearbeitung von Übungsaufgaben in Teams sinnvoll ist, sind bisher nicht bekannt.

Es bleibt jedoch zu berücksichtigen, dass bei der hier beschriebenen Analyse, trotz der großen Anzahl an Veranstaltungen, die großen Vorlesungen fast ausschließlich aus dem Bereich der Informatik stammten. Die Übertragbarkeit auf große Vorlesungen anderer Fachbereiche bleibt zu untersuchen. Andere Seiteneffekte, die zu den beobachteten Ergebnissen geführt haben könnten, sind die Verwendung eines webbasierten Systems statt einer papierbasierten Organisation, die Begrenzung auf die Teambildsform der Einladungen oder der Zwang zur Teamneubildung für jede Übung. Insbesondere der Vergleich zwischen papierbasierter und computergestützter Durchführung könnte sich durch die Auswertung der papierbasierten Abgaben als sehr aufwendig erweisen. Die Auswertung computergestützter Systeme kann schon durch die automatische Datensammlung und Datenaufbereitung erleichtert werden, wie die oben dargestellte Analyse demonstriert. Beobachtungen haben gezeigt, dass die Studierenden ihre Lerngruppen durch Einladungen selbst bilden können. Bisher ist ihnen dies im Lernportal L<sup>2</sup>P ausschließlich im Übungsbetrieb-Modul möglich. Durch Ausgliederung der Teambildungsfunktion in ein separates Modul sollen diese Prozesse auch für andere Bereiche nutzbar werden. Dies könnten z. B. Gruppen- und Projektseiten, Team-Wikiseiten und Team-Diskussionsforen sein. Im Zuge dieser Umgestaltung sollen weitere Formen der Teambildung, wie die Zuweisung von Teilnehmern zu Teams durch die Lehrenden, ermöglicht werden. Durch die Auswahl von Favoritengruppen bei der Einladung könnte diese für den hohen Anteil unveränderter Teams erleichtert werden. Bei der Verwendung der Zuweisung oder Favoritengruppen ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Effekt des „Draufschreibens“ u. U. wieder gefördert wird.

Außerdem sollen die Lehrenden weitestgehend generisch definierbare Nebenbedingungen an die Teambildung stellen können. Momentan können Teams im L<sup>2</sup>P-Übungsbetrieb z. B. in ihrer Maximalgröße beschränkt werden und optional nur solche Studierende einem gemeinsamen Team angehören, die dasselbe Tutorium besuchen. Denkbar, und laut Interviews mit Lehrenden gewünscht, sind weitere Nebenbedingungen, wie etwa, nur Teams von Studierenden aus dem gleichen Studiengang zu erlauben.



Die Unterscheidung mehrerer Gruppen von Teams soll die Nutzung verschiedener Teams für verschiedene Szenarien in einer Veranstaltung erlauben. So könnten die Studierenden einerseits Übungsaufgaben in Dreier-Teams bearbeiten, andererseits parallel eine Projektaufgabe in größeren Teams durchführen.

## **Literaturverzeichnis**

- [Dy08] Dyckhoff, A. et al.: Integriertes Übungsbetriebmodul im Rahmen eines hochschulweiten eLearning-Portals. In (Seehusen, S.; Lucke, U.; Fischer, S. Hrsg.): DeLFI 2008 - Tagungsband der 6. e-Learning Fachtagung Informatik. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2008; S. 185–186.
- [Ell08] Elliott, B.: Online collaborative assessment, 2008.
- [Ha04] Haake, A. et al.: Endbenutzergesteuerte Gruppenbildung in gemeinsamen Lernräumen. In (Engels, G.; Seehusen, S. Hrsg.): DeLFI 2004 - Tagungsband der 2. e-Learning Fachtagung Informatik. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2004; S. 235–246.
- [Rac01] Race, P.: A briefing on self, peer and group assessment. Number 9. Learning and Teaching Support Network, 2001.
- [St09] Stalljohann, P. et al.: Feedback mit einem webbasierten Übungsbetrieb. In (Schwill, A.; Apostolopoulos, N. Hrsg.): DeLFI 2009 - Tagungsband der 7. e-Learning Fachtagung Informatik. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2009; S. 283–294.
- [St10] Stalljohann, P.: Verwaltung universitärer Assessment-Szenarien am Beispiel von Informatik-Vorlesungen. Unpublished, 2010.



# Verwaltung universitärer Assessment-Szenarien am Beispiel von Informatik-Vorlesungen

Patrick Stalljohann

Center for Innovative Learning Technologies (CiL)  
RWTH Aachen University  
stalljohann@cil.rwth-aachen.de

**Abstract:** Leistungskontrollen spielen eine zentrale Rolle in universitären Lehrveranstaltungen. Verschiedene Assessment-Aktivitäten werden zu Assessment-Szenarien kombiniert, um Studierende zu aktivem, kontinuierlichem Lernen zu motivieren und ihre Leistungsstände zu überprüfen. Dieser Beitrag stellt Varianten solcher Szenarien am Beispiel ausgewählter Informatik-Vorlesungen vor. Das Ziel ist, den Bedarf an Modellen zur Formalisierung und Analyse dieser Szenarien aufzuzeigen. Ein graphbasierter Ansatz zur Modellierung und eine prototypische Implementierung werden als Beispiel aufgeführt. Ein formalisierbares Format für Wiederverwendung, Austausch, Bewertung und Kategorisierung von Assessment-Szenarien wird als Ausblick betrachtet.

## 1 Einleitung

Dirk und Doris sind Dozierende der Programmierungs-Vorlesung im ersten Semester. Doris ist überzeugt, dass die Studierenden die Inhalte besser aufnehmen und anwenden können, wenn sie sich kontinuierlich und aktiv mit ihnen beschäftigen. Aus diesem Grund führen Dirk und Doris wöchentliche Übungsaufgaben und eine Probeklausur durch. Studierende müssen die Übungen in Gruppen bearbeiten und in der Übung vorrechnen. Um an der Modulabschlussprüfung teilnehmen zu dürfen, müssen die Studierenden mindestens 65% der maximalen Übungspunkte erreichen, zwei Aufgaben in der Präsenzübung vorrechnen und die Probeklausur mit ausreichend oder besser bestehen. Die Definition der Zulassungskriterien für die Modulprüfung, welche die Beteiligung an den Assessment-Aktivitäten erfordert, soll die Studierenden extrinsisch zu kontinuierlichem Lernen motivieren.

Dieses und ähnliche Szenarien sind in mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Studiengängen, insbesondere in der Informatik, durchaus üblich. Die Verwaltung des Assessment-Szenarios einer Lehrveranstaltung ist erfahrungsgemäß eine komplexe Aufgabe, die sich aus der Komplexität der aufgestellten Kriterien, der Anzahl der Studierenden in der Veranstaltung und der Anzahl der Dozierenden und Tutoren ergibt. Die Durchführung der einzelnen Aktivitäten, wie z. B. die Bereitstellung der Übungsblätter und die Entgegennahme der studentischen Lösungen, ist mit hohem Aufwand verbunden.

Die Abgabe in Kleingruppen und die webbasierte Unterstützung der Organisation und Durchführung ganzer Übungsbetrieb-Prozesse [Dy08] sind Mittel, um den Aufwand bei der Durchführung zu reduzieren. Zusätzliche Aufgaben sind die Definition der Kriterien, deren Veröffentlichung sowie die Verwaltung der Ergebnisse und Bewertungen, die aus den Kriterien resultieren. Insbesondere beim Einsatz mehrerer verschiedener Assessment-Aktivitäten sollten Kriterien an einer zentralen Stelle definiert und Informationen aus verschiedenen Quellen zusammengetragen werden. Einige Ergebnisse können u. U. direkt aus Systemen zur computergestützten Durchführung der Aktivitäten wiederverwendet werden. Andere müssen manuell gepflegt werden. Zu berücksichtigen sind unterschiedliche Arten von Regeln (z. B. Punktegrenzen von 50%, 2 Fehltermine bei der Anwesenheit usw.) und verschiedene Bewertungsmethoden (z. B. durch Punkte, Noten usw.). Selbst wenn das Assessment-Szenario einer regelmäßigen Veranstaltung sich von Semester zu Semester nur geringfügig oder gar nicht ändert, werden viele Teile des Prozesses wiederholt durchgeführt.

Das Ziel dieses Artikels ist, neben der Darstellung verschiedener Assessment-Szenarien, die Diskussion verschiedener Möglichkeiten, die Verwaltung zugehöriger Kriterien technologisch zu unterstützen. Prüfungsleistungen, wie Modulprüfungen, die durch die Prüfungsordnungen festgelegt sind, sollen hier nicht betrachtet werden. Vielmehr sollen die Möglichkeiten von Prüfungsvorleistungen aufgezeigt werden, die während des Semesters durchgeführt werden. Am Beispiel verschiedener Informatik-Veranstaltungen an der RWTH Aachen werden reale Szenarien und deren Unterscheidungsmerkmale aufgezeigt. Abschließend werden verschiedene Systeme und Methoden diskutiert, mit denen die Verwaltung von Kriterien und Bewertungen unterstützt werden können. Neben Tabellenkalkulationsprogrammen und Spezialfunktionen in Learning Management Systemen (LMS) wird ein alternativer Ansatz beleuchtet, der sich auf die Modellierung durch azyklische gerichtete Graphen stützt [SS10]. Diese Form der Modellierung von Bewertungskriterien wird an Hand der aufgezeigten Szenarien erläutert.

## 2 Theoretischer Hintergrund

Leistungskontrollen sind vermutlich Bestandteil der meisten universitären Lehrszenarien und üben dabei einen sehr starken Einfluss darauf aus, was die Studierenden tatsächlich lernen [Bo88]. Bewertungen und Rückmeldungen zu studentischen Pflichtaktivitäten sind eine Basis für die stetige Verbesserung der Studierenden. Pflichtaktivitäten dienen unter anderem der Förderung des kontinuierlichen Lernens sowie der Überprüfung des Leistungsstandes der Studierenden. Mögliche Aktivitäten sind z. B. die *Anwesenheit* an einem Lehrveranstaltungstermin, die Durchführung von *Präsenzaktivitäten*, *schriftlichen und mündlichen Prüfungen*, *Übungs- und Testaufgaben* oder *innovativen Assessment-Aktivitäten*, die sich häufig auf moderne (Web-)Technologien stützen.

Jede Form von Assessment benachteiligt verschiedene Studierende, was durch die Variation von Assessment-Aktivitäten relativiert werden kann [Ra01]. Dies ist ein Grund für die Kombination verschiedener der oben beschriebenen Aktivitäten in universitären Lehrveranstaltungen. Die Bewertung und Kommentierung kann von den Lehrenden (*Tutor Assessment*), anderen Studierenden (*Peer Assessment*), der bearbeitenden Person

selbst (*Self Assessment*) oder einem automatischen System (*Computer Aided Assessment*) erfolgen. Unabhängig von diesen Methoden kann die Bewertung der Ergebnisse auf verschiedene Weise vorgenommen werden. Es können verschiedene Skalen verwendet werden: Punkte, Noten, Prozentsätze usw. Die Verknüpfung verschiedener bewerteter Aktivitäten erfolgt häufig durch Zulassungskriterien für Modulprüfungen gemäß den Prüfungsordnungen. Wie im einleitenden Beispiel zielen die Kriterien darauf ab, die Studierenden extrinsisch zum kontinuierlichen Lernen zu motivieren. Es gibt verschiedene Ansätze, die Kriterien festzulegen, um die Lehre und die Motivation auf unterschiedliche Weise zu gestalten. Dies scheint jedoch bisher nur geringfügig erforscht. Eine umfassende, empirische Studie wäre hilfreich, die Anforderung an ein System zur Unterstützung dieser Szenarien zu konzipieren.

Der Sinn der webbasierten Unterstützung bei der Verwaltung der Szenarien liegt nahe, da bereits viele der oben erwähnten Aktivitäten webbasiert unterstützt durchgeführt werden können. Beispiele dafür sind die Anwesenheit bei einer Veranstaltung per *Online-Meeting*, die elektronische Durchführung von Klausuren [VS09] oder die webbasierte Abwicklung von Übungsbetrieben [DRS08]. Neben der Prozessoptimierung können auch neue Möglichkeiten wie die automatische Vorauswertung spezifischer Aufgaben [Pi09, AGSS08] oder die Bereitstellung manueller Feedbacks schon während der Bearbeitungsphase [St09] genutzt werden. Kollaborative Lernszenarien, z. B. beim Bearbeiten von Wiki-Seiten [Cu07], dem Schreiben von Blog-Beiträgen und Kommentaren [LA06] oder bei der Beteiligung an Online-Diskussionsforen [VLA07], lassen sich ebenfalls in die Leistungsbewertung einbeziehen. Bereits in digitaler Form vorliegende Ergebnisse aus den genannten Unterstützungstools sollten deshalb an zentraler Stelle für ein ganzes Szenario wiederverwendet werden können.

Da keine Studie zu der Kombination verschiedener Assessment-Szenarien und ihrer Effekte vorliegt, sollen im folgenden Abschnitt verschiedene Szenarien im realen Einsatz aufgezeigt werden, um zumindest einen Überblick verschiedenartiger, realer Szenarien zu geben

### **3 Assessment-Szenarien in der Informatik**

Als erster Schritt zur Analyse eingesetzter Assessment-Szenarien und ihrer Verwaltung wurden Interviews mit Vertretern mehrerer Lehrstühle der Fachgruppe Informatik an der RWTH Aachen durchgeführt. Es wurden 17 von 27 Lehreinheiten befragt (63%), die ca. 66 der ca. 120 Vorlesungen (ca. 55%) in Informatik-Studiengängen anbieten. Die Fragen wurden veranstaltungsbezogen gestellt und betrafen sowohl die Durchführung als auch die Verwaltung der Assessment-Aktivitäten. Der Schwerpunkt der folgenden Darstellung betrifft die Kriterien, welche die Studierenden als Zulassung zu Modulprüfungen erfüllen müssen. Entscheidend ist dabei die Kombination der eingesetzten Aktivitäten durch das jeweilige Kriterium. Viele der Kriterien ähneln dem obigen Beispielkriterium (s. Abschnitt 1). Im Folgenden werden Kriterien ausgewählter Veranstaltungen aufgezeigt, deren Szenarien von diesen Standardfällen abweichen.

Die Veranstaltung *Berechenbarkeit und Komplexität* (BuK) ist eine Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang Informatik. Insgesamt nehmen ca. 250-300 Studierende an dieser Veranstaltung teil, darunter auch Studierende anderer Studiengänge wie Technik-Kommunikation und Informatik-Lehramt. Das Assessment-Szenario der Veranstaltung umfasst mehrere Aktivitäten, in denen die Studierenden Punkte sammeln können. Es werden wöchentliche Übungsblätter ausgegeben, die mehrere Übungsaufgaben enthalten. Für eine entsprechend gekennzeichnete Aufgabe können bei erfolgreicher Bearbeitung zwei Punkte erreicht werden. Lösungen der nicht gekennzeichneten Aufgaben werden nicht bewertet. Durch das Vorrechnen einer der Aufgaben können zwei weitere Punkte erreicht werden. In einer Zulassungsklausur nach der Hälfte der Vorlesungszeit und einer weiteren am Ende können jeweils 60 Punkte erreicht werden. Die Studierenden werden zur Modulprüfung der Veranstaltung zugelassen, wenn sie mindestens 60 Punkte erreicht haben. Die Studierenden können dabei selbst wählen, welche Aktivitäten ihnen am ehesten zusagen. Die Präsentation studentischer Lösungen ist zentraler Bestandteil des Assessment- Szenarios der Veranstaltung *Objektorientierte Softwarekonstruktion* (OOSK), die von ca. 40 Studierenden im Masterstudiengang Informatik besucht wird. Jeder Teilnehmer muss mindestens einmal im Semester eine Übung präsentiert haben. Damit die Studierenden jedoch mehr als eine Übung zur Präsentation vorbereiten, müssen sie für die Präsentation votieren. Mindestens zweimal müssen sie sich damit bereit erklären, ihre Lösung vorzustellen.

In der Vorlesung *Sichere Verteilte Systeme* (SVS) soll eine andere Strategie dazu führen, dass die Studierenden sich kontinuierlich vorbereiten und ihre Lösungen präsentieren. Durch eine Team-Anwesenheitspflicht wird geregelt, dass aus jedem Team, welches eine Übung gemeinsam bearbeitet, mindestens eine Person je Übungsstunde anwesend ist. Die Anwesenden müssen entsprechend vorbereitet sein, da das präsentierende Team ausgelost wird.

Das Zulassungskriterium der Vorlesung *Introduction to Databases* stützt sich ausschließlich auf die Bearbeitung von Übungsaufgaben. Der Unterschied zu den Standardkriterien liegt darin, dass zwei parallele Kriterien an die Lösungen gestellt werden. Einerseits muss ein gewisser Prozentsatz der möglichen Gesamtpunkte erreicht werden. Andererseits müssen mindestens 9 der 12 Übungsblätter bearbeitet worden sein, d. h. mehr als 0 Punkte erreicht haben. Hierdurch soll unter anderem erreicht werden, dass möglichst viele der Übungen bearbeitet werden.

Noch komplexer zeigt sich das Zulassungskriterium der Vorlesung Programmierung im ersten Semester. Es müssen wöchentliche Übungen bearbeitet und mindestens einmal im Semester vorgerechnet werden. Darüber hinaus wird eine Präsenzübung durchgeführt. Um zur Modulprüfung zugelassen zu werden, müssen die Studierenden jeweils 50% der Punkte der ersten Hälfte und der letzten Hälfte der Übungsblätter erreichen und mindestens 50% der Punkte aus der Präsenzübung bekommen. Mit Hilfe einer Sonderregel können die Punkte der Präsenzübung mit Punkten aus der zweiten Übungshälfte ausgeglichen werden. Diese Veranstaltung wird jährlich wechselnd von zwei verschiedenen Lehrstühlen betreut, welche die Kriterien leicht variieren. So sind u. U. auch mehr vorzurechnende Übungen und eine weitere Präsenzübung möglich.

Die Verwaltung der Ergebnisse zu den einzelnen Aktivitäten wird in der Programmierungsvorlesung mit Hilfe eines selbstentwickelten Datenbanksystems durchgeführt. Die Studierenden erhalten einen personalisierten Zugang, um ihre eigenen Ergebnisse ständig einsehen zu können. Die Auswertung der Kriterien erfolgt erst am Semesterende durch einen SQL-Query an die Datenbank. Bei Anpassungen des Szenarios ist auch dieser Query anzupassen.

Diese Verwendung eines eigenen Systems ist jedoch eher die Ausnahme (in 13% der Veranstaltungen). In den meisten Fällen wird ein Tabellenkalkulationsprogramm zur Unterstützung eingesetzt (72%). In 6% der Veranstaltungen werden auch noch handschriftliche Notizen genutzt. Für 13% der Veranstaltungen kann keine konkrete Aussage getroffen werden, da die betreuenden Tutoren sich selbst organisieren. Die zu verwaltenden Daten fallen in unterschiedlichen Aktivitäten an. In über 98% der erfassten Veranstaltungen werden Übungsaufgaben ausgegeben. In 94% der Fälle können die Studierenden ihre Lösungen einreichen, die von den Lehrenden individuell korrigiert werden. Diese werden mit Punkten (80%), einer Schulnote (5%) oder als bestanden bzw. nicht bestanden (5%) bewertet oder bleiben unbewertet (10%) und enthalten ausschließlich Feedback. Objektive Tests kommen laut Angaben der Befragten nur in 15 Veranstaltungen vor, und dort auch nur in Ausnahmefällen als Teil eines Übungsblattes. In der Hälfte der Veranstaltungen müssen die Studierenden Ihre Lösungen zu den Übungsaufgaben vorrechnen bzw. präsentieren. Die Organisation, wer zu welchem Termin seine Lösung vorstellt, wird in 10% der Fälle durch vorheriges Votieren geregelt. Außerdem werden die Leistungen durch Zulassungsklausuren (8%) überprüft. Eine Anwesenheitspflicht wird in 12% der Veranstaltungen gefordert. Die Bewertung von Wiki-Seiten, Blogbeiträgen, Aktivitäten in Diskussionsforen und ähnlichen Technologien findet in keiner der Veranstaltungen Anwendung.

In 53 (80%) der erfassten Veranstaltungen müssen die Studierenden Kriterien erfüllen, um die Zulassung zu einer Modul- oder Scheinprüfung zu erreichen (94%) bzw. einen Notenbonus hierfür zu erhalten (9%). Bei 14 (26%) dieser Kriterien müssen die Studierenden ausschließlich einen gewissen, prozentualen Anteil der Übungspunkte erreichen. 29 (55%) der Kriterien sind Kombinationen aus einem Mindestanteil der Übungspunkte und Bewertungen anderer Aktivitäten. In den übrigen 10 (19%) Veranstaltungen, in denen ein Kriterium erfüllt werden muss, wird dies auf andere Weise definiert.

Insgesamt lässt sich sagen, dass insbesondere in großen Veranstaltungen früher Studienphasen komplexe Kriterien definiert werden, um die Studierenden zu fordern und zu fördern. Gerade mit hunderten von Studierenden, mehreren Tutoren und Assistenten kann sich die Buchhaltung der Ergebnisse, die Auswertung der Kriterien und die Publikation der Informationen aufwendig gestalten. Auch die initiale Definition der Kriterien ist nicht zu unterschätzen. Schwierig ist z. B. die Berücksichtigung der verschiedenen Studien- und Prüfungsordnungen beteiligter Studiengänge. Die Wiederverwendung bestehender Kriterien verringert den Aufwand nur geringfügig. Selbst in regelmäßigen Veranstaltungen, die in jedem Semester gleiche oder ähnliche Kriterien verwenden, muss häufig die komplette Verwaltung neu eingerichtet werden.

## 4 Webbasierte Verwaltung von Kriterien

Die wohl am häufigsten verwendeten Unterstützungswerkzeuge für die Verwaltung der Ergebnisse von Assessment-Aktivitäten sind Tabellenkalkulationsprogramme. Die Vorteile liegen in ihrer Ausdrucksmächtigkeit und dem häufig bekannten Bedienkonzept mit Tabellenzellen und Formeln. Insbesondere bei komplexen Szenarien können jedoch Schwierigkeiten entstehen. Eine Formel zur Beschreibung des oben beschriebenen Szenarios in der Programmierung wäre z. B. die folgende:

$$\begin{aligned} &= \text{UND}(\text{A2}; \text{SUMME}(\text{B2:G2})/56 \geq 50\%; \text{SUMME}(\text{H2:M2})/64 \geq 50\%; \\ &\text{ODER}(\text{N2}/66 \geq 50\%; \text{UND}(\text{SUMME}(\text{H2:M2}; \text{N2})/130 \geq 50\%; \text{N2}/66 \geq \\ &33\%))) \end{aligned}$$

Die Wartbarkeit solcher Ausdrücke ist fraglich. Die Kodierung von Noten und anderer Skalen ist nicht direkt vorgesehen. Zusätzliche Informationen wie maximale Punktzahlen müssen explizit angegeben werden. Eine dynamische Anpassung beim Hinzufügen oder Entfernen von Aktivitäten kann sich dadurch schwierig gestalten. Auch der Austausch und die Wiederverwendung bedürfen einiger Nachbearbeitungen. Ein weiteres Problem ist die Bearbeitung durch mehrere Lehrende und Tutoren. Außerdem müssen die den Studierenden zugedachten Informationen separat aufbereitet werden. Eine Bereitstellung der vollständigen Tabelle ist datenschutzrechtlich kritisch.

Spezialisierte Gradebook-Software wie GradeKeeper<sup>1</sup> ist stärker auf die Verwaltung von Punkten und Noten fokussiert. Die Berechnung von Notentabellen und -verteilungen und z. B. die Berechnung gewichteter Kategorien sind Standardfunktionalitäten dieser Produkte. EduViz [Fr08] und andere Tools erlauben die dynamische Anpassung der Kriterien mit visueller Aufbereitung. Die abbildbaren Szenarien beschränken sich in der Regel auf schulische Systeme.

Verschiedene Learning Management Systeme beinhalten spezialisierte Module zur Ergebnisprotokollierung. Die Authentifizierung, Autorisierung und die Liste angemeldeter Studierender können genutzt werden. Für die verteilte Arbeit durch mehrere Lehrende sind die webbasierten Systeme gut gerüstet. Im Wesentlichen können zwei Ansätze unterschieden werden. Das System Blackboard<sup>2</sup> orientiert sich z. B. sehr stark am Ansatz der Tabellenkalkulationen. Werte werden in manuelle Spalten eingetragen. Berechnete Spalten lassen sich für Regeln einsetzen. Formeln einer berechneten Spalte können an einer Stelle gewartet werden und berechnen die Bewertungen für alle Studierenden gleichermaßen. Das LMS Moodle<sup>3</sup> folgt einem anderen Ansatz. Manuelle Spalten werden durch Kategorien gruppiert. Bewertungen erfolgen jeweils für eine Kategorie. Kategorien können verschachtelt werden. Es sind keine Mehrfachzuordnungen möglich, wodurch ein Kategorienbaum entsteht.

Ein großer Vorteil ist, dass sich Berechnungen auf Unterkategorien beziehen können und

---

<sup>1</sup> [www.gradekeeper.com](http://www.gradekeeper.com) (letzter Zugriff am 08.03.2010)

<sup>2</sup> [www.blackboard.com](http://www.blackboard.com) (letzter Zugriff am 08.03.2010)

<sup>3</sup> [www.moodle.de](http://www.moodle.de) (letzter Zugriff am 08.03.2010)



somit unabhängig von den konkreten, manuellen Spalten sind. Aktivitäten können in Form von Spalten hinzugefügt, entfernt oder geändert werden, ohne die Berechnungsvorschriften warten zu müssen. Die Struktur der Kriterien lässt sich außerdem gut visualisieren, da die Abhängigkeiten durch die Kategorien modelliert werden. Hierzu muss ein Kriterium als Baum beschrieben werden können.

Insgesamt können somit nur ausgewählte Szenarien (z.B. solche, deren Berechnungen sich als Baum darstellen lassen) durch spezialisierte Systeme unterstützt werden. Eine allgemeine Verwendung im hochschulweiten Einsatz ist somit nicht möglich. Tabellenkalkulationsprogramme sind zwar für ein großes Spektrum an Szenarien geeignet, lassen jedoch nicht mehr als eine generische Unterstützung einiger Teilprozesse zu.

## 5 Modellierung von Zulassungskriterien

Wie die obigen Beispiele gezeigt haben, können die Kriterien der Veranstaltungen äußerst komplex werden. Mit Hilfe eines Formalismus sollen die Kriterien leichter definierbar, visualisierbar, wiederverwendbar und als Basis für eine technische Unterstützung verwendbar sein. Außerdem soll die Vergleichbarkeit verschiedener Kriterien erleichtert werden. Es wurde der Ansatz einer Modellierung auf Basis eines Graphen gewählt.

Abbildung 1 zeigt die drei Knotenarten eines Kriterien-Graphen. Aktivitäten (links) besitzen eine Bezeichnung, eine Bewertungsart (im Dreieck) und ggf. eine Höchstpunktzahl (im Kreis). Eine Aktivität kann auf verschiedene Weisen bewertet werden: Punkte (P), eine Note (N), Ja/Nein bzw. boolesch (B), ein Prozentsatz (%) usw. Falls die Bewertung mit Punkten erfolgt, kann die Skala durch einen maximalen Punktwert begrenzt werden. Aktivitäten können in Kategorien hierarchisch zusammengefasst werden (siehe Abbildung 1 Mitte). Einerseits erleichtert dies die Zuordnung einzelner Aktivitäten, andererseits wird hierdurch eine gewisse Flexibilität im Zusammenspiel mit Regeln erreicht. Regeln definieren eine Operation, die eine Bewertung auf Basis der Ergebnisse einer oder mehrerer Aktivitäten bzw. anderer Regeln berechnet. Die Addition mehrerer Punkte-Werte (SUMME), die Verknüpfung boolescher Werte mit UND bzw. ODER und die Anwendung einer BEDINGUNG sind Beispiele für Regeln. Manche von ihnen benötigen weitere Parameter. Bei einer BEDINGUNG müssen z. B. die Kondition und die alternativen Ergebnisse angegeben werden. Regeln bzgl. Punkte-Werten besitzen eine maximale Punktzahl, die gemäß der Regel aus den Höchstpunktzahlen der Operanden berechnet wird.

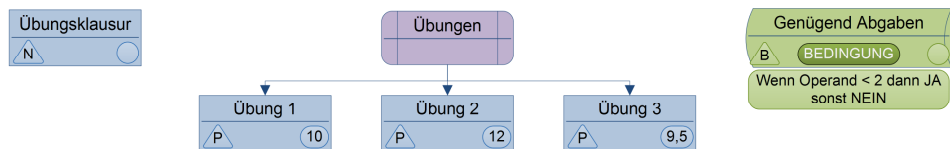


Abbildung 1: Aktivitäten (links), Kategorien (Mitte) und Regeln (rechts)

Die Verknüpfung der Knoten erfolgt durch gerichtete Kanten. Eine Kategorie verweist auf die in ihr enthaltenen Aktivitäten und Kategorien. Regeln verweisen auf ihre Operanden. Der Graph darf keine Schleifen enthalten, da dies rekursive Operationen ohne Abbruchbedingungen erzeugen würde. Der resultierende Graph ist ein *gerichteter, azyklischer Graph* (directed acyclic graph, DAG). Abbildung 2 zeigt den Bewertungsgraphen des einleitenden Beispiels. Das Zulassungskriterium ist hier eine Konjunktion (AND) von drei Teilkriterien: „Ausreichender Punkteanteil“, „Probeklausur bestanden“ und „Ausreichend vorgerechnet“. Das erste Teilkriterium knüpft eine BEDINGUNG, hier ein Mindestwert von 65%, an das Ergebnis der Regel zur Berechnung des „Punkteanteils“. Der Punkteanteil ermittelt dabei das Verhältnis der erreichten „Übungspunkte“ im Verhältnis zum Maximalwert der Punkteskala. Die Berechnung der *Übungspunkte* bezieht sich hier auf die Kategorie „Übungen“ und damit auf alle enthaltenen Aktivitäten der Kategorie, die für die Berechnung geeignet sind. Sowohl der tatsächlich erreichte Punktwert als auch der mögliche Maximalwert werden als SUMME aus den Angaben zu den einzelnen Übungen berechnet. Das zweite Teilkriterium bezieht sich auf die Probeklausur, welche mit einer Note (N) bewertet wird. Die Anzahl der vorgerechneten Übungen wird mit Punkten bewertet (max. 2). Die Bedingung des letzten Teilkriteriums ist erfüllt, wenn diese 2 Punkte mind. erreicht sind.

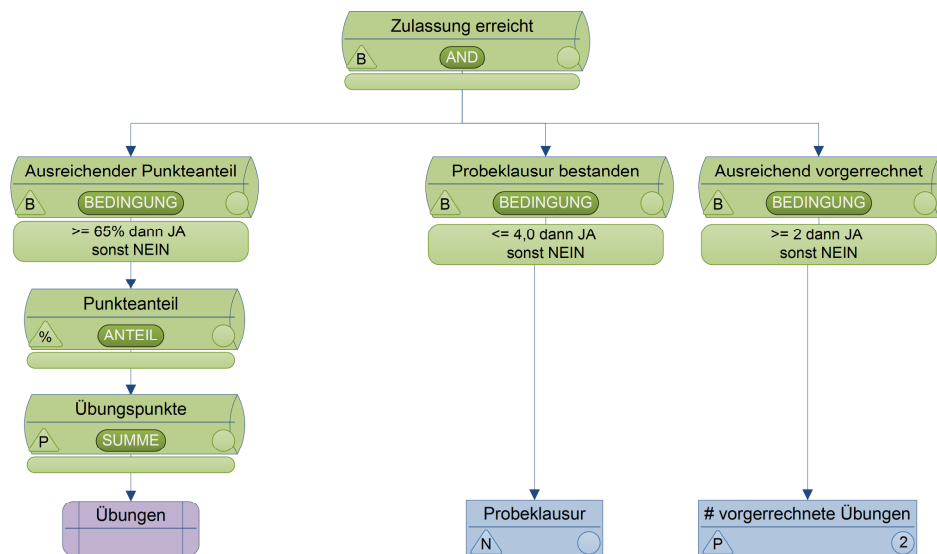


Abbildung 2: Graphansicht des Beispielkriteriums

Die Verwendbarkeit des Ansatzes für reale Szenarien soll anhand der oben dargestellten Beispiele demonstriert werden. Das Kriterium der Veranstaltung *Berechenbarkeit und Komplexität* (BuK) lässt sich z. B. als Bedingung „Zulassung erreicht“ bzgl. der „Erreichten Punktzahl“ darstellen (s. Abb. 3 links). Diese Punktzahl ergibt sich aus der Summe der erreichten Punkte in verschiedenen Aktivitäten. Die Zulassungsklausuren, Übungen und das Vorrechnen lassen sich jeweils als Aktivitäten abbilden, die mit Punkten (P) bewertet werden. Die Kategorien „Übungen“ und „Vorgerechnet“ erlauben das Kriterium z. B. in der Anzahl der Übungen anzupassen, ohne die Regeln zu verändern.

Der Kriteriengraph für die Veranstaltung *Objektorientierte Softwarekonstruktion* (OOSK) (s. Abb. 3 rechts) ist ähnlich aufgebaut wie der Beispielgraph. Der Unterschied ist, dass die Übungen mit einem booleschen Wert (B), also Ja oder Nein, bewertet werden.

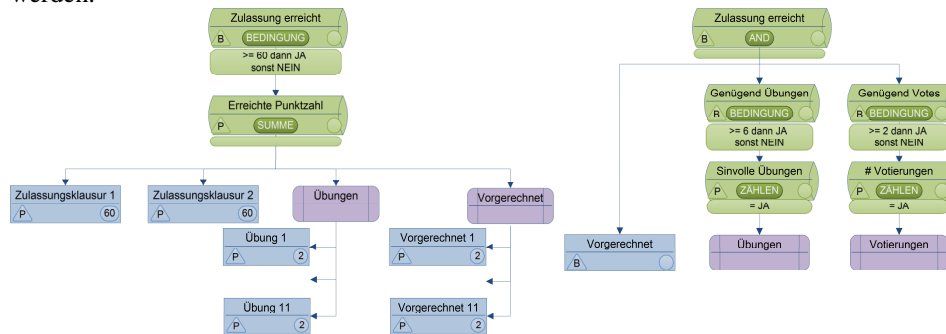


Abbildung 3: Kriterien der Veranstaltung „BuK“ (oben) und „OOSK“ (unten)

Die „Sinnvollen Übungen“ werden durch das Zählen aller Übungen aus der gleichnamigen Kategorie berechnet, die das Kriterium „=Ja“ erfüllen, also mit „Ja“ bewertet wurden. Die Anzahl der erfolgten Votierungen wird auf die gleiche Weise ermittelt. Ob die gezählten Elemente ausreichend sind, wird durch die beiden Bedingungen ausgewertet. Die zu erreichenden Anzahlen sind in den jeweiligen Parametern hinterlegt.

Trotz der Verwendung nur einer Art von Aktivitäten, nämlich mit Punkten bewertete Übungen, unterscheidet sich der Kriteriengraph der Veranstaltung „Introduction to Databases“ von den bisherigen Graphen (siehe Abbildung 4). Das Gesamtkriterium ist auch hier eine Konjunktion aus zwei Teilkriterien. Die Bedingungen „Genügend Abgaben“ und „Ausreichender Punkteanteil“ beziehen sich, unter Verwendung der Ergebnisse jeweils mehrerer Regeln, auf die gleiche Kategorie und damit die gleichen Aktivitäten. Der Graph dieses Kriteriums ist offensichtlich kein Baum. Es ist somit ein Beispiel für ein Kriterium, das nicht mit Systemen wie Moodle abgebildet werden kann (siehe Abschnitt 4), aber in realen Veranstaltungen vorkommt.

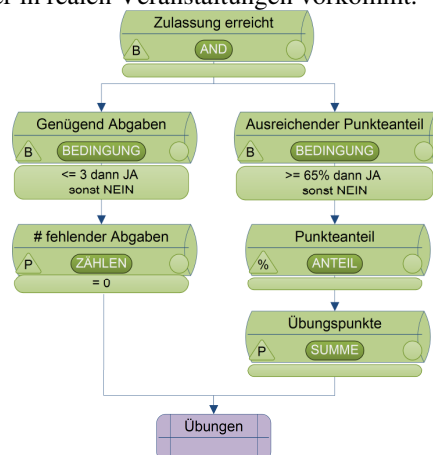


Abbildung 4: Kriterium in der Veranstaltung „Introduction to Databases“

Bestandteile von Assessment-Szenarien, die dazu führen können, dass der zugehörige Bewertungsgraph nicht als Baum dargestellt werden kann, sind insbesondere Ausnahmeregelungen. Ein Beispiel dafür ist die Sonderregel zum Ausgleich der Punkte in der Präsenzübung der “Programmierungs“-Veranstaltung (siehe Abbildung 5 und Abschnitt 3). Es werden verschiedene Teilkriterien (“Vorgerechnet“, “Teil 1 bestanden“, “Teil 2 bestanden“ und “PÜ bestanden“) eingesetzt. Die Sonderregel bezieht sich auf die “Übungen Teil 2“ und die “Präsenzübung“, die jeweils schon von einer anderen Regeln verwendet werden.

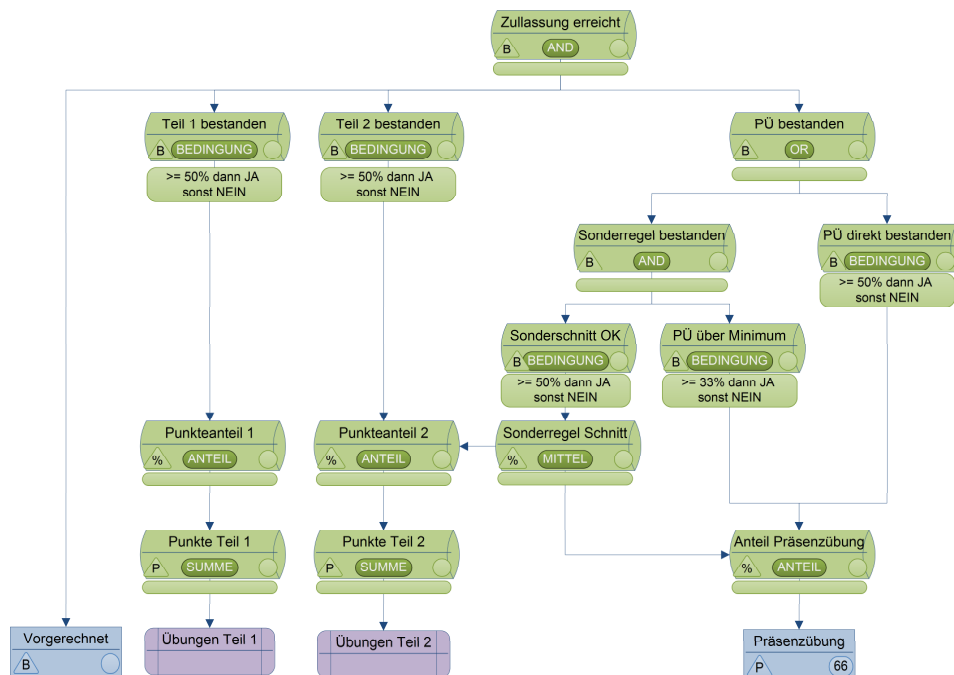


Abbildung 5: Kriterium in der Veranstaltung „Programmierung“

Ein Ansatz, die positiven Eigenschaften verfügbarer Systeme (siehe Abschnitt 4) zu verbinden und dabei die Ausdrucksstärke nicht zu verlieren, konnte bereits mit dem L<sup>2</sup>P GradeBook vorgestellt werden [SS10]. Dies ist ein portal-basiertes Modul, mit dem sich Aktivitäten und Kriterien definieren und entsprechende Leistungen buchhalten lassen. Die Ergebnisprotokollierung wurde als Tabelle realisiert. Konkrete Ergebnisse können manuell erfolgen oder aus externen Systemen automatisch integriert werden. Die Modellierung der Kriterien orientiert sich an den drei Knotentypen in Kriteriengraphen. Dadurch ist eine Kategorisierung wie in Moodle möglich, welche die Ausdrucksmächtigkeit nicht auf Bäume beschränkt. Auf diese Weise liegen die Kriterien außerdem in konkreter Form vor und sind nicht nur durch Formeln kodiert. Die Darstellung kann somit zur Information der Studierenden genutzt werden. Diese können nicht nur ihre eigenen Ergebnisse einsehen, sondern auch ihre Bewertungen an Hand der Kriterien nachvollziehen. In einer ersten Pilotphase konnte die Verwendung einer prototypischen Implementierung bereits in 16 virtuellen Lernräumen der eingesetzten Plattform getestet

werden. In einer Umfrage wurde der Nutzen des Systems bestätigt und es konnten weitere Anforderungen erfasst werden [SS10].

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Assessment nimmt einen starken Platz in der universitären Lehre ein. Zur Motivation und Leistungsüberprüfung können verschiedenartige Assessment-Aktivitäten eingesetzt werden. Verschiedene Strategien zur Kombination dieser Aktivitäten und die Definition zugehöriger Zulassungskriterien werden verwendet, um Studierende extrinsisch zu kontinuierlichem Lernen zu motivieren. Ausprägungen und Effekte dieser Strategien scheinen noch nicht ausreichend erforscht. Ein Überblick ausgewählter Szenarien in Informatik-Vorlesungen lieferte eine erste Abschätzung der Anforderungen zur technischen Unterstützung. Das Konzept der Bewertungsgraphen wurde als Ansatz vorgestellt, um Zulassungskriterien formal zu definieren.

Hilfreich wäre eine tiefgreifende, empirische Analyse der Möglichkeiten und Effekte verschiedener Strategien. Über die Informatik hinaus sind außerdem auch weitere Fachbereiche zu betrachten. Im Nutzerkreis des L<sup>2</sup>P -GradeBook wurden z. B. erste Szenarien sprachwissenschaftlicher Veranstaltungen unterstützt.

Die hier vorgestellten Bewertungsgraphen bieten anscheinend ein Modell, um Bewertungskriterien geeignet abbilden zu können. Es bleibt zu untersuchen, welche Alternativen es gibt und wie Lehrende ein Kriterium konkret erstellen oder ändern können. Ein graphischer Editor zur einfacheren Bearbeitung und Darstellung der Kriteriengraphen wäre ein möglicher Ansatz. Hilfreich wäre es sicherlich, wenn formale Vorgaben durch Prüfungs- und Studienordnungen mit einbezogen würden. Zumindest könnten die Lehrenden erfahren, welche Reglementierungen sie, kontextbezogen zur einer konkreten Veranstaltung, beachten müssen.

Ein entscheidendes Ziel bei der Betrachtung und Analyse von Assessment-Szenarien und -Kriterien ist die Interoperabilität zugehöriger Beschreibungen. Hat ein Dozent ein geeignetes Assessment-Szenario gefunden, sollte er dies ohne großen Aufwand wiederverwenden können. Ein geeignetes Austauschformat (z. B. per XML) für den Import und Export wäre denkbar. Mit Hilfe einer webbasierten Plattform könnten Kriterien-Beschreibungen zwischen Dozierenden ausgetauscht, kategorisiert und bewertet werden. Auf diese Weise wäre eine dynamische Analyse und Bewertung von Assessment-Szenarien für verschiedene Veranstaltungsformate möglich, um Fragen zu beantworten wie: “Welche Vor- und Nachteile haben die Szenarien?“, “Welche Szenarien haben sich in für die verschiedenen Veranstaltungsformate bewährt?“, “Welche Szenarien eignen sich am Besten zur Motivation der Studierenden?“ oder “Welche Szenarien sind mit den Prüfungsordnungen der Studiengänge meiner Veranstaltung vereinbar?“.

## Literaturverzeichnis

- [AGSS08] Altenbernd-Giani, E.; Schroeder, U.; Stalljohann, P.: eAixessor - A Modular Framework for Automatic Assessment of Weekly Assignments in Higher Education. In: (Uskov, V. Hrsg.): Proceedings of the 7th IASTED International Conference for Web Based-Education (WBE 2008). ACTA Press, 2008; S. 70–75.
- [Bo88] Boud, D.: Developing Student Autonomy in Learning. Cogan Page, London, 2. Auflage, 1988.
- [Cu07] Cubric, M.: Using wikis for summative and formative assessment. In: Re-Engineering Assessment Practices (REAP) International Online Conference, 2007.
- [DRS08] Dyckhoff, A.; Rohde, P.; Stalljohann, P.: An integrated web-based exercise module. In (Uskov, V. Hrsg.): Proceedings of the 11th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education (CATE 2008), 2008.
- [Dy08] Dyckhoff, A. et al.: Integriertes Übungsbetriebmodul im Rahmen eines hochschulweiten eLearning-Portals. In (Seehusen, S.; Lucke, U.; Fischer, S. Hrsg.): DeLFI 2008 - Tagungsband der 6. e-Learning Fachtagung Informatik. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2008; S. 185–186.
- [Fr08] Friedler, S. et al.: Enabling teachers to explore gradepatterns to identify individual needs and promote fairer student assessment. Computers & Education, 51(4), Dezember 2008; S.1467–1485.
- [LA06] Lee, J.; Allen, K.: Edublogs as an online assessment tool. In Proceedings of the International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education, 2006; S.391–395.
- [Pi09] Piotrowski, M.: Document-Oriented E-Learning Components. Dissertation, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2009.
- [Ra01] Race, P.: A briefing on self, peer and group assessment. Number 9. Learning and Teaching Support Network, 2001.
- [St09] Stalljohann, P. et al.: Feedback mit einem webbasierten Übungsbetrieb. In (Schwill, A.; Apostolopoulos, N. Hrsg.): DeLFI 2009: Tagungsband der 7. e-Learning Fachtagung Informatik, Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2009; S. 283–294.
- [SS10] Stalljohann, P.; Schroeder, U.: A SharePoint-based Gradebook. In: Proceeding on the 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2010). In Press, 2010.
- [VLA07] Vonderwell, S.; Liang, X.; Alderman, K.: Asynchronous discussions and assessment in online learning. Journal of Research on Technology in Education, 39(3):309, 2007.
- [VS09] Vogt, M.; Schneider, S.: E-Klausuren an Hochschulen, 2009.

# Studierende, das Web und Vorlesungsaufzeichnungen

Kai Michael Höver, Guido Rößling, Max Mühlhäuser

Telekooperation, Fachgebiet Informatik  
Technische Universität Darmstadt  
Hochschulstraße 10  
64289 Darmstadt  
{kai, guido, max}@tk.informatik.tu-darmstadt.de

**Abstract:** Heutige Studienanfänger besitzen erhebliche Fertigkeiten in der Nutzung des Webs als Wissensquelle. Im Studium werden oft Vorlesungsaufzeichnungen als Lernhilfe angeboten. Der Studienalltag ist allerdings vom *Nebeneinander* und nicht vom *Miteinander* dieser Wissensquellen geprägt. In der hier vorgestellten Studie wurde untersucht, welche Web-Dienste von Studierenden insbesondere zum Lernen genutzt werden. Außerdem wurde untersucht, wie eine Integration von Web-Diensten in Vorlesungsaufzeichnungen (und umgekehrt) von den Studierenden bewertet wird.

## 1 Einleitung

Die Zahl der Internetnutzer steigt in Deutschland stetig an. Laut dem (N)ONLINER Atlas 2009 [NON09] sind annähernd 70% der Deutschen online. Dabei ist die Gruppe der Schüler die am stärksten vertretene Gruppe. Nahezu alle Schüler bewegen sich im WWW (97%). Die JIM-Studie [Rat09], die den Medienumgang dieser Gruppe (12- bis 19-jährige in Deutschland) untersucht, zeigt, dass bei der Nutzung des Internets vor allem die Kommunikation im Mittelpunkt steht. Dabei werden insbesondere Instant Messenger und immer häufiger Online-Communities zur Kommunikation verwendet. Auch Studierende nutzen laut der Studie “Recruiting the Next Generation” (rng-Studie) das Internet, vor allem zur Kommunikation, aber auch zur Recherche [Sch09]. Das Web wird somit zunehmend auch als Wissensquelle genutzt.

Neben der Nutzung des Internets für Freizeit und Studium gehören auf der anderen Seite auch Vorlesungsaufzeichnungen vermehrt zum Alltag der Studierenden. Sie werden als gleichwertig zu Vorlesungsskripten und Büchern eingestuft. Im Vergleich mit diesen werden Vorlesungsaufzeichnungen überproportional stark für die Vorbereitung auf Klausuren genutzt. Dieser Befund lässt sich aus einer ganzen Reihe von empirischen Daten ableiten, unter anderem aus dem signifikanten Anstieg von Zugriffen kurz vor einer Klausur [ZH02].

Wenn einerseits das Web und andererseits Vorlesungsaufzeichnungen als Wissensquellen von Studierenden genutzt werden (nicht selten mit Hilfe desselben Web-Browsers!), dann liegt die Frage nahe, ob und wie eine sinnvolle Verzahnung dieser beiden Quellen in geeigneten Lernhilfen geleistet werden kann. Offensichtlich eröffnet sich hier ein wichtiges Forschungsfeld. Die hier vorgestellte Studie soll für solche Forschungen eine erste empirische Grundlage legen.

Dieser Beitrag untersucht also, wie die beiden genannten „Welten“ – Vorlesungsaufzeichnungen und das Web – zusammenzubringen sind und inwiefern hier ein Bedarf bei den Studierenden besteht.

Ferner soll das Problem adressiert werden, dass Vorlesungsaufzeichnungen meist nur passiv konsumiert werden können. Diese Studie untersucht daher, ob dies ein Hindernis für die Studierenden darstellt und wo Verbesserungspotential besteht. Wir wollen es Studenten ermöglichen, Vorlesungsaufzeichnungen durch die Integration von Web-Diensten zu ergänzen sowie durch das Hinzufügen von Annotationen anzureichern und interaktiver zu gestalten.

Folgende Fragestellungen werden in der Studie untersucht:

Welche Web-Dienste nutzen Studierende und welche nutzen sie insbesondere beim Lernen?

Inwieweit besteht seitens der Studierenden Bedarf an der Integration von Web-Diensten in Vorlesungsaufzeichnungen und umgekehrt?

Besteht seitens der Studierenden Bedarf daran, ihrerseits Vorlesungsaufzeichnungen mit Annotationen anzureichern und diese untereinander auszutauschen?

Die Durchführung der Studie wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben. Kapitel 3 stellt anschließend die Ergebnisse der Befragung vor und diskutiert diese. Im letzten Kapitel ziehen wir ein Fazit und schlagen weitere Schritte vor.

## **2 Durchführung der Studie**

Am Ende des Wintersemesters 2009/2010 wurde im Zeitraum von einer Woche der Fragebogen dieser Studie online bereitgestellt. Dieser wurde nicht öffentlich, sondern in zwei Informatik-Lehrveranstaltungen angekündigt: in einer Informatik-Grundlagenvorlesung (angeboten im 1. Semester) und in einer Informatik-Wahlpflichtveranstaltung (ab 4. Semester). Damit ergibt sich zwangsläufig, dass die Befragten zum größten Teil Studierende der Informatik, Wirtschaftsinformatik oder Lehramt Informatik waren. Diese Gruppe bildet 80% der Teilnehmer. Der andere Teil besteht aus Ingenieuren und Geisteswissenschaftlern. Da die Grundlagenvorlesung eine deutliche größere Hörerschaft als die der Wahlpflichtveranstaltung hat, ist mehr als die Hälfte der Teilnehmer (68,5%) im 1. oder 2. Semester; 15,7% befinden sich im 3. oder 4. Semester. Insgesamt nahmen 107 Studierende an der Befragung teil. Die Fragen wurden häufig doppelt gestellt: zunächst in einer offenen Frage und anschließend in einer geschlossenen mit vorgegebenen Antworten. Dies diente zum einen der Absicherung und zum anderen, um den Studierenden die Möglichkeit zu geben, eigene Ideen und Anforderungen zu äußern.



### 3 Ergebnisse der Studie

Der Online-Fragebogen wurde in sieben Themenblöcke sowie einen Block zu persönlichen Daten (Semester, Studiengang) unterteilt:

1. Nutzung des Webs beim Lernen
2. Nutzung von Vorlesungsaufzeichnungen
3. Integration von Web-Diensten in Vorlesungsaufzeichnungen
4. Integration von Annotationen in Vorlesungsaufzeichnungen
5. Austausch von Annotationen
6. Integration von Vorlesungsaufzeichnungen in Web-Dienste
7. Interaktion während der Vorlesung

Die Ergebnisse der einzelnen Themenblöcke werden in den folgenden Abschnitten vorgestellt und interpretiert.

#### 3.1 Nutzung des Webs beim Lernen

In diesem Abschnitt soll geklärt werden, welche Web-Dienste von den Studierenden genutzt werden. Dabei wurde in der Studie nicht unterschieden, ob sie dies bei Web 2.0-Diensten aktiv oder passiv tun. Es ging uns zunächst einmal darum, welche Web-Dienste, insbesondere beim Lernen, von den Studierenden genutzt werden, wobei wir, ausgehend von der nrg-Studie [Sch09], der HIS-Studie [K08] und der result-Studie [TKG07], eine primär passive Nutzung annehmen. Uns interessierte ferner, welche Kommunikationsmedien die Studierenden beim Lernen mit Kommilitonen verwenden.

##### 3.1.1 Nutzung von Web-Seiten und -Diensten

In einer offenen Frage wurden die von den Studierenden insbesondere auch zum Lernen genutzten Web-Seiten und -Dienste erhoben. Die Antworten wurden konsolidiert. Die sechs am häufigsten genannten Dienste sind in Tabelle 1 dargestellt.

| Web-Dienst                      | Rel. Häufigkeit in % |
|---------------------------------|----------------------|
| Wikipedia                       | 86,8%                |
| Suchmaschine (vor allem Google) | 77,6%                |
| Foren                           | 35,5%                |
| Portal der Vorlesung (Moodle)   | 25%%                 |
| Online-Wörterbuch               | 10,6%                |
| eBooks (online Bücher)          | 7,9%                 |

Tabelle 1: Nutzung von Web-Diensten und -Seiten zum Lernen

Anschließend wurden den Befragten verschiedene Gruppen von Web-Diensten präsentiert. Zu diesen sollten sie jeweils angeben, ob sie diese nutzen und falls ja, ob sie diese auch beim Lernen verwenden. Es wurde ebenfalls gefragt, ob der jeweilige Dienst ihnen überhaupt bekannt ist.

Es zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der offenen Frage. Die Studierenden nutzen zum großen Teil Wikipedia und Suchmaschinen für die Informationsrecherche beim Lernen. Aber auch Online-Wörterbücher werden verwendet. Zu den einzelnen Informatik-Vorlesungen werden auch Foren angeboten. Die Umfrage zeigt, dass diese Foren von vielen Studierenden zum Lernen intensiv genutzt werden. Dies gilt ebenfalls für die angebotenen Lernportale, in welchen vor allem das Lehrmaterial bereitgestellt wird.

| Web-Dienst                                                             | Nutze ich | Nutze ich, aber nicht zum Lernen | Nutze ich nicht | Kenne ich nicht |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------------|-----------------|
| Suchmaschine (z.B. Google, Yahoo)                                      | 93%       | 7%                               | 0%              | 0%              |
| Online-Enzyklopädie (z.B. Wikipedia)                                   | 95%       | 4%                               | 1%              | 0%              |
| Wörterbücher (z.B. leo, dict.cc, pons.de)                              | 65,7%     | 29,3%                            | 5,1%            | 0%              |
| Social bookmarking / Tagging (z.B. delicious)                          | 1,1%      | 9,5%                             | 41,1%           | 48,4%           |
| Scientific Bookmarking / Tagging (z.B. Connotea, Bibsonomy, CiteULike) | 1%        | 3,1%                             | 26,5%           | 69,4%           |
| Bilder-Dienste (z.B. Flickr)                                           | 1%        | 20,6%                            | 62,9%           | 15,5%           |
| Video-Dienste (z.B. YouTube, iTunes U)                                 | 25,3%     | 64,7%                            | 10,1%           | 0%              |
| Blogs und Blog-Suchmaschinen (z.B. Technorati, Blogger)                | 7,3%      | 34,4%                            | 53,1%           | 5,2%            |
| Foren bzw. Foreneinträge                                               | 82,8%     | 9,1%                             | 8,1%            | 0%              |
| Soziale Netzwerke (Facebook, StudiVZ, Xing, LinkedIn)                  | 12,1%     | 72,7%                            | 15,2%           | 0%              |
| Online-Mindmapping (z.B. Mindmeister, Mindomo, bubbl.us)               | 2%        | 6,1%                             | 43,9%           | 48%             |
| Web-basierte Text-Editoren (z.B. GoogleDocs, Mediabird, EtherPad)      | 9,1%      | 7,1%                             | 57,6%           | 26,3%           |
| Dateiablagen (z.B. DropBox)                                            | 13,4%     | 14,4%                            | 40,2%           | 32%             |
| Persönliche Portale (z.B. Netvibes, Pageflakes, iGoogle)               | 6,2%      | 16,5%                            | 59,8%           | 17,5%           |
| Microblogging (z.B. Twitter)                                           | 1%        | 13,5%                            | 80,2%           | 5,2%            |
| Lernportale (z.B. Moodle, CLIX)                                        | 72,5%     | 4,1%                             | 18,4%           | 5,1%            |

Tabelle 2: Nutzung von Web-Diensten

Social Bookmarking-Dienste werden kaum genutzt und sind dem Großteil der Befragten unbekannt. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei Scientific Bookmarking- und Tagging-Diensten, unter welche z.B. Bibsonomy und CiteULike fallen. Diese Dienste sind 69,4% der Befragten nicht bekannt. Eine mögliche Erklärung ist, dass die Mehrheit der Befragten Studienanfänger sind und somit bisher kaum mit der Verwaltung wissenschaftlicher Literatur in Berührung gekommen sind. Viele weitere Web-Dienste, wie Web-basierte Text-Editoren und persönliche Portale, werden von etwa der Hälfte nicht verwendet, Twitter sogar von 80% nicht.

Online-Mindmapping-Anwendungen werden von 92% nicht genutzt oder sind ihnen unbekannt. Zugegebenermaßen ist die Zahl möglicher Szenarien nicht sehr groß, bei denen Bilder-Dienste (wie z.B. Flickr) zum Lernen genutzt werden. Daher überrascht es auch nicht, dass diese beim Lernen keine große Rolle spielen. Überraschend ist jedoch, dass die Mehrzahl der Befragten, nämlich 62,9%, diese nicht nutzen und 15,5% diese nicht kennen. Im Vergleich dazu geben bei der HIS-Studie 42,6% der Befragten an, Bilder-Dienste nicht zu nutzen und 17,7% diese nicht zu kennen. Die Zahlen liegen damit deutlich unter denen aus der nrg-Studie. Dort gab knapp die Hälfte der Befragten an, Picasa (45,0%) und Flickr (43,9%) nicht zu kennen. Video-Dienste wie YouTube oder iTunes U werden von Studierenden hingegen zum Großteil genutzt. Etwa ein Viertel verwenden diese auch zum Lernen. 84,8% der Befragten bewegen sich zwar in Sozialen Netzwerken, sie spielen aber beim Lernen eine eher untergeordnete Rolle.

### 3.1.2 Beim Lernen genutzte Kommunikationsmedien

Das persönliche Treffen mit Kommilitonen nimmt nach wie vor den höchsten Stellenwert bei den Studierenden ein (vgl. Abb. 1). Stark genutzte elektronische Medien beim Lernen sind E-Mail und Chat. Ein etwas kleinerer Teil nutzt die in den Lernmanagement-Systemen (LMS) angebotenen Kommunikationsdienste sowie Skype. Allerdings nutzte auch nur eine der zwei Veranstaltungen der befragten Studierenden ein Lernportal. Lediglich 17% nutzen soziale Netzwerke zur Kommunikation beim Lernen. Zum Vergleich: in der HIS-Studie nutzten 34% der Befragten soziale Netzwerke, um sich über Angelegenheiten im Studium auszutauschen.

## 3.2 Nutzung von Vorlesungsaufzeichnungen

In diesem Abschnitt wird untersucht, wie die Studierenden die angebotenen Vorlesungsaufzeichnungen nutzen und ob Bedarf besteht, mit diesen aktiver umzugehen, etwa durch das Hinzufügen von Annotationen seitens der Studierenden.

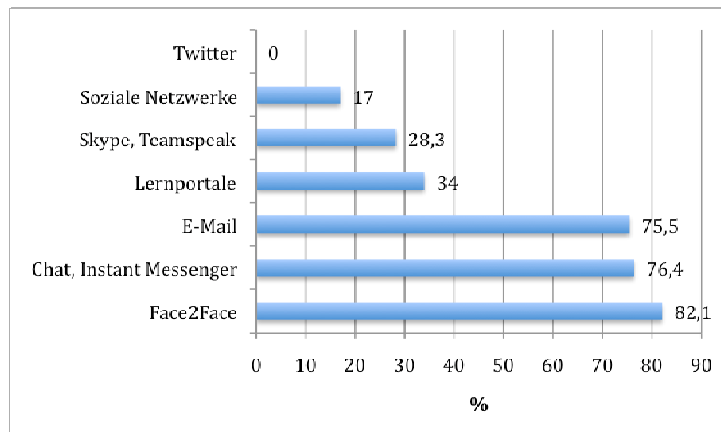


Abbildung 1: Beim Lernen mit Anderen genutzte Kommunikationsmedien

Die Häufigkeit der Nutzung der Aufzeichnungen ist dreigeteilt. Die meisten schauen sich die Aufzeichnungen mehrmals im Monat an (35%), gefolgt von mehrmals in der Woche (30,1%). 24,7% nutzen sie gezielt zur Wiederholung vor der Prüfung und schauen sich die Aufzeichnungen daher ausschließlich vor Prüfungen an. Vorlesungsaufzeichnungen an sich werden von der großen Mehrheit der Befragten (96%) als sehr hilfreich bewertet.

Mehr Interaktivität wird von den Studierenden für die Vorlesungsaufzeichnungen nicht gewünscht. Lediglich 22% sprachen sich dafür aus, wobei 38% überhaupt keine Antwort zu dieser Frage gaben. Dies kann darauf hindeuten, dass diejenigen der Frage neutral gegenüber stehen oder sich unter der Frage nichts Konkretes vorstellen konnten. Diejenigen, die sich für mehr Interaktion ausgesprochen haben, gaben als Vorschläge hierfür vor allem eine Integration von Tests und Übungen in die Aufzeichnungen (29%) an. Weiterhin wurde angeregt, Texte und Dokumente mit der Aufzeichnung zu verlinken, etwa für weitere Informationen und Erläuterungen.

### 3.3 Integration von Web-Diensten in Vorlesungsaufzeichnungen

Die bisherigen Antworten der Befragten zeigen, dass Vorlesungsaufzeichnungen von den Studierenden gerne in Anspruch genommen werden und dass insbesondere Web-Dienste zur Informationsrecherche beim Lernen genutzt werden. Eine Kombination beider Welten liegt somit nahe. Mehr als die Hälfte (61,3%) bewertete es als sehr hilfreich oder hilfreich, Web-Dienste in Vorlesungsaufzeichnungen zu integrieren.

| Web-Dienst                      | Bewertung (1=sehr wichtig, 5=überhaupt nicht wichtig) |       |       |       |       |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                 | 1                                                     | 2     | 3     | 4     | 5     |
| Suchmaschine                    | 12,8%                                                 | 21,8% | 15,4% | 16,7% | 33,3% |
| Online-Enzyklopädie             | 37,1%                                                 | 27,2% | 9,9%  | 14,8% | 11,0% |
| Wörterbücher                    | 18,8%                                                 | 15%   | 26,3% | 20%   | 20%   |
| Social bookmarking / Tagging    | 0%                                                    | 3,3%  | 9,8%  | 11,5% | 75,4% |
| Scientific Bookmarking/ Tagging | 0%                                                    | 10,7% | 12,5% | 17,9% | 58,9% |
| Bilder-Dienste                  | 2,9%                                                  | 5,71% | 12,9% | 22,9% | 55,7% |
| Video-Dienste                   | 6,7%                                                  | 19,7% | 22,4% | 17,1% | 34,2% |
| Blogs und Blog-Suchmaschinen    | 3,1%                                                  | 10,8% | 10,8% | 16,9% | 58,5% |
| Foren bzw. Foreneinträge        | 16,2%                                                 | 23%   | 27%   | 13,5% | 20,2% |
| Soziale Netzwerke               | 1,4%                                                  | 2,7%  | 12%   | 6,7%  | 77,3% |
| Online-Mindmapping              | 4,8%                                                  | 12,9% | 11,3% | 19,4% | 51,6% |
| Web-basierte Text-Editoren      | 4,7%                                                  | 7,9%  | 20,6% | 17,5% | 49,2% |
| Dateiablagen                    | 3,5%                                                  | 8,6%  | 24,1% | 10,3% | 53,5% |
| Persönliche Portale             | 0%                                                    | 3,5%  | 10,3% | 13,8% | 72,4% |
| Microblogging                   | 3,4%                                                  | 1,6%  | 11%   | 9,4%  | 75%   |
| Lernportale                     | 30,7%                                                 | 25,3% | 18,7% | 6,7%  | 18,7% |

Tabelle 3: Präferenzen für die Integration von Web-Diensten in Vorlesungsaufzeichnungen

In einer offenen Frage wurden die Teilnehmer gefragt, welche Web-Dienste sie integrieren würden. Die vier am häufigsten genannten sind Wikipedia (40,7%), Google (13,%), Diskussionsforen (9,3%) und Online-Wörterbücher (7,4%). Diese Integrationswünsche decken sich auch mit denjenigen Web-Diensten, die häufig zum Lernen verwendet werden (vgl. Kapitel 3.1.1). Eine Integration dieser häufig genutzten Dienste ist daher naheliegend. Einige Befragte merkten allerdings an, dass die Integration zu vieler Informationen zu Unübersichtlichkeit und Ablenkungen führen könnten.

Für jeden der Web-Dienste, die bereits in Tabelle 2 genannt wurden, baten wir die Studierenden einzuschätzen, wie wichtig eine Integration jener in Vorlesungsaufzeichnungen sei. Dabei wurde eine Skala von 1 (sehr wichtig) bis 5 (überhaupt nicht wichtig) vorgegeben. Die Antworten zeigt Tabelle 3.

Die Integration von Web-Diensten in Vorlesungsaufzeichnungen wird eher mit Vorsicht betrachtet. Die meisten Befragten finden dies weniger wichtig, was damit zu erklären ist, dass viele der Web-Dienste nicht genutzt oder nicht bekannt sind (vgl. Tabelle 2). Lediglich die Integration einer Enzyklopädie wird von 64,3% als sehr wichtig oder wichtig bewertet; ebenso die Integration von Lernportalen (56%). Für die Integration von Foren bzw. Forenbeiträgen sprechen sich 39,2% aus. Dies wurde mit der Integration von Textnotizen, die einen Querbezug erlauben, so dass ein Diskussionsstrang entstehen kann, bereits ansatzweise mit dem Annotation Web Service [LTZ05] gezeigt.

Obwohl die große Mehrheit soziale Netzwerke nutzen, wird ihre Integration in Vorlesungsaufzeichnungen von 77,3% als überhaupt nicht wichtig bewertet. Dies kann dahingehend interpretiert werden, dass soziale Netzwerke hauptsächlich für private Zwecke verwendet werden.

### 3.4 Integration von Annotationen in Vorlesungsaufzeichnungen

Vorlesungsaufzeichnungen lassen sich im Allgemeinen nur konsumieren. Nur wenige Systeme erlauben es auch den Studierenden, Annotationen hinzuzufügen, wie z.B. CoScribe [SBM09] oder der Ubiquitous Presenter [GS06]. Meist sind es nur Stift- oder Textnotizen. Wir haben in der Befragung den Begriff der Annotation erweitert und verstehen darunter neben Stift- und Textnotizen auch Links zu Web-Seiten, Dokumente (z.B. Office, PDF, Grafik) sowie Audio- und Videodateien. Wir wollten von den Studierenden wissen, welche Arten von Annotationen sie einer Vorlesungsaufzeichnung hinzufügen würden.

Tabelle 4 zeigt die Bewertung für die einzelnen Annotationsarten. Die Möglichkeit, Textnotizen den Vorlesungsaufzeichnungen hinzuzufügen, wird seitens der Studierenden hoch bewertet. 86,9% sehen dies als sehr wichtig bis wichtig an. Ebenfalls als wichtig eingestuft werden Stift-Eingaben (70,8%). Hier sind die Werte etwas geringer, da nicht jeder Student über entsprechende Mittel wie einen Tablet-PC verfügt. Viele beurteilen es ebenfalls als sehr wichtig bis wichtig, Links (67,4%) und Dokumente (58,3%) einzubinden. Video- und Audio-Dateien wird eine nicht ganz so hohe Bedeutung zugewiesen.

| Annotationsart | Bewertung (1=sehr wichtig, 5=überhaupt nicht wichtig) in % |       |       |       |       |
|----------------|------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                | 1                                                          | 2     | 3     | 4     | 5     |
| Text-Notizen   | 46,2%                                                      | 40,7% | 8,8%  | 2,2%  | 2,2%  |
| Stift-Eingabe  | 43,8%                                                      | 27%   | 15,7% | 5,6%  | 7,9%  |
| Links          | 35,9%                                                      | 31,5% | 17,4% | 10,9% | 4,4%  |
| Dokumente      | 24,2%                                                      | 34,1% | 18,7% | 17,6% | 5,5%  |
| Audio-Dateien  | 19,8%                                                      | 16,5% | 14,3% | 27,5% | 22%   |
| Video-Dateien  | 20,9%                                                      | 20,9% | 15,4% | 26,4% | 16,5% |

Tabelle 4: Bewertung verschiedener Annotationsarten

Die Studierenden wurden außerdem gefragt, welche weiteren Arten von Annotationen sie sich vorstellen können. Die Frage wurde nur von wenigen Teilnehmenden beantwortet, allerdings sind die Vorschläge interessant. Genannt wurden insbesondere Bookmarks, Tags, Bewertungen sowie Cross-Links zu einzelnen Themen der Aufzeichnungen.

Des Weiteren wollten wir wissen, inwiefern die Studierenden die Möglichkeit, Annotationen hinzufügen zu können, als hilfreich bewerten. Die Antworten der Befragten (Tabelle 5) zeigen, dass eine Annotierbarkeit von Vorlesungsaufzeichnungen als hilfreich angesehen wird (94,4%). Die Mehrzahl (92,2%) der Studierenden sehen es insbesondere für sich selbst als hilfreich an.

|                                              |       |
|----------------------------------------------|-------|
| Das ist nur für den Dozenten hilfreich       | 2,2%  |
| Das ist nur für den Studenten hilfreich      | 11,1% |
| Das ist für Dozenten und Studenten hilfreich | 81,1% |
| Das sehe ich nicht als hilfreich             | 5,6%  |

Tabelle 5: Bewertung für wen das Hinzufügen von Annotationen hilfreich ist

### 3.5 Austausch von Annotationen

Wir wollten neben dem Hinzufügen von Annotationen auch erfahren, welche Meinung die Studierenden über den Austausch von Annotationen haben. 93,4% der Befragten sind der Ansicht, dass es sehr hilfreich oder hilfreich ist, die Annotationen des Dozenten zu sehen. Die Annotationen anderer Studierender zu sehen, wird als weniger wichtig bewertet. Hier sind es im Vergleich nur 56,3%, die es als sehr hilfreich oder hilfreich erachten, Zugriff auf die Annotationen ihrer Kommilitonen zu haben. Man muss an dieser Stelle anmerken, dass in der Fragestellung nicht näher differenziert wurde, welche Annotationsarten ausgetauscht werden. So kann ein Link zu einer interessanten Web-Seite hilfreicher sein als das Unterstreichen eines Wortes.

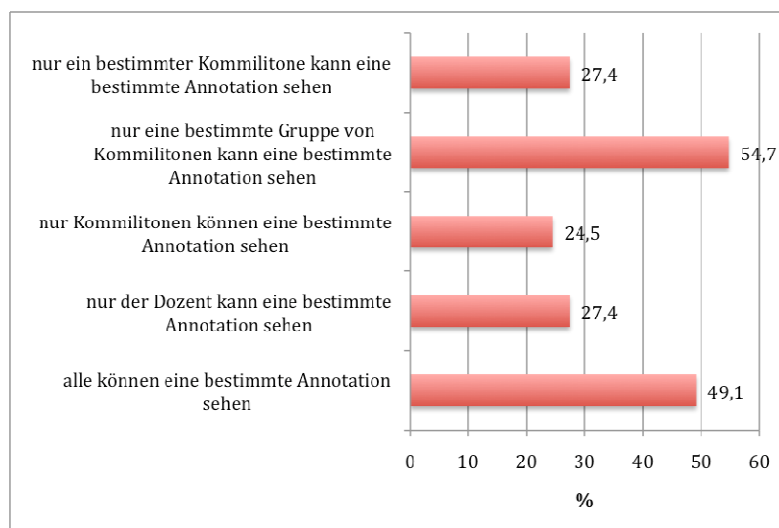


Abbildung 2: Nutzung von Rechtegruppen beim Austausch von Annotationen

Eine weitere interessante Frage ist, ob es als wünschenswert angesehen wird, den Austausch einer Annotation auf eine bestimmte Person oder Gruppe zu begrenzen. Die Studierenden wurden daher befragt, welche verschiedenen Rechtegruppen sie verwenden würden (Mehrfachantworten waren möglich). Das Ergebnis in Abbildung 2 zeigt, dass die Studierenden bereit sind, ihre Annotationen mit anderen zu teilen, aber auch die Notwendigkeit sehen, dies mit einem Kreis von bestimmten Personen (etwa der Lerngruppe) zu tun.

### 3.6 Integration von Vorlesungsaufzeichnungen in Web-Dienste

Ein weiterer Punkt, der uns in der Umfrage interessierte, war die Integration von Vorlesungsaufzeichnungen in Web-Dienste. Der virtPresenter hat in dieser Richtung bereits einige Schritte durch die Integration in Blogs, Wikis und Facebook unternommen [KMOV09]. Allerdings nutzten dabei lediglich 4% die Integration in Facebook. Wir wollten daher zunächst die Anforderungen seitens der Studierenden erfahren.

Die Mehrheit der Befragten (56,8%) sieht es generell als sinnvoll an, Vorlesungsaufzeichnungen in Web-Dienste integrieren zu können. Die Studierenden konnten für jede Kategorie die Relevanz der Integration von „sehr wichtig“ (1) bis „überhaupt nicht wichtig“ (5) bewerten. Beim Betrachten der Ergebnisse in Tabelle 6 wird deutlich, dass kaum einer der genannten Web-Dienste als sehr wichtig für eine Integration angesehen wird. Lediglich Foren und Lernportale erhalten eine gewisse Zustimmung. Interessanterweise werden Blogs, Wikis und Soziale Netzwerke in diesem Zusammenhang von den Studierenden als weniger wichtig bewertet. Berücksichtigt man, wie wenig Studierende aktiv Blogs und Wikis befüllen, ist der geringe Bedarf an Integration wenig verwunderlich. Foren werden von den Studierenden wesentlich aktiver genutzt, so dass hier eine Integration als wichtiger bewertet wird. Auf diese Weise kann direkt im Kontext gefragt, geantwortet und diskutiert werden.

| Web-Dienst                                               | A.M. | S.D. |
|----------------------------------------------------------|------|------|
| Meine Homepage                                           | 4,29 | 1,26 |
| Mein Blog                                                | 4,21 | 1,28 |
| Wiki                                                     | 3,05 | 1,55 |
| Video-Dienste (z.B. YouTube, PodCasts, iTunes U)         | 3,28 | 1,52 |
| Foren bzw. Foreneinträge                                 | 2,83 | 1,48 |
| Soziale Netzwerke (Facebook, StudiVZ, Xing, LinkedIn)    | 4,22 | 1,23 |
| Online-Mindmapping (z.B. Mindmeister, Mindomo)           | 4,17 | 1,2  |
| Web-basierte Text-Editoren (z.B. GoogleDocs, EtherPad)   | 4,18 | 1,15 |
| Dateiablagen (z.B. DropBox)                              | 4,11 | 1,22 |
| Persönliche Portale (z.B. Netvibes, Pageflakes, iGoogle) | 4,32 | 1,0  |
| Microblogging (z.B. Twitter)                             | 4,35 | 1,13 |
| Lernportale (z.B. Moodle, CLIX)                          | 2,21 | 1,52 |

Tabelle 6: Präferenzen für die Integration von Vorlesungsaufzeichnungen in Web-Dienste  
(A.M.=Arithmetisches Mittel, S.D.=Standardabweichung)

### 3.7 Interaktion während der Vorlesung

Die Studierenden wurden befragt, ob sie sich wünschen, stärker während der Vorlesung mit eingebunden zu werden. Rund ein Viertel (25,33%) beantwortete diese Frage mit ja. Falls die Antwort bejaht wurde, konnten die Studierenden eigene Vorschläge machen. Dabei wurde vor allem genannt, dass der Dozent mehr Verständnisfragen an die Hörer richtet oder ein Quiz durchführt, insbesondere auch über Themen aus vergangenen Vorlesungen zur Wiederholung.

Die Studierenden konnten weiterhin drei vorgeschlagene Interaktionsarten auf einer Skala von 1 (stimme ich absolut zu) bis 5 (stimme ich überhaupt nicht zu) bewerten. Die durchschnittliche Bewertungen (s. Tabelle 7) zeigen auch hier, dass die Studierenden einer Beteiligung eher kritisch gegenüber stehen, allerdings wurde von einigen der Befragten angemerkt, dass sie sich eine Involvierung bei Übungen eher vorstellen könnten. Die Werte in Klammern zeigen die Beurteilung derjenigen, die sich für mehr Involvierung ausgesprochen haben.



| Interaktionsart                                                                                                                                                              | A.M.        | S.D         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Während der Vorlesung sollte mehr Raum für Fragen sein                                                                                                                       | 3,06 (2,26) | 1,1 (0,93)  |
| Während der Vorlesung sollte ein Thema mit den Studenten mehr diskutiert werden                                                                                              | 3,28 (2,37) | 1,15 (1,01) |
| Während der Vorlesung sollten auch Studenten kurze Präsentationen halten oder "Folien" mit Lösungen oder Fragen einreichen können, um ihre Ideen oder Unklarheiten zu zeigen | 3,85 (2,95) | 1,19 (1,03) |

Tabelle 7: Bewertung von Interaktionsarten (in Klammern nur Interaktions-Befürworter)

#### 4 Fazit und Ausblick

In dieser Studie wurde untersucht, ob und welche Web-Dienste von den Studierenden zum Lernen verwendet werden. Wikipedia und Suchmaschinen sind hierbei stark vertreten. Auch bewerten nahezu alle Studierenden Vorlesungsaufzeichnungen als sehr hilfreich. Eine Integration von häufig genutzten Web-Diensten, wie Wikipedia, Google und Foren, in Vorlesungsaufzeichnungen wird ebenfalls befürwortet. Es liegt damit nahe, beide Wissensquellen, Vorlesungsaufzeichnungen sowie die vertrauten und häufig genutzten Web-Dienste, miteinander zu verzahnen. Wir planen daher, die Web-Dienste zur Informationsrecherche in die Vorlesungsaufzeichnungen zu integrieren. Auf diese Weise können die Studierenden, etwa bei Unklarheiten oder dem Bedarf nach detaillierteren Informationen, z.B. bei Google oder Wikipedia eine Anfrage starten und geeignete Suchergebnisse mit der entsprechenden Stelle der Vorlesung verknüpfen. Interessante Links können mit Kommilitonen geteilt werden, so dass auch diese davon profitieren können. Auch eine Integration einer Chat-Funktion ist geplant, so dass die Lerner sich beispielsweise im Kontext der aktuell geöffneten Vorlesungsfolie austauschen können.

Die Studierenden zeigen außerdem das Bedürfnis, verschiedene Arten von Annotationen (insbesondere Text-Notizen, Stift-Eingaben und Web-Links) selbst den Aufzeichnungen hinzuzufügen. Ein Austausch der Annotationen untereinander wird allerdings mit etwas Zurückhaltung gesehen. Eine genauere Untersuchung, welche Annotationen die Studierenden austauschen, ist daher notwendig, ebenso wie die Frage, wie man mit einer großen Menge an Annotationen umgehen kann sowie diese visualisiert und filtert.

Überraschend ist aus unserer Sicht, dass viele Web 2.0-Dienste von den Studierenden nicht genutzt werden, z.B. Twitter (80%), oder ihnen nicht bekannt sind, etwa Scientific Bookmarking (69,4%). Blogs werden zwar von 41,7% der Studierenden genutzt, allerdings von nur 7,3% für Lernzwecke. Auch soziale Netzwerke werden fast ausschließlich für private Zwecke verwendet. Web 2.0-Anwendungen, die kooperatives Lernen ermöglichen, werden vom Großteil der Befragten nicht verwendet oder sind ihnen unbekannt. Dazu zählen Social Bookmarking (89,5%), Scientific Bookmarking (95,9%), Online-Mindmapping (91,9%) und kollaborative Text-Editoren (83,9%).

Interessant sind die Ergebnisse vor allem vor dem Hintergrund, dass der Großteil der Befragten vermeintlich technikaffine Informatik-Studierende sind. Wir haben erwartet, dass die Möglichkeiten zum kooperativen Lernen und zum sozialen Austausch mehr von den Studierenden in Anspruch genommen werden. Eine Erklärung für die geringe Nutzung ist, dass die Studierenden mit vielen Web 2.0-Anwendungen nicht vertraut sind und ihnen die Einsatzmöglichkeiten unbekannt sind. Hier sind die Dozenten gefragt! Des Weiteren müssen auch die personalen Voraussetzungen für die Nutzung vorhanden sein [Rei09]. Diese Voraussetzungen zu schaffen und zu fördern klingt jedoch erstrebenswert, da die Einsatzmöglichkeiten von Web 2.0-Anwendungen vielfältig sind [SS08], ihr Nutzen jedoch nicht immanent. Ein höherer Grad an Partizipation während und nach der Vorlesung kann nicht nur für die aktive beteiligten Studierenden eine Bereicherung sein, sondern auch für die „nur“ zuhörenden/lesenden Studierenden und den Dozenten selbst. Erst wenn Web 2.0-Anwendungen ein Teil der Lernprozesse sind, macht auch eine Integration in Vorlesungsaufzeichnungen (und umgekehrt) Sinn. Weitere Studien sind in dieser Richtung dringend erforderlich, damit Web 2.0-Anwendungen nicht abseits der Lernprozesse stehen. Wichtig sind dabei eine didaktisch sinnvolle Integration als auch die Schaffung der richtigen Voraussetzungen.

## 5 Literaturverzeichnis

- [GS06] Griswold, W. G.; Simon, B.: Ubiquitous presenter: Fast, scalable active learning for the whole classroom. In: ITICSE '06: Proceedings of the 11th annual SIGCSE conference on innovation and technology in computer science education, 2006.
- [KMOV09] Ketterl M.; Mertens R.; Vormberger O.: Bringing Web 2.0 to web lectures. In: Education, 6(2), 2009; S. 82–96.
- [K08] Kleimann B.; Özkilic M.; Göcks M.: Studieren im Web 2.0. Studienbezogene Web- und E-Learning-Dienste. Number 21 in HISBUS-Kurzinformation. HIS, Hannover, 11 2008.
- [LTZ05] Lauer T.; Trahasch S.; Zupancic B.: Anchored discussions of multimedia lecture recordings. In: Frontiers in Education, 2005. FIE '05. Proceedings 35th Annual Conference, S. T2H–12, 10 2005.
- [NON09] (N)ONLINER Atlas 2009. Initiative D21 e.V., 2009.
- [Rat09] Rathgeb T. (Hrsg.): JIM 2009: Jugend, Information, (Multi-)Media. Stuttgart, 2009.
- [Rei09] Reinmann G.: Selbstorganisation auf dem Prüfstand: Das Web 2.0 und seine Grenzen(losigkeit). Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2009.
- [SBM09] Steimle, J.; Brdiczka, O.; Mühlhäuser, M.: Coscribe: Integrating Paper and Digital Documents for Collaborative Knowledge Work. In: IEEE Transactions on Learning Technologies, 2(3), 2009; S. 174–188.
- [Sch09] Schulmeister R.: Studierende, Internet, eLearning und Web 2.0. In (Apostolopoulos N. et al. Hrsg.): E- Learning 2.0, Lernen im digitalen Zeitalter. Waxmann, Berlin, Germany, 9 2009; S. 129–140.
- [SS08] Schroeder U.; Spannagel C.: Lernen mit Web-2.0-Anwendungen. In: Interaktionen, Jg. 8 H. 1, 2008.
- [TKG07] Trump T.; Klingler W.; Gerhards M.: Web 2.0: Begriffsdefinition und eine Analyse der Auswirkungen auf das allgemeine Mediennutzungsverhalten, 2007.
- [ZH02] Zupancic B.; Holger H.: Lecture recording and its use in a traditional university course. In: ITiCSE '02: Proceedings of the 7th annual conference on Innovation and technology in computer science education, New York, NY, USA, 2002; S. 24–28.

# Anwendungsszenarien für ein Werkzeug zur Video-Annotation in der universitären Lehre

Dieter Engbring, Wolfgang Reinhardt, Johannes Magenheim,  
Matthias Moi, Julian Maicher

Universität Paderborn, Institut für Informatik,  
Fachgruppe Didaktik der Informatik,  
Fürstenallee 11, 33102 Paderborn  
{didier,wolle,jsm,moisun,jmaicher}@uni-paderborn.de

**Abstract:** In diesem Artikel beschreiben wir didaktische Szenarien, in denen Video-Annotationen zur Unterstützung der universitären Lehre eingesetzt und wie damit individuelle Lernprozesse von Studenten unterstützt werden. Wir beschreiben ViLM – eine Plattform-unabhängige Software – mit der allein oder kooperativ Videos annotiert werden können. Weiterhin stellen wir die Integration von ViLM in das universitätsweit eingesetzte koaktive Lernmanagementsystem (koaLA) vor und besprechen weitere Forschungsmöglichkeiten und Lernszenarien, die vom Einsatz von ViLM möglicherweise profitieren.

## 1 Einleitung

In der Fachgruppe Didaktik der Informatik an der Universität Paderborn begannen wir bereits im Jahr 1998 Multimedia- und Hypermediasysteme in der universitären Lehre zur Ausbildung zukünftiger Lehrerinnen und Lehrer<sup>1</sup> einzusetzen. Die multimediale Aufbereitung von Videomaterial hat sich als sehr geeignet erwiesen, das eigene Auftreten und den eigenen Unterricht selbst und im sozialen Kontext des Begleitseminars zum Schulpraktikum zu reflektieren. Durch die Videoaufnahme von realen Situationen im Klassenraum und deren Annotation (auch als Ergebnis der Nachbesprechungen des Unterrichts) lernen die zukünftigen Lehrer die spezifischen Methoden des Informatikunterrichts kennen. Außerdem wird die Analyse von Unterrichtsstunden insbesondere in Bezug auf die Formen sozialer Interaktion im Klassenraum und der Lernprozesse der Schüler möglich. Als Ergebnis dieser Prozesse lernen die Lehramtsstudenten, wie man Informatikunterricht plant und reflektiert.

Im Zusammenspiel von Design- und Lernprozessen durch den Einsatz in der alltäglichen Praxis der universitären Lehre haben wir das Werkzeug ViLM (Vizualization of Learning and Teaching Strategies with Multimedia) über viele Jahre iterativ weiterentwickelt. Dabei konnten fortgeschrittene Programmiersprachen zur Re-Implementierung genutzt werden. Dies verhinderte aber nicht, dass es weiterhin Unzulänglichkeiten gab. Es fehlt die Einbindung in das universitäre LMS, die Speicherung des Video-Materials und der Annotationen erfolgt separat, Video-Streaming Möglichkeiten sind nicht vorhanden und

---

<sup>1</sup> ab hier steht die männliche Form für „Lehrerinnen und Lehrer“ und Schüler für „Schülerinnen und Schüler“

der Zugriff auf die Nutzerbereiche der Universität ist beschränkt. Außerdem fehlen globale Möglichkeiten der Authentifizierung.

Ausgehend von diesen Unzulänglichkeiten haben wir einen Prozess des Reengineering gestartet, der ViLM besser in die universitäre IT-Infrastruktur integriert und sie zum Teil der digitalen Lernumgebung macht. Wir werden die Architektur und Technik des ViLM ControlCenter sowie des ViLM-Player ebenso darstellen wie die vielfältigen Annotations-Szenarien, die ViLM unterstützt. Dies beinhaltet auch die dazugehörigen Kooperations- und Zugriffsstrategien, die wir über *koaLA* (der koaktiven Lern- und Arbeitsumgebung der Universität Paderborn) realisieren.

Wir beginnen mit den Anwendungsszenarien, beschreiben dann kurz *koaLA* und die ViLM-Architektur um dann anhand von detaillierten Beschreibungen von zwei Anwendungsszenarien aus der Hochschullehre den didaktischen Mehrwert von ViLM aufzuzeigen. Schlussfolgerungen für weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten beschließen diesen Beitrag.

## **2 Mögliche Anwendungsszenarien in Schule und Hochschule**

Video-Aufzeichnungen können in vielen Lehr- und Lernszenarien angewendet werden. Daraus resultieren unterschiedliche Anzahlen von (Kamera-)Perspektiven, die auf die Prozesse gerichtet werden sollten. Im Folgenden werden wir zeigen, welche Bedeutung die videogestützte Analyse im Allgemeinen und ViLM insbesondere für diese Lernprozesse haben können. Hierbei geht es zunächst um Fallbeschreibungen („use cases“), die bei der Entwicklung eine Rolle gespielt haben und die insbesondere die Notwendigkeit der Annotation einzelner Szenen begründen. Weiter unten werden wir wesentlich ausführlicher zwei weitere Szenarien beschreiben, in denen wir ViLM seit Jahren einsetzen.

### **2.1 Vorträge und Präsentationen (Ein-Kamera-Perspektive)**

In einem Vortrag werden – mal mehr und mal weniger stark – verschiedenen Themen und Inhalte mit einander verbunden. Es ist wichtig, dass die Zuhörer dem Vortrag gut folgen können. Dafür trägt der Vortragende die (Mit-)Verantwortung. Ob dies dem Vortragenden gelingt, kann zum Beispiel anhand folgender Leitfragen analysiert werden: a) Wird eine angemessene Sprache verwendet? b) Werden verschiedene Medien verwendet? c) Sind die Medien aussagekräftig gewählt? d) Wie ist die Argumentationskette gestaltet? e) Unterstützen Mimik und Gestik den Vortrag?

Diese Leitfragen stellt nur eine Auswahl möglicher Kriterien dar, die im Zuge einer Bewertung des Vortrages eine Rolle spielen können. Ohne die Nutzung von ViLM können während des Vortrages zwar Notizen gemacht und der Vortrag kann aufgezeichnet werden. Beides kann aber nicht zusammengeführt werden. Hier liegt ein Medienbruch vor [Ke07].

Um die Nachvollziehbarkeit der Anmerkungen zu erhöhen, kann ViLM genutzt werden. Dazu ist erstens eine Videoaufzeichnung des Vortrages notwendig, bei der die Kamera immer auf den Vortragenden gerichtet ist; wenn möglich, sollte sie sogar dem Vortragenden folgen. Für die Analyse wird der Vortrag dann in die erkennbaren Phasen geglie-

dert. Dabei kann man sich an der Vortragsgliederung orientieren und auch auf unvorhergesehene Ereignisse während der Präsentation eingehen. Zu jeder Phase werden dann die notwendigen Anmerkungen hinzugefügt. Dabei können in den verschiedenen Phasen auch unterschiedliche Aspekte von unterschiedlichen Personen angesprochen werden.

## **2.2 Film-Analyse (Ein-Kamera-Perspektive)**

Um eine Film-Analyse mit ViLM durchzuführen ist eine digitale Kopie des entsprechenden Films Voraussetzung. Je nach Anwendungskontext können sowohl technische als auch inhaltliche Aspekte untersucht werden.

Bei einer nur schriftlichen Filmbeschreibung gibt es keine Verbindung zwischen den Notizen und der beschriebenen Situation. Normalerweise notiert man sich den Zeitpunkt bzw. die Zeitspanne, auf die man sich bezieht. Daraus resultiert allerdings kein direkter Zugriff auf das Video.

Bei einer Film-Analyse mit ViLM können hingegen verschiedene Phasen und Ereignisse direkt im Video gekennzeichnet werden. Eine detaillierte Analyse (in dem man eine Beschreibung hinzufügt oder sie mit zusätzlichen Material „verlinkt“) kann von einer Einzelperson vorgenommen oder auch kooperativ erfolgen. Die Markierungen, die dadurch im Video entstehen, können die Navigation durch die verschiedenen Aspekte der Filmanalyse wesentlich erleichtern.

## **2.3 Analyse von Gruppenarbeitsprozessen (n-Kamera-Perspektive)**

Gruppenarbeit ist eine übliche Sozialform im Fachunterricht der Schulen. Die Zahl der Gruppen ist dabei abhängig von der Anzahl der Schüler. Aus  $n$  Gruppen ergeben sich  $n$  verschiedenen Kameraperspektiven. Die  $n$  Aufnahmen müssen nicht simultan starten, sie können durch ein entsprechendes akustisches Signal (z.B. Händeklatschen) synchronisiert werden. Es kann auf den Videoaufzeichnungen beobachtet werden, wie die Gruppenarbeit in den einzelnen Gruppen gelaufen ist, was sich normalerweise der Aufmerksamkeit eines einzelnen Lehrenden entzieht. Mit der Videoaufzeichnung können dann u.a. die folgenden Fragen beantwortet werden. a) Welche Schüler haben aktiv in der Gruppenarbeit gearbeitet und welche nicht? Wer hat die Gruppenarbeit koordiniert oder getragen? b) Wer hat die Entscheidungen getroffen und wie hat er das gemacht? c) Wie wurde das Problem bzw. die Aufgabe gelöst?

ViLM erlaubt auch hier die Einteilung in bestimmte Phasen und deren Annotation, in dem z.B. die beobachteten Aktivitäten der Schüler beschrieben werden. Die  $n$  Kameraperspektiven, die simultan abgespielt werden können, machen es sehr einfach, die unterschiedlichen Arbeitsstrategien der verschiedenen Gruppen miteinander zu vergleichen. ViLM erlaubt es damit dem Lehrer, einen besseren Eindruck in die gruppenspezifischen Prozesse zu erhalten. Meinungsführer und wenig aktive Schüler werden zum Beispiel erkennbar. An diese Analyse anknüpfend kann der Lehrer die Arbeitsprozesse in den Gruppen verbessern, indem Gruppenstruktur, Zeitmanagement und Rollenbeschreibungen zukünftig verändert werden. Darüber hinaus kann der Lehrer in der Reflexion der verschiedenen Gruppenprozesse die unterschiedlichen Zugänge anhand der Aufzeichnungen aufzeigen und würdigen. Die Schüler lernen durch die Analyse der verschiede-

nen Gruppenarbeiten, dass es ein breites Spektrum gibt, wie Aufgaben in einer Gruppe bearbeitet und gelöst werden können.

In diesem Beitrag werden wir noch zwei weitere Szenarien detaillierter beschreiben, in denen wir ViLM seit Jahren einsetzen. Zuvor wird zum besseren Gesamtverständnis die koaktive Lernumgebung *koaLA* der Universität Paderborn dargestellt, auf die ViLM aufsetzt. Danach wird die Architektur von ViLM beschrieben, die aus der Anforderungsanalyse der Einsatzszenarien abgeleitet ist.

### 3 *koaLA*: eine koaktive Lern- und Arbeitsumgebung

Kooperatives Lernen mit neuen Medien hat durch die Konzepte des Web 2.0 neue Impulse erhalten. Neben der Verwendung von ausgereiften Technologien wie AJAX oder RSS gab es zuletzt vor allem Fortschritte hinsichtlich der Benutzbarkeit und Offenheit von Lernumgebungen. Die Diskussion um Persönliche Lernumgebungen (PLEs), die dem Lerner die weitestgehende Kontrolle über die Auswahl des Inhalts und der Art der medialen Repräsentation ermöglicht, ist in vollem Gange [Wi07,SW08] und Bildungseinrichtungen müssen sich zunehmend auf die technologischen Ansprüche der Studierenden einstellen. Auch die Möglichkeiten der Kooperation haben zugenommen und sind inzwischen essentieller Bestandteil moderner Lernumgebungen geworden: Werkzeuge wie Wikis, Weblogs und Podcasts stellen in Verbindung mit sozialen Netzwerken den Benutzer als Produzent von Inhalten respektive seine kooperativen Aktivitäten deutlich in den Mittelpunkt (vgl. [BD05]). Nicht nur beim täglichen Arbeiten, auch beim Lernen vollziehen sich Veränderungen weg von starr vorgegebenen Strukturen, hin zu offenen Umgebungen, die das Individuum in das Zentrum des Interesses stellen und eine individuellen Lern- und Arbeitsprozess zu unterstützen versucht [Ros06].

Im Rahmen eines BMBF-geförderten Projekts an der Universität Paderborn wurde die koaktive Lern- und Arbeitsumgebung *koaLA* (<http://koala.uni-paderborn.de>) entwickelt, die diesen Fokus auf Individuen aufgreift und mit den herkömmlichen Funktionen des klassischen Kursmanagements kombiniert. Über virtuelle Lern- und Arbeitsräume werden die wichtigsten Elemente und Notwendigkeiten des Lernens, der Organisation des Studiums und des Aufbaus sozialer Strukturen integriert [Rot07]. Die Umsetzung von *koaLA* als offenes System mit dem Schwerpunkt auf individuell anpassbare Lern- und Arbeitsräume wird sowohl von den Studenten als auch den Lehrenden akzeptiert. Lehrende nutzen *koaLA* zur Implementierung und zum Test neuartiger didaktischer Lehr- und Lernszenarien und erzeugen so ein Potpourri von verfügbaren und vorstrukturierten Lektionstypen.

Die koaktive Lern- und Arbeitsumgebung *koaLA* setzt auf einer bestehenden Architektur für CSCW/L-Systeme namens sTeam (<http://open-steam.org>) auf, welche bereits grundlegende Funktionalitäten für das kooperative Lernen bereitstellt. In seinem Kern implementiert der Server ein Objektmodell virtueller Wissensräume. Darauf aufbauende Anwendungen basieren also auf persistent verknüpften Raumstrukturen. Hier können verschiedene Dokumente und Kontexte verwaltet werden, in denen sich Nutzer aufhalten und bewegen können. Der Server stellte in der Vergangenheit bereits mehrfach die Basisdienste für verschiedene Lern- und Community-Plattformen. Neu in *koaLA* ist jedoch der zentrale Fokus auf soziale Netzwerkfunktionen und die Einbettung neuer kooperati-

ver Werkzeuge wie Weblogs und Podcasts neben Wikis und Foren.

Durch die Möglichkeit zur einfachen Erweiterung von *koaLA* durch neue Lernszenarien, die Anbindung an die zentralen IT Systeme der Hochschulinfrastruktur und nicht zuletzt die hohe Akzeptanz bei Studierenden und Lehrenden bot sich *koaLA* als Plattform für die Integration der ViLM-Software an.

## 4 Technische Aspekte von ViLM

In diesem Abschnitt werden die Anforderungen, die Architektur des ViLM-Projekts und die entwickelten Komponenten vorgestellt. Darüber hinaus wird die Kommunikation zwischen den Komponenten erörtert.

### 4.1 Anforderungen und eingesetzte Technologien

Da *koaLA* plattformunabhängig ist, sollten auch alle von uns entwickelten Komponenten ebenfalls plattformunabhängig gestaltet werden. So wurde das ViLM-ControlCenter (VCC) als AIR-Anwendung mit Hilfe des Adobe Flex-Frameworks<sup>2</sup> entwickelt. Das Flex-Framework ist weit verbreitet und bietet eine sehr gute Unterstützung bei der Anzeige und dem Streaming von Videos. AIR-Anwendungen können auf den gängigen Plattformen Windows, Linux und Mac OS X ausgeführt werden.

Die Videosequenzen werden über einen Streamingserver zur Verfügung gestellt. Streamingserver besitzen im Gegensatz zu HTTP-Servern den Vorteil die Datenrate eines Streams dynamisch zu verändern. Weiter erlauben sie eine präzisere Navigation in den Videos. Als Anforderungen an den Streamingserver waren die Unterstützung möglichst vielseitiger Videokompressionsstandards, das Streaming über RTMPS (Real Time Messaging Protokolls über HTTPS) und die leichte Anbindung an Flash-basierte Anwendungen für uns entscheidend. Der Open Source Java Streamingserver Red5 erfüllt die genannten Anforderungen und ist einfach zu erweitern und anpassbar.

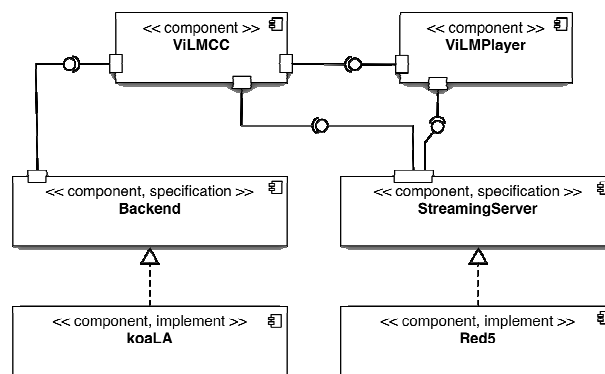


Abbildung 1: Beziehungen der ViLM-Komponenten und der Infrastruktur

<sup>2</sup> Mehr zum Flex-Framework von Adobe unter <http://www.adobe.com/products/flex/>

## 4.2 Architekturbeschreibung der Komponenten

In Abbildung 1 sind die entwickelten und integrierten Komponenten als UML-Komponenten-Diagramm dargestellt. Das VCC wurde als Interaktionsschnittstelle zum Anlegen und Verwalten von Projekten als AIR-Anwendung entwickelt. Es nutzt die Schnittstellen der Komponenten Backend, Streamingserver und ViLM-Player. Über die Schnittstellen des Backends wird die Authentifizierung sowie das Anlegen und Abrufen von Projekten ermöglicht. Des Weiteren stellt das Backend die Möglichkeit zur Verfügung, Benutzerrechte für angelegte Projekte zu vergeben. Die Implementierung des Backends ist durch *koaLA* realisiert.

Ein ViLM-Projekt besteht aus einem speziellen Ordner mit projektbezogenen Materialien, sowie einem XML-Dokument als Steuerdatei. Die Steuerdatei enthält Beschreibungen zum Projekt sowie Referenzen zu den Videosequenzen, die zu dem Projekt gehören. Die Videos werden nicht in *koaLA*, sondern über die Komponente Streamingserver gespeichert und abgerufen. Die Komponente Red5 wurde dahingehend erweitert, dass sie den Upload von Videodateien ermöglicht. Der ViLM-Player wurde speziell für das Abspielen von Annotationsprojekten entwickelt und nutzt die *koaLA*-Schnittstelle um Projekte zu laden. Hierbei interpretiert er die XML-Steuerdatei und greift auf die Projektvideos auf dem Streamingserver zu.

### Das ViLM ControlCenter (VCC)

Das VCC ist die Anwendung, um Videos zu annotieren und Annotationsprojekte zu verwalten. Mitarbeiter und Studenten besitzen unterschiedliche Möglichkeiten zur Interaktion mit dem VCC. Neue Projekte werden durch die Mitarbeiter angelegt. Sie können dabei zwischen unterschiedlichen Szenarien wählen. Jedes Szenario unterliegt einem Rechteschema, deren Rechte automatisch an das erstellte Projekt übergehen. Für neu erstellte Projekte können Lehrende einen Studenten als Projektbesitzer bestimmen und für das Projekt vorgesehene Videos direkt an den Streamingserver übertragen. Nach dem erfolgreichen Anlegen eines Projektes wird vom VCC initial die XML-Steuerdatei erstellt und in einem neuen Projektordner auf *koaLA* abgelegt.

Aus den im Abschnitt 2 dargestellten Einsatzszenarien ergeben sich Rechte für den Zugriff auf die Daten und die Möglichkeiten von deren Bearbeitung, die hier nicht in ihrer technischen Umsetzung dargestellt werden. Prinzipiell mussten jedoch Möglichkeiten bereit gestellt werden, verschiedene Streams zu synchronisieren, Phasen oder Events zu setzen sowie das Einbinden von externen Dokumenten zu erlauben.

### ViLM Player und Red5-Streamingserver

Der ViLM Player ist für das Streaming der Videodateien und für die Darstellung der annotierten Phasen, Events und der angehängten Dateien zuständig. Der Player kann als unabhängige Anwendung oder über das VCC gestartet werden. Die grafische Oberfläche besteht aus den gängigen Multimedia-Kontrollelementen Play, Pause, Stop und dem zusätzlichen Menü für annotierte Phasen. In diesem Menü können die Phase ausgewählt



werden und die jeweils dazugehörigen Beschreibungen, Kommentare und die angehängten Dateien werden angezeigt. Alle Informationen werden in einem eigenen XML-Format (ANN-Datei) gespeichert. Wird der Player über das Control-Center gestartet, dann wird die ANN-Datei mit übertragen. Im Standalone Betrieb können ANN-Dateien ausgewählt und geladen werden.

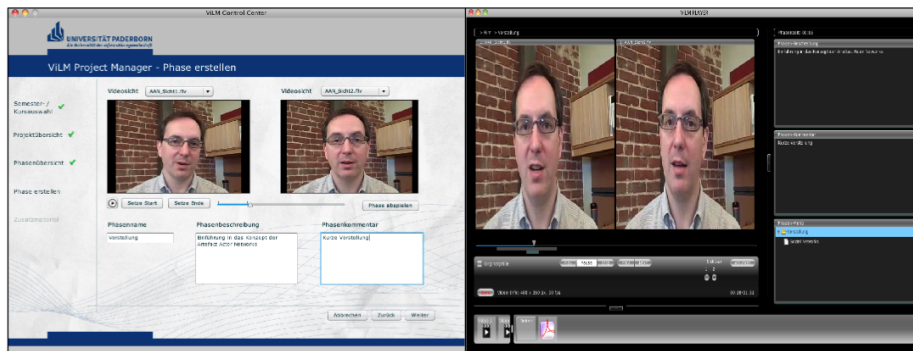


Abbildung 2: Darstellung eines ViLM Projekt im ControlCenter (links) und im Player (rechts)

Das Streaming erfolgt über das Real Time Messaging Protocol auf Basis von HTTPS (RTMPS), womit eine sichere Verbindung zwischen Player und Red5 Streaming Server gewährleistet ist. Der Player ermöglicht die Darstellung von Videos und einzelnen Phase im Vollbild-Modus und eine individuelle Lautstärkeregelung für alle verfügbaren Videos. Die Streamingzugriffe über den ViLM Player werden serverseitig nochmals gegen *koaLA* authentifiziert, um einen unberechtigten Zugriff zu verhindern. Außerdem bietet er dem ControlCenter die Möglichkeit, zu einem Projekt hinzugefügte Videodateien auf den Server zu übertragen.

## 5 Zwei häufige Einsatzszenarien für ViLM

Im Folgenden werden wir ausführlich zwei Szenarien darstellen, die die Entwicklung von ViLM maßgeblich beeinflusst haben.

### 5.1 Informatiklehrausbildung

Schulpraktische Studien sind auch in der Informatik Teil der universitären Lehrerausbildung. Die entsprechende Veranstaltung trägt den Titel „Methoden des Informatikunterrichts in Theorie und Praxis“ (MIU). Die Erfahrungen, die in der Schule gesammelt werden, sollen systematisch auf die folgende zweite Phase der Lehrerausbildung (Referendariat oder Vorbereitungsdienst) vorbereiten. Die Studierenden sollen in dieser Veranstaltung die vielfältigen Methoden des Informatikunterrichts und die Verbindungen von Theorie und Praxis kennen lernen.

## Zur Begründung der Zielsetzung

In der ersten Phase der Ausbildung zum Informatiklehrer (dem Studium) geht es – neben der fachlichen Qualifikation – auch darum Kompetenzen im Umfeld des Informatikunterrichts zu erwerben. Dies betrifft die Planung, die Durchführung und die aktive Auseinandersetzung mit Planung und Durchführung, die im Allgemeinen Reflexion genannt wird. Die Professionalisierung dieser Prozesse ist das wesentliche Ziel der zweiten Phase. Die entsprechenden Kompetenzen müssen schon im Studium fundiert werden.

Dies betrifft vor allem die Reflexion des Unterrichts, die wir durch Video unterstützen. Bei der Reflexion stellt sich den Studierenden implizit die Frage, was guter Informatikunterricht ist. Allerdings lässt sich diese Frage – und dies vermitteln wir den Studierenden auch – nicht explizit, eindeutig und kontextfrei beantworten. Allerdings können wir Hinweise auf Bewertungskriterien geben. Die Bewertung einer Unterrichtsstunde findet tatsächlich situativ vor dem Erfahrungshorizont der Bewertenden (Lehrer, Fachleiter oder Fachdidaktiker) statt. Es wird bewertet, ob Alternativen zur Planung und Durchführung der Stunden genannt werden können. Solche Alternativen lassen sich immer benennen; insbesondere in der Verwendung der Sozialformen und damit eng zusammenhängend der Unterrichtsmethoden. Die Integration einer Sicherungsphase ist ein weiterer Aspekt der Bewertung von Unterricht. Darüber hinaus ist es lernwirksamer, wenn Unterricht Methodenwechsel beinhaltet. Solche Wechsel führen offensichtlich zu größerer Aufmerksamkeit und damit zu größerer Aufnahmebereitschaft [vgl. hierzu z.B. Kl94]

Damit sind drei Aspekte genannt, mit denen bereits Studierende die Alternativen bewerten können, die es bei der Unterrichtsgestaltung gibt. Voraussetzung dafür ist, dass sie die Alternativen kennen lernen. Dies hat Auswirkungen auf die inhaltliche und methodische Gestaltung des MIU-Seminars: das Reflektieren der Unterrichtspraxis der Studierenden vor dem Hintergrund möglicher Alternativen steht im Fokus des Seminars und begründet auch den Umgang mit den Videoaufzeichnungen. Diese stellt für sich allein keine Innovation dar; Video wird schon länger genutzt. Allerdings bringt das sequentielle Anschauen einer ganzen Unterrichtsstunde nur wenige Erkenntnisse. Es müssen Ausschnitte ausgewählt werden. Der punktgenaue Zugriff auf einzelne Aspekte ist bei analogen Videos allerdings schwierig, so dass deren Nutzung sehr schnell an technische Grenzen stößt, da sehr viel Zeit mit hin- und herspulen vergeht. Für den punktgenauen Zugriff auf markante Situationen bietet sich digitalisiertes Video in Verbindung mit textuellen Anmerkungen zum Unterricht an, mit der die Reflexion dargestellt wird. Da es hierfür aber keine entsprechende Autorenwerkzeug gab, haben wir bereits 1998 begonnen, ViLM zu entwickeln. Durch die Herstellung eines solchen multimedialen Dokumentes wird dem einmaligen Ereignis einer Unterrichtsdurchführung seine Flüchtigkeit genommen. Kritik wie auch Lob zu den Unterrichtsstunden kann von den Adressaten wahr- bzw. mitgenommen (=gesichert) werden. Aus dem flüchtigen Ereignis der Unterrichtsstunde wird ein solides *Artefakt*, das insofern als *externes Gedächtnis* dient, da nicht nur der Student selbst, sondern auch alle anderen im Seminar Beteiligten darauf zugreifen können.

Das MIU-Seminar beinhaltet drei Phasen, in denen die folgenden drei Teilziele erreicht werden sollen. Die Studierenden sollen

1. lernen Unterrichtsstunden in Informatik vorzubereiten (*Vorbereitungsphase*)

2. Unterrichtsstunden in Informatik durchführen und lernen diese (möglichst direkt nach der Stunde, in einem ersten Auswertungsgespräch mit Beobachtern) zu reflektieren (*Durchführungsphase*)
3. die Unterrichtsdurchführung erneut (theoriebasiert, mittels Analyse von Videosequenzen) reflektieren und die gesammelten Erfahrungen verallgemeinern (*Reflexionsphase*)

### **Phase der Vorbereitung (ca. 4 Wochen)**

Zunächst wird ein Beobachtungsbogen erstellt. In diesem Bogen tragen die Studierenden ihre Beobachtungen ein. Die grundlegenden Sozialformen des Unterrichts, wie Lehrervortrag, Unterrichtsgespräch sowie Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit sollen als solche erkannt werden. Eingesetzte Medien werden ebenso notiert wie Tafelbilder oder Besonderheiten in der Unterrichtsdurchführung. Arbeitsblätter des beobachteten Unterrichts werden gesammelt und wenn möglich in der Lern- und Arbeitsumgebung *koaLA* eingestellt.

Im Seminar werden diese Erfahrungen durch folgende Inhalte ergänzt: Es werden eine Reihe von Unterrichtsmethoden vorgestellt, die nicht nur auf den Informatikunterricht bezogen sind. Nach Möglichkeit werden die Seminarsitzungen mit einer dieser Methoden durchgeführt (z.B. Gruppenpuzzle als spezielle Gruppenarbeit mit Expertenteams). Zudem informiert der Fachleiter Informatik, der zu einer Sitzung eingeladen wird, über den formalen Rahmen des Referendariats im Allgemeinen und die Bewertung von Unterricht im Speziellen. Darüber hinaus werden Sitzungen durchgeführt, in denen wir uns mit der Herstellung von Arbeitsblättern und Aufgaben befassen und mit dem Lernverhalten der Schüler im Unterricht.

### **Phase der Durchführung (ca. 6 Wochen)**

In dieser Phase unterrichten die Studierenden gemäß der vom betreuenden Lehrer (Mentor) geplanten Unterrichtsreihe eine Stunde selbst. Die Studierenden werden dazu angehalten, diese Planung mit ihren Kommilitonen, mit denen sie zur selben Schule gehen, gemeinsam durchzuführen, um schon hier Alternativen in die Planung einzubeziehen. Diese Unterrichtsstunde wird von zwei Kameras gefilmt. Die eine hat das Lehrerpult und die Tafel bzw. die Projektionsfläche im Blick; die andere einen möglichst großen Teil der Schüler. In besonderen Phasen, z.B. Gruppenarbeitsphasen, werden die Kameras auch auf einzelne Gruppen von Schülern gerichtet.<sup>3</sup>

Nach der Unterrichtsstunde findet zunächst ohne Blick in die Videoaufzeichnung eine Nachbesprechung mit dem Mentor und den anwesenden Kommilitonen statt. Hier erhält der Student Hinweise darauf, wie seine Leistung von außen gesehen und beurteilt wird. Diese Hinweise helfen die Videoaufzeichnung so zu betrachten und zu bearbeiten, dass sie während der dritten Phase im Kurs reflektiert werden kann.

---

<sup>3</sup> Für diese Videoaufzeichnungen holen wir uns vorher die Einverständniserklärung der Schüler bzw. der Eltern bei noch nicht volljährigen Schülern ein. Wir sichern dabei zu, dass die Aufnahmen nur intern (im Seminar) verwendet werden.

Um diese Reflexion einzuüben, ist die Videoaufzeichnung mit zwei Perspektiven ein wichtiges Hilfsmittel. In dieser Phase nutzen die Studierenden bereits die Gelegenheit, Teile ihrer Unterrichtsstunde im Seminar zu präsentieren, um von den Kommilitonen, die die Stunde nicht *live* gesehen haben und von den beteiligten Mitgliedern der Fachgruppe Didaktik der Informatik weitere Anregungen zu erhalten. Die Gegenüberstellung von Planung und Durchführung der Stunde verbindet dann Theorie und Praxis. Darüber hinaus werden an dieser Stelle methodische Alternativen der Planung und Durchführung diskutiert.

Die Bewertung von Unterricht wird dadurch als sozialer, auf Vereinbarungen beruhender Prozess implementiert, der sich zwar nicht an objektiven Maßstäben orientiert aber doch an intersubjektiven Bewertungskriterien. Die Videoaufzeichnung unterstützt die individuelle Rekonstruktion der eigenen Designentscheidungen und der dazu geäußerten Bewertungen.

#### **Phase der Reflexion (ca. 4 Wochen)**

Im Vorbereitungsdienst sind die Referendare nach jedem Unterrichtsbesuch (und insbesondere nach den beiden Prüfungsstunden) aufgefordert, ihre Unterrichtsstunde zu reflektieren. Nach der Vorbereitung in Phase 1 und Phase 2 des MIU-Seminars sollen die Studierenden hier einen ersten Versuch der Reflexion unternehmen. Dazu gestalten sie mit dem ViLM ControlCenter ein multimediales Dokument, in dem sie die Anmerkungen des Mentors, der Fachgruppen-Mitglieder und der Kommilitonen mit einbeziehen. Der Student markiert Unterrichtsphasen und bindet alle relevanten Materialien der Unterrichtsstunde ein. Dazu gehören die ursprüngliche Planung, die Arbeitsblätter, gezeigte Folien, Ergebnisse der Arbeitsprozesse, wie z.B. von Schülern erstellte Folien oder Tafelbilder usw.. Die Studierenden rekonstruieren auf diesem Weg die Unterrichtssituation und werden dafür sensibilisiert, arbeits- und lerneffektive Methoden im Unterricht einzusetzen. Vorteilhaft ist, dass sie diesen Prozess anhand des eigenen Unterrichts haben erfahren können. Basierend auf den Lerntheorien des Konstruktivismus ist das derart erstellte Multimediadokument damit auch ein methodisches Hilfsmittel, die kritische Evaluation des eigenen Unterrichtsverhaltens einzuüben, anstatt die Kriterien guten Unterrichts nur zu dozieren und abzufragen.

#### **5.2 Schulung von Informatik-Tutoren**

Schon seit mehr als 10 Jahren werden im Institut für Informatik an der Universität Paderborn studentische Tutoren, die in Übungsgruppen des Bachelor-Studiums eingesetzt werden, für ihre Aufgabe geschult. Als wesentliches Ziel dieses Vorbereitungskurses sollen die Studierenden den Wechsel der Perspektiven verstehen lernen, der notwendig ist, wenn man nun andere Studenten unterrichtet und auf verschiedenen operationalen Ebenen agieren muss [RM08]. Um diese Ziele zu erreichen, ist der Kurs in zwei Teile aufgeteilt. Der erste Teil des Kurses findet vor Beginn der Vorlesungszeit statt; der zweite während des Semesters.

Der erste Teil beinhaltet zum einen eine Phase, in der die zukünftigen Tutoren den Umgang und die Arbeit mit *koaLA* einüben. Zusätzlich findet ein einleitender Workshop statt, in dem unter anderem verschiedene Situationen aus Übungsgruppen simuliert wer-

den. Dies geschieht unter Anleitung der hierfür abgestellten Mitarbeiter des Institut für Informatik, die wir im Folgenden Mentoren nennen. Diese Simulationen werden mit einer Kamera aufgezeichnet und mit den Teilnehmern diskutiert. Ziel dabei ist, dass übliche (Anfänger-)Fehler aufgedeckt werden, eine Vorbereitung für unvorhergesehene Situationen stattfindet, die Nutzung von Multimedia-Evaluationsinstrumenten trainiert wird und existierende Ängste gelindert werden. Die Videoaufzeichnungen werden direkt nach der Aufnahme betrachtet, so dass es hier nicht angebracht ist ViLM schon in dieser Phase zu nutzen.

Dieser Workshop wird schon länger durchgeführt. In den letzten Jahren ist man zusätzlich dazu übergegangen, während des Semesters einige Besprechungen mit den jetzt aktiven Tutoren zusammen mit den Mentoren durchzuführen. Die aufgelaufenen Erfahrungen und Probleme werden diskutiert. Dazu ist jeder studentische Tutor zu einer Beobachtungsgruppe zugewiesen worden. Jeder Tutor wird während des Semesters zwei Mal von anderen in seinem Tutorium besucht. Die Besucher füllen hierbei einen ausführlichen Beobachtungsbogen aus, in dem Befunde und Bemerkungen zum Ablauf der Übungsgruppe und zum Verhalten des Tutors festgehalten werden. Die beobachtete Übungsstunde wird (wieder nur mit einer Kamera) aufgezeichnet und wird dem entsprechenden Tutor zur Verfügung gestellt. Mit dem Beobachtungsbogen und der Videoaufzeichnung kann der Tutor nun seine Lehrtätigkeit nachvollziehen und die bemerkenswerten Phasen entsprechend annotieren. Aus Datenschutzgründen (eigentlich rechtliche Gründe zum Schutz der Privatsphäre des Tutors) können nur die Mentoren und der jeweilige Tutor selbst auf das Multimedia-Dokument zugreifen. Die anderen am Kurs teilnehmenden Studenten sehen nur die Phasen, die von dem präsentierenden Tutor ausgewählt wurden und im Workshop mit dem ViLM-Player gezeigt werden.

In den Workshops zur Mitte und zum Ende des Semesters präsentieren die studentischen Tutoren diese markanten Phasen ihrer eigenen Tutorien mit dem ViLM-Player und stellen Bezüge zu den Bemerkungen auf den Beobachtungsbögen her. Die Phasen werden zusammen mit den Tutoren, der Beobachtungsgruppe und allen anderen Teilnehmern im Tutorentraining diskutiert. Darüber hinaus werden durch die Mentoren spezielle Aspekte benannt, die zur Einschätzung des Tutorenverhaltens wichtig sind. Die sind z.B. der Mediengebrauch, des Verhalten während einer Gruppenarbeitsphase oder Reaktionen auf Fragen.

## **6 Fazit und weitere Perspektiven**

In diesem Beitrag haben wir ViLM und seine Komponenten im Kontext der im Moment hauptsächlich praktizierten Anwendungsszenarien und seiner Einbettung in die universitäre LMS (*koaLA*) vorgestellt. Das ViLM-ControlCenter und der ViLM-Player erlauben es den Studierenden, sich im Wesentlichen auf die Reflexion ihres unterrichtlichen Handelns zu konzentrieren, ohne dass der technische Aufwand so groß ist, dass er von dem Nutzen aufgeessen wird. Dies war nicht immer so, ist aber ein Erfolg der langjährigen Entwicklungen. Es wird weiterhin unser Ziel sein, durch fortwährende Evaluation den Mehrwert von ViLM für die Studenten zu verbessern, indem den Entwicklern Hinweise gegeben werden, wie und wo das System optimiert und weiter ausgebaut werden kann.

Bis heute sind die beiden ausführlich dargestellten Szenarien erfolgreich in die Praxis umgesetzt worden. Unsere künftigen Entwicklungen werden sich auf die weiteren Szenarien konzentrieren, die wir im Abschnitt 2 dargestellt haben. Basierend auf unseren eigenen Erfahrungen und denen anderer Projekte, die sich auf die videogestützte Analyse sozialer Interaktionen stützen [Me09, St10], sollte die Entwicklung von ViLM nicht stagnieren. Denkbar ist ein „Scene Graph Editor“, der es den Studenten erlaubt, die Szenen eines Videos so darzustellen, dass die Abschnitte erkennbar sind und gemäß inhaltsbezogener Kriterien eine nicht lineare Anordnung erfolgt. Darüber hinaus ist es denkbar, eine Sammlung von Video-Schnipseln (ViLM-Tube) mit Lern- und Lehrszenarien anzulegen, z.B. zum Unterrichtseinstieg, zur Gruppenarbeit oder zur Arbeit mit den Rechnern. Last but not least können wir uns vorstellen ein Annotationswerkzeug zu implementieren, das „social-tagging“ der Schnipsel entsprechend einer LPO (learning process ontology) ermöglicht und zur Informationsbeschaffung über das Lehren und Lernen dient.

## Literaturverzeichnis

- [BD05] Beuschel, W., Draheim, S.: Potenziale kooperativer Medien für neue Lehr- und Lernformen – das Beispiel Weblogs. In (Fellbaum, K. Hrsg.): Grundfragen multimedialen Lehrens und Lernens, Shaker Verlag, Aachen, 2005; S. 225–236.
- [Bl04] Blömeke, S. et al.: Gestaltung von Unterricht – Eine Einführung in die Didaktik. 2004.
- [HR05] Hampel, T., Roth, A.: Rapid Development of Non-Monolithic CSCL-Applications - About the Benefits of Using a Prescribed Terminology in Web Programming. In: Proceedings of the E-Learn 2005, Seiten 2095-2102.
- [Ke07] Keil, R.: Medienqualitäten beim eLearning: Vom Transport zur Transformation von Wissen. In: Bibliothek, 31(1), 2007; S. 41-50.
- [KI94] Kippert, H.: Methodentraining. Übungsbausteine für den Unterricht. Beltz Verlag, Weinheim und Basel, 1994.
- [Ma99] Magenheimer, J.: ViLM: Visualization of Learning and Teaching Strategies with Multimedia in Teacher Education. In: Proceedings of ED-MEDIA, 1999; S. 1593-1594.
- [Me09] Meixner, B. et al.: SIVA Producer – A Modular Authoring System for Interactive Videos. In: Proceedings of I-KNOW and I-SEMANTICS, 2009, S. 215-225.
- [MS00] Magenheimer, J., Schubert, S.: Evaluation of teacher education in informatics. In: (Benzie, D.; Passey, D., Eds.): Proceedings of WCC, 2000, S. 181-184.
- [RM08] Reinhardt, W., Magenheimer, J.: Modulares Konzept für die Tutorenschulung in der universitären Informatikausbildung. In: (Schwill, A., Editor), Commentarii informaticae didacticae, Vol 1, 2008.
- [Ros06] Rosenberg, M. J.: What Lies Beyond E-Learning? Pfeiffer, 2006.
- [Rot07] Roth, A. et al.: koaLA – Integrierte Lern- und Arbeitswelten für die Universität 2.0. In (Eibl, C. et al. Hrsg.): Tagungsband der DeLFI 2007.
- [St10] Stephan, A. et al.: Autorentool für interaktive Videos im E-Learning. In (Breitner, M. H. et al. Eds): E-Learning 2010, Springer, Berlin, Heidelberg, 2010, S. 143-154.
- [SW08] Schaffert, S., Hitzensauer, W.: On the way towards Personal Learning Environments: Seven crucial aspects. In: eLearning Papers, Nummer 9, Juli 2008.
- [Wi07] Wilson, S. et al.: Personal Learning Environments: Challenging the dominant design of educational systems. In: Journal of e-Learning and Knowledge Society, Nummer 2, 2007.

# Entwicklung eines Frameworks für semi-automatisches Feedback zur Unterstützung bei Lernprozessen

Daniel Herding<sup>1</sup>, Marc Zimmermann<sup>2</sup>, Christine Bescherer<sup>3</sup>, Ulrik Schroeder<sup>4</sup>

LuFG Informatik 9  
RWTH Aachen University  
Ahornstraße 55  
52074 Aachen

herding@informatik.rwth-aachen.de<sup>1</sup>  
schroeder@informatik.rwth-aachen.de<sup>4</sup>

Institut f. Mathematik u. Informatik  
PH Ludwigsburg  
Reuteallee 46  
71634 Ludwigsburg

zimmermann01@ph-ludwigsburg.de<sup>2</sup>  
bescherer@ph-ludwigsburg.de<sup>3</sup>

**Abstract:** Feedback gibt es für Studierende an Hochschule zumindest in den ersten Semestern oft nur in Form von Punkten oder Noten in den Klausuren bzw. gelösten Übungsaufgaben. Ein individuelles Feedback auch zu den Lernprozessen ist aufgrund der Rahmenbedingungen meist nicht möglich. Intelligente Tutoriensysteme können automatisch Fehlermeldungen und Tipps generieren, bieten aber nicht in allen Fällen einen vollwertigen Ersatz für menschliche Tutoren. Wir diskutieren in diesem Beitrag Aspekte von manuellem und automatischem Feedback und stellen eine semi-automatische Mischform vor. Wir präsentieren ein Framework, mit dem eLearning-Anwendungen mit Funktionen für semi-automatisches Feedback versehen werden können. An prototypischen Anwendungen wird die Funktionsweise beispielhaft erläutert, und erste Erfahrungen mit der Software werden geschildert.

## 1 Einleitung

Eine gute Betreuung der Studierenden ist wesentliche Voraussetzung für deren Erfolg im Studium [HSS03, S. 66]. Dazu zählt neben zusätzlichen Veranstaltungsangeboten auch, individuelle Lernprozesse zu begleiten und zu fördern. An Hochschulen – insbesondere in mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Fächern – besteht die Schwierigkeit, dass viele Einführungsveranstaltungen eine große Teilnehmerzahl haben. Hier erhalten die Lernenden oft nur summatives Feedback (in Form von Punkten oder Noten), hingegen wird formatives, elaboriertes Feedback kaum angeboten. Formatives Feedback ist jedoch im Hinblick auf Lernvorgänge wichtig und sollte schon während des Lernprozesses gegeben werden. Eine intensive individuelle Betreuung der bis zu 1000 Studierenden pro Veranstaltung würde aber personelle und finanzielle Möglichkeiten übersteigen.

Im Projekt SAiL-M<sup>1</sup> werden Konzepte erforscht und Werkzeuge entwickelt, um den Schwierigkeiten, die an Hochschulen diesbezüglich bestehen, entgegenzuwirken. In

---

<sup>1</sup>SAiL-M: Semi-automatische Analyse individueller Lernprozesse in der Mathematik. <http://www.sail-m.de/>

diesem Projekt werden zum einen aktivierende Lernumgebungen zum Mathematiklernen an der Hochschule und zum anderen Prototypen für die Dokumentation, Auswertung und Feedbackmöglichkeiten der Lernprozesse von Studierenden entwickelt.

## 2 Feedbackmöglichkeiten

Es gibt mehrere Theorien zur Qualität guter Rückmeldungen und wie diese an einen Lernenden gegeben werden sollten. Im Folgenden werden einige dieser Theorien diskutiert und es wird eine Möglichkeit aufgezeigt, wie diese auf den Computertutor übertragen werden können.

### 2.1 Manuelles Feedback

An Hochschulen, vor allem in mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Fächern, ist heutzutage noch immer ein „traditionelles“ Konzept für die Organisation des Übungsbetriebs verbreitet [Ho01]. Dieses sieht häufig so aus, dass wöchentlich Übungsblätter von den Studierenden bearbeitet und zu einem bestimmten Zeitpunkt abgeben werden müssen. Tutoren korrigieren und bewerten die abgegebenen Lösungen, anschließend werden diese in den wöchentlichen Präsenzübungen besprochen. In den Übungen stellt dann meist ein Experte (Professor, Assistent oder Tutor) die Musterlösung vor. Die einzigen Rückmeldungen, welche die Studierenden bekommen, sind Noten, Punktzahlen oder einige Korrekturnotizen zu den abgegebenen Aufgaben. Diese beziehen sich aber nur auf die abgegebene, endgültige Lösung, während Schwierigkeiten, die im Laufe des Lösungsprozesses auftraten, unberücksichtigt bleiben. Für viele Studierende bietet diese Form der Rückmeldung bei der beschriebenen Veranstaltungskonzeption deshalb keine ausreichende Unterstützung für ihre Lernprozesse.

Eine effektivere Form der Unterstützung bietet die individuelle Betreuung durch einen Tutor [Bl84]. Moore et al. nennen zwei Aspekte, die ein guter Tutor beachten sollte, wenn er Rückmeldungen gibt [Mo04, S. 3]. Zum einen sollte der Tutor die *Autonomie* des Lernenden beachten. Die Lösung einer Aufgabe sollte zum großen Teil möglichst eigenständig erarbeitet werden. Anderson [An83] gibt ebenfalls an, dass das Problem immer von den Lernenden selbst gelöst und nicht vorgegeben werden soll. So sollten auch die gemachten Fehler möglichst selbst erkannt werden und es sollte zunächst vermieden werden, dass der Tutor die Probleme sofort vollständig behebt [Fo91]. Die *Anerkennung* der Leistung des Lernenden ist der zweite Aspekt bei Moore et al. Der Tutor sollte, wann immer möglich, positives Feedback geben. Damit Rückmeldungen nicht demotivierend wirken, müssen sie immer an den jeweiligen Lernenden angepasst werden. Der Feedbackgebende muss dabei entscheiden, welche Rückmeldung er zu welcher Zeit an den Lernenden gibt [Li91; LPS90].

Die Schwierigkeit, den Lernenden angemessenes und individuelles Feedback zu geben, stellt sich dabei nicht nur in großen Vorlesungen, sondern auch in kleinen Übungsgruppen. Da Lernprozesse kontinuierlich über eine längere Zeit hinweg beobachtet werden müssen, können Tutoren nicht alle Prozesse von 20 bis 30 oder auch mehr Studierenden



verfolgen, vor allem nicht, wenn sie diese nur einmal in der Woche sehen. Studierende sollten aber die Möglichkeit haben, ein prozessorientiertes Feedback zu erhalten, wenn sie es benötigen [BS09, S. 432]. Eine Rückmeldung, zum Beispiel zur Qualität der verwendeten Argumente oder Darstellungen, kann jedoch komplex und zeitaufwändig sein.

Learning-Management-Systeme (LMS) können den organisatorischen Aufwand des Übungsbetriebes (Abgabe und Bewertung der Übungsblätter) reduzieren. Einige LMS bieten zusätzlich die Möglichkeit, dass die Studierenden eine (Zwischen-)Version ihrer Lösung einreichen können. Erlaubt ein solches LMS dem Tutor außerdem, bereits vor Ablauf der Abgabefrist Feedback einzutragen, ist es prinzipiell möglich, dem Lernenden begleitendes Feedback zu geben. Beispielsweise ist dies mit dem *L<sup>2</sup>P-Übungsbetrieb*, welcher an der RWTH Aachen eingesetzt wird, realisierbar. In einer Pilotphase wurde dieses Feature jedoch kaum genutzt. 48% der befragten Studierenden gaben an, „dass sie ausschließlich fertiggestellte Lösungen hochladen würden“, und nur 6% hätten begleitendes Feedback erhalten [St09, S. 292]. Die Ablehnung, Zwischenversionen hochzuladen, wurde zumeist „mit dem zeitlichen Aufwand bei der mehrfachen Bedienung des Systems begründet“ [ebd.].

## 2.2 Automatisches Feedback

Rütter unterscheidet zwischen geschlossenen, halboffenen und offenen Aufgaben [Rü73, S. 52f.]. Bei geschlossenen Aufgaben wählt der Lernende aus einer Reihe von Optionen (z.B. Multiple Choice), bei halboffenen sind die Optionen nicht eingegrenzt, es gibt aber eine zuvor definierte Menge korrekter Antwortmöglichkeiten (z. B. Lückentext), und bei offenen Aufgaben ist die Anzahl möglicher korrekter Lösungen nahezu unbeschränkt (z. B. Aufsatz, Programmieraufgabe). Feedbackstrategien zu geschlossenen und halboffenen Aufgaben wurden bereits intensiv untersucht; Klassifikationen nach inhaltlichen Komponenten finden sich beispielsweise in [MB99] und in [Na06]. Zudem gibt es eine Vielzahl an Werkzeugen, mit denen sich elektronische Multiple-Choice-Tests, Lückentexte etc. erstellen und automatisch auswerten lassen. Wir wollen uns darum im Folgenden auf offene Aufgaben fokussieren.

Da bei offenen Aufgaben die Menge der möglichen korrekten Antworten nicht beschränkt ist, ist das Generieren von sinnvollem Feedback deutlich komplexer als bei geschlossenen oder halboffenen Aufgaben. Sollen die Lernenden etwa einen Aufsatz schreiben, lassen sich zwar bestimmte Aspekte wie die Rechtschreibung recht zuverlässig automatisch prüfen, nicht aber der Inhalt. Insbesondere in mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern gibt es aber auch Arten von offenen Aufgaben, die sich mittels Intelligent Assessment [Mü06] vollautomatisch überprüfen lassen. Beispielsweise kann bei einfachen Programmieraufgaben mithilfe von Testfällen automatisch ermittelt werden, ob eine abgegebene Lösung den Anforderungen entspricht. Das Übungssystem *DUESIE* [HQW08] kann z.B. überprüfen, ob sich ein eingereichter Quellcode fehlerfrei kompilieren lässt und ob zu einer bestimmten Eingabe die erwartete Ausgabe generiert wird. Jeder Student kann aber nur eine einzige Lösung pro Aufgabe einreichen. Der Lernende erhält also lediglich Feedback zu seiner endgültigen Lösung und keine Unterstützung in seinem Lösungsprozess.

Ein anderer Ansatz wird bei eLearning-Software verfolgt, die dem Lernenden schon während der Bearbeitung einer Aufgabe Feedback zu einzelnen Schritten liefert. Derartige Anwendungen greifen auf das Prinzip des Model Tracing zurück. Dabei wird jede Aktion des Benutzers automatisch verfolgt und daraufhin untersucht, ob sie nach den Regeln der Domäne zulässig und zielführend ist [Me92, S. 284]. Umgesetzt wurde dieses Prinzip unter anderem im *OU Exercise Assistant* [HJG10], mit dem Studierende die Transformation einer aussagenlogischen Formel in disjunktive Normalform (DNF) einüben können. Nach jeder Umformung, die der Benutzer durchführt, überprüft ein Termersetzungssystem, ob sie den Gesetzen der Booleschen Algebra (z.B. Kommutativgesetz, Eliminierung einer Implikation) folgt und ob sie für das Erreichen der DNF strategisch sinnvoll ist. Der Benutzer erhält daraufhin Feedback zu seinem Schritt; zudem kann er in Situationen, in denen er nicht weiter weiß, einen automatisch generierten Tipp einholen. Der *PACT Geometry Tutor* [AK00] ist ein weiteres Beispiel für eine Anwendung, in der das Prinzip des Model Tracing umgesetzt ist.

Es stellt sich die Frage, zu welchem Zeitpunkt automatisches Feedback gegeben werden sollte. Eine Möglichkeit ist, das System den Feedbackzeitpunkt bestimmen zu lassen (Push-Strategie). Beispielsweise kann es Fehler sofort melden, wenn sie gemacht werden. Eine abgeschwächte Variante dessen ist, Feedback zu geben, sobald zwei Fehler gemacht wurden [AK00, S. 10]. Die Alternative besteht in einer Pull-Strategie, bei der der Lernende selbst entscheidet, wann er Rückmeldungen erhalten möchte. Dieses Prinzip wird im didaktischen Design Pattern *FEEDBACK ON DEMAND* [BS09] beschrieben. Alevon und Koedinger setzen sich kritisch mit der Frage auseinander, ob Studierende über die metakognitive Fähigkeit verfügen, ihr eigenes Hilfebedürfnis zu erkennen. Ergebnis ihrer Analyse ist, dass Studierende zwar statische Hilfestellungen (z. B. Glossare) nur selten nutzen, aber dynamisches Feedback deutlich häufiger selbstständig abrufen [AK00].

### 2.3 Vergleich von automatischem und manuellem Feedback

Automatisches Feedback bietet den Vorteil, dass die Lehrenden entlastet werden. Andererseits kann ein fachlich und didaktisch versierter Tutor qualitativ besseres Feedback geben als ein Computerprogramm. In Abschnitt 2.1 wurden die Aspekte *Autonomie* und *Anerkennung* genannt, die gute menschliche Tutoren auszeichnen. Während es technisch einfach ist, positives Feedback in einer Lernsoftware zu implementieren und somit den Aspekt der Anerkennung auf das automatische Feedback zu übertragen, ist es weitaus schwieriger, die Autonomie zu wahren. „The goal of encouraging the student to tackle as much of the problem solving effort as possible suggests that human tutorial feedback may be superior in this regard to computer tutors” [Me92, S. 298]. Die Schwierigkeit liegt dabei darin, einerseits die Eigenständigkeit des Lernenden zu wahren, um ein entdeckendes Lernen zu ermöglichen, andererseits aber zu verhindern, dass der Lernende frustriert wird, weil er die Aufgabe nicht lösen kann.

Ein erfahrener menschlicher Tutor kann diese Balance finden. Das liegt erstens daran, dass er gut abschätzen kann, wie viel Hilfe der Lernende benötigt, um eigenständig weiterarbeiten zu können. Zweitens kann er Hinweise sehr viel subtiler vermitteln als ein

Computer, weil er zur Kommunikation über eine weit höhere Bandbreite an Aktionsmöglichkeiten verfügt. Beispielsweise kann eine kurze Redepause bereits ausreichen, um einem Lernenden zu signalisieren, dass er soeben einen Fehler gemacht hat [Mo04, S. 1]; er kann auf problematische Stellen zeigen, seine Betonung ändern [Me92, S. 298], Diskussionen beginnen etc. Da einem Computer diese Kommunikationskanäle nicht zur Verfügung stehen, ist es nicht möglich, ähnlich subtiles automatisches Feedback zu erzeugen. Zwar beschreiben Moore et al. [Mo04] ein Programm, das mithilfe eines Bayes'schen Netzes versucht, die Autonomie- und Anerkennungsbedürfnisse des Benutzers zu ermitteln und darauf abgestimmtes dynamisches Feedback zu generieren. Die Entwicklung eines solchen Mechanismus ist aber mit einem erheblichen Mehraufwand verbunden, weil nicht nur ein Modell der Lösungsschritte erstellt und aktuell gehalten werden muss (Model Tracing), sondern auch ein Modell der Fähigkeiten des Lernenden (Knowledge Tracing [AK00, S. 2]).

## 2.4 Semi-automatisches Feedback

Eine Alternative dazu, eine sinnvolle Detailstufe des Feedbacks heuristisch zu bestimmen, besteht darin, den Lernenden selbst entscheiden zu lassen, wie viel Hilfe er benötigt. Ist zum Beispiel ein automatisch generierter Tipp nicht spezifisch genug, um dem Lernenden weiterzuhelfen, kann dieser weitere, detailliertere Tipps anfordern. Detailliertes automatisches Feedback kann in Einzelfällen nicht ausreichen, um dem Lernenden die Lösung zu ermöglichen. Aus diesem Grund bietet sich das semi-automatische Feedback an. Dabei wird die Lernsoftware so gestaltet, dass sie typische Lösungen erkennen und mit Mitteln des *Intelligent Assessment* [SK07] automatisches Feedback zu Standardfehlern geben kann. Löst ein Student eine Aufgabe auf ungewöhnliche Weise, oder kommt er in eine Situation, in der ihm die automatisch generierten Hinweise nicht ausreichen, kann er einen menschlichen Tutor kontaktieren. Dieser kann ihm dann die Hilfe geben, die er benötigt.

Es besteht jedoch immer die Gefahr, dass das System der automatischen Hilfe missbraucht wird. Alevén und Koedinger beobachteten diesen Effekt beim Einsatz des *PACT Geometry Tutor*. „In the vast majority of cases in which they asked for help [...], students repeated their help request until they reached the bottom out hint. It may be that in most of these cases, students quite deliberately did not read the intermediate hint levels and read only the bottom out message, which [...] hands them the correct answer” [AK00, S. 8f.]. Darum ist der Aufwand, Feedback in mehreren Detailstufen zu implementieren und zu formulieren, nur dann zu rechtfertigen, wenn es einen Mechanismus gibt, der den Lernenden davon abhält, sofort das Feedback der höchsten Detailstufe auszuwählen.

Spannagel und Kortenkamp [SK07] beschreiben ein Szenario, in dem Schüler die Aufgabe erhalten, mithilfe des Dynamischen Geometriesystems *Cinderella* eine Mittelsenkrechte zu konstruieren. Im Hintergrund wird die Benutzerinteraktion mit *Jacareto* aufgezeichnet und automatisch analysiert. Das beschriebene System erkennt Standardlösungen automatisch, es können jedoch auch nicht vorgesehene, aber dennoch korrekte Konstruktionen vorkommen. Die dazugehörigen Aufzeichnungen „könnten dann im Sinne von *Intelligent Assessment* der Lehrperson zur Überprüfung übergeben werden“ [SK07, S.

4]. Allerdings liefert das System dem Benutzer während des Lösungsprozesses noch keine Rückmeldungen; es beschränkt sich auf semi-automatisches Assessment. Im Folgenden wird ein Framework beschrieben, das semi-automatisches Feedback ermöglicht und die Übermittlung von Zwischenlösungen anbietet.

### 3 Das Framework *Feedback-M*

Bei der Entwicklung einer neuen eLearning-Anwendung mit Feedback- und Tipp-Feature ist es unumgänglich, das Model Tracing zu implementieren und Feedbacktexte zu formulieren, da diese Aspekte domänenabhängig sind. Darüber hinaus fällt aber Entwicklungsarbeit für die Datenstrukturen und die grafische Oberfläche (GUI) der Feedback-Funktion an. Soll auch semi-automatisches Feedback angeboten werden, ist zusätzlich die Implementierung eines Mechanismus zur Übertragung von Anfragen über das Internet sowie einer dazugehörigen GUI notwendig. Um diesen Overhead zu reduzieren, wurde im Rahmen des SAiL-M-Projekts das Framework *Feedback-M* entwickelt.

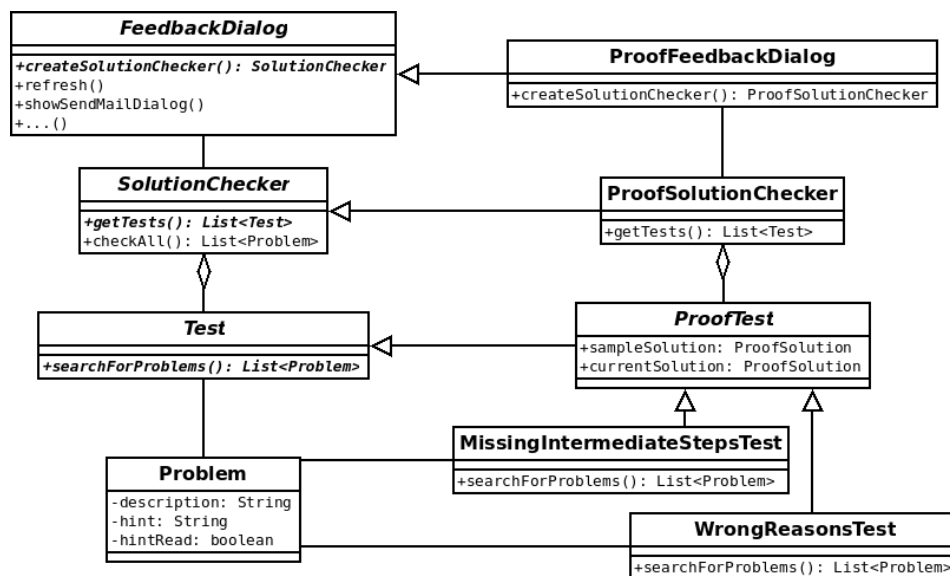


Abbildung 1: Vereinfachtes Klassendiagramm einiger Feedbackkomponenten von *Feedback-M* (links) und *ColProof-M* (rechts).

*Feedback-M* wurde in Java programmiert und unter der GNU General Public License veröffentlicht<sup>2</sup>. Wichtigste GUI-Komponente ist der Feedback-Dialog. Möchte der Lernende den derzeitigen Stand seiner Lösung im Feedback-Dialog überprüfen, erstellt ein Solution-Checker eine Reihe von Tests, führt diese aus und stellt die gefundenen Probleme im Feedback-Dialog dar (siehe Abb. 3). Welche Tests benötigt werden, hängt allein

<sup>2</sup> <http://www.sail-m.de/sail-m/FeedbackM>

von der Domäne der Anwendung ab; konkrete Tests sind deshalb kein Bestandteil von *Feedback-M*.

Der Lernende hat die Möglichkeit, die gemeldeten Probleme selbstständig zu beheben. Ist ihm die Fehlermeldung dafür nicht detailliert genug, kann er sich einen zusätzlichen Tipp zum jeweiligen Problem geben lassen. Um den in Abschnitt 2.4 beschriebenen Missbrauch des Tipp-Features zu verhindern, kann die Anzahl pro Aufgabe verfügbarer Tipps begrenzt werden. Löst der Lernende die Aufgabe, dient das Dialogfenster auch dazu, ihn zu loben; er erhält einen zusätzlichen Glückwunsch, wenn er auf keine oder nur wenige Tipps zurückgegriffen hat.

Studierende, die zusätzliche Hilfe bei der Bearbeitung einer Aufgabe benötigen, können direkt aus dem Feedback-Dialogfenster heraus eine E-Mail an ihren Tutor senden. *Feedback-M* ist somit ein Framework für semi-automatisches Feedback. Auf Wunsch wird der momentane Lösungsstand an die E-Mail angehängt. Der Aufwand für das Versenden einer E-Mail wurde möglichst gering gehalten, um die beim *L<sup>2</sup>P-Übungsbetrieb* (s. Abschnitt 2.1) beobachteten Effekte zu vermeiden. Andererseits ist die E-Mail-Funktion nur aus dem Feedback-Dialogfenster heraus erreichbar. Dahinter steckt die Idee, dass die Studierenden zunächst versuchen sollen, mittels des automatischen Feedbacks ihr Problem eigenständig zu beheben, bevor sie ihren Tutor um Hilfe bitten.

Als Alternative zum E-Mail-Versand wurde eine Funktion erwogen, die die Anfrage in ein Learning Management System (LMS) hochlädt; doch während es an den verschiedenen Hochschulen viele unterschiedliche LMS gibt, sind E-Mails universell verbreitet. Zudem rufen Tutoren üblicherweise ihre E-Mails öfter ab, als sie ein LMS verwenden. Dies erhöht die Chancen, dass die Studierenden zeitnah Antwort erhalten.

## 4 Beispielimplementierungen

Ebenfalls im Rahmen des SAiL-M-Projekts wurden mehrere eLearning-Anwendungen entwickelt, die auf das *Feedback-M*-Framework zurückgreifen. Die Anwendungen richten sich primär an Lehramtsstudierende im Fach Mathematik.

Mit der Anwendung *ColProof-M* können Studierende das Führen direkter Beweise einüben, beispielsweise, indem sie die Korrektheit des Satzes des Thales zeigen. Dabei müssen sie jeden Beweisschritt ausführlich begründen, da sie dies zukünftig als Lehrpersonen auch im Unterricht machen müssen. Zu Beginn sieht der Benutzer ein virtuelles Buch mit einigen Sätzen und eine mit den gegebenen Aussagen gefüllte Tabelle, außerdem eine Gedankenblase mit zur Verfügung stehenden Aussagen (siehe Abb. 2). Es gilt nun, Aussagen aus dieser Gedankenblase in die Tabelle zu verschieben und mit Sätzen und/der im Beweis weiter oben stehenden Aussagen zu begründen. Es handelt sich lediglich um eine prototypische Anwendung, die sachliche Korrektheit einer Lösung wird mithilfe einer Musterlösung verifiziert.

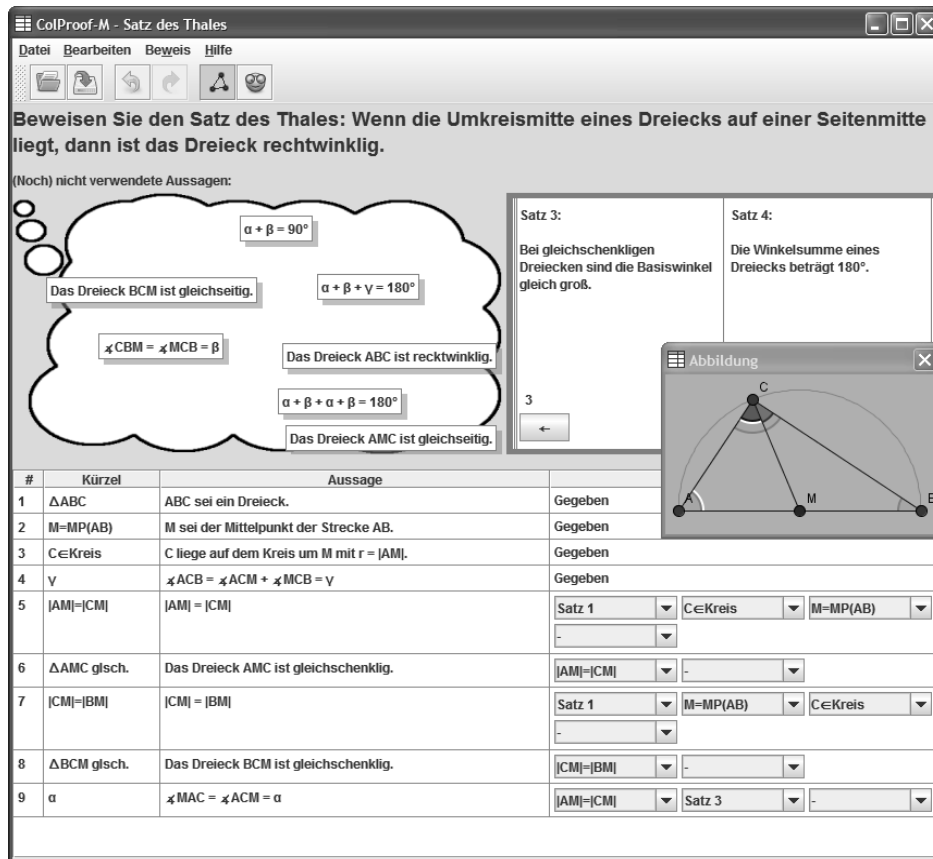


Abbildung 2: Das Beweistool ColProof-M.

Der Benutzer kann, wann immer er seinen Lösungsstand überprüfen will, das Feedback-Dialogfenster öffnen. Dabei werden nicht nur Fehler gemeldet, sondern, soweit möglich, auch positive Aspekte der Lösung hervorgehoben. Exemplarisch werden im Folgenden einige Rückmeldungen dargestellt:

- „Die Begründung zu Beweisschritt 5 ist nicht falsch. Allerdings wäre der Beweis leichter nachvollziehbar, wenn Sie einen Zwischenschritt einsetzen.“ (fordert der Benutzer hierzu einen Tipp an, wird er auf eine geeignete Aussage hingewiesen)
- „In Beweisschritt 6 haben Sie eine oder mehrere richtige Begründungen ausgewählt. Es fehlen dort aber noch weitere Begründungen.“ (Tipp: Hinweis auf eine mögliche Begründung)

- „Sie haben den Beweis erfolgreich abgeschlossen, und das ohne einen einzigen Tipp zu lesen! Gut gemacht!“
- „Sie versuchen den Beweis mit eigenen Aussagen zu führen. Dies ist ein guter Ansatz, allerdings kann die Korrektheit Ihres Beweises nicht mehr automatisch geprüft werden. Bitte senden Sie Ihre Lösung an Ihren Tutor, wenn Sie fertig sind oder wenn Sie nicht mehr weiter kommen.“

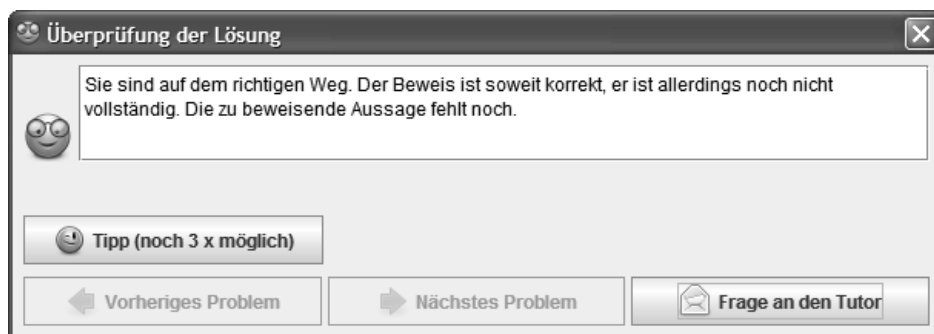


Abbildung 3: Darstellung einer Rückmeldung im Feedback-Dialogfenster von *ColProof-M*.

*MoveIt-M* [Fe10] ist eine weitere Lernumgebung, die das *Feedback-M*-Modul verwendet. Mit dieser sollen Studierende erlernen, dass Kongruenzabbildungen in der Geometrie durch maximal drei Verkettungen von Achsenspiegelungen darzustellen sind (Reduktionssatz). Das von *MoveIt-M* verwendete dynamische Geometriesystem (DGS) *Cinderella* [RGK10] ermöglicht es, grafisches Feedback darzustellen. *Feedback-M* wird verwendet, um textuelles Feedback anzuzeigen und den Studierenden die Möglichkeit zu geben, E-Mails an ihre Tutoren zu senden. Der jeweilige Tutor erhält mit der Anfrage des Studenten einen Screenshot der aktuellen Konfiguration. Dieser kann dem Tutor helfen, das Problem nachzuvollziehen und die benötigte Hilfe zu bieten.

*SetSails!* [ZH10] ist eine eLearning-Anwendung zur Mengenalgebra, in die ebenfalls das Modul *Feedback-M* eingebaut wurde. Die Aufgabe in dieser Anwendung ist es, mittels algebraischer Umformungen die Korrektheit einer mengenalgebraischen Äquivalenz wie z. B.  $(A \setminus B) \cap C = (A \cap C) \setminus B$  zu zeigen.

## 5 Erste Evaluation

Im Sommersemester 2009 wurden an der PH Ludwigsburg Lehramtsstudierenden der Mathematik Vorabversionen von *ColProof-M* und *MoveIt-M* zur Verfügung gestellt, mit denen sie ihre Übungsaufgaben bearbeiten konnten. Ebenso konnten die Studierenden im Wintersemester 2009/10 eine Vorabversion von *SetSails!* einsetzen. In beiden Fällen war das Feedback-Feature jedoch noch nicht fertig gestellt; beispielsweise konnten die Studierenden noch nicht aus dem Programm heraus Anfragen an ihre Tutoren stellen. Da die Studierenden die Übungen zudem auf ihren privaten Computern bearbeiteten, konnten wir die Nutzung des automatischen Feedbacks nicht auswerten.

Um die Software – insbesondere das Feedback-Modul – evaluieren zu können, wurden im momentan laufenden Sommersemester 2010 die Studierenden eingeladen, die Aufgaben im PC-Pool des Instituts zu bearbeiten. Auf diesen Computern ist neben *ColProof-M* auch das Capture-and-Replay-Tool *Jacareto* [SK07] installiert. Damit wird die Interaktion der Studierenden aufgezeichnet und kann später zu Analyse Zwecken wieder abgespielt werden. Anders als bei Screen-Recorder-Lösungen wie *Camtasia Studio* wird bei *Jacareto* aber nicht der Bildschirm abgefilmt; stattdessen werden Ereignisse aufgezeichnet. Neben Maus- und Tastaturevents kann es sich dabei auch um sogenannte semantische Ereignisse handeln, z. B. um eine Feedbackanfrage in *ColProof-M*. Diese semantischen Ereignisse lassen sich exportieren und anschließend quantitativ auswerten.

Bisher war es im laufenden Semester in einer Übung möglich, *ColProof-M* zu verwenden. Die Aufgabe war es, den Kathetensatz algebraisch zu beweisen. Die Studierenden konnten nach dem Konzept der TECHNOLOGY ON DEMAND [BS09] selbst entscheiden, ob sie für den Beweis *ColProof-M* verwenden oder lieber mit Papier und Stift arbeiten. Zwölf Gruppen mit je zwei bis vier Studierende entschieden sich, die Übung im PC-Pool zu bearbeiten, von ihnen schafften es fünf (42%), die Aufgabe zu lösen. Neun Gruppen (75%) nutzten die Möglichkeit des automatischen Feedbacks; sie lasen durchschnittlich ca. 6,5 verschiedene Meldungen darüber, dass ihre Zwischenlösung inkorrekt oder unvollständig ist. Eine Gruppe holte einen Tipp ein, eine Gruppe zwei, und drei Gruppen schöpften das Maximum von drei Tipps aus; die übrigen verzichteten auf Tipps.

Nach diesem ersten Durchgang ist es noch zu früh, um allgemeingültige Aussagen über die Nutzung von Feedback und Tipps zu treffen; dennoch lassen sich einige Auffälligkeiten feststellen. Drei Gruppen (25 %) gaben bei der Aufgabe auf, ohne ein einziges Mal auf das automatische Feedback zuzugreifen. Diese Studierenden waren sich entweder nicht bewusst, dass eine solche Programmfunktion existiert, oder wussten nicht, wie sie darauf zugreifen können. Die Programm benutzer sollten deshalb zu Beginn auf dieses Feature aufmerksam gemacht werden, z. B. durch ein Tutorial.

Keiner der Studierenden nutzte die Möglichkeit, aus *ColProof-M* heraus eine E-Mail-Anfrage an einen Tutor zu senden. Stattdessen wurden häufig Mitglieder anderer Gruppen um Rat gefragt. Die Frage, wie das E-Mail-Feature außerhalb des PC-Pools eingesetzt wird, soll im laufenden Semester mit der Anwendung *MoveIt-M* untersucht werden.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Um Lernprozesse zu unterstützen, sollten die Lernenden während der Bearbeitung von Aufgaben formatives, elaboriertes Feedback erhalten. Aufgrund hoher Studierendenzahlen und finanzieller Grenzen können Tutoren an Hochschulen jedoch nicht jedem einzelnen adäquate Rückmeldungen geben. Hier kann der Computer Aufgaben bei der Unterstützung der Tutoren übernehmen.

Automatisch generiertes Feedback sollte dem eines menschlichen Tutors nachempfunden werden und auf die Bedürfnisse des Lerners eingehen. Hierzu wurde in diesem Beitrag zunächst erörtert, was gutes Feedback von Menschen ausmacht. Zudem wurde dar-



gestellt, wie in existierenden eLearning-Programmen Rückmeldungen gegeben werden. Nach einem Vergleich beider Arten von Rückmeldungen wurde das Konzept des semi-automatischen Feedbacks dargestellt. Es wurde das Framework *Feedback-M* vorgestellt, mit dem sich das Konzept des semi-automatischen Feedbacks realisieren lässt. Zudem wurden Umsetzungsbeispiele des Frameworks in den eLearning-Anwendungen *ColP-roof-M*, *MoveIt-M* und *SetSails!* beschrieben.

Zusätzlich zu den in Abschnitt 5 beschriebenen ersten Ergebnissen soll in diesem Sommersemester einerseits mittels Fragebögen die Akzeptanz der Software ermittelt werden. Andererseits wird mit Hilfe von Jacareto-Aufzeichnungen genauer analysiert, ob das Prinzip des FEEDBACK ON DEMAND funktioniert, so dass Studierende regelmäßig, aber nicht exzessiv Rückmeldungen einholen. Untersucht werden soll ebenfalls, wann die Studierenden Tipps zu ihren Lösungsversuchen einholen. Des Weiteren soll vor allem bei *MoveIt-M* das Nutzungsverhalten der Studierenden bezüglich der Möglichkeit, Feedback per E-Mail abzufragen, analysiert werden.

Die Funktionalität von *Feedback-M* soll in weiteren eLearning-Anwendungen zur Mathematik integriert werden; später soll auch die Übertragbarkeit auf andere Fachgebiete wie z. B. die Informatik gezeigt werden. Inwieweit das Konzept des semi-automatischen Feedbacks sich auf weitere Disziplinen übertragen lässt, hängt davon ab, wie offen die Aufgabenstellungen der jeweiligen Disziplin sind. Rückmeldungen für ein Essay werden sich auch weiterhin nur schwer automatisch umsetzen lassen.

## 7 Anmerkung

Die Arbeiten, die in diesem Artikel beschrieben werden, werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Programms „Hochschulforschung als Beitrag zur Professionalisierung der Hochschullehre – Zukunftswerkstatt Hochschullehre“ gefördert.

## Literaturverzeichnis

- [An83] Anderson, J. R. (1983): The Architecture of Cognition, MA: Harvard University Press, Cambridge, 1983.
- [AK00] Aleven, V.; Koedinger, K. R: Limitations of student control: Do students know when they need help? In (Gauthier, C. F. G.; VanLehn, K. Hrsg.): Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS 2000 Berlin: Springer-Verlag, 2000; S. 292–303.
- [Bl84] Bloom, B. S.: The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. In: Educational Researcher, 13(6), American Educational Research Association, 1984; S. 4–16.
- [BS09] Bescherer, C.; Spannagel, C.: Design Patterns for the Use of Technology in Introductory Mathematics Tutorials. In (Tatnall, A.; Jones, A. Hrsg.): Education and Technology for a Better World. Springer, 2009; S. 427–435.
- [Fe10] Fest, A.: Prozessorientiertes Lernen mit interaktiver Geometrie. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2010, GDM (im Druck).

- [Fo91] Fox, B. A.: Cognitive and interactional aspects of correction in tutoring. In: P. Good-year (Hrsg.): Teaching Knowledge and intelligent tutoring, Norwood, NJ: Ablex, 1991; S. 149–172.
- [Ho01] Holton, D.: The Teaching and Learning of Mathematics at University Level: An ICMI Study. Kluwer Academic, Dordrecht, Boston, London, 2001.
- [Hqw08] Hoffmann, A.; Quast, A.; Wismüller, R.: Online-Übungssystem für die Programmierausbildung zur Einführung in die Informatik. In (Seehusen, S. et al. Hrsg.): DeLFI 2008 - Die 6. E-Learning Fachtagung Informatik, Berlin, 2008; S. 173–184.
- [HJG10] Heeren, B.; Jeuring, J.; Gerdess, A.: Specifying Rewrite Strategies for Interactive Exercises. In: Mathematics in Computer Science (im Druck).
- [HSS03] Heublein, U.; Spangenberg, H.; Sommer, D.: Ursachen des Studienabbruchs: Analyse 2002. Hochschulplanung Nr. 163. HIS, Hannover, 2003.
- [Li91] Littman, D.: Tutorial planning schemas. In (Goodyear, P. Hrsg.): Teaching Knowledge and Intelligent Tutoring. Ablex, Norwood, NJ, 1991; S. 107–122.
- [LPS90] Littman, D.; Pinto, J.; Soloway, E.: The Knowledge Required for Tutorial Planning: An Empirical Analysis. In: Interactive Learning Environments, 1, 1990; S. 124–151.
- [Mü06] Müller, W. et al.: Intelligent Computer-aided Assessment in Math Classrooms: State-of-the-Art and Perspectives. *IFIP WG 3 Conference on Imagining the future for ICT and Education*, Alesund, Norway, 2006.
- [Mo04] Moore, J. et al.: Generating Tutorial Feedback with Affect. In: Proceedings of the Seventeenth International Florida Artificial Intelligence Research Symposium Conference (FLAIRS), AAAI Press, 2004.
- [MB01] Mason, B. J.; Bruning, R.: Providing Feedback in Computer-based Instruction: What the Research Tells Us. <http://dwb.unl.edu/Edit/MB/MasonBruning.html>, 2001 (abgerufen März 2010).
- [Me92] Merrill, D. C. et al.: Effective Tutoring Techniques: A Comparison of Human Tutors and Intelligent Tutoring Systems. In: *The Journal of the Learning Sciences*, 2 (3), Lawrence Erlbaum Associates, 1992; S. 277–305.
- [Na06] Narciss, S.: Informatives tutorielles Feedback. Entwicklungs- und Evaluationsprinzipien auf der Basis instruktionspsychologischer Erkenntnisse. Waxmann, Münster, 2006.
- [RGK10] Richter-Gebert, J.; Kortenkamp, U. (2010). The Interactive Geometry Software Cinderella, Version 2.1. Online unter <http://cinderella.de>.
- [Rü73] Rütter, T.: Formen der Testaufgabe. Eine Einführung für didaktische Zwecke. Beck, München, 1973.
- [St09] Stalljohann, P. et al.: Feedback mit einem webbasierten Übungsbetrieb. In (Schwill, A.; Apostolopoulos, N. Hrsg.): DeLFI 2009 - Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik, Berlin, 2009; S. 283–293.
- [SK07] Spannagel, C.; Kortenkamp, U.: CleverPHL - ein Werkzeug zum flexiblen Umgang mit Konstruktionsprozessen in DGS. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2007, Franzbecker, Hildesheim, Berlin, 2007; S. 165–168.
- [ZH10] Zimmermann, M.; Herding, D.: Entwicklung einer computergestützten Lernumgebung für bidirektionale Umformungen in der Mengenalgebra. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2010, GDM (im Druck).

# Lernen mit SmartTravel im Reisebüro der Zukunft

Susanne Schmidt-Rauch, Reto Geiger

Institut für Informatik  
Universität Zürich  
Binzmühlestrasse 14  
8050 Zürich, Schweiz  
schmidt@ifi.uzh.ch  
geiger.reto@gmail.com

**Abstract:** Ausgehend von einem neuartigen Beratungskonzept, das einen multimedialen Erlebnisraum im Reisebüro eröffnet, wird ein On-the-Job-Trainingskonzept vorgestellt. Die Kompetenzen, die in der Beratungssituation wichtig sind, werden von der Bedienkompetenz bis zur Beratungskompetenz in einem kooperativen, zielorientierten, selbstgesteuerten und explorativen Lernkonzept aufgenommen. Eine erste Evaluierung dieses Konzeptes ist vielsprechend bzgl. Anwendbarkeit des Konzeptes im Arbeitsalltag und der Lernerzufriedenheit mit dem konzeptbegleitenden Informationssystem „SmartTravel“.

## 1 Einleitung

Im organisatorischen Alltag von Unternehmen finden sich neben formalen Lernphasen mit unterschiedlichen Unterrichtsformen (z.B. Frontalunterricht) auch Lernmodi, die keiner gesonderten Struktur in einem festen Rahmen folgen. Oft von den Mitarbeitern selbst initiiert, ist ein selbstgesteuertes Lernen neben der Arbeit (Training-on-the-Job) beinahe in jeder Organisation zu finden [FS99]. Doch obwohl der Mensch ein immanentes Bedürfnis nach persönlicher Entwicklung [Ha04] trägt, so muss dieses Bedürfnis geführt werden, um beim Lernen der Einzelperson und dem Unternehmen zugute zu kommen. Hierfür wurden Konzepte für das Training-on-the-Job erarbeitet (z.B. [Wa01]), die auch die Vorzüge des kooperativen Lernens betonen. Durch das Übertragen in einen realen Kontext wird die Ausbildung spezifischer Sozial- und Kommunikationskompetenzen neben den Fachkompetenzen verstärkt (z.B. [Jo91]). Kooperatives, kontinuierliches Lernen im Unternehmen, im organisatorischen Kontext ist aber auch besonders interessant, da ein strukturiertes Training-on-the-Job nicht nur die logistisch schwierigen und aufwändigen formalen Schulungen reduzieren kann, sondern durch den kontinuierlichen Zugang zu den Mitarbeitern als Lerner dem Unternehmen auch ein Vehikel für die Umsetzung von Änderungen [Wa01] zur Verfügung steht. Nachdem wir in der Tourismus- und Reisebranche eine neuartige Medienumgebung für die kooperative Reiseberatung mit unserem Systemprototypen „SmartTravel“ in Zusammenhang mit einem berührungsempfindlichen Großbildschirm vorgestellt haben [No08], sehen wir es als konsequenten Schritt an, die Arbeit mit dem Medienraum durch ein passendes Lernkonzept für die Reiseberater zu unterstützen.

Dies soll in gleichem Maße an die neuen Gestaltungsmöglichkeiten im Rahmen der „Next Generation Collaborative Media“ [NSU08] anknüpfen und den Lernbedürfnissen der Berater durch die räumliche Integration unterschiedlicher Medienkanäle, wodurch eine Vielfalt von Informationen verbunden wird, adäquat begegnen. Vorherige Arbeiten [No08, NS09b] zeigten, dass eine derart gestaltete Reiseberatung die klassische Rollentrennung zwischen Kunde und Berater auflöst und den Kunden aktiver in den Prozess einbindet, wobei auch die Zusammenarbeit bei der Problemlösung verbessert und das emotionale Erlebnis des Benutzers verstärkt wird. Beides trägt zu einer höheren Zufriedenheit der beteiligten Akteure bei. Diese Verbesserung der Beratungssituation soll nun gezielt auch durch ein Lernkonzept unterstützt werden, dessen erste Instanziierung wir im Folgenden vorstellen.

## **2 Lernalltag der Reiseberater**

Die üblichen Vorgehensweisen für das Erlernen neuer Produktkataloge und das Auffrischen von Destinationskenntnissen wurden m.H. sechs semi-strukturierter Interviews aufgenommen. Darüber hinaus wurde das Prinzip des Medienraums und der Systemprototyp SmartTravel vorgestellt.

Im Schulungsplan von Auszubildenden zu Reiseberatern finden sich drei Fächerkategorien, die sich direkt auf die Beratung beziehen. Für den Beratungsalltag benötigen sie ein breites Destinationswissen (bspw. Landschafts- und Kulturspezifika, Allgemeines zur Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel in einem Land, Ein- und Ausreisebestimmungen etc.), ein spezifisches Produktwissen (Produktangebot, Inhalt/ Umfang der Produkte) und handlungsaktivierendes Werkzeugwissen (insbesondere Buchungswerkzeuge). Nach der Ausbildung finden dann üblicherweise kaum noch formale Schulungen für Reiseberater statt. Der Lernbedarf wird über Verkaufsstatistiken allein der Produkte eruiert. Wird der unternehmensweite Durchschnitt unterschritten, wird der entsprechende Berater zu einer Schulung eingeladen. Destinationskenntnisse werden im besten Fall über subventionierte Studienreisen erweitert. Werkzeugschulungen werden i.d.R. nur bei Neueinführungen oder Umstellungen vorgenommen. Dennoch wird uns vom Management bestätigt, dass ein fortlaufendes Wiederholen, Vertiefen und Erweitern der Kenntnisse nicht nur gewünscht sondern in Anbetracht der Konkurrenz auch zwingend ist. Gerade die Kompetenz der menschlichen Beratung (im Gegensatz zu technisch vermittelten Hinweisen wie bei Recommender-Systemen) und ihre Qualität ist ein Unterscheidungsmerkmal zur Internetkonkurrenz und kann auch zu einer Differenzierungseigenschaft gegenüber anderen Intermediären in der Reisebranche werden [NS09b]. Im Reisebüro der Zukunft werden Reiseberater mit einem neuen System konfrontiert, das eine Vielzahl an Informationen aggregiert. Die Beratungsinformationen kommen quasi aus einer Hand. Da der Kunde während der Beratung den gleichen Zugang zu Informationen hat, sorgt das System im Zusammenspiel mit dem Trägermedium berührungsempfindlicher Großbildschirm für Transparenz der Informationen, Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen und ein ganz neues Erlebnis bei der Reiseplanung.

Dieses Beratungsunterstützungswerkzeug auch beim Erlernen bzw. Trainieren der Beratung einzusetzen, verspricht in Zukunft eine Aufwandsreduktion nicht nur auf Seiten des Unternehmens (Einsparungen formaler Schulungen) sondern auch auf Seiten der Berater (weniger Systeme lernen, flexiblere Lernmodi).

Zusammengefasst müssen für den Erwerb und das Vertiefen von beratungsbezogenen Fähigkeiten drei konkrete Kompetenzen bei einem On-the-Job Training beachtet werden: (1) Bedienkompetenz, (2) Inhaltskompetenz und (3) Beratungskompetenz:

- (1) Bedienkompetenz: Bisher wird während der Beratung eine immense Virtuosität von den Beratern verlangt. Sie wechseln zwischen unzähligen Medien (Weltkarte, unterschiedliche Produktkataloge, Ausdrucke, Kalender, Buchungssysteme, Webseiten von Anbietern etc.). Diesen Medieneinsatz zu konzentrieren und in der Beratungssituation passend zu kanalisieren, kann den Berater überfordern.
- (2) Inhaltskompetenz: Die inhaltliche Kompetenz bei der Reiseberatung hat insbesondere zwei Dimensionen: Produkte (Flüge, Hotels, Touren, Sprachschulen etc.) und Destinationen (Reiseziele).
  - (2a) Produktkompetenz: In formalen Schulungen wird oft im Frontalunterricht die Produktkompetenz aufgebaut. Insbesondere hierbei sind wiederholte, kontinuierliche Schulungen nötig, da Produkte ständig erneuert werden. Reisebüros differenzieren sich im Markt auch über Produktinnovationen (z.B. neue geführte Touren entsprechend dezidierter physischer Möglichkeiten), die entsprechend schnell geschult werden müssen, um im Markt einen Vorteil zu behalten oder zu erzeugen. Darüber hinaus erscheint ein Katalog in jedem Jahr neu. Notizen, wie sie sich die Berater an die Katalogangebote schreiben, gehen jeweils einmal im Jahr verloren und sind im Rest der Zeit auch nur dem einen Reiseberater zugänglich.
  - (2b) Destinationskompetenz: Im Grunde erhalten Reiseberater nur während ihrer Ausbildung Kurse, in denen Destinationskenntnisse geschult werden (z.B. Geografie, Traditionen, Besonderheiten, Sehenswürdigkeiten eines Landes). Nach der Ausbildung sind Berater auf sich gestellt, Destinationskenntnisse zu erweitern, zu vertiefen oder aufzufrischen. Gewöhnlich gehen die Berater einen der anschaulichsten, aber auch teuersten Wege: Studienreisen. Reiseunternehmen subventionieren in der Regel diese Studienreisen, um eine Weiterbildung des Einzelnen zu unterstützen (z.B. durch zusätzliche Urlaubstage oder die Bezuschussung der Reise).
- (3) Beratungskompetenz: Neben der Kompetenz für die Produkte und die Destinationen, muss ein Berater diese Kompetenzen auch bündeln und zeitlich konzentriert an einen Kunden kanalisieren unter besonderer Berücksichtigung der spezifischen Reise- und Beratungsbedürfnisse des Kunden. Die Aufnahme der wahren Reisebedürfnisse des Kunden und das Abbilden auf Produkte und Produktkonfigurationen gehören zu den zwei größten Herausforderungen der

Berater. Diese spiegeln aber auch den größten Mehrwert der persönlichen Beratung im Reisebüro wider. Die individuelle Beratung als Problemlösungsprozess zweier Kooperationspartner ist nicht nur Ziel des Trainingskonzepts sondern auch ein Grundprinzip der Reiseberatung der Zukunft.

### **3 Veränderung des Lernalltags im Reisebüro der Zukunft**

Auf den drei Kompetenzebenen kann SmartTravel wie im Folgenden dargestellt einen Beitrag leisten, das fortlaufende Lernen im Reisebüroalltag zu fördern. Unter der Voraussetzung, dass SmartTravel das zentrale Beratungswerkzeug ist, kann

- (1) auf der Ebene der Bedienkompetenz die Komplexität für den Berater reduziert werden. Wenn das Beratungswerkzeug auch Lernwerkzeug ist, das das Training der beratungsbezogenen Kompetenzen vereint ermöglicht, profitieren der Service der Reiseberatung (letztlich der Kunde), die Organisation (Qualitätsmanagement, Ausbildungskostenreduktion) und der Berater (ganzheitliches Training, kein Patchwork). Insbesondere an die Bedienbarkeit („ease of use“, „learner interface“ [Wa03]) des Systems werden hier hohe Ansprüche gestellt, um einerseits effektiv in der Beratung eingesetzt zu werden und andererseits auch ein störungsfreies Lernen zu ermöglichen.
- (2) auf der Ebene der Inhaltskompetenz (2a) die gleichartige Visualisierung der Möglichkeiten und Besonderheiten der Produkte ohne Medienbrüche das Training erleichtern („usefulness“, „content“ [Wa03]). Darüber hinaus können Lernreihenfolge und -tiefe, Lernzeitpunkt und -dauer selbst bestimmt werden, wenn die Inhalte mit SmartTravel exploriert werden („personalization“ [Wa03]). Dem teuren zentralen Zusammenkommen der Berater, der Konzeption der immer wieder neuen Kurse und der zeitlich begrenzten Durchführung können durch eine einheitliche Selbstlernmethode begegnet werden. Dadurch können Kosten gespart und im besten Fall sogar mehr Teilnehmer erreicht werden, da das Selbstlernen unterschiedliche Lerntempos unterstützt, das Nachlernen im Selbststudium die gleiche Qualität hat wie das organisatorisch initiierte Lernen und das Selbstlernen im Grunde nicht zeitlich begrenzt ist.  
  
(2b) Außerdem bleibt einem Unternehmen von den Reiseerfahrungen der Berater, die auf Studienreisen gehen, oft wenig. Berater sollten hier einen leichten Weg zur Verfügung haben, ihre Erfahrungen auf anschauliche Art mit den Kollegen zu teilen und so zumindest teilweise zu institutionalisieren. Durch das eigene Erweitern des Systeminhalts können sich die Berater auf der Kompetenz-Subebene der Destinationen einen deutlichen Mehrwert in ihrem Arbeits- und Lernalltag selbst herstellen. Der Austausch mit den anderen Beratern wird unterstützt und ein gemeinsames Wissen mit geteiltem Zugriff wird geschaffen („learning community“ [Wa03]).

- (3) auf der Ebene der Beratungskompetenz die Lerneffizienz begünstigt werden. Da das Lernsystem in unserem Fall sehr stark mit der eigentlichen Beratungssituation verknüpft ist, wird den Lernenden jederzeit vergegenwärtigt, wofür sie lernen. Sie spüren während des Lernens stets den beruflichen Hintergrund, was das Lernen zusätzlich motiviert [GSS06]. Das Lernkonzept muss neben dem Arbeiten mit dem System und dem Aufbau von Kompetenzen auf inhaltlicher und technischer (Bedienung) Ebene auch die Beratungssituation selbst aufnehmen und vorbereiten. Hierzu bieten sich bspw. Trainingsberatungen (mit Testkunden) an.

#### **4 Strukturiertes Training-on-the-Job**

Im Reisebüro sind vor allem zwei Gruppen von Lernenden anzutreffen: erfahrene Reiseberater (Experten) und Auszubildende (Novizen). Während die Experten Wissensaustausch suchen, Zugriff auf Expertenwissen beim Lösen neuer Aufgaben wünschen und Betriebsblindheit aufgrund der eigenen Spezialisierung (z.B. bestimmte Destinationen) vermeiden wollen, suchen Novizen nach den Zugriffsmöglichkeiten zum organisatorischen Wissen, nach einem Gefühl für die Einschätzung der ihnen gestellten Aufgaben und an sie gestellte Anforderungen sowie nach Feedback- und Reflexionsmöglichkeiten hinsichtlich der eigenen Arbeit [LF04]. Wobei wir bei den Lehrlingen noch mit einer positiven Haltung gegenüber formalen Lernformen rechnen können, kommen für Experten zunehmend eher die Lernprinzipien der Andragogik [KHS98] zum Tragen. Diesen zufolge verändert sich die im jugendlicheren Alter vorhandene Offenheit für aktive pädagogische Maßnahmen (z.B. Frontalunterricht) zum Wunsch nach stärker selbstgesteuertem Lernen.

Die Grundprinzipien des Training-on-the-Job für die Reiseberater im kooperativen Medienraum des Reisebüros der Zukunft sind entsprechend folgende:

*Das Lernen ist kooperativ.* Die Reiseberater sind eine verbundene Lerngruppe. So können auch überfachliche Kompetenzen erlernt werden, die gerade auch für Reiseberater in der täglichen Arbeit von großem Interesse sind. Dem Bedürfnis nach Wissensaustausch [LF04] der erfahreneren Berater wird so auch entgegen gekommen.

*Das Lernen ist zielorientiert.* Die Kernkompetenz der Reiseberater ist schließlich ihre Fähigkeit, Wissen und Erfahrung bzgl. Destinationen und Produkten auf den jeweiligen Kunden zugeschnitten im Beratungsgespräch auf den Punkt zu bringen. Damit ist der Auf- bzw. Ausbau der Beratungskompetenz das Ziel des on-the-job Trainingkonzepts.

*Das Lernen ist selbstgesteuert.* Indem den Mitarbeitern die Möglichkeit gegeben wird, ihr Lernen innerhalb einer Wissensdomäne selbständig zu organisieren, kann teures und zeitraubendes Lernen auf Vorrat vermieden werden, welches vor allem träges Wissen erzeugt und im Berufskontext nur selten verwendet werden kann [GSS06]. Oftmals ist es auch ein Anliegen der Mitarbeiter, ihr Lernen nach individuellen Bedürfnissen gestalten zu können, um so die persönliche Kompetenzentwicklung zu steuern [Mü06].

*Das Lernen ist explorativ.* Nach Reinmann-Rothmeier und Mandl [RM01] bedeutet entdeckendes Lernen nicht unbedingt, dass in allen Lernsituationen etwas völlig Neues durch den Lernenden entdeckt wird. Vielmehr geht es beim explorativen Lernen darum, dass der Lernende mit der aktiven Problemlösung eigene Erfahrungen sammeln kann und so neue Einsichten auf komplexe Sachverhalte und Prinzipien erhält. Lernen zeichnet sich auch durch Nicht-Linearität aus, also durch Sackgassen, Rückschläge und neue Sichtweisen durch wiederholtes Bearbeiten [Ke98].

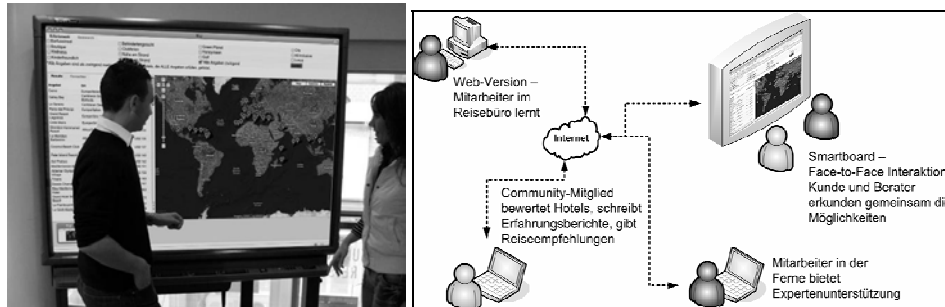
Aufbauend auf diesen Grundprinzipien, zusammen mit den Anforderungen aus Abschnitt 3 wurde der Beratungsprototyp SmartTravel ergänzt (siehe Abschnitt 5) und nachfolgend in einer ersten Lernwoche evaluiert. Dabei nimmt der Prototyp die Eigenschaften des selbstgesteuerten, explorativen Lernens vor allem durch die zentrale Visualisierung der Produkte und Informationen auf der Karte auf. Zusätzlich verknüpfen wir die Lerngruppe durch einen Messenger, wodurch das kooperative Element aufgenommen wird. Für ein zielorientiertes Lernen werden Lernaufgaben während der Woche und die Aussicht auf eine abschließende Testberatung zu Anfang der Woche an die Berater getragen.

## **5 SmartTravel – die Lernersicht**

Aus der Sicht der Beratungsmöglichkeiten im Reisebüro gibt es zwei konkrete Situationen, in denen Kunde und Berater zusammen kommen: Face-to-face bzw. kolokalisiert im Reisebüro oder über das Telefon bzw. verteilt im Call-Center. Diese Situationen wollen wir durch ein verbindendes Software-System verknüpfen und so miteinander zu einem kooperativen Medienraum aufspannen [No08]. Das Software-System visualisiert den gemeinsamen Informationsraum (maßgeblich auf einer Landkarte, Google Maps, mit Hilfe sogenannter Marker) und ermöglicht in der kolokalisierten Situation mit einem berührungsempfindlichen Großbildschirm (Smartboard) den egalisierten Zugang zu den Informationen für Berater und Kunde (Abbildung 1a).

Mit einer zusätzlichen SmartTravel-Version, bei der Kunde und Berater über das Internet synchronisiert visuelle Inhalte teilen können (sogen. Co-Browsing) wird auch die Situation am Telefon angereichert und erhält vergleichbare Möglichkeiten mit der Situation im Reisebüro. In beiden Kontexten wird eine kooperative Situation geschaffen, die den Kunden und den Berater in die gleichwertige Position der Interaktion mit Informationen versetzt und die klassische Rollentrennung auflöst. Durch die aktive Beteiligung des Kunden und seinen gleichberechtigten Zugriff auf die Gesamtheit der verfügbaren Informations- und Multimedia-Ressourcen soll ein Erlebnis stimuliert werden, das den Kunden bereits im Reisebüro emotional zum Reiseziel bringt. Die ganzheitliche Betrachtung von Produkten und Destinationen mit professionellen und nutzergenerierten Inhalten sowie der Zugriff auf Experten, die nach Bedarf per Chat oder Audio-/ Videokonferenz in ein Beratungsgespräch einbezogen werden können, runden das Konzept des Medienraums ab (Abbildung 1b).





(a)

(b)

Abbildung 1: (a) Reiseberatung am Smartboard, (b) Nutzungsszenario für SmartTravel [No08]

Grundsätzlich ermöglicht SmartTravel einen direkteren Informationszugang. Dem folgend werden alle Informationen in SmartTravel geografisch visualisiert und mit Markern auf einer Landkarte platziert. Das direkte Bedienen von Markern öffnet an der Lageposition ein Informationsfenster mit Überblicksinformationen, von wo aus auch weiterführende Informationen erreicht werden können.

Die Hauptelemente der SmartTravel-Erweiterung für die Nutzung in selbstgesteuerten on-the-job Trainings sind vor allem die Info-Marker und die Do-it-yourself-Marker. Die Info-Marker repräsentieren dabei den Zugang zu Expertenwissen durch die Aggregation von professionellen Inhalten zu Destinationen wie Klimadiagrammen, Visainformationen usw., nutzergenerierten Inhalten z.B. aus Wikitravel und die „check for an expert“-Funktion, die zur Destination entsprechende Experten und ihre Kontaktinformationen aufruft. Damit implementieren die Info-Marker neben der geografischen Informationsvisualisierung vor allem die Unterstützung beim Aufbau von Destinationskompetenz.

Die Do-it-yourself-Marker bilden die Katalogbemerkungen der Berater ab und implementieren ein Web2.0-basiertes Prinzip für die Lebendigkeit eines Informationssystems. Inhalte können somit hinzugefügt, verbessert, aktualisiert und gelöscht werden durch die Inhaltsexperten. Mit den Do-it-yourself-Markern kann sowohl zur Destinationskompetenz (z.B. durch Markierung von Ausflugszielen) als auch zur Produktkompetenz (z.B. durch Hinweise auf eine besondere geführte Tour) beigetragen werden.

Die Bedienung des Software-Prototyps selbst ist zwar noch am Arbeitsplatz trainierbar, jedoch muss die Handhabung des berührungsempfindlichen Bildschirms am Gerät geübt werden. Das direkte Berühren von Schaltflächen ist keinesfalls schon alltäglich und die Eindrücke an großen Bildschirmen nicht mit dem Arbeitsplatzrechner vergleichbar (z.B. „wow“-Effekt [Ro03, No08]). Da die Beratungskompetenz die zwei anderen Kompetenzen voraussetzt, damit zentrales Ziel des Lernens ist, sollte auch diese am berührungsempfindlichen Großbildschirm auf- und ausgebaut werden.

## 6 Eine erste Lernwoche und Evaluation

In einem ersten Experiment zur Prüfung des Lernkonzeptes wurden sechs Reiseberater unseres Wirtschaftspartners zu einer Lerngruppe zusammengefasst und erhielten über eine Woche den SmartTravel-Prototyp zu Lernzwecken und eine Skype-Installation. Das übergeordnete Lernziel wurde den Beratern angegeben: Das Lernen mit der PC-Variante unseres SmartTravel-Prototyps dient zur Vorbereitung auf die neuartige Reiseberatung im multimedialen Erlebnisraum. Nach einer einleitenden Präsentation des Beratungswerkzeugs SmartTravel und der Zielbestimmung am ersten Testtag folgten kleinere Lernaufgaben während der Woche bis am letzten Testtag eine Leistungsüberprüfung durch eine Testberatung am Smartboard mit dem SmartTravel-Prototyp stattfand. An jedem Tag sollten etwa 30 Minuten für das Lernen mit dem Prototyp aufgewendet werden. Eine Woche nach dieser Erfahrung erhielten alle Berater einen Abschlussfragebogen.

Während der Testwoche wurde das Berater-Feedback mit Hilfe einer Tagebuchstudie [Ri93, Ku03] aufgenommen. Diese Art der Feedback-Gewinnung eignet sich insbesondere für eine fortlaufende Evaluierung während der Arbeit, da u.a. Testleiter und –teilnehmer nicht zu dezidierten Zeitpunkten zusammen kommen müssen. Da sich die Testteilnehmer selbst entsprechend ihrer Arbeitslast organisieren können, entspricht das Setting auch einem selbstgesteuerten Training-on-the-Job Szenario. Das „Tagebuch“ war ein strukturierter Fragebogen, der den Beratern mit einem Online-Survey Tool zur Verfügung gestellt wurde. Neben Freitextfeldern für das Einfüllen der allgemeinen Erfahrungen mit dem Prototyp an dem entsprechenden Tag („heute hat mir besonders gefallen“, „heute fehlte mir“, „heute hat mir gar nicht gefallen“) wurde hier auch abgefragt, welche Funktionen und Inhalte des Prototyps an dem Tag genutzt wurden.

### 6.1 Gruppenzusammensetzung und Ablauf

An den fünf Tagen nahmen insgesamt sechs praktisch arbeitende Reiseberater mit unterschiedlichen Erfahrungs- und Kenntnisständen teil. Da es keine Garantie dafür gibt, dass eine mehr oder weniger oktroyierte Lerngruppenzusammensetzung auch zu einem kooperativen Lernen führt (z.B. [JJ89, JJ99]), muss es Anreize für die Zusammenarbeit beim Lernen geben [KKJ03]. Zum einen setzen wir dieses Prinzip durch eine heterogene Lerngruppe um, die sich durch ihre unterschiedlichen Arbeitsumfelder (Filiale, Telesales) und Erfahrung (erfahren, Lehrlinge) ergänzen können. Die Berater sind zwischen 21 und 30 Jahren alt, ein Reiseberater ist männlich. Die zwei erfahrenen Berater und die vier Lehrlinge, davon je zwei im zweiten und dritten Lehrjahr, sind verteilt auf zwei Reisebürofilialen und dem zentralen Telesales unseres Partners.

Die Testwoche hatte folgenden Ablauf:

*Tag 1:* Präsentation des SmartTravel Prototyps vor Ort (inkl. Funktionsübersicht), Einleitung in die Vision des Reisebüros der Zukunft (Beraten im multimedialen Erlebnisraum), Einführung des Trainingsablaufes. (Bedienkompetenz)

*Tag 2:* Selbständiges Erproben des SmartTravel-Prototyps und der Kommunikationsmöglichkeiten mit Skype am PC. Zusätzlich wird per E-Mail auf die Funktion der Info-Marker aufmerksam gemacht, die viele Informationen bereithalten, die für die Lösung der Aufgabe am dritten und vierten Tag benötigt werden. (Bedienkompetenz)

*Tag 3:* Da am PC mit dem SmartTravel-Prototyp keine Beratungen stattfindet (sondern nur am Smartboard), wird für das Selbstlernen eine Aufgabe zur Zusammenstellung eines Reiseplans für einen Kunden mit vorgegebenen Bedürfnissen gestellt. Der Schwerpunkt liegt auf der Kombination von Produkten sowie dem Suchen und Verwenden von allgemeinen Informationen zu den Destinationen gelegt. Noch einmal erhalten die Berater per E-Mail den Hinweis auf die Möglichkeit, sich via Skype mit den anderen Teilnehmern auszutauschen. (Inhaltskompetenz)

*Tag 4:* Eine weitere Reiseplanzusammenstellung wird als Aufgabe gestellt (vgl. Tag 3). (Inhaltskompetenz)

*Tag 5:* Demonstration der Funktionsweise des Smartboards, anschließend Durchführung der Beratung von etwa 20 Minuten mit einem Testkunden, wobei hier die Bedürfnisse des Kunden noch explizit mit ihm gemeinsam erarbeitet werden mussten. (Beratungskompetenz)

## **6.2 Erkenntnisse aus der Tagebuchstudie**

Laut ihren eigenen Angaben in den Tagebüchern kamen die Berater gut mit dem Prototyp zurecht, benutzen die Funktionen des Prototyps wie intendiert und empfinden die Bedienung als leicht, weil sie „wie bei anderen Webseiten“ funktioniert. Sie würdigten vor allem die Info-Marker mit der „check for an expert“-Funktion, „denn so sieht man, an wen man sich wenden kann für Fragen“. Die Vielfältigkeit der Informationen und die jeweils am Produkt direkt angebrachten Links zum Anbieter helfen den Beratern, das entsprechende Produkt genauer kennen zu lernen und „genau zu erforschen, was (Sprach-) Schulen, Touranbieter usw. zu bieten haben“. Der Prototyp verfügt nur über einen Produktauszug, wobei sich die Berater hier für die Zukunft mehr Vollständigkeit wünschen.

Die Destinationsinformationen (professionelle Inhalte aus eigenen Datenbanken und nutzergenerierte aus dem Internet) a) zusammen mit den Do-it-yourself-Markern stellen für die Berater eine große Bereicherung dar, da sie „Links nicht mehr mühsam zusammensuchen“ müssen. Auch wenn ihnen hier bestimmte Internetangebote zunächst noch gefehlt haben (z.B. Gesundheitsinformationen von safetravel.ch), schätzen die Berater das Potenzial von SmartTravel hoch ein und subsumieren, dass die vermissten Internetquellen „sicher leicht ergänzt werden können“.

Die Kommunikationsmöglichkeit mit Skype wurde sehr unterschiedlich verwendet. Da nur ein Berater Skype im Vorfeld kannte, war es für die Lerngruppe im Grunde völlig neu und ungewohnt, auf diese Weise miteinander zu kommunizieren.

Die zwei erfahreneren Berater haben am ersten Tag zwar Skype ausprobiert, blieben von sich aus jedoch reaktiv bei der Benutzung. D.h. sie beantworteten zwar hereinkommende Textnachrichten, aber schrieben bei eigenen Fragen lieber eine E-Mail oder suchten das persönliche Gespräch. Dahingegen nutzten die vier Auszubildenden Skype viel intensiver. Dabei schätzten sie das schnelle, informelle Feedback und die Awareness-Funktion des Messengers. Grundsätzlich nahmen schon am ersten Tag die zwei erfahreneren Berater eher die Rolle der Informationsquellen (Lehrende) und die Lehrlinge eher die Rolle der Informationssuchenden (Lernende) ein. Die erfahrenen Berater werden jedoch nicht explizit als Lehrende angesehen, da nach Angaben der vier Auszubildenden keinerlei Lernkontrollmaßnahmen von ihnen ausgehen.

Insgesamt fühlten sich die Berater in ihren Testberatungen am Ende der Woche sehr wohl und empfanden die Lernwoche nicht nur sinnvoll für Vorbereitung auf die Beratung am Smartboard, sondern auch informativ für ihre persönliche Weiterbildung. Der Lernumfang wurde als machbar eingestuft. Nach dem zweiten Tag haben zwei Berater sogar ihre Vorfreude auf die Aufgaben im Tagebuch nieder geschrieben.

### **6.3 Diskussion der Lernerzufriedenheit**

Das von uns vorgeschlagene Training-on-the-Job-Konzept hat als wesentliche Eigenschaften die in Abschnitt 4 vorgestellten Kernprinzipien der Kooperation zwischen den Reiseberatern als Lernende (auch synchrone Kommunikation), der Selbststeuerung und Exploration von Lerninhalten (asynchron) und der Zielorientiertheit (Beratungskompetenz).

Ein darauf anwendbares Messinstrument für die subjektive Wahrnehmung eines asynchronen, elektronischen Lernsystems wird von Wang [Wa03] vorgestellt. Die Konzeptualisierung der Zufriedenheit von Lernenden wird hier anhand der zusammengefassten affektbezogenen Rückmeldung der Lernenden während der asynchronen Lernaktivitäten vorgenommen. Diese setzt sich aus den Sichten auf den Zugang zum Lernsystem (Learner Interface), die Lerngruppe (Learning Community), die Lerninhalte (Content) und die Möglichkeiten, das Lernen an die eigenen Bedürfnisse anzupassen (Personalization), zusammen. Unser Lernarrangement prüfen wir hinsichtlich dieser vier subjektiven Sichten, um Rückschlüsse für die Weiterentwicklung des Lernarrangements zu ziehen. Die Ergebnisse in diesen vier Konstrukten sind in Abbildung 2 dargestellt.

Die Benutzbarkeit der Lernerchnittstelle betrifft nach Wang [Wa03] nicht nur die Bedienung des Systems im Sinne der Usability (vgl. EN-ISO 9241). Sie betrifft auch die Nutzbarkeit der Lerninhalte. Hierbei wird dem System attestiert, dass die Lerninhalte leicht verständlich sind (fünf von sechs Beratern bewerten dies mit 6 oder 7) und dass es das Auffinden dieser Inhalte erleichtert (fünf von sechs Personen bewerten dies zw. 5 und 7). Eine Person war hier sehr kritisch. Sie fühlte sich bei der Benutzung stets sehr unsicher, was sie selbst ihrer spärlichen Freude mit Computern anlastet.

Die Verknüpfung der Lerngruppe hat über die Zeit, wie aus den Tagebüchern bereits oben erwähnt, sehr gut funktioniert.

Alle Teilnehmer empfinden, dass das Gesamtsystem (SmartTravel *plus* Skype) den Austausch in der Lerngruppe erleichtert, den Zugriff auf gemeinsame Inhalte vereinfacht und das Teilen von Erkenntnissen unterstützt (alle Teilnehmer bewerten die Items mit  $\geq 5$ ). Sowohl die informelle Skype-Kommunikation als auch das Einpflegen eigener Marker (Do-it-yourself-Marker) und der Zugriff auf Experten („check for an expert“-Funktion) erleichterten das gemeinsame Lernen.

Trotz des Nachholbedarfs im Bereich der Informationsqualität (Content) durch die stark reduzierte Produktbreite und -tiefe, bewerten die Berater die Informationsqualitätsindikatoren „vollständig“ ( $\bar{x} 5.3 \pm 0.3$ ), „hinreichend“ ( $\bar{x} 5 \pm 1.2$ ), „nützlich“ ( $\bar{x} 5.2 \pm 0.6$ ) und „aktuell“ ( $\bar{x} 5.7 \pm 1.1$ ) noch recht positiv.

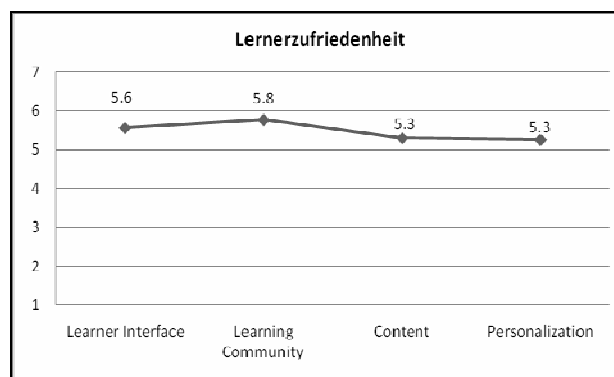


Abbildung 2: Zufriedenheit der Lernenden mit SmartTravel *plus* Skype (nach [Wa03])

Bei Fragen bezüglich der Anpassbarkeit an die eigenen Lernbedürfnisse, sind die Berater wie beim Content zurückhaltender in der Bewertung. Retrospektive Gespräche ergaben, dass insbesondere auch dies auf den vorhandenen Informationsumfang zurück zu führen ist. Dennoch muss bemerkt werden, dass der bereits eingepflegte Inhalt zu einer positiven Bewertung führte und gute Aussichten bestehen, dass sich dieses Ergebnis in folgenden Durchläufen mit verbessertem System und Content verbessert.

## 7 Zusammenfassung

Ausgehend von einem neuartigen Beratungskonzept, das einen multimedialen Erlebnisraum Reisebüro eröffnet, haben wir ein On-the-Job-Trainingskonzept für Reiseberater vorgestellt. Die Kompetenzen, die in der neuen Beratungssituation wichtig sind, werden von der Bedienkompetenz bis zur Beratungskompetenz in einem kooperativen, zielorientierten, selbstgesteuerten und explorativen Lernkonzept aufgenommen. Die erste Evaluierung dieses Konzeptes ist vielsprechend bzgl. Anwendbarkeit des Konzeptes im Arbeitsalltag und der Lernerzufriedenheit vor allem auch durch den Einsatz informeller Web2.0-Technologien. Trotz des begrenzten Inhalts führte das Lernen mit SmartTravel zu einer positiven Lernerzufriedenheit. Wenngleich die kleine Lerngruppengröße und die kurze Lernepisode nur limitierte Aussagen erlauben, ermutigen uns die Ergebnisse, das Lernen mit dem System auszubauen.

Denkbar ist ein Ausbau durch eine Kombination mit einem Forum, um Fragen und Antworten persistent und wiederverwendbar zu bewahren und ein auf den selbstgestellten Informationsartefakten aufbauendes Content Management. Dies wiederum kann fruchtbare Mehrwerte in der Beratungssituation selbst bieten.

## Literaturverzeichnis

- [FS99] Frieling, E.; Sonntag, K.: Lehrbuch Arbeitspsychologie, Hans-Huber, 1999; S. 177ff.
- [GSS06] Geldermann, B.; Severing, E.; Stahl, T.: Perspektiven des selbst gesteuerten Lernens in der betrieblichen Bildung. In (Euler, D.; Lang, M.; Pätzold, G. Hrsg.): Selbstgesteuertes lernen in der beruflichen Bildung. Franz Steiner Verlag, Stuttgart, 2006; S. 109-120.
- [Ha04] Hassenzahl, M.: The thing and I: understanding the relationship between user and product. In (Blythe, M.A. et al. Hrsg.): Funology: From Usability To Enjoyment. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 2004.
- [JJ89] Johnson, D.W.; Johnson, R.T.: Cooperation and learning: theory and research. Interaction Book Company, Edina, 1989.
- [JJ99] Johnson, D.W.; Johnson, R.T.: Learning together and alone: cooperative, competitive, and individualistic learning. 5. Aufl., Allyn & Bacon, Boston, 1999.
- [Jo91] Jonassen, D.H.: Context is everything. Educational Technology, 31(6), 1991; S. 35–37.
- [Ke98] Kerres, M.: Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Oldenbourg Verlag, München, 1998.
- [KHS98] Knowles, M.S.; Holten III, E.F.; Swanson, R.A.: The Adult Learner: The Definitive Classic in Adult Education and Human Resource Development, Butterworth-Heinemann, USA, 1998.
- [KKJ03] Kreijns, K.; Kirschner, P.A.; Jochems, W.: Identifying the pitfalls for social interaction in computer-supported collaborative learning environments: a review of the research, Computers in Human Behavior, 19(3), 2003; S. 335-353.
- [Ku03] Kuniavsky, M.: Observing the user experience, Morgan Kaufmann Verlag, USA, 2003.
- [LF04] Lindstaedt, S.N.; Farmer, J.: Kooperatives Lernen in Organisationen. In (Haake, J.; Schwabe, G.; Wessner, M. Hrsg.): CSCL-Kompodium, Oldenbourg Verlag, München, 2004; S. 191-200.
- [Mü06] Müllner, U.: Von der Lernplattform zur integrierten Lernumgebung im Arbeitsprozess. Institut für Berufs- und Weiterbildung, Universität Duisburg-Essen, 2006. Dissertation.
- [No08] Novak, J. et al.: Kooperative Medienumgebungen für das Reisebüro der Zukunft, Tagungsband Mensch und Computer, 2008.
- [NS09a] Novak, J.; Schmidt, S.: When Joy Matters: The Importance of Hedonic Stimulation in Collocated Collaboration with Large-Displays, Proc. of the INTERACT, 2009.
- [NS09b] Novak, J.; Schwabe, G.: Designing for Reintermediation in the Brick-and-Mortar World: Towards the Travel Agency of the Future, Electronic Markets, 19, 2009.
- [NSU08] Novak, J.; Schwabe, G.; Unland, R.: Next-Generation Collaborative Media. In: Proceedings of IEEE Human-System Interaction, IEEE Explore, 2008.
- [RM01] Reinmann-Rothmeier, G.; Mandl, H.: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In (Krapp, A.; Weidenmann, B. Hrsg.): Pädagogische Psychologie. 4. Aufl., Verlagsgruppe Belz, Weinheim, 2001.
- [Ri93] Rieman, J.: The Diary Study: A Workplace-Oriented Research Tool to Guide Laboratory Efforts. Interchi 93, 1993.
- [Ro03] Rodden, T. et al.: Designing novel interactional workspaces to support face to face consultations. Proc. of CHI 2003, ACM Press.
- [Wa01] Walter, D.: Training on the Job, Am. Society for Training and Development, USA, 2001.
- [Wa03] Wang, Yi-Shun: Assessment of learner satisfaction with asynchronous electronic learning systems. Information & Management, 41, 2003; S. 75-86.

# **Durchgängige Integration einer Creative Commons Lizenzverwaltung in die Open Learning Content Authoring & Management Plattform docendo**

Christoph Rensing<sup>1,2</sup>, Stephan Tittel<sup>2</sup>, Ralf Steinmetz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Multimedia Communications Lab (KOM) - TU Darmstadt

<sup>2</sup>Hessisches Telemedia Technologie Kompetenz-Center (httc)

Rundeturmstr. 10

64283 Darmstadt

{Christoph.Rensing|Ralf.Steinmetz}@kom.tu-darmstadt.de

Stephan.Tittel@httc.de

**Abstract:** Die Angabe von Lizenzinformationen durch Autoren von Lernressourcen ist eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Umsetzung von Projekten zur Verbreitung von Offenen digitalen Lernressourcen (OER) und deren Wiederverwendung. Lehrende scheuen zumeist die Auseinandersetzung mit Fragen der Lizenzierung ihrer Lernressourcen und nutzen bestehende Systemfunktionalitäten zur Angabe von Lizenzinformationen nur unzureichend. Dieser Beitrag stellt eine Lösung vor, die den Autoren von Lernressourcen in Form der Creative Commons inzwischen verbreitete und einfach verständliche Lizenzen zur Nutzung anbietet und deren Erfassung und Nutzung durchgängig in den Prozess der Erstellung und Nutzung von Lernressourcen integriert.

## **1 Motivation**

Seit Ende der 90er Jahre ist die Wiederverwendung von Lernobjekten Zielsetzung von Forschung und Entwicklung. Es gab intensive Diskussionen um die kontextfreie Gestaltung von Lernobjekten, es wurden Repositories für Lernobjekte entwickelt und mit LOM ein Standard zur Beschreibung von Lernobjekten mit Metadaten definiert [Fri04]. Lizenzinformationen sind seit dieser Zeit Bestandteil der Metadatensätze, die nach dem LOM Standard Lernobjekte [IEE02] beschreiben. Der Erfolg all dieser Forschungsanstrengungen ist nur sehr beschränkt [DV08]. Lernobjekte werden insgesamt nur selten mit Metadaten beschrieben und in Repositories abgelegt. Die Idee der Wiederverwendung von Lernobjekten erfährt mit der Forderung nach Offenen digitalen Lernressourcen, auch Open Educational Resources (OER) genannt, in leichter Abwandlung seit 2007 neue Beachtung. Zudem wächst mit der zunehmenden Bedeutung von sozialen Communities und der zunehmenden Verfügbarkeit von Plattformen zur kostenfreien Speicherung von multimedialen Inhalten, wie beispielsweise Slideshare und Youtube, die Bereitschaft, Lernressourcen einer breiten Öffentlichkeit verfügbar zu machen.

## Angabe von Lizenzinformationen durch die Autoren

Lehrende beachten bei der Bereitstellung und Nutzung von Lernressourcen nur in seltenen Fällen lizenzrechtliche Bestimmungen und zeichnen bei der Veröffentlichung ihrer Ressourcen diese nur in seltenen Fällen mit Lizenzangaben aus.

Diese allgemeinen Beobachtungen decken sich mit unseren eigenen langjährigen Erfahrungen aus verschiedenen Projekten, die die Erstellung von Selbstlernmaterialien zum Ziel haben, sowie mit den Erfahrungen an der TU Darmstadt. In den betrachteten Projekten und an der TU Darmstadt wird einheitlich von den Autoren die Offene Lern-Content Authoring and Management Plattform docendo<sup>1</sup> als Autorenumgebung genutzt. Obwohl sie die Möglichkeit zur Erfassung und Modifikation von Lizenzinformationen für die Ressourcen bietet, wird diese Funktionalität von den Autoren nicht genutzt. Tabelle 1 zeigt den Anteil der Ressourcen mit von den Autoren modifizierten Lizenzinformationen bzw. erfassten Lizenzinformationen aller Ressourcen, die in den drei von uns auswertbaren und intensiv genutzten Instanzen der Plattform verfügbar sind. Bei den drei docendo Instanzen handelt es sich um die Instanzen der Projekte HeLPS (s. <http://www.helps-hessen.de>) und k-MED (s. <http://www.k-med.org>) sowie die durch das *e-learning center* der TU Darmstadt für die Lehrenden an der TU Darmstadt zur Verfügung gestellte Instanz. In den Projekten HeLPS und k-MED werden die Lizenzinformationen per Systemeinstellung für alle Ressourcen vorgelegt und können von den Autoren geändert werden, was aber entweder gar nicht oder nur bei 0,02% der Ressourcen gemacht wird. An der TU Darmstadt ist überhaupt nur für eine von über 2000 Ressourcen eine Lizenzinformation hinterlegt.

|                               | HeLPS<br><i>n</i> =8828 | k-MED<br><i>n</i> =19048 | TUD<br><i>n</i> =2222 | Gesamt<br><i>n</i> =30098 |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Geänderte Lizenzinformationen | 0 (0%)                  | 4 (0,02%)                | 1 (0,05%)             | 5 (0,02%)                 |

Tabelle 1: Anteil der Ressourcen mit geänderten Lizenzinformationen an allen Ressourcen

## Wiederverwendung von Ressourcen in der Praxis

Die Wiederverwendung von Lernressourcen ist ein wichtiges Ziel sowohl der Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen zu Beginn dieses Jahrtausends als auch der OER Bewegung. Sie erlaubt einerseits die Kosten für die Erstellung von neuen Lernmaterialien zu reduzieren und andererseits aufwändig produzierte Lernressourcen einer umfangreichen Nutzung zuzuführen. Tabelle 2 zeigt, dass eine Wiederverwendung von Ressourcen in docendo durchaus erfolgt. Dabei ist die Wiederverwendung durch den Autor, wie beispielsweise die Nutzung eines Bildes in zwei Kursen, von einer Wiederverwendung durch einen anderen Autoren, der ebenfalls die docendo Plattform nutzt (im weiteren Fremdautor genannt), zu unterscheiden. Im Projekt HeLPS werden mehr als 7% aller produzierten Ressourcen insgesamt und sogar 12,3 % der in Textform

---

<sup>1</sup> docendo ist als Open Source Software unter [www.docendo.org](http://www.docendo.org) verfügbar.



vorliegenden Ressourcen, wie Kursabschnitte, Tabellen oder Testitems, durch Fremdauforen genutzt. Auf der Instanz der TU Darmstadt sind es nur 1,1%. Dies ist u.a. dadurch zu erklären, dass sich die Autoren in HeLPS aus der gemeinsamen Projektarbeit kennen und die Vorbelegung der Lizenzinformation eine nicht kommerzielle Nutzung durch Lehrende erlaubt. An der TU Darmstadt ist das nicht der Fall. Wie zuvor gezeigt, sind die Ressourcen nicht mit Lizenzinformationen ausgezeichnet.

|                                                        | <b>HeLPS</b><br><i>n=8828</i><br><i>A=5484</i><br><i>D=3343</i> | <b>k-MED</b><br><i>n=19048</i><br><i>A=8029</i><br><i>D=11019</i> | <b>TUD</b><br><i>n=2222</i><br><i>A=1434</i><br><i>D=788</i> | <b>Gesamt</b><br><i>n=30098</i><br><i>A=14947</i><br><i>D=15150</i> |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Assets (A)                                             | 621 (11,3%)                                                     | 681 (8,5%)                                                        | 81 (5,6%)                                                    | 1383 (9,3%)                                                         |
| Assets (nur Fremdnutzung)                              | 222 (4%)                                                        | 226 (2,8%)                                                        | 20 (1,4%)                                                    | 468 (3,1%)                                                          |
| Dokumente (D)<br>z.B. Abschnitte, Test-Items, Tabellen | 448 (13,4%)                                                     | 283 (2,6%)                                                        | 25 (3,2%)                                                    | 756 (5%)                                                            |
| Dokumente (nur Fremdnutzung)                           | 410 (12,3%)                                                     | 90 (0,8%)                                                         | 5 (0,6%)                                                     | 505 (3,3%)                                                          |
| Gesamt (n)                                             | 1069 (12%)                                                      | 964 (5,1%)                                                        | 106 (4,7%)                                                   | 2139 (7,1%)                                                         |
| Gesamt (nur Fremdnutzung)                              | 632 (7,1%)                                                      | 316 (1,7%)                                                        | 25 (1,1%)                                                    | 973 (3,3%)                                                          |

Tabelle 2: Wiederverwendung nach Ressourcentyp

Die mangelnde Auszeichnung der Ressourcen mit Lizenzinformationen schränkt eine Wiederverwendung der Ressourcen durch andere Lehrende ein, selbst wenn die Ressourcen im Web verfügbar sind und eine Wiederverwendung seitens der Autoren durchaus gewollt ist. Andere Lehrende wissen nicht, ob und in welcher Form sie gefundene Lernressourcen selbst nutzen können, und scheuen in aller Regel den Aufwand, die Autoren der Ressourcen persönlich nach Möglichkeiten der Nutzung zu fragen, da dies aufwändig ist und zu einer Verzögerung in der Erstellung der Materialien führt.

### Aufbau des Beitrags

Der Beitrag beschreibt wie wir in docendo auf diese Situation mittels eines erfolgreich implementierten Ansatzes zur durchgängigen Integration von Creative Commons Lizenzen in die Plattform reagiert haben. In Kapitel 2 beschreiben wir kurz die Bedeutung Offener digitaler Lernressourcen, die Creative Commons Lizenzen und ihre Nutzbarkeit im E-Learning. Kapitel 3 fasst verschiedene Formen der Integration solcher Lizenzen in Lernobjekt Repositories im Speziellen und Medienrepositories im Allgemeinen zusammen. Die Grundidee der Plattform docendo und ihre Funktionalitäten stellen wir kurz in Kapitel 4 vor. Daran schließt sich die Beschreibung der Integration der CC Lizenzen an. Der Beitrag endet mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

## 2 Creative Commons Lizenzen für Offene digitale Lernressourcen

### 2.1 Open Educational Resources

Offene digitale Lernressourcen, zumeist Open Educational Resources (OER) genannt, gewinnen zunehmend an Bedeutung. So entwickeln einerseits verschiedene öffentliche Bildungseinrichtungen - insbesondere Hochschulen - entsprechende Strategien und setzen sie um. Als Beispiele im deutschsprachigen Raum seien das Podcast-Portal der Universität Graz<sup>2</sup> oder die Beteiligung der RWTH Aachen an der iTunes University (iTunesU)<sup>3</sup> genannt. Internationale Vorreiter für solche Aktivitäten waren das MIT mit der MIT OpenCourseWare Initiative<sup>4</sup> und die Open University UK mit OpenLearn<sup>5</sup>. Andererseits sieht die Europäische Gemeinschaft die freie Zugänglichkeit von Bildungsinhalten als wichtigen Schritt zur Steigerung der Chancengleichheit an und fördert entsprechende Initiativen [EU07]. Dabei wird der Begriff Offene digitale Lernressource unterschiedlich ausgelegt. Die OECD definiert OER als „... digitised materials offered freely and openly for educators, students and self-learners to use and reuse for teaching, learning and research“ [OEC07]. Vorlesungsaufzeichnungen und Podcasts sind typische und inzwischen weit verbreitete Formen von Offenen digitalen Lernressourcen. Aber insbesondere auch aufbereitete Selbstlernmaterialien, beispielsweise in Form von Web based Trainings (WBTs), zählen dazu. Hier tut sich insbesondere wieder die Open University hervor.

Der Einführung von OERs steht aber eine Vielzahl von Hemmnissen entgegen. Die OECD nennt als wichtigste Gruppen von Hindernissen technologische, ökonomische, soziale, politische und rechtliche. Zu den rechtlichen aber auch technologischen Herausforderungen zählt das in diesem Beitrag adressierte Problem der Lizenzverwaltung.

### 2.2 Nutzung von Creative Commons Lizenzen im E-Learning

Urheber, also auch die Autoren von Lernressourcen, besitzen das Recht, über die Verwendung ihrer Materialien durch Andere zu bestimmen<sup>6</sup>. Sie stehen damit vor der großen Herausforderung, rechtssicher zu formulieren, ob und in welcher Form sie eine Wiederverwendung der von ihnen erzeugten Ressourcen erlauben. Eine solche Formulierung werden Autoren von Lernressourcen ohne juristisches Wissen kaum sinnvoll erstellen können.

---

<sup>2</sup> <http://gams.uni-graz.at/pug>

<sup>3</sup> <http://deimos.apple.com/WebObjects/Core.woa/Browse/rwth-aachen.de>

<sup>4</sup> <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/home/home/index.htm>

<sup>5</sup> <http://openlearn.open.ac.uk/>

<sup>6</sup> § 12 Abs. 1 UrhG

Diese Problematik trifft nicht nur auf die Autoren von Lernressourcen zu, sondern grundsätzlich auf Autoren beliebiger Werke. Mit den Möglichkeiten des Internets, eigene Werke in digitaler Form einer großen Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen, stellt sich diese Anforderung einer wesentlich größeren Gruppe von Personen als noch zu Zeiten, in denen Werke nur in gedruckter Form publiziert wurden.

In den vergangenen Jahren hat sich die Creative Commons Organisation [CC10] dieser Herausforderung angenommen. Die Creative Commons (CC) Lizenz-Suite stellt für Deutschland sechs Standardlizenzen zur Verfügung und erlaubt damit eine abgestufte Abbildung der Interessen von Autoren digitaler Werke im Allgemeinen. Die Vorteile der CC-Lizenzen für die Autoren bestehen einerseits in der baukastenartigen Struktur und andererseits in ihrer einfachen Formulierung, die dann zu rechtssicheren Formulierungen quasi übersetzt werden. Der Eigentümer einer Ressource muss nur folgende Informationen angeben:

- ob Modifikationen des Werkes verboten oder erlaubt sind,
- ob eine kommerzielle Nutzung verboten oder erlaubt ist,
- ob eine Weitergabe nur unter den Bedingungen der verwendeten CC-Lizenz oder unter anderen Bedingungen zugelassen ist.

Aus der Angabe dieser Informationen wird dann eine rechtssicher formulierte Lizenz generiert, die der Autor der digitalen Werke verwenden kann. Insbesondere im Bereich der Wissenschaft werden zwischenzeitlich in zunehmendem Maße Werke mit CC-Lizenzen ausgezeichnet. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn die Autoren eine Verwendung ihrer Werke befördern wollen.

Die Creative Commons Lizenzen sind für digitale Werke im Allgemeinen formuliert. Damit lassen sie sich auch sehr gut für digitale Lernressourcen verwenden. Bereits 2007 sah die OECD die Creative Commons Lizenz als die bei weitem bekannteste und meist verwendete Lizenz für OERs an [OEC07]. Durch die Bereitstellung von Lizenztexten für verschiedene Länder und deren Rechtssysteme sind die CC-Lizenzen international nutzbar.

Auf eine detaillierte Beschreibung der Creative Commons Lizenzen und ihrer Nutzung im E-Learning aus juristischer Perspektive muss an dieser Stelle aufgrund des Umfangs des Beitrags verzichtet werden. [HS06] geben eine Einführung in die Lizenzierung mittels CC Lizenzen und betrachten dabei insbesondere auch die Lizenzvergabe bei der Wiederverwendung von einzelnen lizenzierten Ressourcen durch Fremdautoren.

### 3 Bestehende Ansätze zur Integration von Creative Commons in Repositories

Bevor wir in Kapitel 5 unseren eigenen Ansatz zur Integration von Creative Commons zur Lizenzverwaltung in docendo vorstellen, geben wir hier kurz einen Überblick über bestehende Verfahren. In sogenannten Lernobjekt-Repositories erfolgt, sofern die Nutzung von Creative Commons Lizenzen unterstützt wird, zumeist eine generelle Zuordnung einer ausgewählten CC Lizenz zu allen gespeicherten Ressourcen. Dies gilt beispielsweise für MIT Open Courseware<sup>7</sup> oder MERLOT<sup>8</sup>.

Dieser Ansatz erscheint nicht ausreichend zu sein, denn für die Akzeptanz der Plattform seitens der Benutzer ist bedeutsam, dass der Benutzer selbst entscheiden kann, unter welche Lizenz er seine jeweiligen Ressourcen stellt. Eine Einschränkung auf eine oder wenige Lizenzen wird von den Benutzern nicht akzeptiert [KZ08]. Eine Auswahl zwischen vier verschiedenen Lizenzen bietet ARIADNE [Du01] den Nutzern an. Dabei werden bisher eigene Lizenzen genutzt. Eine Umstellung auf verschiedene CC-Lizenzen soll aber erfolgen<sup>9</sup>. Das einzige uns bekannte System, das eine differenzierte Nutzung von Lizenzen nicht nur auf Ebene von ganzen Sites oder Kursen sondern auch auf Ressourcenebene anbietet ist das auf Open Courseware Projekte spezialisierte Content Management System educommons<sup>10</sup>.

Neben den Repositories sind zunehmend auch sogenannte Web 2.0 Plattformen für die Verbreitung von Lernressourcen relevant. In der Plattform slideshare<sup>11</sup> werden Präsentationen beispielsweise ebenfalls unter verschiedenen CC Lizenzen, die der Benutzer auswählen kann veröffentlicht. Auf andere Medien spezialisierte Plattformen unterstützen teilweise auch CC Lizenzen. In der Fotoplattform flickr<sup>12</sup> können Lizenzen pro hochgeladenen Bild vergeben werden. Der gesamte Datenbestand ist nach einem bestimmten CC-Lizenztyp durchsuchbar. Ähnliches gilt für die Video Plattform blip.tv<sup>13</sup> und die Musikplattform jamendo.com<sup>14</sup>, die ausschließlich eine Nutzung von CC-Lizenzen zulässt.

Das Creative Commons Konsortium stellt unterschiedliche Schnittstellen bzw. Tools für die Integration von CC-Lizenzen in eigene zu entwickelnde Applikationen bereit. Mit Hilfe von liblicense<sup>15</sup>, eine in der Programmiersprache C geschriebene Bibliothek mit Bindings für Ruby und Python, können Lizenzinformationen direkt in die Metadaten unterschiedlicher Dateitypen eingetragen werden. Primär ist diese Bibliothek für Desktop-Applikationen gedacht, z.B. um den Datei-Browser des Betriebssystems um Lizenz-spezifische Funktionen zu erweitern. Speziell für Web-Applikationen wird das

---

<sup>7</sup> <http://ocw.mit.edu>

<sup>8</sup> <http://www.merlot.org>

<sup>9</sup> [http://www.ariadne-eu.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=34&Itemid=49](http://www.ariadne-eu.org/index.php?option=com_content&task=view&id=34&Itemid=49)

<sup>10</sup> <http://educommons.com/documentation/faq/recent-changes>

<sup>11</sup> <http://www.slideshare.net>

<sup>12</sup> <http://www.flickr.com>

<sup>13</sup> <http://blip.tv/tos/>

<sup>14</sup> [http://www.jamendo.com/en/cgu\\_user](http://www.jamendo.com/en/cgu_user)

<sup>15</sup> <http://wiki.creativecommons.org/Liblicense>

CC Javascript Widget<sup>16</sup> angeboten, das bereits in verschiedenen Webanwendungen genutzt wird. Durch Einbindung dieses Widgets in eine Webseite wird der CC-Lizenz-Selektor erzeugt, mit dem Nutzer auf einfache Weise eine CC-Lizenz zusammenstellen können. Für komplexere Anwendungsfälle in Web-Applikationen hostet Creative Commons außerdem eine Web-Service-Schnittstelle, für die es bereits Web-Service-Client-Implementierungen für Java, Python und PHP gibt. Mittels dieser Schnittstelle lässt sich in einem dreistufigen Prozess die URL zu der vom Nutzer gewünschten Lizenz erzeugen.

#### **4 Die Open Learning Content Authoring and Management Plattform docendo**

docendo ist eine durchgängig Web-basierte Plattform zur Erstellung, zum Management und zum Austausch von Selbstlernmaterialien in Form von Web based Trainings (WBTs). Wesentliche Eigenschaften von docendo sind<sup>17</sup>:

- die Bereitstellung aller Ressourcen auf verschiedenen Aggregationsniveaus, von Assets bis zu ganzen Kursen, in einem Repository und damit die Unterstützung der modularen Wiederverwendung,
- die transparente Integration der Auszeichnung aller Ressourcen mit Metadaten in den Autorenprozess und damit eine hohe Benutzerfreundlichkeit,
- die Unterstützung der Kollaboration verschiedener Autoren und Autorengruppen im Prozess der Erstellung von Selbstlernmaterialien,
- die durchgängige Trennung von Inhalt und Layout und damit die Möglichkeit, dass Lehrende ohne spezialisierte Autorenkenntnisse Selbstlernmaterialien erstellen.

docendo wurde im Rahmen verschiedener vom Land Hessen und dem BMBF geförderter Projekte ursprünglich unter dem Namen ResourceCenter konzipiert und implementiert und wird bis heute weiterentwickelt. Es ist seit September 2009 als Open Source Software frei verfügbar und wird in umfangreichem Maße an allen hessischen Universitäten und an der ETH Zürich als Autorenlösung eingesetzt. Die Anzahl der derzeit regelmäßig aktiven Nutzer in Projekten an denen wir unmittelbar beteiligt sind, beträgt ca. 80 Lehrende an diesen Hochschulen. Die Nutzung von docendo bleibt nicht auf den deutschsprachigen Raum beschränkt, da es Mehrsprachigkeit unterstützt<sup>18</sup>.

---

<sup>16</sup> <http://wiki.creativecommons.org/LicenseChooser.js>

<sup>17</sup> Eine ausführliche Beschreibung der grundlegenden Konzepte und Funktionalitäten von docendo findet sich u.a. in [HRS05] und [Hoe06].

<sup>18</sup> Der Source Code von docendo wurde aktuell aus 15 verschiedenen angelsächsischen und afrikanischen Ländern heruntergeladen. Wie weit docendo eingesetzt wird, ist uns nicht bekannt. Wir wissen aber bspw. von einem Einsatz an einer äthiopischen Hochschule.

Die einzelnen Funktionalitäten von docendo sind in Abbildung 1 auf der rechten Seite dargestellt. Einzig die Erstellung von Assets erfolgt außerhalb der Plattform docendo mit dafür existierenden Werkzeugen. Der Zugriff auf die Lernressourcen kann über die Plattform docendo selbst erfolgen. Komplette Kurse werden in der Regel aber über eine Lernplattform den Lernenden zur Verfügung gestellt.

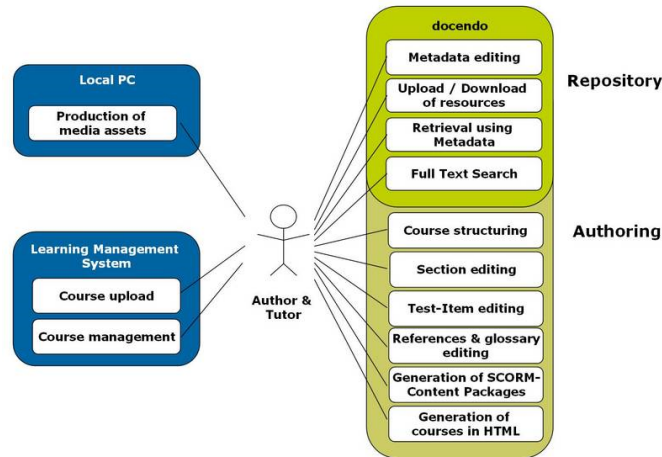


Abbildung 1: docendo Use Cases

## 5 Integration der Creative Commons Lizenzverwaltung in docendo

Schon in der ersten Version der Plattform docendo, die im Jahre 2002 eingesetzt wurde, und im wesentlichen die Repository Funktionalitäten realisierte, war die Funktionalität der Lizenzverwaltung in Form des LOM Metadateneditors integriert. Im LOM Standard [IEEE02] ist die 6. Kategorie „Rights“ für die Angabe von Lizenzinformationen vorgesehen. Alle Felder des Metadatensatzes können die Autoren mittels dieses Editors bearbeiten. Wie in Kapitel 1 dargestellt, erfolgt eine Nutzung des entsprechenden Feldes nur in absoluten Ausnahmefällen. Aufgrund dieser Beobachtung haben wir eine neue Form der Lizenzverwaltung in verschiedene für die Verwaltung und Nutzung von Lizenzinformationen relevanten Funktionalitätsbereichen der Plattform docendo integriert. Die Funktionalitätsbereiche, die wir im Folgenden detailliert darstellen werden, sind (1) die Eingabe der Lizenzinformationen durch die Autoren im Profil und Metadateneditor, (2) die Anzeige der Lizenzinformationen in den fertig erstellten Kursen und (3) die Suche nach solchen Ressourcen, die einer bestimmten Lizenz unterliegen.

### 5.1 Erfassung der Lizenzinformationen

Um den Benutzer bei der Erfassung zu unterstützen, bieten wir ihm in der Plattform docendo die Creative Commons Lizenzen zur Auswahl an. Über einen Tool-Tip, vgl. Abbildung 2, wird ihm eine einfach verständliche, kurze Beschreibung der Lizenzinhalte

dargestellt. Er kann aber auch manuell davon abweichende, eigene Lizenzinformationen erfassen. Die Eingabe der Lizenzinformationen erfolgt weiterhin im Metadateneditor. Allerdings kann der Lehrende in seinem Profil eine Vorauswahl einer Lizenz treffen, die in alle von ihm erstellten Ressourcen eingetragen wird, so dass er nur bei Abweichungen von der Vorauswahl manuell Eingaben machen muss.

The screenshot shows the 'Metadateneditor' interface with the 'Rechte' (Rights) tab selected. Under the 'Lizenz:' section, the 'Creative Commons Lizenz' radio button is selected. Below this, three checkboxes are checked: 'Remixing erlauben' (with a remix icon), 'Kommerzielle Nutzung verbieten' (with a crossed-out dollar sign icon), and 'Weitergabe unter gleichen Bedingungen fordern' (with a CC BY-NC-SA icon). A tooltip for the 'Weitergabe unter gleichen Bedingungen' icon explains that the licensor allows the distribution of derivatives only under the same license conditions. At the bottom, the Creative Commons BY-NC-SA logo is displayed, followed by the text: 'Dieser Werk bzw. Inhalt ist unter einer [Creative Commons-Lizenz](#) lizenziert.'

Abbildung 2: Eingabe der Creative Commons Lizenz im Metadateneditor

Das Zusammenstellen einer Creative Commons Lizenz im Metadateneditor wird durch die Nutzung des von Creative Commons bereitgestellten „CC JavaScript Widgets“<sup>19</sup> umgesetzt. Das Widget wird direkt von [creativecommons.org](http://creativecommons.org) geladen und erzeugt im Browser die entsprechenden Lizenzoptionen inklusive der erklärenden Tool-Tips und Icons. Das JavaScript Widgets wurde verwendet, weil es eine unmittelbare Integration in die Docendo Webanwendung ermöglicht. Die unterschiedlichen vom Benutzer auszuwählenden Konfigurationsoptionen werden durch das Widget in eine eindeutige URL zu der entsprechenden Creative Commons Lizenz kodiert. Speichert der Nutzer die Metadaten, wird diese URL an docendo übergeben und kann im Folgenden interpretiert und genutzt werden.

<sup>19</sup> <http://wiki.creativecommons.org/Jswidget>

## 5.2 Anzeige der Lizenzinformationen

Neben der Erfassung der Lizenzinformationen ist aber auch die Anzeige der Lizenzinformationen wichtiger Bestandteil einer durchgängigen Lizenzverwaltung. In docendo erstellte Kurse werden den Lernenden in der Regel als zusammenhängendes WBT in Form eines SCORM Content Paketes oder in Form eines Paketes von HTML Seiten zur Verfügung gestellt. Der Autor muss also einen von ihm erstellten Kurs exportieren. In die Exportfunktion eingebunden ist die Erstellung einer Startseite des Kurses. Als Bestandteil dieser Startseite werden neben der Nennung des Titels und Autoren auch die Lizenzinformationen generiert. Im Falle der Verwendung von CC-Lizenzen werden diese, wie in Abbildung 3 gezeigt, in Form des entsprechenden CC-Symbols dargestellt, die über einen Link mit der ausführlichen Beschreibung verknüpft sind.

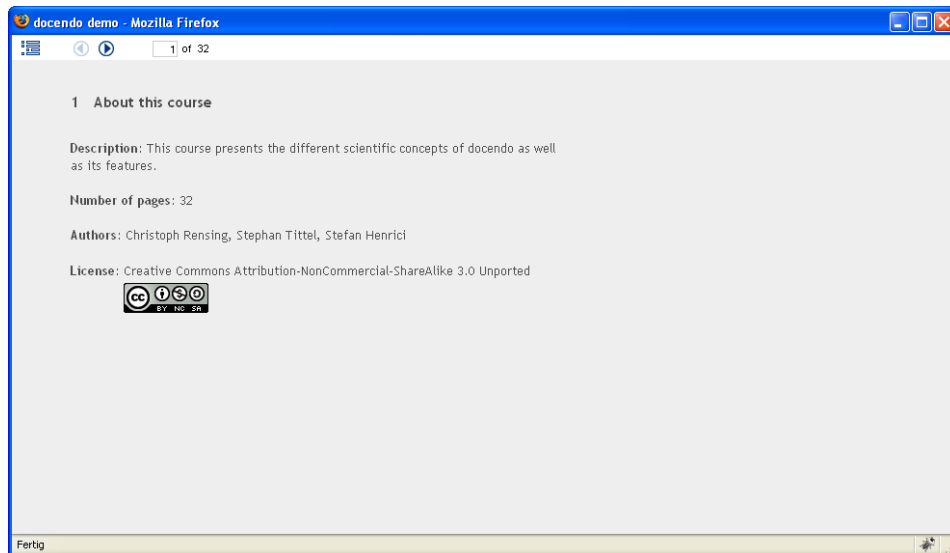


Abbildung 3: Anzeige der Creative Commons Lizenz auf Startseite eines WBTs

## 5.3 Suche nach Ressourcen einer bestimmten Lizenz

Für die Auswahl von Lernressourcen für eine Wiederverwendung ist die Lizenzinformation, also die Information ob und in welcher Form eine Wiederverwendung erlaubt ist, neben der inhaltlichen Information ein wesentliches Kriterium. Die Auswahl von Lernressourcen erfolgt in docendo mittels einer Suche. Entsprechend der großen Bedeutung der Lizenzinformationen für die Auswahl werden die Lizenzinformationen in der Liste der Suchergebnisse visuell mit angezeigt, wie in Abbildung 4 gezeigt. Zudem kann der Nutzer von docendo die Nutzung einer CC-Lizenz als Filterkriterium in der Suchmaske angeben und somit die Ergebnisliste auf solche Ressourcen einschränken, die einer CC-Lizenz unterliegen.



Ressourcen suchen

Suchen

▲ Erweiterte Suchoptionen ausblenden

Suchen in:

☒ Titel
 ☒ Schlüsselwörter

☒ Beschreibung
 ☒ Autoren

☐ Nur eigene Ressourcen
 ☒ Textinhalt

Ergebnisse pro Seite:

20

Sortiert nach:

Relevanz

Lizenz:

☒ Egal
 ☐ Creative Commons

☐ Alle
 ☒ Kurse
 ☐ Abschnitte
 ☐ Testfragen
 ☐ Audiodateien
 ☐ Officedokumente
 ☐ Literaturverweise

☐ Flashs
 ☐ Tabellen
 ☐ Chem. Strukturen
 ☐ Externe Ressourcen
 ☐ Binärdateien

☒ Bilder
 ☐ Testfragen (alt)
 ☐ Archivdateien
 ☐ Formeln
 ☐ Glossareinträge

Ergebnisse 1-3 von 3 Suchdauer: 55 ms Gesamtanzahl Ressourcen: 4672

docendo - Concepts and Features

Beschreibung: This course presents the different scientific concepts of docendo as well as its...

Schlüsselwörter: docendo concepts features

Autoren: Christoph Rensing, Stephan Tittel, Stefan Henrici

Course Editor Pop Up

Beschreibung: Pop up pic from the Course Editor

Schlüsselwörter: Course Editor pop Up

Autoren: Christoph Rensing

Please click for detailed information about the course editor

Beschreibung: course editor small

Schlüsselwörter: course editor small

Autoren: Christoph Rensing

Abbildung 4: Anzeige der Creative Commons Lizenz in Suchergebnissen

## 6 Fazit und weitere Schritte

Motivation für unsere Arbeit war, dass Autoren die ihnen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten, den von ihnen erzeugten Ressourcen Lizenzinformationen hinzufügen, in der Regel nicht nutzen. Daher haben wir ein durchgängiges Konzept entworfen und implementiert, das die Verwaltung von Lizenzinformationen durchgängig in die Erstellung und Nutzung von Lernressourcen integriert. Das vorgestellte Konzept unter Nutzung von Creative Commons Lizenzen vereinfacht die Erfassung von Lizenzinformationen und kann somit einen Beitrag zu einer mittelfristig stärkeren Wiederverwendung leisten. Neben dieser Vereinfachung halten wir es für die erfolgreiche Umsetzung von OER Konzepten aber als wesentlich, dass den Autoren die Ideen von OER und Creative Commons Lizenzen regelmäßig bewusst gemacht werden. Dies gelingt uns in docendo, indem die Autoren an zentralen Schritten innerhalb ihres Prozesses der Erstellung von Lernressourcen darauf hingewiesen werden. Dazu zählen wir einerseits die Suche nach Ressourcen und andererseits den Export der fertigen Kurse.

Wir erwarten, dass das von uns umgesetzte Konzept zumindest dazu führt, dass der Anteil der mit Lizenzinformationen ausgezeichneten Ressourcen steigt. Daraus könnte zudem eine stärkere Wiederverwendung resultieren. Da die neuen Funktionalitäten erst

179

kurzfristig implementiert wurden und aktuell in die Instanzen integriert worden sind, können wir diese Hypothesen erst nach einer weiteren Nutzung überprüfen.

## Literaturverzeichnis

- [CC10] Creative Commons: Was ist CC?, 2009. Verfügbar am 03.03.2010 unter:  
<http://de.creativecommons.org/was-ist-cc/>
- [Du01] Duval, E. et al: The Ariadne knowledge pool system, Communications of the ACM, Vol. 44, No. 5, 2001; S. 72-78.
- [DV08] Duval, E.; Verbert, K.: On the Role of Technical Standards for Learning Technologies , IEEE Transactions on Learning Technologies, Vol. 1, No. 4, 2008; S. 229-234.
- [EU07] European Union: Lifelong Learning Programme - ICT actions - Multilateral Projects, 2007. Verfügbar am 03.03.2010 unter  
[http://ec.europa.eu/education/programmes/lp/guide/fiches/ict1\\_en.html](http://ec.europa.eu/education/programmes/lp/guide/fiches/ict1_en.html)
- [Fri04] Friesen, N.: Three Objections to Learning Objects and E-learning Standards. In (McGreal, R. Hrsg.): Online Education Using Learning Objects. Routledge, London, 2004; S. 59-70.
- [Hoe06] Hoermann, S.: Wiederverwendung von digitalen Lernobjekten in einem auf Aggregation basierenden Autorenprozess, Dissertation, 2006. Verfügbar am 03.03.2010 unter  
<http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/650/>
- [HRS05] Hoermann, S.; Rensing, C.; Steinmetz, R.: Wiederverwendung von Lernressourcen mittels Authoring by Aggregation im ResourceCenter. In (Haake, J. M.; Lucke, U.; Tavangarian, D. Hrsg.): DeLFI 2005: 3. Deutsche e-Learning Fachtagung Informatik, 2005; S. 153-164.
- [HS06] Hansen, J.; Selmeczi, K.: Juristische Absicherung von Re-Authoring Prozessen. In (Rensing, C. Hrsg.): Proceedings der Pre-Conference Workshops der 4. e-Learning Fachtagung Informatik DeLFI 2006; S. 11-18.
- [IEEE02] IEEE Learning Technology Standards Committee: IEEE Standard for Learning Object Metadata 1484.12.1., 2002.
- [KZ08] Kraemer, B.; Zobel, A.: Einsatz und Verbreitung von CampusContent – DFG-Leistungszentrum für E-Learning. In (Zauchner, S. et al. Hrsg.): Offener Bildungsraum Hochschule. Waxman, Münster, New York, München, Berlin, 2008; S 58-68.
- [OEC07] OECD: Giving Knowledge for Free. 2007. Verfügbar am 03.03.2010 unter:  
<http://www.oecd.org/dataoecd/35/7/38654317.pdf>

# Content Sharing bei elektronischen Assessments

Stefan Bisitz, Juliane Wenzel, Peter Riegler

Institut für Medieninformatik  
Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaft  
Salzdahlumer Str. 46/48  
38302 Wolfenbüttel  
{st.bisitz, ju.wenzel, p.riegler}@ostfalia.de

**Abstract:** Die leichte Wiederverwendbarkeit elektronischer Lernobjekte gilt als Vorteil gegenüber traditionellen Formaten. Wir untersuchen im Kontext eines Projektes zur Erstellung elektronischer Assessments quantitativ, ob und in welchem Maße Lernobjektwiederverwendung Realität ist.

## 1 Einleitung

Content Sharing, die leichte Wiederverwendbarkeit und das Wiederverwenden von Inhalten, werden häufig als positive Merkmale von eLearning genannt. Ob diese Wiederverwendbarkeit tatsächlich Realität ist, kann durchaus angezweifelt werden. Nach mehr als einem Jahrzehnt der Erforschung und des Einsatzes elektronischer Lernobjekte werden für die Wiederverwendung grundlegende Aspekte wie Rechte- und Vermarktungsmodelle praktisch unvermindert diskutiert.

Es ist plausibel, dass die Wiederverwendung von Inhalten stark vom Anwendungskontext und rechtlichen und monetären Randbedingungen abhängt. Über die wesentlichen Parameter, die Wiederverwendung begünstigen, besteht weitestgehend Einigkeit [Li03]. Dennoch gibt es kaum Datenmaterial, das den Wiederverwendungsgrad elektronischer Lehrressourcen beschreibt.

Wir stellen in dieser Arbeit solches Datenmaterial und dessen quantitative Analyse vor. Das Datenmaterial entstammt dem Kontext elektronischer Assessments. Solche Assessments sind durch eine automatische Bewertung gekennzeichnet. Studierende bekommen dadurch praktisch sofortiges Feedback über ihren aktuellen Leistungsstand. Die besondere didaktische Wirksamkeit solcher elektronischer Lernobjekte, sofern sie für formative Assessments eingesetzt werden, wurde schon früh [No99] und inzwischen mehrfach belegt.

Das konkrete Datenmaterial entstammt einem zweijährigen Projekt, mit dem Ziel elektronische Assessments für typische Ingenieurmathematikveranstaltungen an deutschen Hochschulen zu erstellen. Dieses Projekt wird in Abschnitt 3 kurz vorgestellt. Technisch gesehen handelt es sich bei diesem Projekt um ein Teilprojekt der weltweit tätigen LON-CAPA-Initiative [Ko08]. Die für diese Arbeit wichtigen Aspekte der von LON-CAPA verwendeten verteilten Plattform werden in Abschnitt 2 beschrieben.

Abschnitt 4 analysiert entlang dreier Dimensionen die Wiederverwendung der im zugrundeliegenden Projekt geschaffenen elektronischen Ressourcen unter den Nutzern des LON-CAPA-Netzwerks. Abschnitt 5 fasst die Ergebnisse zusammen.

## **2 Content Sharing in LON-CAPA**

LON-CAPA vernetzt derzeit mehr als 180 Bildungsinstitutionen wie Schulen und Hochschulen auf der ganzen Welt. Während die Mehrzahl der Nutzer in dem 1993 initiierten Verbund in den vergangenen Jahren vorwiegend aus Nordamerika kam, nimmt seit 2006 die Teilnehmerzahl gerade, aber nicht nur, in Europa stetig zu. Besonders Fachhochschulen in Deutschland erkennen den Mehrwert der Ressourcenteilung und schließen sich dem Netzwerk an. Gerade auch für Schulen mit meist knapper Kasse ist das reizvoll, denn die Nutzung der Software ist kostenlos und eine Wiederverwendung bereits vorhandener Inhalte möglich.

Jede LON-CAPA nutzende Institution hat üblicherweise einen eigenen Server. Alle Server sind untereinander über das Internet vernetzt. Dieses Servernetzwerk bildet die technische Grundlage zur gemeinsamen Nutzung der Lehrmaterialien. Besonders interessant ist dies für elektronische Übungsaufgaben mit automatischer Bewertung. Die Erstellung solcher Aufgaben ist aufwändig. Für einen sinnvollen Lehrbetrieb eines Schuljahres bzw. Semesters kommen etwa 50 bis 150 solcher Aufgaben in einem einzelnen Onlinekurs zum Einsatz. Bei Wiederverwendung bereits bestehender Aufgaben kann somit der nicht unerhebliche Gesamtaufwand zur Erstellung gespart werden. Somit ist es nicht verwunderlich, dass solche Aufgaben üblicherweise dem gesamten weltweiten Netzwerk zur Mitnutzung angeboten werden und das Interesse daran steigt.

LON-CAPA beruht auf dem Prinzip des gegenseitigen Gebens und Nehmens. Der ständig wachsende Pool besteht derzeit aus fast 150000 Übungsaufgaben und beinahe 350000 Ressourcen insgesamt, siehe auch Abb. 3. Ist eine Übungsaufgabe nicht im Pool vorhanden, so kann man mit den entsprechenden Berechtigungen den sogenannten Konstruktionsbereich zur Selbsterstellung dieser Aufgabe nutzen. Aus einer Vielzahl von Vorlagen können dort Aufgaben erstellt werden. Zum freien Editieren der XML-basierten Aufgaben stehen ein Texteditor sowie ein grafischer Editor zur Verfügung. Auch mehrsprachige Inhalte sind möglich. Ist die Aufgabe fertiggestellt und in der eingebauten Testumgebung auf korrekte Funktionstüchtigkeit geprüft worden, erfolgt die Übergabe aus dem lokalen Konstruktionsbereich in den internationalen Aufgabenpool. Sie steht dann sofort allen Lehrenden zur Mitnutzung bereit, sofern die Rechte entsprechend vergeben werden, was jedoch der Regelfall ist.

Die Lehrenden der verschiedenen Institutionen haben alle Zugriff auf diesen weltweiten Pool und bestücken mit den Inhalten ihre Onlinekurse. Die Kursinhalte können frei konfiguriert werden. Dabei spielt es keine Rolle, ob es passive Inhalte wie PDF-Dokumente von der eigenen Festplatte sind oder aktive Inhalte wie die automatisch bewerteten Übungsaufgaben aus dem LON-CAPA-Netzwerk. Das Auffinden solcher Aufgaben erfolgt entweder, indem die Aufgaben direkt aus dem hierarchisch aufgebauten weltweit verteilten Pool entnommen werden oder durch Verwendung einer Suchmaske, ganz ähnlich wie es Internetsuchmaschinen bieten. Es kann u.a. nach Thema oder Schlüsselwörtern gesucht werden. Weitere, ständig automatisiert aktuell gehaltene Kenndaten, wie beispielsweise Schwierigkeitsgrad oder Anzahl der bisherigen Nutzungen, helfen bei der Auswahl.

Die Lernenden greifen auf die Onlinekurse über einen üblichen Webbrowser zu. Je nach Einstellung des Kurses stehen unterschiedliche Zeitfenster zur Bearbeitung der verschiedenen Aufgaben offen. Anschließend kann der Lehrende anhand der Einreichungen das weitere Vorgehen für seine Lehrveranstaltung ableiten.

Sollte sich eine Aufgabe einmal als fehlerhaft herausstellen, können Lernende oder Lehrende den verantwortlichen Autor über ein netzwerkinternes Benachrichtigungssystem informieren. Dieser kann dann den Fehler beseitigen und die neue Version ins Netzwerk stellen. Diese Korrektur wird dann automatisch in alle Kurse im LON-CAPA-Netzwerk, die diese Aufgabe verwenden, durchgereicht.

### **3 Projekt eÜbungen**

Übungen sind essentieller Bestandteil eines jeden Lernprozesses. Im Studium wird dieser Tatsache durch vorlesungsbegleitende Übungsveranstaltungen Rechenschaft getragen. Die Durchführung solcher Übungen ist für Lehrende jedoch häufig mit zusätzlichem personellem und zeitlichem Aufwand verbunden. Zudem verstehen viele Studierende Übungsveranstaltungen nicht als Gelegenheit, die Lernziele durch Üben zu festigen, sondern als Ort, wo Ihnen gezeigt wird, wie sie die Aufgaben lösen. Für den Lernprozess ist es jedoch wichtig, dass Lernende selbst aktiv Aufgaben lösen und schnelles Feedback über ihren momentanen Stand erhalten.

Rechnergestützte Aufgaben ermöglichen, aufgrund der automatisierten Bewertung durch den Computer, direktes Feedback für Lernende und Lehrende. Die Lehrenden erhalten dadurch den Vorteil, das weitere Fortfahren ihrer Lehrveranstaltung optimieren zu können. Sie können zeitnah auf Probleme ihrer Lernenden eingehen oder, bei offensichtlichem Verstehen des Lernstoffes, das nächste Thema angehen. Es ist im Vorlesungsbetrieb sehr effektiv, sagen zu können, „Ich habe heute morgen gesehen, dass viele von Ihnen Probleme mit ... haben.“

Natürlich lassen sie nicht alle sinnvollen Aufgabenstellungen durch computerbewertete Übungen ersetzen. Der Teil der Übungsveranstaltungen, der sich mit Konzepten und grundlegenden Berechnungen beschäftigt und somit leicht zu automatisieren ist, lässt sich jedoch gut ersetzen. Dadurch lässt sich Personal für die Besprechung komplexerer Aufgaben (Beweise, längere Berechnungen usw.) freistellen.

Einen weiteren Vorteil bieten die rechnergestützten Aufgaben durch die Möglichkeit der Randomisierung. Dies bedeutet, dass die Lernenden unterschiedliche Versionen einer Aufgabe bekommen (siehe Abb. 1). Blindes Kopieren der Lösung eines Mitlernenden ist somit nicht mehr möglich. Vielmehr werden die Lernenden angeregt, gemeinsam über die richtigen Lösungsstrategien zu diskutieren.

**Geradengleichung**

Nennen Sie die Gleichung  $y(x)$  einer Gerade, die durch den Punkt (5 | -1) verläuft.

$y(x) =$

Versuche 0/3

**Geradengleichung**

Nennen Sie die Gleichung  $y(x)$  einer Gerade, die durch den Punkt (4 | -3) verläuft.

$y(x) = 4 \cdot x^2 - 3$  

Die eingegebene Funktion verläuft nicht durch den Punkt (4 | -3). Bei der eingegebenen Funktion handelt es sich nicht um eine Gerade.

Inkorrekt. Versuche 1/3 [Bisherige Antworten](#)

Abbildung 1: Zwei Versionen derselben computergestützten Aufgabe. Die untere Teilabbildung zeigt zudem einen Hinweis, der durch eine falsche Eingabe ausgelöst wurde.<sup>1</sup>

Im Rahmen des zweijährigen ELAN III Projekts eÜbungen [Be09] haben Lehrende der Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven, der Fachhochschule Hannover und der Ostfalia Hochschule mit Unterstützung der Michigan State University (USA) ca. 1500 Übungsaufgaben aus dem Bereich der Mathematik entwickelt. Diese Aufgaben sind alle im LON-CAPA-Netzwerk frei verfügbar. Die Projektlaufzeit umspannte den Zeitraum von Mitte 2007 bis Mitte 2009.

Die erstellten Aufgaben sind insbesondere vielschichtig einsetzbar, da sie sich mit grundlegenden Konzepten der Mathematik beschäftigen. Diese werden nicht nur in den meisten Studiengängen sondern teilweise auch in der Sekundarstufe II benötigt. Potentiell können die Aufgaben also vielfach wiederverwendet werden.

<sup>1</sup> Siehe [www.ostfalia.de/vita](http://www.ostfalia.de/vita) für weitere Aufgabenbeispiele.

## 4 Content Sharing in Zahlen

Der weltweit verteilte LON-CAPA-Ressourcenpool kann als zeitabhängiger gewichteter Digraph modelliert werden. Darin repräsentieren Autoren bzw. Dozenten Knoten, wobei in der Realität die meisten Autoren auch Dozenten sind (aber nicht umgekehrt). Das Gewicht einer Kante, die Dozent mit Autor verbindet, gibt an, wie viele Ressourcen der entsprechende Dozent bisher vom entsprechenden Autor genutzt hat. Mit Hilfe eines solchen Digraphs kann der Grad der Wiederverwendung der Ressourcen leicht charakterisiert werden. Sind die Gewichte der Kanten an einem Knoten typischerweise kleiner als die Anzahl der Ressourcen, die der zum Knoten korrespondierende Autor bereitgestellt hat, ist der Wiederverwendungsgrad der Ressourcen eher gering.

Wegen der großen Zahl von Autoren im LON-CAPA-Netzwerk – allein im Rahmen des Projektes eÜbungen waren fast 20 Autoren tätig – beschränken wir uns hier auf eine vereinfachte Analyse. Dazu gruppieren wir Autoren. Über die Gruppenzugehörigkeit wird entschieden, auf welchem Server im LON-CAPA Netzwerk die Autoren ihren Konstruktionsbereich haben. Die am Projekt eÜbungen beteiligten Autoren haben ihren Konstruktionsbereich auf einem von zwei Servern, die eigens für das Projekt in Betrieb genommen wurden und die wir im Folgenden mit  $N$  und  $W$  bezeichnen werden. Der  $W$ -Server wurde ausschließlich von Autoren einer der am Projekt beteiligten Hochschulen genutzt, der  $N$ -Server von den Autoren der beiden anderen Hochschulen. Alle anderen Autoren des LON-CAPA-Netzwerkes fassen wir in der Gruppe  $L$  zusammen.

|        | von L | von N | von W |
|--------|-------|-------|-------|
| nach L | 93255 | 1     | 41    |
| nach N | 0     | 44    | 184   |
| nach W | 94    | 0     | 71    |

Tabelle 1: Ressourcenaustausch ein halbes Jahr nach Projektbeginn.

Tabelle 1 zeigt die Adjazenzmatrix für diese grobgranulare Netzwerkdarstellung mit den Knoten  $L$ ,  $N$  und  $W$  nach dem ersten halben Jahr der Projektlaufzeit. Wie zu ersehen ist war zu Projektbeginn das Subnetzwerk bestehend aus den Gruppen  $N$  und  $W$  eher gering mit dem Restnetzwerk  $L$  vernetzt, während bereits viele Ressourcen von  $W$  in Kursen bei  $N$  eingebunden wurden.

Ein Jahr später hatte sich die Situation bereits grundlegend geändert, siehe Tabelle 2. Der Nutzungsgrad der von  $N$  und  $W$  bereitgestellten Ressourcen ist deutlich angewachsen. Insbesondere haben sich die Gruppen  $N$  und  $W$  zu Nettoimporteuren entwickelt. Die Dozenten der am Projekt beteiligten Hochschulen hatten also zwischenzeitlich vermehrt auf Ressourcen zurückgegriffen, die außerhalb des Projektes entwickelt wurden.

|        | von L  | von N | von W |
|--------|--------|-------|-------|
| nach L | 111869 | 39    | 241   |
| nach N | 525    | 205   | 518   |
| nach W | 2758   | 149   | 1004  |

Tabelle 2: Ressourcenaustausch eineinhalb Jahre nach Projektbeginn.

Zu diesem Zeitpunkt waren im Rahmen des Projektes ca. 1500 Aufgaben erstellt worden. Wie die Summe der Diagonalelemente von *N* und *W* in Tabelle 2 zeigt, wurden diese bis dahin nicht alle eingesetzt. Dies ist dadurch erklärbar, dass Dozenten ihre Kurse in der Regel zu Semesterbeginn vollständig mit Inhalten bestücken. Aufgaben, die danach entwickelt werden, kommen daher frühestens im nächsten Semester zum Einsatz.

Eine weitere Metrik zur Charakterisierung der Wiederverwendung der erstellten Inhalte ist die Zahl der Kurse, in denen eine bestimmte Ressource bisher eingesetzt wurde. Natürlich wird es immer Ressourcen geben, die bis dato noch nicht eingesetzt wurden, beispielsweise weil sie wie eben geschildert erst kürzlich entwickelt wurden. Auf der anderen Seite ist zu erwarten, dass die Ressourcen mit deutlich unterschiedlicher Häufigkeiten verwendet werden. Manche elektronischen Übungsaufgaben kommen aus hochspezialisierten Gebieten und werden daher nur selten zum Einsatz kommen. Andere Übungsaufgaben thematisieren elementare Konzepte und werden so häufiger eingesetzt werden. Mathematische Übungsaufgaben zur Integration beispielsweise können in Analysis-Veranstaltungen ebenso wie in grundlegenden Mechanik-Veranstaltungen zum Einsatz kommen. Daher ist es für eine Analyse der Wiederverwendung einzelner Ressourcen zweckmäßig, allen Ressourcen entsprechend ihrer Verwendungshäufigkeit einen Rang zuzuordnen. Die bis zu einem Stichtag am häufigsten verwendete Ressource bekommt so den Rang 1 zugewiesen, die zweithäufigste den Rang 2 usw.



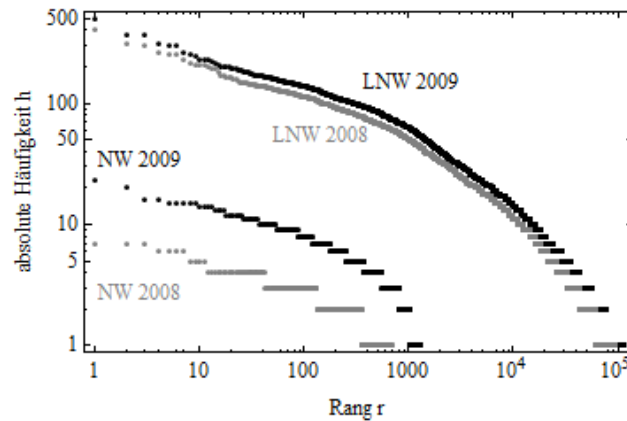


Abbildung 2: Verteilung der Verwendungshäufigkeit von Ressourcen im LON-CAPA-Netzwerk. Graue Datenpunkte spiegeln die Verwendungshäufigkeit nach einem halben Jahr der Projektlaufzeit des Projektes eÜbungen wider, schwarze die Verwendungshäufigkeit nach eineinhalb Jahren Projektlaufzeit. Das obere Kurvenpaar zeigt die Verteilung der Verwendungshäufigkeit aller LON-CAPA-Ressourcen (Gruppen *L*, *N* und *W*), das untere Kurvenpaar ausschließlich die des Projektes eÜbungen (*N* und *W*).

Abb. 2 zeigt die Häufigkeit der Wiederverwendung aller Ressourcen in Abhängigkeit ihres Ranges. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, hat die Wiederverwendungshäufigkeit für den gesamten LON-CAPA-Ressourcenpool eine charakteristische Verteilung, die praktisch zeitunabhängig ist. Diese Verteilung lässt sich gut durch ein Mandelbrot-Zipf-Gesetz [Ma62] beschreiben, d.h. für nicht allzu große Werte des Ranges  $r$  skaliert die Wiederverwendungshäufigkeit  $h$  in etwa wie  $h \sim r^{-\alpha}$ . Der charakteristische Exponent  $\alpha$  hat für LON-CAPA in etwa den Wert  $\log_{10} 2$ . Das bedeutet, die im LON-CAPA-Netzwerk am häufigsten verwendete Ressource ( $r=1$ ) wird etwa doppelt so häufig verwendet, wie die am zehnthäufigsten verwendete ( $r=10$ ). Diese wiederum wird doppelt so häufig verwendet, wie die Ressource mit Rang 100.

Da die Anzahl der LON-CAPA-Ressourcen als Funktion der Zeit anwächst, impliziert dieses Skalengesetz, dass in einem festen Zeitintervall die Verwendungshäufigkeit unabhängig vom Rang um denselben Faktor wächst. Nimmt also die Verwendungshäufigkeit der Ressource mit  $r=1$  in einem gegebenen Zeitintervall um den Faktor  $\beta$  zu, wird auch die Verwendungshäufigkeit der Ressource mit  $r=10$  in etwa um den Faktor  $\beta$  zunehmen, wie deutlich an der Parallelverschiebung der Kurven in der doppellogarithmischen Darstellung in Abb. 2 zu sehen ist. Dies impliziert allerdings nicht, dass eine bestimmte Ressource zu allen Zeiten ihren Rang beibehält. Tatsächlich verändern Ressourcen im Laufe der Zeit ihren Rang.

Der beobachtete Zusammenhang zwischen Wiederverwendungshäufigkeit und Rang einer Ressource gilt auch für Unterstrukturen des LON-CAPA-Netzwerkes. Dies ist in Abb. 2 für die von Autoren der Server  $N$  und  $W$  bereitgestellten Ressourcen dargestellt. Diese Untermenge der LON-CAPA-Ressource genügt demselben Skalengesetz, wie die Gesamtheit aller Ressourcen, mit dem einzigen Unterschied, dass der zeitliche Skalierungsfaktor  $\beta$  deutlich größer ist. Dieser Unterschied erscheint plausibel, da bei Wachstumsprozessen, die potentiell Sättigungseffekten unterliegen, das zeitliche Wachstum allmählich geringer wird. Derzeit sind die von eÜbungen bereitgestellten Ressourcen recht neu, während die insgesamt in LON-CAPA verwendeten im Mittel deutlich älter sind.

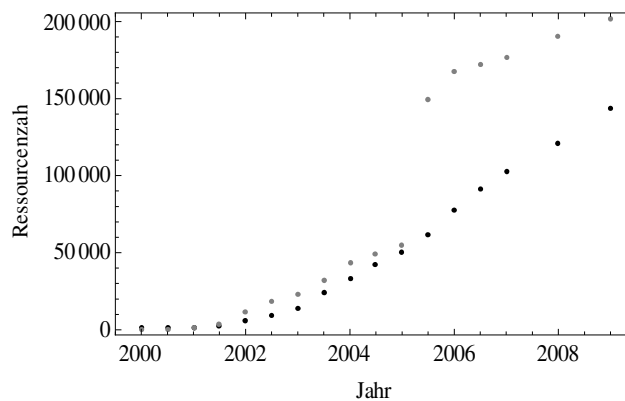


Abbildung 3: Zeitliche Entwicklung der Anzahl der Übungsaufgaben (schwarz) und anderer Ressourcen (grau) im LON-CAPA-Netzwerk.

Zuletzt analysieren wir das Wachstum der Anzahl der Ressourcen als Funktion der Zeit. Die Daten des Projektes eÜbungen sind dazu allerdings ungeeignet, weil sie nur zwei Zeitpunkte im Jahresabstand beinhalten. Daher greifen wir hier auf die zeitliche Entwicklung der Ressourcenanzahl im gesamten LON-CAPA-Netzwerk zurück. Abb. 3 zeigt die entsprechenden Daten aufgesplittet nach elektronischen Übungsaufgaben und anderen Ressourcen (Bilder, Videos, nicht-interaktive Webseiten etc.). Wie zu erkennen ist, zeigt das bisherige Wachstum keine deutlichen Sättigungseffekte. In der bisherigen Vergangenheit kamen immer wieder neue Nutzer und neue Projekte zum Netzwerk hinzu und brachten teilweise neue Fachkontexte mit sich.

Wie ebenfalls aus Abb. 3 ersichtlich ist, beläuft sich die Zahl der elektronischen Übungsaufgaben, die während der Projektlaufzeit von eÜbungen (2007-2009) neu geschaffen wurde, auf ca. 40000. Die von eÜbungen geschaffenen Ressourcen stellen daher nur einen Bruchteil der in diesem Zeitraum neu entstandenen elektronischen Übungsaufgaben dar.

## 5 Zusammenfassung und Fazit

Wir haben am Beispiel des LON-CAPA-Ressourcenpools die häufig postulierte Wiederverwendung elektronischer Ressourcen nachgewiesen. Unsere Analyse zeigt charakteristische Strukturen, die bei der Wiederverwendung in einem Netzwerk von Lehrenden auftreten. Natürlich ist unklar, ob und wie die hier vorgestellten Resultate auch bei anderen Ressourcensammlungen gelten, was im Einzelnen zu untersuchen ist. Die hier aufgezeigten Strukturen treten jedoch auch in Netzwerken in anderen Kontexten auf, was die Universalität der Ergebnisse zumindest für ähnliche Rahmenbedingungen (großes Nutzernetzwerk, feingranulare Inhalte etc. [Li03]) plausibel erscheinen lässt.

Unsere Analyse bezog sich ausschließlich auf die Struktur der Inhaltswiederverwendung. Richtet man stattdessen den Blick auf die Nutzer, stellt sich LON-CAPA als soziales Netzwerk dar. Die Forschung des vergangenen Jahrzehnts hat sehr viele soziale Netzwerke als *small world*-Netzwerke [Wa98] identifiziert, also Netzwerke, in deren graphischer Repräsentation die meisten Knoten nicht miteinander verbunden sind und dennoch der kürzeste Abstand zwischen zwei Knoten gering ist. Untersuchungen über LON-CAPA an anderer Stelle [Ha09] lassen es plausibel erscheinen, dass das recht große Netzwerk der LON-CAPA-Nutzer eine solche *small world* ist.

**Danksagung:** Die Autoren danken G. Kortemeyer für die Bereitstellung der hier analysierten Daten und für die Unterstützung während des Projektes eÜbungen.

## Literaturverzeichnis

- [Be09] Bellmer, S. et al.: Computerbewertete Übungen in mathematischen, technischen und naturwissenschaftlichen Grundlagenfächern. In (Appelrath H.-J., Schulze, L. Hrsg.): Auf dem Weg zu exzellentem E-Learning - Kooperation und Vernetzung der Hochschullehre in Niedersachsen, Waxmann, Münster, New York, München, Berlin, 2009.
- [Ma62] Mandelbrot, B.: On the theory of word frequencies and on related Markovian models of discourse. In (Jakobson, R. Hrsg.): Structure of Language and its Mathematical Aspects. Proceedings of Symposia in Applied Mathematics Vol XII, Providence, Rhode Island, American Mathematical Society, 1962.
- [Ha09] Han, P. et al.: Exposure and Support of Latent Social Networks Among Learning Object Repository Users, Journal of Universal Computer Science (J.UCS), Volume 14, Issue 10, 2008.
- [Ko08] Kortemeyer, G. et al.: Experiences using the open-source learning content management and assessment system LON-CAPA in introductory physics courses, Am. J. Phys. 76, 438-444 (2008).
- [Li03] Littlejohn, A. (Hrsg.): Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to E-learning, Kogan Page, London.
- [No99] Novak, G. et al.: Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology, Benjamin Cummings, Upper Saddle River, 1999.
- [Wa98] Watts, D.J.; Strogatz, S.H.: Collective dynamics of 'small-world' networks, Nature 393, 1998.



# **Was kann ich eigentlich... (werden)?**

## **Detektion und Vergleich von Kompetenz-Profilen in der Digitalen Wirtschaft**

Sabrina Ziebarth, Nils Malzahn, H. Ulrich Hoppe  
Institut für Informatik und Angewandte Kognitionswissenschaft  
Universität Duisburg-Essen  
Lotharstr. 63/65  
47048 Duisburg  
{ziebarth, malzahn, hoppe}@collide.info

**Abstract:** Die digitale Wirtschaft hat aufgrund der rasanten Produkt- und damit verbundenen Technologie-Innovationen Probleme qualifiziertes Personal zu finden. Ein Teil des Problems besteht in der fehlenden Standardisierung von Berufsprofilen, die mit den genannten Innovationen einhergehen. Das bedeutet, dass es bei der Rekrutierung von Personen und der Personaleinsatzplanung Schwierigkeiten gibt, die aus der Vielzahl unterschiedlicher Benennungen für im Prinzip gleichartige Tätigkeitsprofile resultieren. Das vorliegende Papier zeigt Methoden auf, welche einerseits die Orientierung bei der beruflichen Weiterentwicklung unterstützen und andererseits die Verstetigung von Berufsprofilen in sich dynamisch entwickelnden Branchen beschleunigen sollen.

### **1 Einleitung**

Die berufliche (Neu-) Orientierung, die Planung von beruflicher Weiterentwicklung oder anderer Lernvorhaben sowie die Vorbereitung des (Wieder-) Eintritts ins Erwerbsleben stellen nur einige Situationen dar, in denen sich die Frage nach den eigenen Kompetenzen und deren Einsatzmöglichkeiten im Berufsleben stellt. Bei der Suche nach geeigneten Stellen oder Weiterbildungszielen muss häufig die genaue Bezeichnung des eigenen bzw. angestrebten Berufs/der Stelle bekannt sein. Dies wird besonders in dem Bereich der Digitalen Wirtschaft durch einen Mangel an standardisierten Berufs- und Stellenprofilen erschwert. Unternehmen neigen dazu neue oder firmenindividuelle Berufsbezeichnungen, Positionen und Funktionen zu erfinden, so dass es zu einer Stellenbezeichnung häufig verschiedene Aufgaben- und Tätigkeitsbeschreibungen gibt [Ho09].

Der Mangel an standardisierten Profilen ist u. a. deren Kurzlebigkeit in einer sehr dynamischen Branche geschuldet. Bis Verbände und Bildungsträger sich auf Berufsprofile geeinigt haben, sind diese oft schon obsolet. Zur Unterstützung einer zeitnahen Standardisierung von aktuellen Berufsprofilen, stellen wir Methoden zur semi-automatischen Extraktion von Berufs-/Stellenprofilen aus Stellenanzeigen vor (siehe Abschnitt 4). Durch den automatischen Vergleich der in Stellenanzeigen vorgefundenen

Kompetenzprofile mit ihren, in den in Stellenanzeigen genannten Bezeichnungen, kann der Prozess einer einheitlichen Benennung unterstützt und beschleunigt werden.

Durch die Zuordnung des eigenen Kompetenzprofils zu den Berufsprofilen können Bewerber die üblichen Bezeichnungen für ihr eigenes Profil identifizieren. Dies erleichtert die Schlüsselwortsuche in gängigen Stellenbörsen. Ferner besteht die Möglichkeit auf Basis des eigenen Kompetenzprofils anstelle von Berufsbezeichnungen im hier vorgestellten System nach geeigneten Stellen zu suchen.

In Abschnitt 2 folgt ein Überblick über die Themen „Kompetenz“, „Kataloge“ und „Profile“. Basierend darauf werden in Abschnitt 3 verschiedene Verfahren zum Vergleich von Kompetenz-Profilen erläutert und verglichen. Abschnitt 4 und 5 stellen Verfahren und Ergebnisse zur semi-automatischen Extraktion von Berufsprofilen aus Stellenanzeigen durch Clustering-Verfahren vor. Abschnitt 6 führt die Ergebnisse zusammen und gibt einen Ausblick auf zukünftige Arbeiten.

## **2 Grundlagen: Kompetenzen, Kataloge, Profile**

Kompetenzprofile beinhalten typischerweise eine Liste von Kompetenzen zusammen mit einer Einschätzung deren bei einer Person vorhandenen bzw. für eine Stelle notwendigen Ausprägungen anhand einer gegebenen Skala [PAS09]. Eine einfache und daher auch häufig eingesetzte Möglichkeit zum Erstellen von Personen-Profilen besteht in der Selbstprofilierung, also der Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenzen. Dieses Verfahren birgt die Gefahr der Über- oder Unterschätzung der eigenen Fähigkeiten. Mit Hilfe von Fremdeinschätzung durch Vorgesetzte, Kollegen und Freunde können objektivere Profile entstehen [ER03]. Werden Kompetenzprofile im Rahmen des betrieblichen Kompetenz-Managements erhoben, so basieren sie häufig auf einem Kompetenzkatalog (oder einer Kompetenzontologie), in welchem die strategisch wichtigen Kompetenzen des Unternehmens modelliert sind [KS06]. Auch bei der Profilierung zur persönlichen Dokumentation im Rahmen von lebenslangem Lernen oder zur eigenen beruflichen (Neu-)Orientierung bzw. Planung der beruflichen Weiterentwicklung, kommen vordefinierte Kompetenzkataloge zum Einsatz [Ke07]. Andere Ansätze in diesem Bereich, wie z.B. ProfilPass<sup>1</sup>, verzichten auf einen Kompetenzkatalog und erlauben die freie Wahl von Kompetenzen.

Kompetenzen können in verschiedene Kompetenzarten unterteilt werden, z.B. in Selbst-, Sach-, Methoden- und Sozialkompetenz [Ro71]. Während Sach- oder auch Fachkompetenzen stark domänenabhängig sind, bündeln Methodenkompetenzen jene Fähigkeiten und Fertigkeiten, die es domänenübergreifend erlauben Problemlösungsstrategien zu entwickeln und durchzuführen, Sozialkompetenz beinhaltet Kompetenzen, welche in der Zusammenarbeit mit anderen benötigt werden und Selbstkompetenz die Kompetenzen, welche sich mit Selbstwahrnehmung, -darstellung und Reflexion beschäftigen [LN01].

---

<sup>1</sup> <http://www.profilpass-online.de/>

Kompetenzkataloge unterteilen Kompetenzen häufig nach Kompetenzart und ordnen sie hierarchisch entsprechend ihres Abstraktionsgrades an [KS06]. Bei der Modellierung von Kompetenzkatalogen (oder –ontologien), wie z. B. der KOWIEN<sup>2</sup>-Kompetenzontologie [ABD04] oder [Sc09], fällt auf, dass besonders fachliche aber auch methodische Kompetenzen wesentlich feiner unterteilt werden als soziale und persönliche, welche sich häufig in einer Hierarchie-Ebene befinden und nicht weiter untergliedert sind. Dies liegt insofern nahe, als dass einerseits mehr fachliche und methodische Kompetenzen in Stellenanzeigen genannt werden und diese andererseits Berufsprofile weit besser diskriminieren als die sog. „Softskills“ [ZMH09].

### 3 Vergleich von Kompetenz-Profilen

Beim Vergleich von Kompetenz-Profilen treten mehrere Schwierigkeiten auf. Bei freier Eingabe von Kompetenzen können verschiedene Bezeichner für eine Kompetenz angegeben werden, so bezeichnen z. B. „Teamarbeit“, „Teamwork“, „Arbeit in Teams“ und „teamfähig“ die gleiche Kompetenz. Außerdem gibt es semantische Beziehungen zwischen Kompetenzen, die berücksichtigt werden sollten. Wird in einem Profil beispielsweise die Kompetenz „SQL“ genannt und in einem anderen die Kompetenz „Datenbanken“, so gibt es zwischen diesen beiden eine Beziehung, welche nicht direkt aus den Bezeichnern erkennbar ist. Diese Informationen werden häufig in Kompetenz-ontologien modelliert, so dass es sich anbietet, diese in den Profil-Vergleich mit einzubeziehen.

#### 3.1 Verfahren

Ein Ansatz zur Einbeziehung von Kompetenzbeziehungen ist die Erweiterung des bekannten Vektorraummodells [GF02] um Term-/ Frageerweiterung, so dass nicht nur die Kompetenzen selbst, sondern auch ihre (auf die Hierarchie bezogenen) Eltern-, Kind- und Geschwister-Kompetenzen beim Profil-Vergleich mit berücksichtigt werden. Ein anderer Ansatz basiert auf der Berechnung der semantischen Ähnlichkeiten der Profile anhand der Ähnlichkeit ihrer Kompetenzen innerhalb des Katalogs. Dabei wird die Profil-Ähnlichkeit  $sim(P_1, P_2)$  als gewichteter Durchschnitt der (maximalen) Kompetenz-ähnlichkeiten  $sim(c_i, c_j)$  betrachtet:

$$sim(P_1, P_2) = \frac{\sum_{c_i \in P_1} [w(c_i) * \max_{c_j \in P_2} (sim(c_i, c_j))]}{\sum_{c_i \in P_1} w(c_i)}$$

---

<sup>2</sup> <http://www.pim.wiwi.uni-due.de/forschung/forschungsprojekte/kowien/>

$P_1$  und  $P_2$  sind die zu vergleichenden Profile mit den in ihnen enthaltenen Kompetenzen  $c_i$  und  $w(c_i)$  die durch den Nutzer vergebenen Kompetenzgewichtungen.

Es gibt verschiedene Methoden um die Ähnlichkeit von Konzepten  $sim(c_i, c_j)$  in semantischen Netzen zu bestimmen. Rada et al. [Ra89] zeigen, dass der kürzeste Pfad in einer Vererbungshierarchie ein gutes Maß für den konzeptuellen Abstand ist. Resnik [Re95] schlägt die Nutzung des Informationsgehalts vor, welcher durch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Konzepts im (Profil-) Korpus definiert wird. Die Ähnlichkeit zweier Konzepte ergibt sich bei diesem Ansatz als maximaler Informationsgehalt des Elternkonzepts, welches die Konzepte subsumiert. Li et al. [LBM03] hat verschiedene Ansätze mit der WordNet<sup>3</sup>-Ontologie getestet. Die besten Ergebnisse (bezogen auf die menschliche Erwartung) erzielte eine Kombination von kürzestem Pfad ( $sp(c_1, c_2)$ ) und der Tiefe ( $d(c_1, c_2)$ ) des ersten gemeinsamen Elternkonzepts innerhalb der Hierarchie:

$$sim(c_1, c_2) = e^{-\alpha * sp(c_1, c_2)} * \frac{e^{\beta * d(c_1, c_2)} - e^{-\beta * d(c_1, c_2)}}{e^{\beta * d(c_1, c_2)} + e^{-\beta * d(c_1, c_2)}}; \alpha \geq 0, \beta \geq 0$$

Die stärkste Korrelation mit der menschlichen Erwartung erzielten Li et al. dabei mit  $\alpha=0,2$  und  $\beta=0,6$ .

Zusätzlich zu den Maßen betrachten wir noch den längeren der beiden kürzesten Pfade der Konzepte zum ersten gemeinsamen Elternknoten („Höhe“). Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für die Maße kürzester Pfad, Höhe und Tiefe. Dabei werden die Konzepte 7 und 8 verglichen, Konzept 4 ist das erste gemeinsame Elternkonzept und die Kanten, welche die Maße beeinflussen, sind hervorgehoben.

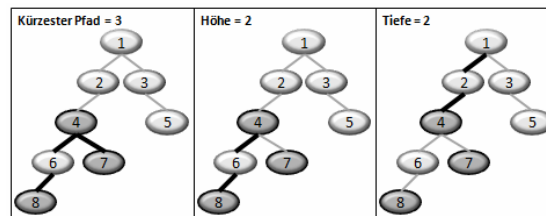


Abbildung 1: Vergleich der Maße kürzester Pfad, Höhe und Tiefe.

<sup>3</sup> <http://wordnet.princeton.edu/>



### 3.2 Experimenteller Vergleich verschiedener Verfahren

Um ein möglichst gutes Ähnlichkeitsmaß zum Vergleich von Kompetenz-Profilen zu finden, wurden verschiedene Kombinationen der genannten Verfahren miteinander verglichen. In einem ersten Schritt wurden die Kombinationsmaße auf die Daten einer vorherigen Studie [Sc09] angewandt. Dabei wurde die menschliche Einschätzung der Attraktivität von Stellenanzeigen (Soll-Profilen) für bestimmte Kompetenz-Profile mit dem Ranking der Maße verglichen. Obwohl die Korrelation (Kendall- $\tau$ ) allgemein gering war (Maximum 0,145), haben einige Verfahren deutlich bessere Ergebnisse gezeigt, als andere. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden drei Verfahren für ein Experiment ausgewählt:

1. Eine Kombination aus kürzestem Pfad ( $sp(c_1, c_2)$ ) und Höhe ( $h(c_1, c_2)$ ):

$$sim_{SPH}(c_1, c_2) = \frac{1}{\alpha * sp(c_1, c_2) + (1 - \alpha) * h(c_1, c_2)} \quad mit \alpha = 0.6$$

2. Eine Kombination aus kürzestem Pfad, Höhe und Tiefe ( $d(c_1, c_2)$ ):

$$sim_{SPHD}(c_1, c_2) = sim_{SPH}(c_1, c_2) * d(c_1, c_2)$$

3. Ein Vektorraummodell mit Term-Expansion auf die Kinder der Konzepte.

Während des Experiments profilierten sich 21 Probanden (Studenten und Berufseinsteiger aus dem Bereich Informatik) mit Hilfe eines Kompetenzkatalogs selbst und bewerteten im Anschluss daran 15 Vorschläge für passende Stellenanzeigen hinsichtlich ihrer Relevanz auf einer fünfstufigen Likert-Skala (mit eins als „nicht relevant“ und fünf als „sehr relevant“). Dabei stammten jeweils fünf der Vorschläge von einem der drei Maße, wobei für jedes Maß die drei am besten und die zwei am schlechtesten bewerteten Anzeigen (als Vergleichsgruppe) gewählt wurden. Die Probanden wurden während des Experiments von dem Versuchsleiter beobachtet und nach dem Experiment interviewt. Als Datenbasis für die Stellenanzeigen dienten ca. 11.000 Stellenanzeigen aus dem Bereich IT einer deutschen Online-Stellenbörse. Der Kompetenz-Katalog wurde auf Basis von 152 Stellenanzeigen der Jobbörse des BVDWs<sup>4</sup> modelliert und enthielt 225 Kompetenzen, welche hierarchisch und nach Kompetenzarten sortiert angeordnet wurden.

Alle drei Maße zeigen eine mittlere bis starke Korrelation zwischen Benutzer- und Systemeinschätzung sowie eine durchgehend hohe Precision der Systemeinschätzung (siehe Tabelle 1). Während Algorithmus 1 und 3 vergleichbar gute Ergebnisse erzielen, ist die Übereinstimmung von Algorithmus 2 mit der Benutzererwartung signifikant höher.

---

<sup>4</sup> <http://www.bvdw.org/>

| Algorithmus | Korrelation | Precision |
|-------------|-------------|-----------|
| 1           | 0,375       | 0,77      |
| 2           | 0,570       | 0,89      |
| 3           | 0,393       | 0,76      |

Tabelle 1: Korrelation zwischen Benutzer- und Systemeinschätzung sowie die Precision der Systembewertung

Algorithmus 2 bezieht verglichen mit Algorithmus 1 zusätzlich die Tiefe des ersten gemeinsamen Elternknotens ein. Auf Grund der detaillierten Modellierung der Fachkompetenzen (vgl. Abschnitt 2), liegen diese durchschnittlich „tiefer“ in der Hierarchie und fallen somit bei Einsatz des Tiefen-Maßes stärker ins Gewicht. Einerseits zeigen Beobachtungen während der Phase der Selbstprofilierung, dass insgesamt viele „Softskills“ ausgewählt werden, da die Probanden diese als wichtig empfinden. Andererseits neigen die Probanden bei der Bewertung der Relevanz der Stellenanzeigen für ihr Kompetenzprofil dazu, vor allem fachliche und methodische Kompetenzen zu berücksichtigen und andere Kompetenzarten eher zu vernachlässigen. Da das Tiefen-Maß zusammen mit den Struktureigenschaften der modellierten Ontologie fachliche und methodische Kompetenzen stärker berücksichtigt, erfüllt es die Erwartungen der Probanden besser, als die anderen Maße.

## 4 Semi-automatische Extraktion von Berufsprofilen

Berufs- und Stellenprofile in der IT-Branche befinden sich auf Grund technischer und organisatorischer Entwicklungen in einem ständigen Wandel. Da für neue Technologien häufig neue Fähigkeiten benötigt werden, spiegeln sich diese Entwicklungen auch in den Stellenausschreibungen der Firmen wieder. Die meisten Stellen in der IT-Branche werden online entweder auf den firmeneigenen Webseiten oder in Stellenbörsen ausgeschrieben [Di07], so dass diese eine einfach zugreifbare Ressource für Stellenausschreibungen in digitaler Form darstellen. Aus diesen Anzeigen können mit Methoden des Data Minings Informationen über Berufsprofile extrahiert werden.

### 4.1 Vorverarbeitung der Stellenanzeigen

Vor der Analyse der Stellenanzeigen, müssen diese zunächst so vorverarbeitet werden, dass sie als Eingabeformat geeignet sind. Die Schritte der Vorverarbeitung sind in Abbildung 2 dargestellt.

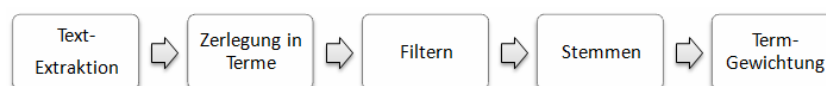


Abbildung 2: Vorverarbeitungsschritte

Die aus Online-Jobbörsen erhobenen Stellenanzeigen liegen zunächst in Form von HTML-Dateien vor, aus denen der eigentliche Text mit Hilfe eines HTML-Parsers extrahiert wird; Bilder und Stilinformationen werden nicht weiter betrachtet. Die Texte werden dann in einzelne Terme zerlegt (engl. „Tokenization“), so dass jedes Dokument durch eine Menge von Termen (engl. „Bag of Words“) beschrieben wird. Worte können jedoch durch Flexion, Derivation oder Komposition in verschiedenen morphologischen Varianten auftreten, so dass es beispielsweise in der deutschen Sprache zu jedem Wort durchschnittlich zehn Flexionsformen gibt [Ha98]. Die Verschmelzung der verschiedenen Wortformen zu einem Repräsentanten kann die Qualität von Information Retrieval daher signifikant erhöhen [Fr84] und wird auch im Data Mining häufig verwendet. Zur Verschmelzung von Wortformen gibt es zwei Ansätze: Linguistische Verfahren führen Wortformen auf ihre Grundform (Lexem) zurück (Grundformreduktion, Lemmatisierung), während nicht-linguistische Verfahren Wortformen über Regeln auf ihren Wortstamm reduzieren (Stammformreduktion, engl. „Stemming“) [GMS05]. Da die Verwendung einfacher Stemming-Verfahren zu mit komplexeren linguistischen Ansätzen vergleichbaren Ergebnissen führt [BR04], nutzen wir eine deutsche Variante<sup>5</sup> des Porter-Stemmers [Po80] zur Stammformreduktion. Viele der in Stellenanzeigen vorkommenden Worte beschreiben keine Kompetenzen, so dass diese gefiltert werden müssen. Durch Anwendung genereller, sprachabhängiger Stoppwortlisten<sup>6</sup> können inhaltsarme bis -freie Worte (wie z. B. Artikel, Konjunktionen, Präpositionen und Partikel) gefiltert werden. Dies reicht aber nicht aus, da viele Informationen in den Stellenanzeigen (wie z. B. Namen und Orte) zwar inhaltstragend, für die Kompetenzprofile aber irrelevant sind. Daher werden externe Wissensquellen mit einbezogen. Wort-Kategorisierungen durch das „Wortschatz“-Wörterbuch (per Web Service-Anfrage) können dazu genutzt werden um nach Kategorien (z. B. Stadt, Ort, Land, Vorname, Nachname) zu filtern. Die Ontologie deutscher Worte GermaNet<sup>8</sup> ordnet Worte in semantische Felder, welche auch zur Filterung genutzt werden können (es wurden beispielsweise die semantischen Felder Form, Körper, Menge, Nahrung, Ort, Pflanze, Substanz, Tier und Zeit als domänenabhängige Stoppworte behandelt). Die Beziehungen zwischen Dokumenten und Termen werden in einer Term-Dokument-Matrix festgehalten, welche das Gewicht jedes Terms für jedes Dokument beinhaltet. Die Term-Gewichte ergeben sich durch Methoden der Textstatistik, wie der relativen Termhäufigkeit (engl. „term frequency“, „tf“) [Sa68], welche häufig vorkommende Terme höher gewichtet oder der inversen Dokumentenhäufigkeit (engl. „inverse document frequency“, „idf“), welche berücksichtigt, dass Terme, die in vielen Dokumenten auftreten, diese weniger gut diskriminieren, als Terme, welche nur in wenigen Dokumenten auftreten. Häufig wird eine Kombination dieser Maße („tf-idf“) verwendet [WF05].

Unser Datensatz umfasst ca. 3000 Stellenanzeigen eines deutschen Jobportals aus dem Bereich der IT-Branche.

<sup>5</sup> <http://snowball.tartarus.org/texts/germanic.html>

<sup>6</sup> z.B.: <http://www.ranks.nl/stopwords/german.html>

<sup>7</sup> <http://wortschatz.uni-leipzig.de/>

<sup>8</sup> <http://www.sfs.uni-tuebingen.de/GermaNet/>

#### 4.2 Identifikation von Berufsprofilen durch Clustern von Stellenanzeigen

Cluster-Verfahren werden im Data Mining dazu eingesetzt, um Datensätze (z. B. Stellenanzeigen) in natürliche Gruppen ähnlicher Beispiele zu zerlegen. Die Zentroide von Stellenanzeigen-Clustern können als Vorlagen für Stellen- bzw. Berufsprofile betrachtet werden, da sie im Mittel die Eigenschaften der Profile im Cluster wiedergeben. Da das Clustering von großen Datenmengen mit höherem Rechenaufwand verbunden ist, werden nur Auszüge des gesamten Datensatzes, sog. Sample geclustert. Für diese Arbeit wurden verschiedene Sample bestehend aus je 200 Stellenanzeigen mit verschiedenen Algorithmen (k-Means, k-Medoids, FarthestFirst [Ho85]) und verschiedenen Parametern (k=5 und k=6) geclustert. Es entstanden 310 Cluster. Um aus diesen die „besten“ Cluster zu bestimmen, wurden die 310 Cluster als neuer Eingabe-Datensatz betrachtet und erneut geclustert. Zu diesem Zweck wurden die Zentroide der jeweiligen Cluster aus den Durchschnittswerten der TF-IDF-Gewichte der Terme im Cluster gebildet. Das Clustering der Zentroide erfolgte anschließend mit dem X-Means-Algorithmus, welcher einen erweiterten k-Means-Algorithmus darstellt, der unter anderem die beste Anzahl von Clustern in einem gegebenen Bereich bestimmen kann [PM00]. Das Clustern von Clustern ist ein verbreiteter Ansatz für Mustererkennungs-Probleme [CC92]. Durch das Clustern der Ergebnisse verschiedener Clustering-Algorithmen kann die Robustheit und Qualität des endgültigen Clusterings signifikant verbessert werden [GMT07].

Das Ergebnis (vgl. Tabelle 2) zeigt vier große Cluster, welche sich bestimmten Stellenprofilen zuordnen lassen: Stellenanzeigen in Cluster 2 (SAP-Berater) sind durch Anforderungen im Bereich SAP-Beratung und Management, so wie Erfahrung mit (internationalen) Projekten geprägt, während Stellenanzeigen in Cluster 3 (Entwickler) Kompetenzen wie Java, Engineering, Design und Datenbanken fordern. Cluster 0 bündelt Kompetenzen für IT-Manager und -Berater, wie Erfahrung mit Projekten, Kunden und Prozessen, so wie spezielle Kenntnisse im Bereich von Entwicklung, Systemen und Datenbanken. In Cluster 1 zeigen sich vor allem Kompetenzen im kaufmännischen und im Support-Bereich.

Abbildung 3 zeigt die vier Stellenprofile bestehend aus den Kompetenzen in den Cluster-Zentroiden. Dabei zeigen sich einige Überschneidungen in den Kompetenzen, welche darauf hindeuten, dass es sich bei diesen um Kompetenzen handelt, die offensichtlich Schnittstellen zu anderen Profilen darstellen.

| Cluster 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cluster 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cluster 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Cluster 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 50 Anzeigen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 82 Anzeigen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 42 Anzeigen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 136 Anzeigen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| senior: 0.29<br>it: 0.17<br>management: 0.17<br>security: 0.14<br>berat: 0.12<br>consultant: 0.08<br>betrieb: 0.07<br>projekt: 0.07<br>tätigkeitsfeld: 0.06<br>servic: 0.06<br>kund: 0.06<br>prozess: 0.06<br>system: 0.05<br>datenbank: 0.05<br>entwickl: 0.05<br>selbststand: 0.05<br>business: 0.05<br>mehrjahr_berufserfahr : 0.05<br>berufserfahr: 0.04<br>fachlich: 0.04 | kaufmann: 0.12<br>it: 0.1<br>servic: 0.1<br>dienstleist: 0.08<br>support: 0.07<br>administration: 0.07<br>belastbar: 0.07<br>abgeschlossen_ausbild: 0.07<br>office: 0.07<br>technisch: 0.07<br>personalvermittl: 0.07<br>installation: 0.06<br>teamfah: 0.06<br>personal: 0.06<br>projektarbeit: 0.06<br>hardwar: 0.06<br>ausbild: 0.05<br>berufserfahr: 0.05<br>serv: 0.05<br>windows: 0.05 | sap: 0.55<br>sd: 0.12<br>logist: 0.09<br>consultant: 0.08<br>manag: 0.07<br>berat: 0.07<br>international: 0.06<br>management: 0.06<br>projekt: 0.05<br>system: 0.05<br>bw: 0.05<br>kaufmann: 0.05<br>fachlich: 0.05<br>engagement: 0.05<br>dienstleist: 0.04<br>kund: 0.04<br>kontinui: 0.04<br>it: 0.04<br>weiterentwickl: 0.04<br>sich: 0.04 | entwickl: 0.12<br>java: 0.1<br>softwar: 0.1<br>softwareentwickl: 0.08<br>engineering: 0.07<br>business: 0.06<br>reporting: 0.06<br>it: 0.05<br>technologi: 0.05<br>management: 0.05<br>informat: 0.05<br>design: 0.04<br>onlin: 0.04<br>kund: 0.04<br>oracl: 0.04<br>team: 0.04<br>serv: 0.04<br>anwendungsentwickl: 0.04<br>unix: 0.04<br>projektleit: 0.04 |
| IT-Manager                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | IT-Kaufmann                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SAP-Berater                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Entwickler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

Tabelle 2: Ergebnisse der Cluster-Clustering mit X-Means. Die Terme geben die Stems der Terme wieder und die Zahlen geben den durchschnittlichen TF-IDF-Wert der Terme im Cluster an.

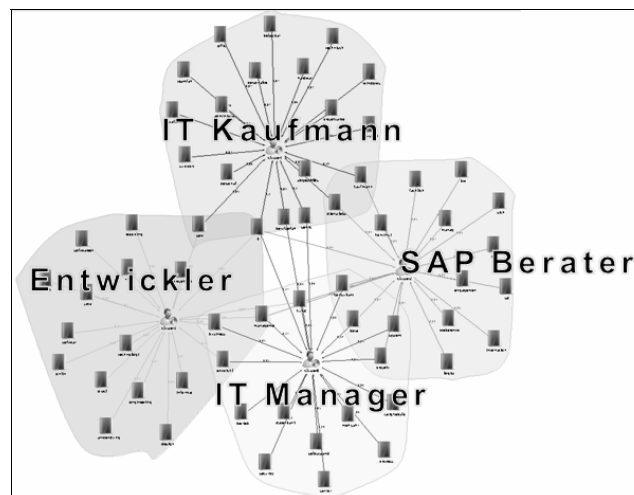


Abbildung 3: Stellenprofile

## 5 Diskussion

Die in Abschnitt 4 beschriebenen Ergebnisse zeigen, dass die maschinelle Auswertung von Stellenanzeigen ein geeigneter Ansatz zur Bestimmung von Berufsprofilen in der digitalen Wirtschaft ist. Die in Abbildung 3 gezeigten Bezeichnungen für Cluster zeigen zwar noch keine sehr spezialisierten Berufsprofile, jedoch ist es möglich diese noch weiter aufzuschlüsseln. In jedem Fall wird deutlich, dass die Verfahren nutzbar sind gerade weil die ermittelten Profile sofort mit Namen belegt werden konnten.

Von besonderem Interesse sind die Überlappungsbereiche. Entlang dieser Bereiche lassen sich fallweise neue Berufsprofile entwickeln, da in Interviews mit Branchenvertretern geäußert wurde, dass im Moment zwar keine passgenau qualifizierten Mitarbeiter gefunden werden könnten, jedoch gerne Personen mit Qualifikationen in benachbarten Bereichen eingestellt würden, in der Hoffnung, dass sie sich die benötigten Kompetenzen aus anderen Bereichen aneignen könnten. Dies gilt insbesondere bei Profilen, für die bevorzugt Akademiker oder Studienabbrecher eingestellt werden. Die Überlappungsbereiche sind also Kandidaten bei der Identifikation neuer Berufsprofile, da hier offensichtlich getrennte Profile zusammenwachsen. Die gewonnenen Erkenntnisse können dann z. B. von Verbänden wie dem BVDW aufgegriffen werden, um mittel- bis langfristig neuartige Ausbildungsprozesse zu initiieren und kurzfristig Weiterbildungsangebote für seine Mitglieder anzubieten.

|                                                                         |         | Anzahl Kompetenzen, die Voraussetzung sind:                                                                                                                                      |                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anzahl der Kompetenzen für die die gewählte Kompetenz Voraussetzung ist |         | Niedrig                                                                                                                                                                          | Hoch                                                                                                                                                    |
|                                                                         | hoch    | <i>Enabler-Kompetenz</i><br>Ist Bedingung für viele andere Kompetenzen, benötigt selbst jedoch wenig andere Kompetenzen (auch Vorwissen).<br><br>Eröffnet neue Geschäftsbereiche | <i>Generalistenkompetenz</i><br>Benötigt viele verschiedene Kenntnisbereiche; kann sich in viele weitere Bereiche weiterentwickeln.                     |
|                                                                         | niedrig | <i>Inselkompetenz</i><br>Ist Bedingung für wenig andere Kompetenzen und benötigt wenig Vorwissen.<br><br>Kurzfristige, projektbezogene Qualifizierung                            | <i>Qualifizierungskompetenz</i><br>Braucht viele andere Kompetenzen als Voraussetzung; wird nicht von vielen anderen benötigt.<br><br>Expertenkompetenz |
|                                                                         |         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                         |

Abbildung 4: Kompetenzbewertung nach Angebot und Nachfrage [Gü07]

Für die eingangs erwähnte Gruppe der Wiedereinsteiger und Weiterbildungsinteressierten sind diese Informationen ebenfalls von hohem Interesse, weil sie sich entscheiden müssen, welche Kompetenzen sie erwerben sollten. Die Informationen aus der Kompetenz-Ontologie lassen eine Bewertung nach dem in Abbildung 4 gezeigten Schema zu.

Zusammen mit der in Abschnitt 3 beschriebenen Methode zum Kompetenzprofilvergleich kann so eine informierte Entscheidung für den nächsten Weiterbildungsschritt unterstützt werden. Dabei werden die Berufsprofile als Sollprofile aufgefasst und das momentane persönliche Kompetenzprofil als Vergleich herangezogen. Es können dann in Fallsimulationen Kompetenzen zum aktuellen Profil hinzugefügt werden, unter Beachtung der in Abbildung 4 vorgeschlagenen Bewertung, um den Abstand zum gewünschten Berufsprofil zu verringern.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von der Situation, dass Produkt- und damit verbundene Technologie-Innovationen der Digitalen Wirtschaft Probleme bereiten, qualifiziertes Personal zu finden, werden in diesem Papier verschiedene Unterstützungsverfahren für die Kompetenzentwicklung präsentiert. Dabei wird sowohl versucht Berufsprofile zeitnah herauszuarbeiten, um die Branche bei der Umstellung ihrer Qualifizierungsangebote sowohl kurz- als auch langfristig zu unterstützen, als auch Informationen für die individuelle Kompetenzentwicklungsplanung von vorqualifiziertem Fachpersonal zur Verfügung zu stellen. Weitere Arbeiten werden speziell an diesen Punkt anknüpfen. Einerseits sollen Was-Wenn-Simulationen zur Kompetenzentwicklung möglichst komfortabel möglich sein und andererseits wird versucht werden, die im wachsen befindlichen Berufsprofile möglichst zielsicher und früh zu detektieren, um der Branche Gelegenheit zu geben ihre Qualifizierungsangebote rechtzeitig anzupassen, damit qualifiziertes Personal zur Verfügung steht und Innovationsbarrieren durch dessen Fehlen verringert werden.

## Literaturverzeichnis

- [ABD04] Apke, S.; Bremer, A.; Dittmann, L.: Konstruktion einer Kompetenz-Ontologie, dargestellt am Beispiel der Deutschen Montan Technologie GmbH (DMT), KOWIEN-Projektbericht 06-2004, Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement, 2004.
- [BR04] Braschler, M.; Ripplinger, B.: How Effective is Stemming and Decompounding for German Text Retrieval? Information Retrieval, 7, 2004; pp. 291-316.
- [CC92] Chan, K. P.; Cheung, Y. S.: Clustering of Clusters. Pattern Recognition, 25(2), 1992; pp. 211-217.
- [Di07] Dincher, R.: Personalmarketing und Personalbeschaffung. Forschungsstelle für Betriebsführung und Personalmanagement e. V., 2007.
- [ER03] Erpenbeck J.; von Rosenstiel, L.: Handbuch Kompetenzmessung, Schäffer Poeschel Verlag, Stuttgart, 2003.
- [Fr84] Frakes, W. B.: Term conflation for information retrieval. Proceedings of the 7th annual international ACM SIGIT conference on research and development in information retrieval, 1984; pp. 383-389.
- [GMS05] Galvez, G.; de Moya-Anegon, F.; Solana, V. H.: Term conflation methods in information retrieval: Non linguistic and linguistic approaches. Journal of Documentation, 61(4), 2005; pp. 520-547.

- [GMT07] Gionis, A.; Mannila, H.; Tsaparas P.: Clustering Aggregation. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*. 1(1), 2007.
- [GF02] Grossmann, D. A.; Frieder, O.: *Information Retrieval – Algorithms and Heuristics*, Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [Gü07] Günther, A. et al.: Vermittlung und Entwicklung von Kompetenzen. *Jenseits von Virtualität - Arbeiten und Lernen in Projektnetzwerken*, Lohmar, 2007; S. 115-166.
- [Ha98] Hausser, R.: Drei prinzipielle Methoden der automatischen Wortformerkennung. *Sprache und Datenverarbeitung*, 22, 1998; S. 38-57.
- [Ho85] Hochbaum, S.: A best possible heuristic for the k-center problem. In *Mathematics of Operations Research*, 10(2), 1985; pp. 180-184.
- [Ho09] Hofert, S.: *Stellensuche und Bewerbung im Internet*, Humboldt, 2009.
- [Ke07] Kew, C.: The TENCompetence Personal Competence Manager, *Proceedings of the EC-TEL 07*, Crete, Greece, 2007.
- [KS06] Kunzmann, C.; Schmidt, A.: *Ontology-based Competence Management for Healthcare Training Planning – A Case Study*, *Proceedings of I-KNOW 06*, Graz, Austria, 2006.
- [LN01] Lehmann, G.; Nieke, W.: Zum Kompetenz-Modell, <http://www.bildungsserver-mv.de/download/material/text-lehmann-nieke.pdf>, 2001 (letzter Zugriff am 07.05.10)
- [LBM03] Li, Y.; Bandar, Z. A.; McLean, D.: An Approach for Measuring Semantic Similarity between Words Using Multiple Information Sources. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 15(4), 2003.
- [PAS09] PAS 1093: *Personalentwicklung unter besonderer Berücksichtigung von Aus- und Weiterbildung – Kompetenzmodellierung in der Personalentwicklung*, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2009.
- [PM00] Pelleg, D.; Moore, A. W.: X-means: Extending K-means with Efficient Estimation of the Number of Clusters. In: *Seventeenth International Conference on Machine Learning*, 2000; pp. 727-734.
- [Po80] Porter, M. F.: An algorithm for suffix stripping. *Program*, 14(3), 1980; pp.130-137.
- [Ra89] Rada, R. et al.: Development and Application of a Metric on Semantic Nets, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 19(1), 1989.
- [Re95] Resnik, P.: Using Information Content to Evaluate Semantic Similarity in a Taxonomy, *Proceedings of the 14th International Joint Conference for Artificial Intelligence*, 1995.
- [Ro71] Roth, H.: *Pädagogische Anthropologie, Bd.2: Entwicklung und Erziehung. Grundlagen einer Entwicklungspädagogik*, Schroedel, Hannover, 1971.
- [Sa68] Salton, G.: *Automatic Information Organization and Retrieval*. Mc Graw-Hill, 1968.
- [Sc09] Schröder, S. et al.: Self-Profiling of Competences for the Digital Media Industry: An Exploratory Study. *Proceedings of EC-TEL 09*, Nice, France, 2009
- [WF05] Witten, I. H.; Frank, E.: *Data mining – practical machine learning tools and techniques*. The Morgan Kaufman series in data management systems, 2005.
- [ZMH09] Ziebarth, S.; Malzahn, N.; Hoppe, H. U.: Using Data Mining Techniques to Support the Creation of Competence Ontologies, *Proceedings of AIED 09*, Brighton, England, 2009.



# Integriertes eLearning in der Fakultät für Medizin an der TU München

Ivan Gergintchev, Hans Pongratz

{gergintchev, pongratz}@tum.de

**Abstract:** Nahezu alle deutschen Hochschulen stehen vor der Aufgabe, hochschulübergreifende eLearning Mechanismen zu schaffen. In diesem Artikel wird auf eine solche Problemstellung am Beispiel der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München eingegangen. Anschließend wird eine konzeptionelle Lösung dafür ausgearbeitet. Abschließend wird die Wirksamkeit des implementierten Konzepts anhand einer empirischen Evaluation überprüft.

## 1 Einleitung

Nach der weit reichenden Etablierung von eLearning in den letzten Jahren stehen nahezu alle deutschen Hochschulen vor der Aufgabe, wettbewerbsfähige hochschulübergreifende eLearning Mechanismen zu schaffen [LT07]. Im Rahmen von Kooperationsstudiengängen und virtuellen Hochschulen bzw. Bildungsportalen, aber auch zur Unterstützung der Mobilität von Lehrenden und Lernenden, rückt die Nutzung von Lernsystemen über die Grenzen der Hochschule hinweg zunehmend in den Fokus der Hochschul-IT-Strategie. Dabei bedarf es eines Paradigmawechsels bei der Gestaltung künftiger Lernumgebungen.

Die Strategie für den eLearning-Einsatz muss die historisch gewachsenen, heterogenen Strukturen in ein integriertes Informationssystem transformieren, das außer elektronischen Lehrmedien im engeren Sinn auch Informations-, Bibliotheks- und Kommunikationsdienste umfasst und darüber hinaus Schnittstellen zum Campus-Management besitzt. Eine Plattform zur Unterstützung von eLearning über Grenzen hinweg muss aber auch die Möglichkeit bieten, Lehrveranstaltungen, die innerhalb der beteiligten Einrichtungen verwaltet werden, in einem gemeinsamen Lernraum zur Verfügung zu stellen. Dabei müssen sämtliche Prozesse, die mit der Durchführung einer Lehrveranstaltung zusammenhängen, berücksichtigt werden [RGL07].

Einen Beitrag dazu leistet dieser Artikel. Ausgehend von der Implementierung von eLearning an der Technischen Universität München (TUM) und der Problemstellung im Doppelstudiengang Medizin der TUM und LMU wird ein konkreter Ansatz zur Bewältigung der mit heterogenen Strukturen und diversen Nutzerquellen verbundenen Komplexität ausgearbeitet. Dessen Wirksamkeit wird mittels empirischer Evaluation überprüft.

## **2 eLearning an der TU München**

Nachdem eLearning an der TU München (TUM) vor dem Jahr 2004 hauptsächlich durch Aktivitäten vieler engagierter Einzelpersonen getragen wurde, startete mit elecTUM erstmalig ein Projekt, das mit der Einführung einer zentralen Lernplattform gleichzeitig eine Integration mit den anderen IuK-Systemen an der TUM umsetzen und für die nachhaltige Etablierung von eLearning an der TUM sorgen sollte. Der organisatorische Rahmen mit der engen Einbindung der Hochschulleitung ermöglichte die Eingliederung der Projektergebnisse in die TUM-Strategie zur Verbesserung der Lehre. Ein besonderer Schwerpunkt von elecTUM lag in der Schaffung einer effizienten und wettbewerbsfähigen integrierten eLearning-Infrastruktur, so dass sich die Lehrenden auf die Erstellung und Bereitstellung von Inhalten konzentrieren können. Der Aufbau der technischen Plattform wurde durch unterstützende Aktivitäten ergänzt, die z.B. eLearning in die Prüfungsordnungen und die didaktische Ausbildung zum Umgang mit neuen Medien einbetten.

Nahezu zeitgleich wurde eine Vereinheitlichung der Prozesse der Prüfungsverwaltung geplant. Dazu sollten mittelfristig ein einheitliches Prüfungs- und Lehrverwaltungssystem an der TUM etabliert werden. Schließlich sollte das für die Rezentralisierung der IT der TUM verantwortliche IntegraTUM Projekt eine benutzerfreundliche und nahtlose Infrastruktur für Information und Kommunikation schaffen, die eine Verbesserung der Leistungen in Forschung und Lehre bei gleichzeitiger Kostenoptimierung ermöglicht. Das technische Rückgrat stellt hierbei eine hochschulweite Benutzerverwaltung dar.

Durch die Anfang 2008 beschlossene Einführung des neuen Campus Management Systems TUMonline sollte der gesamte studentische Lebenszyklus elektronisch unterstützt werden. Da durch alle diesen Arbeiten zentrale Prozesse neu geordnet oder geglättet wurden, ergaben sich im Einsatzbereich der Lernplattform weiterführende Szenarien, die davor nicht bzw. nicht im vollen Umfang umgesetzt werden konnten. Vor allem entstanden Synergien zwischen der Studiumsorganisation und der Durchführung von Lehrveranstaltungen auf der Lernplattform.

Die TUM-Lernplattform wurde schrittweise eingeführt und begleitend evaluiert [Le06]. Eine zum Projektende durchgeführte Evaluation belegt die wesentliche Bedeutung der durchgängigen IT-Infrastruktur und speziell der einheitlichen Verfügbarkeit der eLearning Angebote. Aus dem hohen Bekanntheitsgrad der Lernplattform und deren häufigen Nutzung lässt sich ein großer Erfolg der eLearning-Maßnahmen folgern [Schu10].

## **3 Problemstellung in der Medizin**

Diverse organisatorische und fachliche Aspekte stellen das Informationsmanagement an der Fakultät für Medizin im Allgemeinen und das eLearning im Speziellen vor besondere Herausforderungen. Diese erstrecken sich von der uneinheitlichen Benutzerverwaltung auf Grund des Doppelstudiengangs Medizin sowie der juristischen Selbstständigkeit des Universitätsklinikums rechts der Isar, über die Lehrveranstaltungsverwaltung und Prüfungsorganisation im eigenen Fakultätssystem bis hin zur Notwendigkeit eines

spezialisierten LMS zum fallbasierten Lernen.

**Divergender Studierendenkreis.** Der Studiengang Medizin wird seit dem Wintersemester 2000/2001 als ein Doppelstudiengang der TUM und Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) im Vorklinikum angeboten; beide Universitäten tragen gemeinsam, jedoch zu unterschiedlichen Anteilen den ersten Studienabschnitt des humanmedizinischen Studiums. Ein Studierender legt sich nach der ärztlichen Vorprüfung (zum 5. Semester) auf eine der Hochschulen fest [Wis06, Wis05]. Zwar gilt die Einschreibung in den ersten vier Semestern formal für beide Universitäten, dennoch erfolgt sie systemtechnisch nur an der LMU. Vor allem werden die Immatrikulationsdaten auf Grund von noch nicht endgültig spezifizierten Abläufen nicht weitergegeben. In der Konsequenz können die Studierenden in der Vorklinik die IT-Dienste der TUM nicht nutzen. Der bevorzugte Lösungsansatz hierzu sieht die unmittelbare Übernahme der Personendaten in die Studienverwaltung der TUM vor. Trotz eines regen Austausches auf Fakultätsebene und der Beteiligung einiger zentraler Abteilungen konnte das Thema noch nicht abschließend geklärt werden.

**Divergender Dozentenkreis.** Das Klinikum rechts der Isar ist seit 2003 selbständige Anstalt des öffentlichen Rechtes. Die Zusammenarbeit des Klinikums und der Hochschule wird durch die Klinikumsverordnung des Landes sowie eine zusätzliche Kooperationsvereinbarung geregelt: das Klinikum dient der Fakultät für Medizin bei deren Aufgaben in Forschung und Lehre, ohne dabei eigenständige akademische Aufgaben wahrzunehmen [Ba06, Wis06]. Rund 600 Ärzte sind als Mitglieder der Fakultät an Lehrveranstaltungen beteiligt aber im zentralen Identity Management der Hochschule nicht erfasst, weil sie rechtlich gesehen keine Mitarbeiter der TUM sind. Ein Großteil von Ihnen wird im Personalverwaltungssystem des Klinikums geführt, der Rest besteht aus an Blockpraktika mitwirkenden Allgemeinärzten sowie externen Lehrbeauftragten.

**Dezentrale Studiumsorganisation.** Eine weitere Besonderheit der Fakultät für Medizin besteht in der Lehrveranstaltungs- und Prüfungsverwaltung, die auf Grund der hohen Komplexität der Approbationsordnung nicht im zentralen Campus Management System der TUM, sondern im maßgeschneiderten Fakultätssystem MediTUM der Firma Heiss GmbH & Co. KG technisch abgebildet werden. Somit bietet MediTUM aus Nutzersicht Funktionalitäten wie z.B. Lehrveranstaltungsanmeldungen, individuelle Stundenpläne, Kursevaluationen und Leistungsnachweise. Darüber hinaus sollten über MediTUM u.a. Soft Skills und fächerübergreifendes Denken vermittelt werden. Benutzer von MediTUM erhalten in der Regel lokale Zugangsdaten.

**Gemeinsame Kurse.** In Bezug auf gemeinsame Kurse lassen sich Kooperationen zwischen der TUM und der LMU sowohl auf der Ebene der Lehrkörper als auch auf derjenigen der Zielgruppen identifizieren. Lehrkooperationen bestehen z.B. im vorklinischen Teil des 10-semesterigen L-Kurses aber auch im klinischen Abschnitt auf den Gebieten Rechtsmedizin sowie Arbeits- und Umweltmedizin. Darüber hinaus werden fakultative Lehrveranstaltungen in den klinischen Studienjahren an der TUM angeboten, die von Studierenden der beiden Hochschulen besucht werden können. Eine Möglichkeit für die unmittelbare Unterstützung von gemeinsamen Kursen bietet die eLearning-Infrastruktur bisher nicht.

**Notwendigkeit für problemorientiertes eLearning.** Im Unterschied zu anderen Fakultäten, in denen den meisten eLearning Szenarien durch elektronische Dokumente, E-Tests sowie Video- bzw. Audioaufzeichnung Rechnung getragen wird, bedarf es in der Medizin eines multimedialen Werkzeugs zum fallbasierten und problembezogenen Lernen. Das problemorientierte Lernen (POL) ist eine bereits im Jahre 1969 an der kanadischen McMaster University entwickelte Methode, mit der Medizinstudierende vernetztes Wissen für den ärztlichen Alltag erwerben können. Sie arbeiten dabei in kleinen Gruppen unter Anleitung eines Tutors an didaktisch ausgefeilten Patientenfallgeschichten [An01, JG02]. Durch die stärkere Verzahnung von Theorie und Praxis wird die Anwendung von wissenschaftlichen Erkenntnissen auf eine Problemstellung im Sinne einer patientenzentrierten und evidenzbasierten Medizin eingeübt. Über solche im Curriculum der TUM bereits verankerten gegenstandsbezogenen Studiengruppen hinaus sollen Studierende eigenständig realitätsnahe Lernfälle mit virtuellen Patienten online bearbeiten. Die Lernenden sollen in der Rolle des Arztes eine Anamnese erheben, eine Untersuchung durchführen und diagnostische und therapeutische Entscheidungen treffen sowie automatisiert qualifiziertes Feedback erhalten. Dabei soll die konstruktivistische Lerntheorie umgesetzt werden [Hu08]. Dozierende sollen Fälle ihrer täglichen Praxis, die ihnen für die Lehre relevant erscheinen, ohne Programmierkenntnisse didaktisch sinnvoll strukturiert online erstellen.

Auf Grund dieser spezifischen Merkmale wird das hochschulweite LMS der TUM CLIX (imc AG) von der Fakultät für Medizin kaum genutzt, wie eine quantitative Datenerhebung [Schu10] über das Nutzungsverhalten der Studierenden nach Fakultäten belegt (Abb. 1). Als Nutzer mit Aktivität werden Personen gezählt, welche bei der Befragung zu mindestens einem Kurs angemeldet waren.

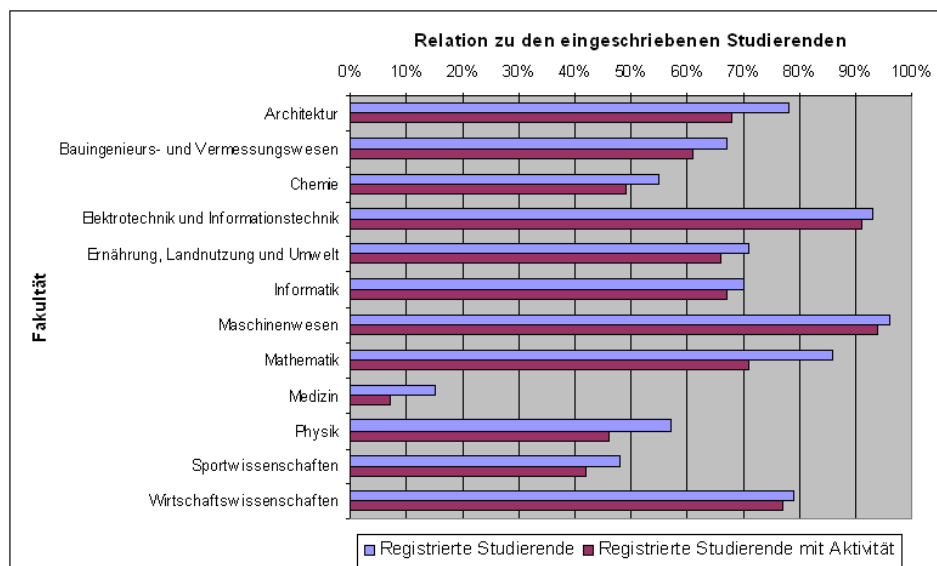


Abbildung 1: Studierende (mit Aktivität) im LMS der TUM nach Fakultäten

## **4 Lösungsansatz**

Ausgehend von den skizzierten Anforderungen und Abhängigkeiten wurde ein Konzept zum integrierten eLearning in der Medizin ausgearbeitet. Das Konzept beruht auf der Einführung des fallbasierten LMS Casus, einer Lösung für das Problem des divergenten Benutzerkreises sowie der nahtlosen Integration der Softwaresysteme MediTUM, CLIX und Casus.

### **4.1 Einführung des fallbasierten LMS Casus**

Um fallbasiertes und problemorientiertes eLearning zu ermöglichen, hat sich die Fakultät Medizin der TUM entschieden, das System Casus der Firma Instruct AG einzuführen und es eng an die zentrale Lernplattform zu koppeln. Casus bietet Fallbeispiele als Brücke zwischen Theorie und Praxis und eine Bibliothek mit mehr als 1.000 Lernfällen, z.B. aus der Neurologie, inneren Medizin, Chirurgie sowie Pädiatrie, und zeichnet sich durch Rapid Authoring und Lernerfolgskontrollen aus [Fi98, Sch08]. In diesem Kontext ist ein Kurs in Casus eine Zusammenstellung von Lernfällen, deren Umfang vom Autor abhängt. Das System wurde im Rahmen der virtuellen Hochschule Bayern (vhb) für mehrere Kurse eingesetzt. So wurden im vorklinischen Kurs Psychologie Lernfälle von rund 800 Studierenden der TUM und LMU abgearbeitet. Die Kurse Neurologie und Arbeitsumweltmedizin wurden mit rund 100 TUM-Nutzern und knapp 30 Lernfällen im Curriculum nach der Zwischenprüfung bereits verankert. Zur Einführung von Casus an der TUM wurden die Möglichkeiten einer eigenständigen Installation sowie eines Hosting-Angebots der Instruct AG ausgewertet. Unter Berücksichtigung aller relevanten Faktoren wurde das Hosting-Modell ausgewählt.

### **4.2 Lösungsansatz für den divergenten Benutzerkreis**

Für den Umgang mit Personen, die keine gültigen hochschulweiten digitalen Identitäten und somit keinen Zugang zu CLIX besitzen, wurden zwei Lösungen geplant und realisiert. Zum einen können betroffene Studierenden und Dozierende als Gäste über die Gästeverwaltung der TUM im zentralen Identity Management eingetragen und mit entsprechenden Berechtigungen für das Lernportal und ggf. weitere Applikationen versehen werden [Be10]. Neben Studierenden und Mitarbeitern sind Gäste an der Universität die dritte wichtige Benutzergruppe. Als Gäste gelten Gastwissenschaftler, Gastdozenten, Besucher, Wissenschaftler ohne Arbeitsvertrag, Kooperationspartner und künftig auch Teilnehmer an der externen wissenschaftlichen Weiterbildung.

Zum anderen wurde CLIX als Dienst in eine neue Authentifizierungs- und Autorisierung Infrastrukturlösung des DFN-Vereins basierend auf das Web Single Sign-on (SSO) Verfahren Shibboleth integriert [De08, Gi08, Gr08b]. Gemeinsame Studienangebote, für die der neue Authentifizierungsdienst bereits greift, gibt es aktuell mit der LMU im Allgemeinen und in der Medizin im Speziellen.

### 4.3 Integration von MediTUM, CLIX und Casus

Zunächst wurden fachlich die Grundaufgaben und Funktionalitäten der Systeme gegenübergestellt. CLIX wird primär als System verstanden, in welchem die Durchführung der Lehrveranstaltungen aus Sicht des Studierenden vorgenommen wird. MediTUM dient dabei weiterhin der Planung und Verwaltung der Lehrveranstaltung. Casus deckt die im Medizinstudium erforderlichen fallbasierten Lernszenarien ab (Abbildung 2).

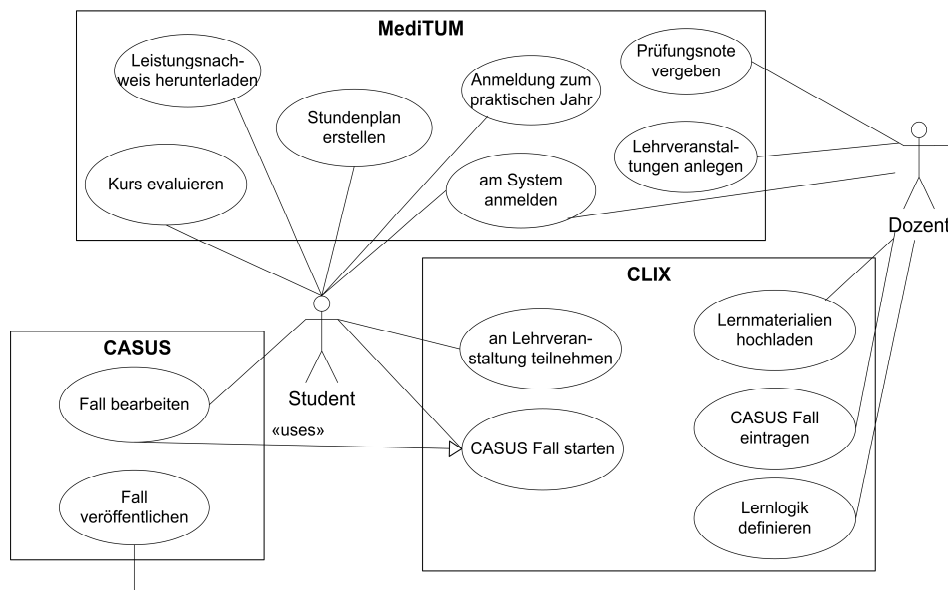


Abbildung 2: Anwendungsfalldiagramm: Integrierte Systemnutzung

Die Anbindung der Systeme MediTUM, CLIX und Casus realisiert ein Learning Gateway in der Medizin. Das Integrationskonzept und dessen Einordnung in die Systemlandschaft der TUM stellt Abbildung 3 grafisch dar. Softwaretechnisch wird MediTUM über eine JMS-Middleware und eine nachrichtenbasierte Schnittstelle und Casus mittels des eLearning-Standards SCORM/AICC-HACP an die zentrale Lernplattform angebunden. Dabei sind folgende Prozesse vorgesehen und größtenteils bereits implementiert:

- **Entwicklung einer CLIX-Schnittstelle zu Verwaltungssystemen**, um MediTUM (und TUMonline für die anderen Fakultäten) anzubinden.
- **Anbindung des Systems MediTUM an den Authentifizierungsserver der TUM**, um die lokale Benutzerverwaltung von MediTUM nach einem Abgleich mit dem zentralen Identity Management abzulösen und so eine technisch weitgehend homogene Nutzerbasis in Bezug auf Studenten und Mitarbeiter der TUM zu schaffen.

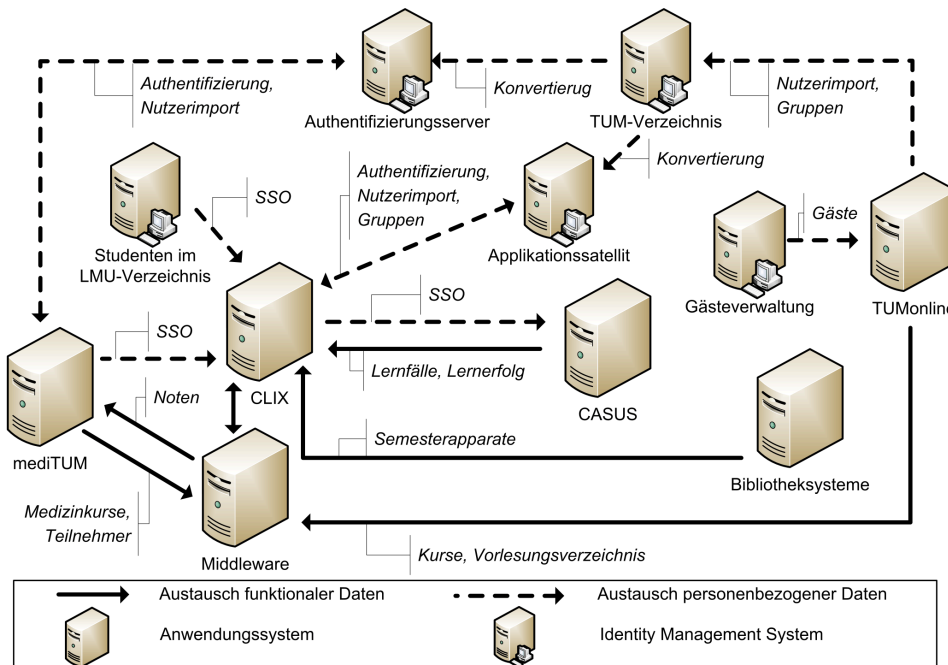


Abbildung 3: Integrationskonzept und Einordnung in die Systemlandschaft

- **Einsatz der Gästeverwaltung bzw. von Shibboleth zur Accountvergabe** für Mitarbeiter des Klinikums, allgemeine Ärzte sowie Studierende im Semester 1 bis 4 (s. Abschnitt 4.2)
- **Übernahme der Kursmetadaten aus MediTUM nach CLIX.** Um die in MediTUM verwalteten Lehrveranstaltungen mit eLearning-Anteilen anzureichern, ist die Realisierung einer Schnittstelle zu einem unidirektionalen Austausch von Kursobjekten seitens MediTUM erforderlich.
- **Übernahme der Kursanmeldungen nach CLIX.** Nach der Anmeldung eines Teilnehmers für eine Lehrveranstaltung in MediTUM muss der Anmeldestatus in CLIX aktualisiert werden, um einen Zugriff des Teilnehmers z.B. auf die Lehrmaterialien in CLIX zu ermöglichen.
- **Realisierung eines SSO zwischen MediTUM und CLIX.** Damit einem Nutzer ein fließender Übergang aus MediTUM in den Kurs in CLIX ermöglicht wird, bedarf es eines Remote-Login Verfahrens wie z.B. in [Gr08a] oder einer Single Sign-on Unterstützung von MediTUM. Dies steht noch aus.
- **Erstellung von Lernfällen.** Neben der bereits bestehenden Bibliothek können Medizindozenten weitere Lernfälle in Casus erstellen. Dafür werden sie gesondert geschult und berechtigt.

- **Übertragung der Metadaten der Lernfälle aus Casus.** Damit Casus-Fälle aus dem Lernportal heraus referenziert und abgerufen werden können, sind sie im Vorfeld mittels standardisierter Beschreibungsdateien (WBT-AICC) in CLIX zu importieren.
- **Durchführung des Kurses in CLIX.** Eine Lehrveranstaltung mit eLearning-Anteilen beinhaltet die Bereitstellung elektronischer Materialien, die Anreicherung mit Kommunikationstools wie Foren oder Wiki, die Einbettung von Semesterapparaten aus der Bibliothek und die Verlinkung auf Lernfälle in Casus mit einem loginfreien Übergang. Nach der abschließenden Abarbeitung eines Lernfalls übermittelt Casus eine Bewertung an CLIX im Hintergrund.
- **Rückgabe von Noten etc. an MediTUM.** Eine Leistungsbewertung des individuellen Studienerfolgs der Teilnehmer von eLearning Kursen kann in CLIX durchgeführt und an MediTUM übermittelt werden.

#### 4.4 Integrierte Nutzung

**Integrierte Nutzung aus Studentensicht.** Ein Studierender profitiert vom Lernen am virtuellen Krankenbett, ohne sich dabei mit lästigen technischen Details auseinander setzen zu müssen. Lediglich ein Einloggvorgang in MediTUM wird für den Zugriff auf Folien, Skripten, Lernfällen und Selbsttestprüfungen aus einem Kurs vorausgesetzt. Eine beispielhafte Studenteninteraktionssequenz stellt Abbildung 4 dar.

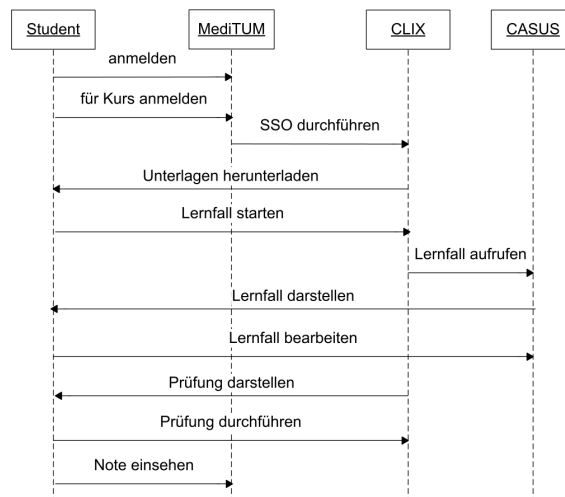


Abbildung 4: Beispielhafter Ablauf aus Studentensicht

**Integrierte Nutzung aus Dozentensicht.** Aus Dozentensicht werden viele bisher aufwändige Organisations- und Lehr-/Lernprozesse und deren organisatorische Durchführung und didaktische Planung vereinfacht. Bei der inhaltlichen Gestaltung eines Lernraums kann ein Dozierender mit Hilfe eines Online-Veranstaltungsassistenten aus einer



Anzahl an geprüften, lehrmethodischen Vorlagen die passende auswählen und sich dazu vorgefertigte Lernfälle ansehen. Nach der Bestätigung wird seine gesamte Veranstaltung fertig gestellt und die von ihm ausgewählten Lernfälle und ggf. Web 2.0-Tools integriert. Mehrere didaktische Vorschläge aus der systematischen Casus-Sammlung können zur Ausweitung der studentischen Interaktion führen. Durch die ebenfalls zu Beginn automatisch eingebundenen Selbsttests lassen sich bereits während des Semesters einige Auswertungen zum Wissensstand des Kurses abrufen. Eine beispielhafte Dozenteninteraktion, in der die Reihenfolge der Ereignisse betont wird, stellt Abbildung 5 dar.

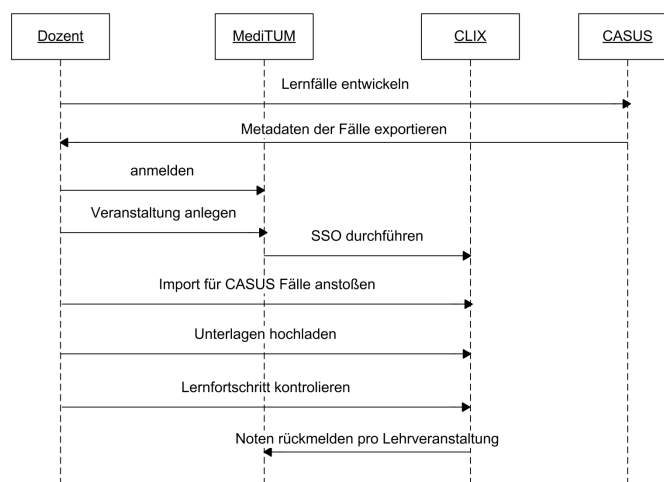


Abbildung 5: Beispielhafter Ablauf aus Dozentsicht

**Integrierte Nutzung aus Betreibersicht.** Durch die eingesetzten Technologien kann eine hohe Benutzerfreundlichkeit bei gleichzeitiger Minimierung der Kosten realisiert werden. Die Vorteile für den Nutzer bestehen im Wesentlichen im gesteigerten Komfort durch die Pflege aller Daten an einer Stelle, in der Vermeidung von Systembrüchen sowie in der Fokussierung der Anwendungen auf ihre Kernkompetenzen. Die Betreibersicht ändert sich vor allem dadurch, dass aufgrund der vorgeschlagenen Datenflüsse MediTUM als ein Dienstleister gegenüber CLIX fungiert. Durch ein gutes Servicemanagement sowie einen einheitlichen Support sind Synergieeffekte, eine höhere Benutzerakzeptanz, eine Steigerung der Nutzerzahl sowie organisatorische Veränderungen zu erwarten.

## 5 Evaluierung

Eine fortgeschrittene Implementierung des Integrationskonzeptes wurde im Medizinstudium im Sommersemester 2009 pilothaft eingesetzt. In der Pilotphase wurden dabei drei Kurse als Blended Learning Veranstaltungen angeboten. Die Wirksamkeit der Lösung wurde im Juli 2009 erstmalig mit Hilfe eines anonymen Online-Fragebogens evaluiert. Die Fragestellungen wurden in vier Gruppen unterteilt: Allgemeine Angaben, Häufigkeit der Nutzung, Benutzerfreundlichkeit und Mehrwert der Integrationslösung. Die Zielgruppe der Befragung beinhaltete primär die 120 Teilnehmer an diesen Lehrveranstaltungen. Die Stichprobe nach dem Erhebungszeitraum betrug 68 komplett ausgefüllte Fragebögen. In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Erkenntnisse aus der Befragung und deren Bewertung zusammengefasst.

Die Integrationslösung und deren Anbindung an das Verwaltungssystem MediTUM wurde innerhalb der Pilotkurse hauptsächlich zur Bearbeitung von Lernfällen und als Downloadbereich für Lehrmaterialien genutzt. Die Beurteilungen der Nutzung der Systemkomponenten durch die Studierenden und den Dozenten unterscheiden sich kaum. Der Einsatz der Lernfälle im Rahmen des Medizinstudiums ist von wesentlicher Bedeutung. Dabei werden die Möglichkeiten zu einem problemorientierten / konstruktivistischen Ansatz zur Vermittlung des Lernstoffes größtenteils genutzt. Studierende, die solche Lernfälle abarbeiten, tun dies schwerpunktmäßig aufgrund der Empfehlung des Dozenten und relativ selten aus eigenem Interesse. Viele der Studierenden profitieren nach deren Aussage von der Benutzung der Lernfälle. Die Dozierenden beabsichtigen mit den Lernfällen nicht die rein selbstständige Prüfungsvorbereitung, sondern eine intensive Auseinandersetzung mit praxisnahe Stoff. Der Nutzung weiterer Funktionen, wie Lernlogiken zur Steuerung der Lernwege, wurden in diesen Lehrveranstaltungen in CLIX nicht eingesetzt. Den Kommunikationsmöglichkeiten wurde vom Dozenten wie auch von den Studierenden wenig Beachtung geschenkt.

Die meisten Befragten bewerten die Integration von Lehrorganisation (MediTUM) und eLearning (CLIX) samt eingebetteten problemorientierten Inhalten (Casus) in der Medizin als eine gute oder sogar sehr gute Unterstützung der Lehre (60%). Sie wünschen sich deutlich mehr Fächer, die mit eLearning-Anteilen über Dokumentenablagen (wie aktuell in MediTUM) hinaus angereichert werden. Außerdem wird eine Zusammenführung der verschiedenen an der TUM eingesetzten Systeme als sinnvoll erachtet, um von einer zentralen Stelle aus auf alle notwendigen Bereiche zugreifen zu können.

Im Bereich der Benutzerfreundlichkeit wurden den Teilnehmern der Online-Umfrage einige Aussagen strukturiert nach grundlegenden Usability-Gesichtspunkten zur Bewertung und Kommentierung präsentiert. Dabei sind sowohl positive Einschätzungen als auch klare Ansätze zur Verbesserung und Weiterentwicklung zu erkennen. Für die Aufgabenangemessenheit, die Stimmigkeit der Lösung für die durchzuführenden Aufgaben, werden unterschiedliche Ergebnisse offenbar: Während wichtige Informationen weitgehend passend platziert sind, erscheinen einige Schritte in CLIX überflüssig, solange die Lernräume nur aus Downloads und eingebetteten Casus-Fällen bestehen und keine weiterführenden CLIX-Funktionalitäten genutzt werden. Ebenfalls verschiedenartig fällt die

Bewertung der Erlernbarkeit der Bedienung aus: Einigkeit besteht insgesamt darüber, dass die Einarbeitung eher kurz und einfach ausfällt. Jedoch zwingt die Notwendigkeit für eine erneute Anmeldung in CLIX auf Grund des noch fehlenden SSO-Verfahrens seitens MediTUM nach Einschätzung vieler Teilnehmer eindeutig zur Verwirrung hinsichtlich der zu verwendenden Kennung.

In Bezug auf die Fehlerrobustheit bescheinigen die auswertbaren Antworten der implementierten Lösung ein gutes Ergebnis. Beim Großteil der Befragten traten keine Systemfehler auf. Eingabefehler beim fallbasierten Lernen können einigermaßen leicht wieder rückgängig gemacht werden. Wichtige Kritik bezog sich auf die Sicherstellung der Performance und Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems bei steigenden Benutzerzahlen.

## 6 Fazit

Am Beispiel der Fakultät für Medizin wurde gezeigt, wie eine zentralisierte, integrierte eLearning-Infrastruktur bei Beibehaltung der dezentralen Verantwortlichkeiten für Prozesse und Abläufe realisiert werden kann. Die Öffnung des Systems für Studenten und Dozenten der LMU stellt einen Meilenstein in der Unterstützung kooperativer Bildungsangebote der TUM dar.

Die Wirksamkeit der Integrationslösung für die Fakultät Medizin wurde mittels empirischer Evaluation überprüft. Sowohl bezüglich der Vereinfachung organisatorischer Aufgaben als auch der Unterstützung der Lehre wurde der Ansatz deutlich positiv bewertet (80%). Die Bearbeitung von dedizierten Lernfällen wird von den meisten Befragten als ein sehr nützliches Werkzeug in ihrem Medizinstudium angesehen. Die grundsätzliche Bereitstellung einer derartigen Integrationslösung stößt in hohem Maße auf Zustimmung. Zusammengefasst lassen die Studienergebnisse auf ein positives Werturteil über das Learning Gateway schließen.

Neben positiven und negativen Aspekten des implementierten Modells konnten auch weiterführende Erkenntnisse gewonnen werden. So ist zum einen für den benutzerfreundlichen Einsatz des Modells die Fertigstellung der Implementierung seitens MediTUM unabdingbar. Zum anderen bedarf es einer deutlichen Ausbreitung der eLearning-Nutzung in der Medizin über die reine zur Verfügungstellung von Dokumenten und Lernfällen hinaus. Der Abruf des tatsächlichen Potenzials des Learning Gateway und dessen besonderer Mehrwert in der Medizin hängen wesentlich vom Einsatz weiterführender Funktionalitäten in den digitalen Lernräumen ab.

## Literaturverzeichnis

- [An01] Anheier, T.: Problemorientiertes Lernen: Parallelen zwischen Ausbildung und EbM. Deutsches Ärzteblatt, 2001.
- [Ba06] Bayerische Staatsregierung. Gesetz über die Universitätsklinika des Freistaates Bayern. Bayerisches Gesetz- und Verordnungsblatt, 10, 2006.
- [Be10] Bernstein, F. et al.: Gästeverwaltung im integrierten Identity Management. In: Infor-

- mationsmanagement in Hochschulen. Springer, Berlin, A. Bode and R. Borgeest, 2010; S. 133–144.
- [De08] Deutschmann, J. et al.: DFN-AAI: Technische und organisatorische Voraussetzungen - Attribute für den Bereich E-Learning, 2008.
  - [Fi98] Fischer M. et al.: Formative evaluation of the CASUS authoring system for problem-based learning. München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie, Internet, ISSN 1614-6336, Forschungsbericht Nr. 94, 1998.
  - [Gi08] Gietz, P. et al.: DFN-AAI: Technische und organisatorische Voraussetzungen - Attribute für alle Anwendungen, 2008.
  - [Gr08a] Graf, S. et al: eLearning als Teil einer serviceorientierten Hochschulinfrastruktur. Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI), 2008.
  - [Gr08b] Graf, S.; Gergintchev, I.; Rathmayer, S.: Identity Management Solutions in Heterogeneous Learning Environments. iLearn Forum, 2008.
  - [JG02] Jox, R. J.; Galambos, P.: Munich-Harvard-Alliance for Medical Education: Im Mekka der Medizin. Deutsches Ärzteblatt, 2002.
  - [Le06] Leimer, S. et al.: Qualitätssicherung des universitätsweiten Einsatzes von eLearning an der Technischen Universität München - Entwicklung eines übergreifenden Evaluationskonzepts im Rahmen des Projekts elec-TUM. Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW), 2006.
  - [LT07] Lucke, U.; Tavangarian, D.: Aktueller Stand und Perspektiven der eLearning-Infrastruktur an deutschen Hochschulen, 2007.
  - [RGL07] Rathmayer, S.; Gergintchev, I.; Lämmle, S.: Realisierung einer modularaufgebauten, flexiblen Plattform für eLearning in Bayern. Tagungsband zum Workshop Integriertes Informationsmanagement an Hochschulen, Karlsruhe, 2007.
  - [Schu10] Schulze, E. et al.: Evaluation der zentralen TUMLernplattform. Informationsmanagement in Hochschulen, 2010.
  - [Sch08] Schmitt, F.: Erstellung und Evaluierung zweier Lernprogramme im Fachgebiet der Veterinärimmunologie mit dem Autorensystem Casus. Dissertation, 2008.
  - [Hu08] Huwendiek, S. et al.: E-Learning in der medizinischen Ausbildung. Springer Medizin Verlag, 2008.
  - [Wis05] Wissenschaftsrat: Stellungnahme zur weiteren Entwicklung der Medizinischen Einrichtungen der Ludwig-Maximilians-Universität München. Drs. 6901-05, Bremen, 2005.
  - [Wis06] Wissenschaftsrat: Stellungnahme zur weiteren Entwicklung der Medizinischen Einrichtungen der Technischen Universität München. Drs. 7061-06, Berlin, 2006.

# Leichtere Datenanalyse zur Optimierung der Lehre am Beispiel Moodle<sup>1</sup>

André Krüger, Agathe Merceron, Benjamin Wolf

Fachbereich Medieninformatik  
Beuth Hochschule für Technik Berlin  
Luxemburger Straße 10  
13353 Berlin

{akrueger, merceron, bwolf}@beuth-hochschule.de

**Abstract:** Lernraumsysteme (LMS) werden an Schulen, Hochschulen sowie in Firmen eingesetzt. Berichte und Statistiken gehören nicht zu ihren Kernfunktionalitäten und sind folglich unzureichend vorhanden. Für Lehrende, Bildungsinstitutionen oder Bildungsanbieter sind Informationen über die Nutzungsart und -weise der angebotenen Lehrveranstaltungen aber von entscheidender Bedeutung. Ziel unserer Arbeit ist es, herkömmliche Lernraumsysteme im Bereich Nutzungsdaten und Nutzerprofile zu ergänzen. In diesem Beitrag stellen wir ein Datenmodell vor, um die Nutzungsdaten, die vom LMS gespeichert werden, leichter zu analysieren. Folgend schlagen wir eine Systemarchitektur vor, um die von einem Lernraumsystem gespeicherten Daten in das Datenmodell zu exportieren. Die Implementierung für das LMS Moodle wird vorgestellt. Zum Abschluss erläutern wir die Datenanalyse eines Moodle-Kurses, die wir mit Hilfe unserer Anwendung durchgeführt haben.

## 1 Einleitung

Formelles wie informelles Lernen in der Grundausbildung sowie das ganze Leben lang nimmt in unserer modernen Wissensgesellschaft eine immer wichtigere Rolle an. Dabei gewinnt e-Learning an Bedeutung. Eine Kern-Anwendung des e-Learnings bilden die Lernraumsysteme, die an Schulen, Hochschulen sowie in Firmen eingesetzt werden. Die Hauptfunktionalitäten der gängigen Lernraumsysteme können in drei Bereiche gegliedert werden: (i) Erstellung, Bereitstellung und Verwaltung von Studiengängen, Kursen, und Lernmaterial; (ii) Verwaltung von Nutzern; (iii) Bereitstellung von Kommunikations-tools wie E-Mail, Chat, Foren oder Wikis.

---

<sup>1</sup> Diese Arbeit wurde zum Teil vom Europäischen Strukturfond Berlin unterstützt.

Nutzerdaten werden in Lernraumsystemen mit dem Hauptziel gespeichert, einen Überblick über die erbrachte Leistung der Lernenden zu bieten. Berichte und Statistiken über Nutzerverhalten und Aussagen zur Beteiligung von Nutzern in Online Kursen und den Ergebnissen gehören nicht zu den Kernfunktionalitäten von Lernraumsystemen. Diese sind folglich auch nur unzureichend vorhanden. Als kleines und dennoch illustratives Beispiel wie unzureichend Statistiken sind, wird an dieser Stelle erwähnt, dass es in Lernraumsystemen nur schwer herauszufinden ist, wie viele Lernende nie auf ein bestimmtes Lernmaterial zugegriffen haben.

Die vorhandenen Statistiken sind selten mit guten Managementmöglichkeiten verknüpft. Für Organisationen im Bildungsbereich sind Informationen zur Nutzungsart und -weise der angebotenen Lehrveranstaltungen und ein für Lehrende leicht handhabbares Management von entscheidender Bedeutung. Letztendlich kann dadurch das eigene Lehrangebot und der erzielte Lernerfolg evaluiert und optimiert werden.

Ziel unserer Arbeit ist es, herkömmliche Lernraumsysteme im Bereich Nutzungsdaten und Nutzerprofile zu ergänzen. Als erstes stellen wir fest, dass Lernraumsysteme Nutzerdaten in einer Form speichern, die für die Analyse ungeeignet ist, und mühsames und langwieriges Preprocessing erfordert [MY08, Vi09]. Wie in Analytical Processing or Data Mining üblich [HK06], ist es sinnvoll ein Datenmodell zu definieren, welches von der Datenspeicherung des Lernraumsystems getrennt ist, und sich für die Analyse besser eignet. Damit kann gleichzeitig erreicht werden, dass als erster Schritt eine Anonymisierung der Nutzerdaten stattfinden kann. Ziel der Analyse ist es, Informationen in den gespeicherten Daten zu finden, die für Lehrende, Bildungsinstitutionen oder Bildungsanbieter relevant sind.

In diesem Beitrag stellen wir ein solches Datenmodell vor. Unser Datenmodell ist ein relationales Schema, das Daten und Nutzungsdaten, die vom LMS gespeichert werden, vereinigt. Im Folgenden stellen wir eine Systemarchitektur vor, um die von einem LMS gespeicherten Daten in das Datenmodell zu exportieren. Dies wurde für das LMS Moodle implementiert. Im Anschluss zeigen wir eine Datenanalyse eines Moodle-Kurses, die wir mit Hilfe unserer Anwendung durchgeführt haben.

Viele Arbeiten beschäftigen sich mit der Analyse von Daten, die von LMS gespeichert werden, siehe [RV07, BY09] für einen Überblick. Zweck solcher Analysen ist es, pädagogisch relevante Information zu finden. Wie beispielsweise herauszufinden, was zum Erfolg/Misserfolg in einem Kurs führt, oder wie das Lernmaterial benutzt wird. Diese Arbeiten setzten meist ad hoc ein mühsames Preprocessing der Daten voraus, um die Daten analysieren zu können. Als Folge daraus bleibt die Analyse beschränkt: sie wird nicht jedes Semester neu ausgeführt, oder es werden nur wenige ausgewählte Kurse analysiert. Ein erstes Ziel ist es, das mühsame Preprocessing weitgehend zu automatisieren. Nur damit kann unser eigentliches Ziel, die Analyse mit Managementmöglichkeiten zu verknüpfen, erreicht werden.

Dieser Beitrag ist wie folgt organisiert. Der nächste Abschnitt führt unser Datenmodell ein. Abschnitt 3 stellt die Systemarchitektur vor. Im Abschnitt 4 wird eine Fallstudie vorgestellt, die mit Hilfe unserer Anwendung geführt wurde. Der letzte Abschnitt enthält eine Zusammenfassung und einen Ausblick.

## **2 Datenmodell**

### **2.1 Anforderungen**

Der Entwurf unseres Datenmodells wurde von drei Hauptanforderungen geleitet. Erstens sollte es unabhängig von einem bestimmten LMS verwendet werden. Zweitens sollte jede Art von Analyse möglich sein. Drittens sollten Dozenten die üblichen Objekte eines LMS leicht wieder finden. Für die erste Anforderung wurden Annahmen getroffen, welche die meisten LMS erfüllen, und die im folgenden Absatz erläutert sind. Für die zweite Anforderung beschreibt unser Datenmodell komplett jede Interaktion, die gängige LMS registrieren, in Log-Tabellen, siehe Abschnitt 2.2. Für die dritte Anforderung spiegelt unser Datenmodell die üblichen Objekte, die LMS zu Verfügung stellen, in Tabellen wider, siehe 2.2. Die Beschreibung der Elemente einer Tabelle orientiert sich sehr am Vokabular des LMS Moodle, das sehr verbreitet ist. Die Beschreibung der Quiz-Interaktionen enthält ähnliche Elemente wie [IMS10], ist aber wesentlich einfacher.

Wir gehen davon aus, dass ein LMS Benutzer, Kurse, Lernmaterial und Kommunikationstools verwaltet. Benutzer können Kurse belegen. Wenn eine Benutzerin einen Kurs belegt, gibt es zwei Daten: das Anmelde-Datum und das Abmelde-Datum. Außerdem hat ein Benutzer in einem Kurs eine besondere Rolle, wie Student, Dozent, Administrator, usw.. Es ist möglich, in einem LMS Gruppen von Nutzern zu bilden. Diese Gruppen werden innerhalb von Kursen gebildet bzw. gelten systemweit. Nutzer können sich diesen Gruppen selbständig zuordnen oder werden durch Dozenten zugeordnet. Eine besondere Kategorie von interaktivem Lernmaterial bildet das Quiz. Das Quiz ist ein Sammelbegriff, der jede Art von Übung, Aufgabe, Problem, Test, Hausarbeit usw. abdeckt. Ein Quiz kann mehrere Fragen enthalten und eine Frage kann mehreren Quiz zugeordnet werden. Sowohl für das Quiz als auch für die Fragen wird ein Zeitstempel gespeichert, der das Erstellungsdatum angibt und ein Zeitstempel, der den Zeitpunkt der letzten Änderung festhält. Des weiteren gibt es Lernmaterialien wie Folien, Dateien, URLs, usw.. Solch ein Material werden wir als Ressource betrachten. Die Ressourcen haben ein Erstellungsdatum und ein Änderungsdatum, die angeben wann diese dem System hinzugefügt wurden und wann sie zuletzt geändert wurden. Als Kommunikationstools betrachten wir zunächst Foren und Wikis. Wir nehmen an, dass Quiz, Ressourcen, Foren und Wikis, Kursen zugeordnet sein können. Wir nehmen an, dass Benutzer mit Lernmaterial interagieren können: Sie können Ressourcen, Fragen und Quiz, Wikis und Foren anschauen oder verändern wenn der Benutzer ein Dozent ist. Außerdem können sie Fragen und Quiz beantworten, an Foren oder Wikis beitragen usw.. Wir nehmen an, dass alle diese Interaktionen mit Zeitstempeln gespeichert werden.

## 2.2 Schema

Unser Schema beinhaltet drei Arten von Tabellen: die Tabellen, die ein LMS Objekt darstellen, die Tabellen, die eine Interaktion mit einem LMS Objekt darstellen und Tabellen welche Assoziation zwischen LMS Objekten festhalten. Jede Tabelle hat ein Element *id*. Dieses Element ist der Identifikator, auch Schlüssel genannt, einer Zeile. Wir führen die Art der Tabellen nacheinander ein. Ein Überblick des Schemas ist in der Abbildung 1 gezeigt.

Die Tabelle **user** beispielsweise stellt Benutzer dar. Sie enthält als weitere Elemente *firstaccess*<sup>2</sup> und *lastaccess*<sup>3</sup>, die die Zeitstempel des ersten und letzten Zugriffs auf einen Gegenstand im LMS sind, und *lastlogin* und *currentlogin*, die die Zeitstempel des letzten und aktuellen Logins in das LMS sind. Es kann der Sonderfall eintreten, dass sich Teilnehmer in das LMS einloggen ohne auf Lernmaterial zuzugreifen.

In der Tabelle **course** werden die Kurse abgebildet. Das Element *timecreated* ist der Zeitstempel der Erstellung des Kurses. Meistens wird ein Kurs durch den Administrator des LMS erstellt. Das Element *startdate* ist das Datum, an dem der Kurs anfängt. Die Elemente *enrolstart* und *enrolend* sind die Daten, ab wann und bis wann Studierende sich im Kurs anmelden dürfen. Das Element *lastmodified* ist der Zeitstempel, wann der Kurs zuletzt durch Administratoren oder Dozenten verändert wurde.

In der Tabelle **resource** finden wir das Lernmaterial, das Dozenten zur Verfügung stellen. Das Element *type* ist der Typ des Lernmaterials und kann Werte wie „datei“, „url“, „picture“ usw. annehmen – je nachdem, was das LMS für Materialien enthält. Das Element *timecreated* ist der Zeitstempel, der angibt wann dieses Material im LMS erstellt wurde. Das Element *timemodified* gibt an, wann dieses Material zuletzt verändert wurde.

Die Tabelle **quiz** stellt eine beliebige Aufgabe dar. Das Element *qtyp* gibt dabei die genaue Art des Quiz an. Es kann Werte wie „Aufgabe“, „Test“, „Übung“, „SCORM“ usw. annehmen – je nach Art der Quiz, die das LMS zu Verfügung stellt. Was den Identifikator der Tabelle angeht, haben wir als Ausnahme einen doppelten Schlüssel. Die Verkettung der Elemente *qid* und *qtyp* bildet den Identifikator eines Quiz. So können Elemente, die in der LMS Datenbank in einzelnen Tabellen stehen, als Quiz zusammengefasst werden, ohne dass die Identifikatoren kollidieren. Ein Quiz kann eine oder mehrere Fragen enthalten, wie im Abschnitt zur Tabelle **question** noch erklärt wird. Das Element *title* ist der vom Dozent vergebene Titel. In den Elementen *timeopen* und *timeclosed* ist der Zeitrahmen festgelegt, in dem Studierende das Quiz beantworten dürfen. Die Elemente *timecreated* und *timemodified* sind analog, denen in der Tabelle **resource**.

---

<sup>2</sup> Es gibt einen Fehler in Moodle-Versionen vor 1.9.X durch den dieses Feld leer sein kann, siehe: <http://bugs.moodle.org/browse/MDL-16897>.

<sup>3</sup> Es gibt ein Problem in Moodle mit diesem Feld, siehe: <http://bugs.moodle.com/browse/MDL-18426>.



Die Tabelle **question** enthält die Fragen zu dem Quiz. Das Element *typ* ist die Art der Frage, wie „multiple-choice“, „true-false“ oder „shortanswer“ usw.. Dies ist davon abhängig, welche Fragentypen es im LMS gibt. Das Element *text* enthält den Aufgabentext. Die Elemente *title*, *timecreated* und *timemodified* entsprechen denen in der Tabelle **quiz**.

Die Tabellen **forum** und **wiki** enthalten weitgehend die gleichen Elemente wie die Tabelle **resource**.

Die Tabellen, in denen die Interaktionen mit einem Objekt des LMS dargestellt werden, werden mit dem Namen des Objekts und einem angehängten *\_log* bezeichnet. Alle Tabellen, die gerade vorgestellt wurden, haben eine entsprechende *\_log* Tabelle, außer den Tabellen **user** und **group**. Alle *\_log* Tabellen enthalten folgende Elemente:

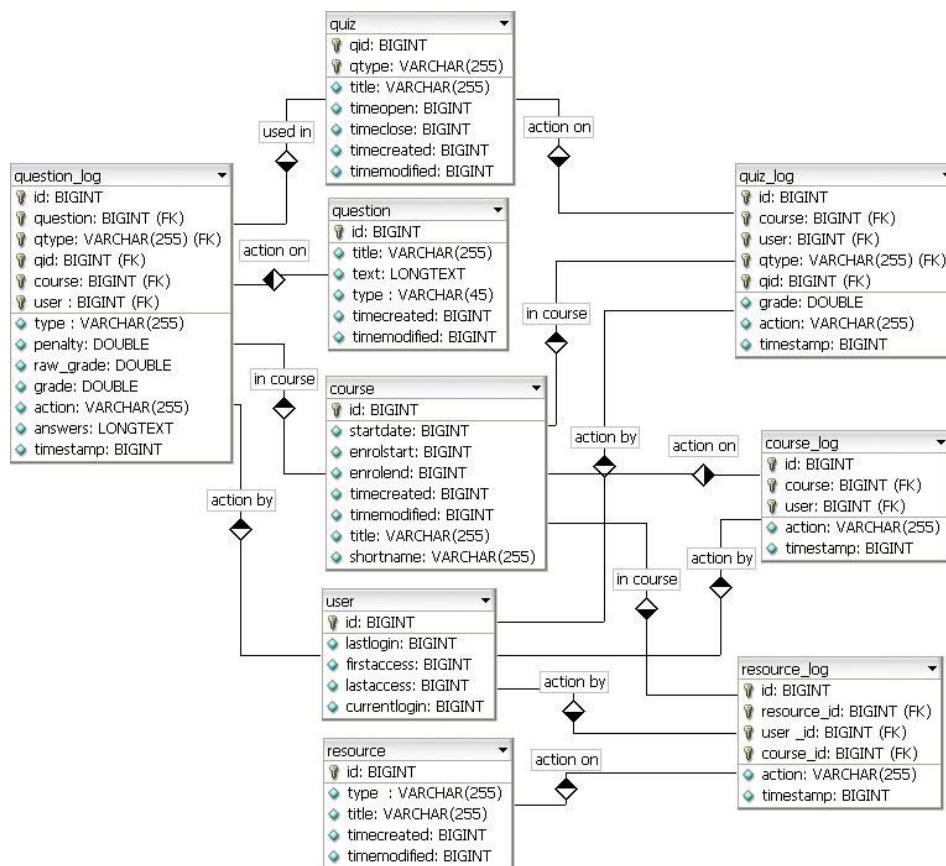


Abbildung 1: Vereinfachtes Schema des Datenmodells

Das Element *user* ist die user-id des Benutzers, der interagiert hat. Das Element *course* ist der Identifikator des Kurses, in dem interagiert wurde. Die Elemente *qid* und *qtype* in der **quiz\_log** Tabelle bilden den Identifikator des betroffenen Quiz. Das Element *resource* in der **resource\_log** Tabelle ist die resource-id des betroffenen Materials, usw.. Das Element *timestamp* ist der Zeitstempel, zu dem die Interaktion ausgeführt wurde. Das Element *action* gibt die Art der Interaktion an. Dieses Element kann Werte wie „view“, „modify“, „attempt“, „submit“ usw. annehmen, wobei die zwei Werte „attempt“ und „submit“ Interaktionen mit Quiz betreffen.

Die Tabelle **quiz\_log** hat außerdem ein *grade* Element, das die Benotung enthält. Die Tabelle **question\_log** hat drei weitere Elemente: *penalty*, *raw\_grade* und *grade*. Das Element *grade* ist die Benotung für diese Frage in dieser Interaktion. Diese Benotung ist unterschiedlich zur Benotung des Elementes *raw\_grade*, wenn es erlaubt ist, eine Frage mehrmals zu beantworten und wenn Abzugspunkte vorgesehen sind. Eine falsche Antwort kann mit Strafpunkten belegt werden, welche im Element *penalty* zu finden sind. Bei einem erneuten Versuch wird durch eine richtige Antwort eine Benotung vorgenommen. Das Element *raw\_grade* enthält die Benotung ohne Abzüge. Das Berücksichtigen der Abzugspunkte ergibt den endgültigen Wert der Benotung des Elementes und wird in *grade* gespeichert.

Die Verknüpfung zweier LMS Objekte wird in einer Assoziations-Tabelle festgehalten. Der Name dieser Tabelle wird aus der Verkettung der Namen der LMS Objekte gebildet. Also gibt die Tabelle **course\_user** alle Benutzer an, die sich in einem bestimmten Kurs angemeldet haben. Oder die Tabelle **quiz\_question** gibt an, welche Fragen in einem bestimmten Quiz verwendet werden. Es ist möglich, dass eine Frage mehreren Quiz zugeordnet ist. Ähnlich gibt die Tabelle **course\_quiz** alle Quiz an, die in einem bestimmten Kurs enthalten sind. Es ist möglich, dass ein Quiz in mehreren Kursen verwendet wird. Alle Assoziations-Tabellen beinhalten die zwei Identifikatoren der zwei Objekte. Für die Mehrheit der Assoziations-Tabellen gibt es keine weiteren Elemente. Eine Ausnahme ist die Tabelle **course\_user**. Sie enthält drei weitere Elemente *enrolstart*, *enrolend* und *role*. Das Element *enrolstart* ist das Datum, an dem sich der Benutzer im Kurs angemeldet hat, und *enrolend* ist das Datum, zu dem er sich abgemeldet hat. Das Element *role* ist die Rolle des Nutzers. Das Element *role* kann beispielsweise Werte wie „Studierende“, „Dozent“, „Administrator“ usw. annehmen.

### 3 Systemarchitektur des Exports

Abbildung 2 zeigt das wichtigste Paket der Exportanwendung. Die Klasse `ExtractAndMap` ist die Hauptklasse der Anwendung. Durch diese werden die im LMS gespeicherten Daten extrahiert und auf die Tabellen des Datenmodells abgebildet. Zurzeit gibt es die abstrakte Klasse `ExtractAndMap` und eine Implementierung dieser Klasse für das LMS Moodle.

Diese abstrakte Klasse enthält eine Methode `start`, die den Extraktionsprozess anstößt und die Methode `getMiningInitial`, die initial benötigte Daten von der Analyse-Datenbank holt. Die `start` Methode kann mit einem Startparameter gesteuert werden. Dieser legt fest, ab welchem Zeitpunkt die Daten aus der LMS Datenbank gelesen werden sollen. Außerdem sind in der Klasse die Definition der abstrakten Methoden `getLMStables` und `clearLMStables` zu finden. Diese sind für den Zugriff auf die LMS Datenbank nötig. Zuletzt gibt es hier noch mehrere abstrakte `generate` Methoden. Diese haben wir in der Abbildung 2 durch eine Platzhaltermethode namens `generateTablename_Mining` dargestellt, welche für die Methoden `generate Course_mining`, `generateQuiz_mining`, `generateQuiz_log_mining` usw. steht. Jede `generate` Methode benutzt die extrahierten Daten, um eine Tabelle der Analyse-Datenbank zu generieren. Diese werden dann von der `saveMining Tables` Methode in die Datenbank geschrieben.

Um die Daten eines bestimmten LMS in unser Datenmodell exportieren zu können, reicht es, diese Klasse zu erweitern und die abstrakten Methoden entsprechend der Eigenschaften des LMS zu implementieren. Alle Methoden, die benötigt werden, sind in der abstrakten Klasse `ExtractAndMap` als abstrakte Methoden definiert und dokumentiert. Unsere Anwendung ist in Java geschrieben. Sie benutzt die Datenbank MySQL [My10] und das Persistenz-Framework Hibernate [Hy10].

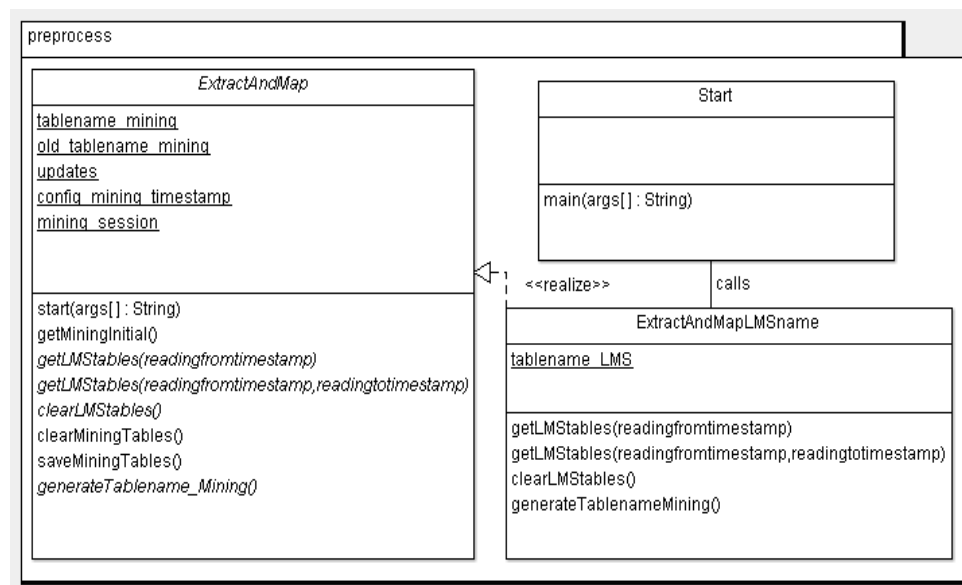


Abbildung 2: Systemarchitektur

### 3.1 Moodle Implementierung

Der Hauptteil der Anpassung des Tools an ein neues LMS liegt im Schreiben der `generate` Methoden. In diesen findet das Mapping der LMS-Daten auf die Tabellen der Analyse-Datenbank statt. Dabei wird die Struktur der Daten so verändert, dass sie sich besser für Analysen eignet.

Ein gutes Beispiel für eine solche Umgestaltung ist die Moodle Log Tabelle, in der alle Interaktionen der Nutzer mit allen Objekten in Moodle gespeichert werden. Dies führt dazu, dass die Tabelle ständig wächst und meist zu groß für eine effektive Analyse wird. Davon abgesehen wird die Tabelle wegen des großen Datenaufkommens meist regelmäßig gelöscht, was den Verlust von Rohdaten bedeutet, die für Analysen interessant gewesen wären. Wir begegnen dem Problem, indem wir die Interaktionen der Nutzer mit verschiedenen Objekten des LMS in verschiedene Tabellen schreiben. Das Tool verteilt die Daten aus der Log-Datei in mehrere Tabellen, wodurch die Analyse wesentlich vereinfacht wird.

Ein anderer Aspekt der Moodle-Implementierung ist das Zusammenlegen von Tabellen. In Moodle sind *assignment* (Aufgaben) und *quiz* (Tests) verschiedene Objekte. Dies ist jedoch nicht in allen LMS so. Da wir das Tool jedoch möglichst offen für verschiedene LMS halten wollen, vereinigen wir die *assignment* und *quiz* Tabellen von Moodle.

## 4 Fallbeispiel

Wir haben unsere Export-Anwendung benutzt, um den Kurs „Formale Grundlagen der Informatik“ im Wintersemester 2009/10 zu analysieren. Dieser Kurs wird im ersten Semester des Studiengangs Medieninformatik Bachelor im Präsenzstudium angeboten. Im virtuellen Lernraum Moodle werden Materialien und Aufgaben für die Studierenden bereitgestellt. Die Benutzerdaten dieses Kurses wurden schon mit aufwendigem Preprocessing im WS07/08 analysiert [MY08]. Ziel der aktuellen Analyse ist es zu erproben, inwieweit sich die damalige Analyse komfortabler wiederholen lässt und zu prüfen, ob sich die gleichen Trends, die im WS07/08 zur Nutzung des Lernmaterials beobachtet wurden, bestätigen lassen.

### 4.1 Kontext des Kurses

Der Kurs „Formale Grundlagen der Informatik“ findet jede Woche in der Form eines vierstündigen seminaristischen Unterrichts statt. Um dieses Modul zu bestehen, schreiben die Studierenden die Klausur in zwei Teilen. Der erste Teil wird Mitte des Semesters geschrieben und der zweite Teil am Ende. Die jetzige Analyse betrifft wie die vorherige [MY08] die erste Hälfte des Semesters.

Die folgenden Lernmaterialien werden am Anfang des Semesters im Lernraum System Moodle zur Verfügung gestellt:

- *Folien1, Folien2*, usw. bis *Folien8*: Folien, die Kursinhalte und ungelöste Übungen beinhalten.
- *Buch*: Link zur Webseite des Buches [IAT10], das für diesen Kurs benutzt wird.
- *DP*: Skript „Entwurfsmuster für Automaten“ [Me08].
- *JFLAP*: Link zur Software JFLAP oder zur Website der Software [Jf10].
- *Aufgabe1, Aufgabe2*, usw. bis *Aufgabe8*: acht Aufgaben für die Selbstevaluierung. Abgabetermin der Aufgabe 1 ist in der ersten Woche des Kurses, Abgabetermin der Aufgabe 2 ist in der zweiten Woche vom Kurs, usw., Abgabetermin der Aufgabe 8 ist eine Woche vor der ersten Teilklausur. Die Punkte dieser Aufgaben zählen für die Klausur nicht.
- *Klausur1, Klausur2, Klausur3*: 3 Probeklausuren.

Die Registrierung in Moodle und Benutzung der Lernmaterialien ist freiwillig. Für Dozenten ist es interessant zu wissen, ob das Material überhaupt angeschaut wird und ob es zwischen der Benutzung des Materials in Moodle und den Ergebnissen der Klausur einen Zusammenhang gibt. Der Zweck der Analyse der Benutzerdaten ist es solche Informationen zu gewinnen.

## 4.2 Datenanalyse

Im WS09/10 haben sich 57 Studierende in Moodle registriert. Wird das Lernmaterial benutzt? Dies lässt sich nun mit einfachen Abfragen leicht beantworten. Wegen des aufwendigen manuellen Preprocessings wurde diese Frage für die Folien im WS07/08 nicht beantwortet. Abbildung 3 zeigt die Anzahl der Studierenden, die auf die Ressourcen zugegriffen haben.

Wurden die Selbstevaluierungsaufgaben wahrgenommen? Abbildung 4, Zeile 2 zeigt wie viele Studierende auf die Aufgaben zugegriffen haben. Die Spalte *Mind.1* liefert die Anzahl der Studierenden, die mindestens auf eine Aufgabe zugegriffen haben, die Spalte *Alle* zeigt die Anzahl der Studierenden, die auf alle Aufgaben zugegriffen haben. Die dritte Reihe zeigt ähnliche Zahlen für die Anzahl der Studierenden, die versucht haben, die Aufgaben zu lösen. Alle Zahlen lassen sich bequem gewinnen, bis auf die Zahlen in der letzte Spalte. Diese Abfrage ist aufwendig zu schreiben, aber nicht grundsätzlich schwierig. Sie wurde wegen des Aufwandes im WS07/08 nicht behandelt.

Von den 57 angemeldeten Studierenden haben 48 die erste Teilklausur geschrieben. Von diesen 48 haben neun Studierende weniger als 25 Punkte von 50 erreicht. Wie sehen die Ergebnisse aus? Lassen sich die Studierenden in Gruppen einteilen, je nachdem welche Ressourcen sie benutzt haben? Abbildung 5 gibt einen Überblick der Ergebnisse. Die Zeile *Allgemein* gibt das Minimum, Maximum, den Durchschnitt und die Standardabweichung für die Punkte der ersten Teilklausur für alle Teilnehmer an. Die Zeile *Buch* gibt diese Zahlen nur für Studierende an, die auf die Webseite des Buches zugegriffen haben. Die anderen Zeilen sind ähnlich. Die Zeile *Keine Klausur* betrifft Studierende, die auf überhaupt keine Probeklausur zugegriffen haben und die Zeile *Mind. 1* betrifft Studierende, die versucht haben mindestens eine Aufgabe zu lösen.

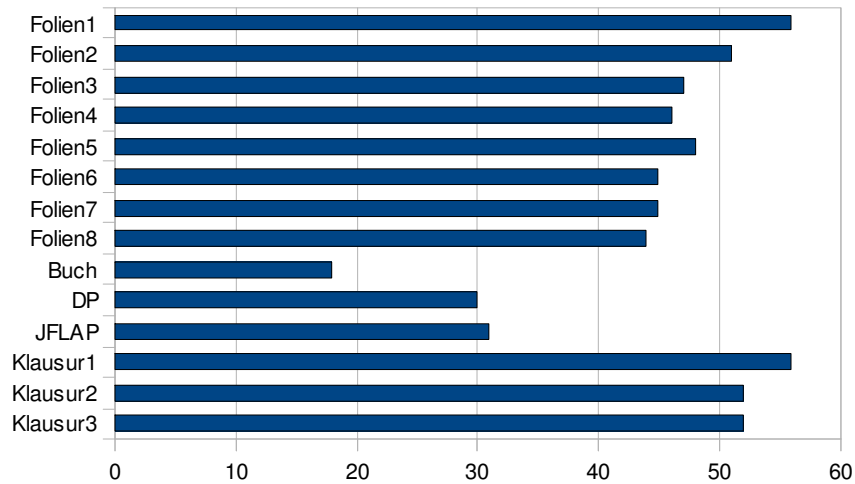


Abbildung 3: Zugriff auf Lernmaterialien

| <i>Auf.1</i> | <i>Auf.2</i> | <i>Auf.3</i> | <i>Auf.4</i> | <i>Auf.5</i> | <i>Auf.6</i> | <i>Auf.7</i> | <i>Auf.8</i> | <i>Mind.1</i> | <i>Alle</i> |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| 51           | 41           | 35           | 30           | 28           | 29           | 27           | 21           | 51            | 9           |
| 35           | 27           | 26           | 18           | 19           | 20           | 20           | 12           | 46            | 0           |

Abbildung 4: Aufgaben: Zugriff und Versuch

Im WS07/08 waren 81 Studierende in Moodle registriert, 60 hatten die erste Teilklausur geschrieben und acht Studierende hatten weniger als 25 Punkte erreicht. Der allgemeine Durchschnitt lag bei 36,45. Proportional gerechnet, haben mehr Studierende im WS09/10 die Klausur geschrieben und die Lernressourcen wurden mehr benutzt.

Dennoch zeigt der Zugriff auf die Ressourcen im WS09/10 das gleiche Muster wie im WS07/08: es wird mehr auf *JFLAP* und *DP* zugegriffen als auf die Webseite vom *Buch*. Die Studierenden, die keine Aufgabe gelöst haben, erreichten in der Klausur weniger Punkte. Je weiter das Semester fortschreitet, desto weniger greifen die Studierenden auf Aufgaben zu, und desto weniger versuchen sie sie zu lösen. Wir haben untersucht, ob sich eine treue Gruppe von Studierenden allmählich im Semester bildet, die systematisch die Aufgaben für Selbstevaluierung löst. Die Antwort ist leicht positiv, zeigt aber auch eine gewisse Fluktuation.

| <i>Ressource</i>       | <i>Minimum</i> | <i>Maximum</i> | <i>Durchschnitt</i> | <i>S. Abweichung</i> |
|------------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------------|
| <i>Allgemein</i>       | 9              | 50             | 34,4                | 10,9                 |
| <i>Buch</i>            | 14             | 50             | 37                  | 11,94                |
| <i>DP</i>              | 9              | 50             | 34,1                | 11,7                 |
| <i>JFLAP</i>           | 9              | 50             | 35,25               | 11,11                |
| <i>Mind. 1 Aufgabe</i> | 9              | 50             | 35,45               | 10,74                |
| <i>Keine Aufgabe</i>   | 17             | 40             | 26,33               | 7,27                 |

Abbildung 5: Überblick der Ergebnisse in der ersten Teilklausur

## 5 Fazit und Ausblick

In diesem Beitrag haben wir ein Datenmodell vorgeschlagen, das in LMS gespeicherte Daten einheitlich abbildet, damit die Datenanalyse durch geringeren Aufwand beim Preprocessing erleichtert werden kann. Wir haben eine Systemarchitektur für die Export-Anwendung entworfen und eine Implementierung für das LMS Moodle erstellt. Ferner haben wir unsere Anwendung benutzt, um die Daten des Kurses „Formale Grundlagen der Informatik“ vom WS09/10 zu analysieren. Die Daten des gleichen Kurses wurden schon im WS07/08 analysiert [MY08]. Die jetzige Analyse mit dem konzipierten Tool ist wesentlich leichter zu handhaben. Es konnten Fragen beantwortet werden, die in der ersten Analyse [MY08] wegen des aufwendigen Preprocessings nicht behandelt wurden. Die aktuelle Analyse zeigt die gleichen Trends in der Benutzung des Materials wie im WS07/08, allerdings ist eine stärkere Beteiligung der Studierenden zu beobachten.

Wie in [BY09] erwähnt, nimmt die Anzahl der Arbeiten zu, die in LMS gespeicherten Daten zu analysieren. Wir hoffen, dass unsere Arbeit helfen wird, weitere Ergebnisse zu erzielen und bewährte Verfahren auf diesem Gebiet zu fördern.

Bis jetzt haben wir unser Datenmodell größtenteils dazu verwendet die Nutzung von Ressourcen und Aufgaben und deren Auswirkung auf die Klausurnote zu analysieren [KMW10b]. Prinzipiell sind aber auch viele weitere Anwendungen möglich, wie zum Beispiel Analysen zur Navigation innerhalb des LMS, Beteiligung in kooperativer Zusammenarbeit oder Klassifizierung von Aufgaben und Ressourcen nach deren Verwendung und Nutzen. Die für solche Analysen notwendigen Informationen liegen im Datenmodell vor.

Wir setzen unsere Arbeit in mehrere Richtungen fort. Eine wichtige Richtung ist die Entwicklung weiterer Fallbeispiele mit LMS-Nutzern, um unser Datenmodell weiter zu erproben und den Katalog von relevanten Fragen zu konsolidieren und zu erweitern. Die besten Techniken, um diese Fragen zu beantworten, sollen ausgearbeitet werden. Eine zweite wichtige Richtung ist die Implementierung eines grafischen Tools für die Auswertung der Ergebnisse. Diese grafische Anwendung soll als Dienst zwischen Nutzer, Datenmodell und Analyse-Tools dienen, um die Analyse zu erleichtern. Ferner wollen wir erforschen, in wie weit unser Datenmodell auf andere Lernsoftware übertragbar ist. Als erstes wollen wir dazu weitere Lernportale untersuchen. Unser Projekt ist Open Source, und wir werden unsere Dokumentationen und den Quellcode zur Verfügung stellen [KMW10a].

## Literaturverzeichnis

- [BY09] Baker, S.J.D.R.; Yacef, K.: The State of Educational Data Mining in 2009: A review and Future Visions. In: JEDM Journal of Educational Data Mining, 1(1), 2009; S. 3-17.
- [HK06] Han, J.; Kamber, M.: Data mining: concepts and techniques. Morgan Kaufman publishers, 2006.
- [Hy10] Hibernate relational persistence framework. [www.hibernate.org](http://www.hibernate.org), last access 30.01.2010
- [IAT10] Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, <http://infolab.stanford.edu/~ullman/ialc.html>, last access 21.01.2010
- [IMS10] IMS Question and Test Interoperability Results Reporting, [http://www.imsglobal.org/question/quiv2p1pd2/imsqti\\_resultv2p1pd2.html](http://www.imsglobal.org/question/quiv2p1pd2/imsqti_resultv2p1pd2.html), last access 25.04.2010
- [Jf10] Jflap: <http://www.jflap.org/> last access 21.01.2010
- [KMW10a] Krüger, A.; Merceron, A.; Wolf, B.: Nutzerdaten und Nutzerprofile in Lernraumsystemen. <http://learn.beuth-hochschule.de/datamining>, last access 12.02.2010
- [KMW10b] Krüger, A.; Merceron, A.; Wolf, B.: A Data Model to Ease Analysis and Mining of Educational Data. In (Baker, R.; Merceron, A.; Pavlik, P. Hrsg.): Proc Third International Conference on Educational Data Mining EDM2010, Pittsburgh, USA, 2010.
- [Me08] Merceron, A.: Unterstützung des Erlernens von endlichen Automaten mit Hilfe von Mustern. In: Proceedings Workshop für Modellierung in Lehre und Weiterbildung (Desel, J.; Gliz, M. Hrsg.): Modellierung 2008, Berlin, Germany, 2008; S. 27-36.
- [MY08] Merceron, A.; Yacef, K.: Interestingness Measures for Association Rules in Educational Data. In (Baker, R.; Barnes, T.; Beck, J. Hrsg.): Proc First International Conference on Educational Data Mining EDM08, Montreal, Canada, 2008; S. 57-66.
- [My10] MySQL open source database: <http://www.mysql.com/>, last access 30.01.2010
- [RV07] Romero, C., Ventura, S.: Educational Data Mining: A Survey from 1995 to 2005. Expert Systems with Applications 33, 2007; S. 125-146.
- [Vi09] Vialardi Sarcin, C. et al.: Recommendation in Higher Education Using Data Mining Techniques. In (Barnes, T. et al. Hrsg.): Proc Second International Conference on Educational Data Mining, 2009, Cordoba, Spain, 2009; S. 190-199.



# **Anforderungen an Monitoring- und Analysewerkzeuge zur Förderung von Aktionsforschungsprozessen in Blended-Learning-Szenarien**

Anna Lea Dyckhoff

Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9  
RWTH Aachen University  
dyckhoff@informatik.rwth-aachen.de

**Abstract:** Neben Effizienz ist vor allem Qualität ein Grund, Blended-Learning-Szenarien an Hochschulen zu etablieren. Aktionsforschung ist eine Methode, um die Qualität von Lernangeboten zu sichern. Mit dem Ziel, Aktionsforschung in der mediengestützten Lehre zu initiieren und dabei den zusätzlichen Zeitaufwand für Lehrende möglichst gering zu halten, sollen an der RWTH Aachen Monitoring- und Analysewerkzeuge konzipiert und entwickelt werden. Zu diesem Zweck werden in diesem Beitrag zunächst Charakteristika der Aktionsforschung sowie mögliche Untersuchungsfragestellungen betrachtet um daraufhin resultierende Anforderungen an zu unterstützende Werkzeuge zu diskutieren. Ein Ausblick auf die geplante Implementierung schließt die Analyse ab.

## **1 Einleitung**

An vielen Universitäten gibt es für die inhaltliche und methodische Ausgestaltung der Lehre diverse Möglichkeiten, den Studierenden auf zentralen Lernplattformen ergänzende Übungen, Lernaktivitäten und Lernmaterialien anzubieten, die sie beim Lernen unterstützen und zu kontinuierlicherem Lernen anregen sollen. In der Hoffnung, dass ein solches Blended-Learning-Angebot von allen Studierenden regelmäßig genutzt wird und ihnen einen Zusatznutzen bringt, investieren Lehrende in einigen Veranstaltungen viel Zeit in die Gestaltung der zur Verfügung stehenden webbasierten Lernumgebungen, welche sie z.B. mit interaktiven Inhalten und automatisch auswertbaren Übungen anreichern sowie für kollaborative Lernaktivitäten einsetzen. Dieser zusätzliche hohe Aufwand soll sich im Hinblick auf die Ziele, die Studierenden kontinuierlich zu motivieren, beim Lernen zu unterstützen und erfolgreich zum Lernziel zu führen, lohnen. So sollte z.B. in einer Programmierungslehrveranstaltung der RWTH Aachen über diverse Begleitmaßnahmen, wie die Bereitstellung von Übungsblättern, Codebeispielen, Musterlösungen, eLectures und zeitlich begrenzt verfügbare elektronische Tests, erreicht werden, die Studierenden „zur kontinuierlichen und aktiven Auseinandersetzung mit Vorlesungsinhalten zu bewegen“ [ASA09, 55]. Wie können die Lehrenden in einem derartigen Szenario überprüfen, ob und wie die Studierenden tatsächlich mit der eLearning-Umgebung lernen und ob es ihnen hilft?

Im genannten Beispiel wurden zu diesem Zweck über mehrere Semester hinweg wiederholt Daten aus Studierendenbefragungen und Daten über Zugriffe auf die unterschiedlichen Lernmaterialien erhoben und auch in Bezug zu Klausurergebnissen ausgewertet. Dies lieferte Erkenntnisse für eine Umgestaltung der Lehrveranstaltungsabläufe, welche sich in nachfolgenden Semestern positiv auf die Zahl der kontinuierlich lernenden Studierenden auswirkte [ASA09, 65]. Durch die veranstaltungsbegleitende Untersuchung, welche im Sinne der Aktionsforschung durchgeführt wurde [ASA09, 57], konnte die Qualität dieses Blended-Learning-Szenarios nachhaltig verbessert werden, da die beteiligten Lehrenden sukzessiv mehr über spezifische zeitliche und didaktische Wirkungszusammenhänge ihres Szenarios lernten.

Aktionsforschung bezeichnet den Prozess eines sich zyklisch wiederholenden Kreislaufs aus Aktivitäten zur Planung, Durchführung, Beobachtung, Evaluation und Überarbeitung bzw. Anpassung einer Lehrveranstaltung [AP96]. Dieser iterative Prozess soll die Qualität einer Lehrveranstaltung sichern, ist aber teilweise sehr zeitaufwändig, insbesondere wenn Daten unterschiedlicher Quellen gesammelt, zusammengefügt und ausgewertet werden müssen.

Da Qualität in der Lehre für alle Beteiligten ein erstrebenswertes Ziel ist, soll an der RWTH Aachen untersucht werden, wie mehr Lehrende durch die Bereitstellung geeigneter Werkzeuge dafür motiviert und darin unterstützt werden können, ihre mediengestützte Lehre mittels Aktionsforschung zu evaluieren und zu verbessern. Vor dem Hintergrund dieses Ziels sollen benutzerfreundliche Werkzeuge, die die Evaluationsprozesse zugleich anregen als auch vereinfachen, für L<sup>2</sup>P, das zentrale Lehr- und Lernportal der RWTH [SRG08], entwickelt und getestet werden.

Um geeignete Monitoring- und Analysewerkzeuge zielgruppengerecht entwerfen und die Auswirkung ihrer Bereitstellung beobachten zu können, wurde bisher untersucht, welche Anforderungen sich im Hinblick auf Prozesse der Aktionsforschung in Blended-Learning-Szenarien an Hochschulen ergeben. Die Anforderungen und Lösungsideen lassen sich zu großen Teilen aus einer Analyse wesentlicher Charakteristika der Aktionsforschung (Abschnitt 2) sowie aus einer Analyse von Untersuchungsfragen bzw. -methoden bereits dokumentierter Blended-Learning-Projekte ableiten (Abschnitt 3). Der vorliegende Beitrag stellt die Ergebnisse dieser Analysen vor und diskutiert darauf basierend die Frage: Welche Anforderungen werden durch die Methodik der Aktionsforschung an unterstützende webbasierte Werkzeuge gestellt und welche Formen der Unterstützung eignen sich für Monitoring- und Analyseprozesse? (Abschnitt 4)

## **2 Wesentliche Charakteristika der Aktionsforschung**

Aktionsforschung besteht nach [Hi08, 4] aus systematischen Untersuchungen, welche durch Informationssammlung, Analyse und Reflektion gekennzeichnet sind. Ziel ist die Verbesserung oder ein besseres Verständnis des Untersuchungsbereichs bzw. der Lehre und des Lernens. Aktionsforschung führt zu einem Aktionsplan bzw. Lehrplan, der häufig weitere Zyklen des Prozesses generiert, indem neue Fragen entstehen.

Aktionsforschung wird zudem durch die Beteiligten, z.B. durch die Lehrenden selbst, statt durch außenstehende Experten, durchgeführt. Insbesondere dieses Unterscheidungsmerkmal der Aktionsforschung gibt Lehrenden selbst die Chance, vertiefende Einblicke in die speziellen Wirkungszusammenhänge ihrer eigenen Lehraktivitäten zu erhalten und diese daraufhin gezielt zu optimieren.

Die wesentlichen Tätigkeiten in einem Aktionsforschungsprojekt sind nach [Hi08, 52] die *Entwicklung einer Forschungsfrage*, die *Formulierung eines Forschungsplans*, eine systematische *Datensammlung*, die *Datenanalyse*, die *Entwicklung und Durchführung eines Aktionsplans* und die *schriftliche Dokumentation* des Projekts zwecks Austauschs mit Anderen.

Der Aktionsforschungsprozess ist zyklisch und flexibel, d.h. dass die Aktivitäten nicht zwangsläufig linear nacheinander durchgeführt werden. Während des Prozesses, sobald z.B. die ersten Daten vorliegen, können sich weitere Fragen ergeben, die zusätzlich und parallel weiterverfolgt werden können.

Während der Planung eines Aktionsforschungsprojekts sollte im Forschungsplan, der laufend zu aktualisieren ist, die von [HP99] entwickelte Liste von Fragen beantwortet werden: Was möchte ich untersuchen? (*Forschungsfragen*) Warum möchte ich dies untersuchen? (*Forschungsziel*) Wie werde ich Daten sammeln? (*Datensammlung*) Wie werde ich die Daten analysieren? (*Methoden der Datenanalyse*) Wann werde ich was fertigstellen? (*Zeitplanung*) Wer unterstützt mich in diesem Projekt? (*Zusammenarbeit*) Habe ich die Berechtigung, die benötigten Informationen zu bekommen? Was muss dabei beachtet werden? (*Rechtliche Aspekte*)

### 3 Analyse zu typischen Untersuchungsfragen und Methoden

Um Anforderungen und Lösungsansätze für Aktionsforschungswerkzeuge diskutieren zu können, soll zunächst dargestellt werden, welche Untersuchungsfragen von Lehrenden bzgl. ihrer mediengestützten Lehrveranstaltungen gestellt und welche Methoden für die Beantwortung angewendet werden können. Dies zeigt z.B. eine Analyse der Anwendungsbeiträge in Tagungsbänden der Deutschen e-Learning-Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik (DeLFI) der letzten fünf Jahre (2005-2009), die mit dem Ziel durchgeführt wurde, das Spektrum an verschiedenen Untersuchungsinhalten und Methoden kennenzulernen sowie typische Indikatoren zu identifizieren.

Für die nähere Betrachtung und Analyse wurden diejenigen DeLFI-Beiträge herangezogen, die allen drei folgenden Kriterien entsprechen:

- (1) Neue Technologien bzw. eLearning-Maßnahmen sind im Rahmen *realer Lehrszenarien* an *Hochschulen* ein- bzw. umgesetzt worden.
- (2) Es wurde eine *Evaluation* der Auswirkungen dieses Einsatzes durchgeführt und im Beitrag beschrieben.
- (3) Im Sinne der *Aktionsforschung* waren die Lehrenden selbst in die Evaluation ihrer eigenen Lehrveranstaltungen involviert.

In jedem Beitrag, der bzgl. der genannten Kriterien geeignet erschien, wurden die jeweils untersuchten Fragen identifiziert. Insgesamt konnten dadurch 96 Fragen aus 19 Anwendungsbeiträgen extrahiert werden. Ungefähr die Hälfte (47) der gesammelten Fragen werden in den untersuchten Beiträgen explizit genannt. Die restlichen Fragen wurden durch die Beschreibungen der Evaluationsergebnisse impliziert und daher ebenfalls in die Sammlung aufgenommen. Vor dem Hintergrund des Analyseziels, das Spektrum möglicher, interessanter Untersuchungsinhalte aus Sicht der Lehrenden kennenzulernen, scheint die Sammlung implizit dokumentierter Fragen gerechtfertigt, selbst wenn sie auf der subjektiven Einschätzung derjenigen Personen beruht, die die Datensammlung manuell durchführten.

Der so entstandene Fragenkatalog soll im Folgenden in Form von diversen Beispielfragen näher vorgestellt und diskutiert werden. Die gesammelten Fragen wurden nach ihrem Untersuchungsinhalt kategorisiert. Dadurch ergaben sich die Kategorien: *Verhalten der Studierenden* (Wie wird gelernt?), *Nutzung der Lernumgebung* (Welche Materialien, Funktionen und Lernaktivitäten werden genutzt?), *Nützlichkeit bzw. Bewertung der Lernangebote* (Wie werden diese Angebote bewertet/ akzeptiert?), *Auswirkungen bzw. Veränderungen des Lernens durch neue Angebote* (Was hat welchen Effekt?) sowie *Differenzierung der Studierenden nach bestimmte Gruppen* (Wer lernt wie? Welchen Einfluss haben bestimmte Lernerfaktoren?).

Fragen zum *Verhalten der Studierenden* sind z.B.:

- Drucken die Studierenden sich die Materialien aus? [Jo05]
- Lassen sich typische Nutzungsmuster erkennen? [Sc05]
- Wurde die Lernplattform mindestens zweimal wöchentlich genutzt? [BST05]
- An welchen Tagen und zu welcher Uhrzeit greifen die Studierenden am häufigsten auf das Angebot zu? [BST05]
- Wie häufig nehmen die Studierenden an der Präsenzveranstaltung teil? [HLT05]
- Welche Navigations- und Interaktionsmöglichkeiten werden bevorzugt verwendet? [HLT05]
- Wie viel Zeit wird zum Lernen aufgebracht? [Kr06]
- Wird allein oder in Lerngruppen gelernt? [Kr06]
- Werden Vorlesungsaufzeichnungen/ Podcasts mobil genutzt? [Sc07]

Die Erkenntnisse, die durch Untersuchungen zu diesen Fragen gewonnen werden, können z.B. für die Verbesserung von Lernmaterialien genutzt oder zur Interpretation anderer Daten herangezogen werden. Da insbesondere bei größeren Veranstaltungen aus Effizienzgründen nicht der gesamte Lernprozess jedes/r Studierenden bis in kleinste Details betrachtet werden kann, müssen geeignete Indikatoren, Methoden sowie Zeiträume ausgewählt werden, die Hinweise zur Beantwortung der Untersuchungsfragen geben können. Lehrende evaluieren und erforschen ihre speziellen Fragen zur mediengestützten Lehre dabei am häufigsten mit Hilfe von Studierendenbefragungen, Logfile-Auswertungen und Kombinationen aus beiden Methoden.

Ein wichtiges Maß für die Beobachtung des Verhaltens der Studierenden scheint als Indikator für Lernen die Beteiligung an Veranstaltungen (z.B. Anwesenheitskontrolle) und Lernaktivitäten (z.B. Diskussionsbeteiligung oder Übungsabgabe) bzw. die Nutzung von Lernmaterialien und Funktionen (z.B. Zugriffszahlen) zu sein.

Dies zeigen auch die Fragen zur *Nutzung der Lernumgebung*, wie z.B.:

- Welche Funktionsbereiche werden wie stark frequentiert? [Sc05]
- Wie viele Lernmodule werden von den Studierenden bearbeitet? [BST05]
- Welches Format (z.B. Vortragsaufzeichnung) wird bevorzugt genutzt? [HLT05]
- Gibt es bestimmte Typen von Dokumenten, die besonders nachgefragt werden? [He06], [ASA09]
- Wie ist der Grad der Nutzung der angebotenen Lernmedien? [Wi08]
- Welche Lernmaterialien und eLearning-Angebote werden zur Vor- und Nachbereitung bevorzugt genutzt? [ASA09]

Fragen zur subjektiven *Bewertung von Lernangeboten* sind z.B.:

- Wie zufrieden sind die Studierenden mit den Angeboten? [HLT05]
- In welchem Ausmaß nehmen Studierende allgemein eine Erleichterung des Studienalltags durch die Einführung eines LMS wahr? [OI06]
- Wie wird das Lernen mit Podcasts bewertet? [Sc07]
- Wie schwer/ einfach ist es, das Wiki zu nutzen? [HJ09]
- Welchen Einfluss hat das Lernangebot auf die Motivation? [SSE09]
- Warum wird diese Form des Lernens/ dieses Lernangebot geschätzt? [JL09]

Letztere Fragen werden meist mit papier- oder webbasierten Befragungen untersucht. Eine alternative Möglichkeit wäre es, Interviews mit Studierenden durchzuführen. Da dies zeitaufwändiger ist, wird häufig darauf verzichtet, oder es finden stattdessen informelle Gruppeninterviews bzw. Feedbackrunden im Rahmen von Präsenzterminen statt, die jedoch selten dokumentiert werden.

Keine der gefundenen Studien betrachtet bisher die Möglichkeit, für qualitative Bewertungen von Lernmaterialien und eLearning-Funktionalitäten Ratingfunktionen, Stimmungsbarometer oder Statusmeldungen zu nutzen und statistisch auszuwerten, die mittlerweile in vielen Web 2.0-Anwendungen und Community-Systemen zu finden sind.

Eine weitere, komplexere Klasse von Fragen untersucht *Auswirkungen bzw. Veränderungen des Lernens* durch neue Angebote. Es können beispielsweise Relationen, Verhältnisse sowie Korrelationen zwischen den Verhaltensweisen unterschiedlicher Studierendengruppen, der Nutzung der Lernangebote und Lerneffekten betrachtet werden, um Zusammenhänge herauszufinden. Gefragt wird z.B.:

- Wie hoch ist der Anteil der tatsächlichen Benutzer gemessen an der potenziellen Zielgruppe? [Sc05]

- Bei welcher Form von Moderation ist die Beteiligung an einer Diskussion am höchsten? [KR05]
- Auf welche Weise müssen die Lernmaterialien bereitgestellt und mit den persönlichen Betreuungsangeboten verknüpft werden, um ihre Nutzung zu erhöhen? [ASA09]
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Nachfrage nach bestimmten Dokumenten und bestimmten Ereignissen wie Klausuren oder Übungsblattabgaben? [He06]
- Lassen sich Zusammenhänge zwischen Nutzung und Klausurnote erkennen? Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Abschneiden in eTest und Klausurnoten? [Sc05, ASA09]
- In welcher Art und Weise fördern oder beeinträchtigen Vorlesungsaufzeichnungen das Arbeiten mit herkömmlichen Lernmedien? [Wi08]
- Gibt es eine Korrelation zwischen der Teilnahme an Veranstaltungen und der Dauer der Nutzung von Vorlesungsaufzeichnungen? [HLT05]
- Werden Webseiten, die Aufgaben oder interaktive Visualisierungen beinhalten, länger aufgerufen als Seiten mit reinem Informationsangebot? [Ti06]
- Wie ist die Akzeptanz der angebotenen Medien unter Berücksichtigung des individuellen Lernkontexts bzw. des Vorwissens? [Kr06]

Außerdem können einige Fragen durch eine *Differenzierung aller Studierenden in bestimmte Gruppen* erweitert werden, wie z.B. folgende Fragen demonstrieren:

- Welche Faktoren (Geschlecht, Studiensemester, Nutzungshäufigkeit, Hochschul-, Fachbereichs- bzw. Fakultätszugehörigkeit) beeinflussen die Bewertung? [OI06]
- Haben Muttersprachler weniger Probleme mit dem Wiki als nicht nativ deutschsprachige Studierende? [HJ09]
- Unterscheiden sich Nutzungsverhalten und Bewertung abhängig von bestimmten Faktoren wie Studienrichtung, Studienphase, Teilnahme an der Präsenzveranstaltung etc.? [HLT05]

Gerade diese Fragen, die, wie in diesen obigen Beispielen, Zusammenhänge und Korrelationen zwischen unterschiedlichen Daten untersuchen, haben hohe Bedeutung für die Entwicklung eines besseren Verständnisses der Wirkungsweisen der eigenen Lehre und die Sensibilisierung der Lehrenden für die Diversität der Studierenden. Um jedoch beispielsweise die letztgenannte Frage beantworten zu können, müssen sowohl das Nutzungsverhalten eines jeden Studierenden über längere Zeiträume hinweg beobachtet werden, als auch die persönlichen Daten, wie Studienrichtung, Semester und Anwesenheit zu Präsenzveranstaltungen, bekannt sein. Zusätzlich müssen diese Daten so zusammengefügt werden, dass Filter und Auswertungen entsprechend der jeweiligen Untersuchungsfrage definiert werden können. Ein System, das speziell für derartige Fragen entwickelt wurde, könnte veranstaltungsbegleitende Analysen und Auswertungen für Lehrende vereinfachen, automatisieren und Aktionsforschungsprozesse anregen.

## 4 Diskussion von Anforderungen und Lösungsansätzen

Die Diskussion der Charakteristika der Aktionsforschung und die Analyse von Untersuchungsfragen ermöglichen es, die Anforderungen (vgl. A1 bis A14) und erste Lösungsvorschläge für die Konzeption von Aktionsforschungswerkzeugen abzuleiten. Diese sollen im Folgenden genannt und erläutert werden.

A1: Die geplanten Aktionsforschungs- bzw. Monitoring- und Analysewerkzeuge sollten möglichst gut in die bereits genutzte Lehr- und Lernumgebung integriert werden.

Aufgrund der engen Verzahnung von Lehre und begleitenden Untersuchungsaktivitäten im Rahmen von Aktionsforschungsprojekten (vgl. Abschnitt 2) erscheinen Schnittstellen zu oder eine Integration mit den in der Lehre verwendeten Verwaltungssystemen und Lernplattformen sinnvoll. An der RWTH Aachen wäre z.B. eine Erweiterung der virtuellen Lernräume des hochschulweit genutzten Lehr- und Lernportals L<sup>2</sup>P um einen Aktionsforschungsbereich denkbar. Andererseits widerspricht die zyklische Vorgehensweise der Aktionsforschung, die auch über mehrere Semester hinweg dauern kann, einer einseitigen Verknüpfung mit der Durchführung einzelner konkreter Lehrveranstaltungen. Ein vom einzelnen, virtuellen Lernraum losgelöster Aktionsforschungsbereich, der mit mehreren konkreten Durchführungen eines Lehrveranstaltungstyps verbunden werden kann, erscheint folglich geeigneter.

A2: Es sollten Wissens- und Projektmanagementfunktionen zur Verfügung gestellt werden, die eine gemeinsame Projektdokumentation ermöglichen.

Während der Durchführung von Lehrveranstaltungen sollten die zur Unterstützung verwendeten Werkzeuge es den Lehrenden ermöglichen, Untersuchungsziele, -fragen und -pläne gemeinschaftlich zu dokumentieren oder Daten zu sammeln, zu organisieren und zu analysieren (vgl. Abschnitt 2). Diese Aufgaben können durch Wissens- und Projektmanagementfunktionen, wie Wiki-Seiten oder Kalender zur zeitlichen Planung, gestützt werden, welche sowohl die gemeinsame Dokumentation als auch die zentrale, kollaborative Verwaltung von Daten, Notizen und Dokumenten ermöglichen.

A3: Der Aktionsforschungsbereich könnte in geeignete Unterbereiche strukturiert werden, die sich namentlich und funktional an den Aktivitäten *Entwicklung der Forschungsfragen*, *Formulierung des Forschungsplans*, *Datensammlung* und *Analyse*, *Aktionsplan* sowie *Dokumentation* orientieren.

Es sollte in prototypischen Vorstudien untersucht werden, ob eine derartige Benennung Nutzer/innen anregt, eine systematischere Vorgehensweise zu verfolgen. Die Freiheit der Bearbeitungsreihenfolge sollte durch das System nicht eingeschränkt werden, da die genannten Aktivitäten nicht zwangsläufig linear durchgeführt werden (vgl. Abschnitt 2).

A4: Es sollte möglich sein, Vorlagen für Umfragen zur Verfügung zu stellen, die für Standardbefragungen wiederverwendet werden können.

A5: Es sollten Listen von Forschungsfragen im System zu Verfügung stehen, die modular und spezifisch pro Veranstaltung zusammengestellt werden können. Dennoch sollten auch neue, innovative Fragen gestellt werden können.

A6: Des weiteren sollte die innovative Möglichkeit, für qualitative Bewertungen von Lernmaterialien oder Funktionen Ratingfunktionen, Stimmungsbarometer oder Statusmeldungen zu nutzen, näher betrachtet und getestet werden.

Um wünschenswerterweise eine Arbeitserleichterung zu erreichen, könnten Benutzer bei wiederholt auftretenden Standardaktivitäten durch die Bereitstellung von Templates sowie durch automatisierte Prozesse unterstützt werden. Eine Automatisierung ist beispielsweise bei der Formulierung der Untersuchungsfragen als auch bei der Datensammlung zur Untersuchung von häufig vorkommenden Fragen möglich. Hierfür müssten jedoch Listen von Standardfragen im System definiert und gepflegt werden.

A7: Die vorformulierten Forschungsfragen sollten wiederum, zumindest in Teilen, vom System automatisiert unterstützt werden.

Die Identifikation von bewährten Standardfragen (vgl. Abschnitt 3) würde es möglich machen, die Formulierung der Fragen und die Wahl der Methoden zur Datensammlung sowie Datenanalyse zu vereinfachen. Beteiligte eines Aktionsforschungsprojekts könnten in ihrem Szenario zunächst die für sie interessanten Forschungsfragen aus einer Liste zusammenstellen, um daraufhin Empfehlungen für geeignete Untersuchungsmethoden zu erhalten und passende auszuwählen. Methoden zur Datenerhebung könnten wiederum, zumindest in Teilen, vom System automatisiert unterstützt werden, wie dies z.B. bei der Durchführung von Online-Befragungen oder der Sammlung von Nutzungsdaten und Logfile-Analysen denkbar wäre.

A8: Es soll möglich sein, die Analysewerkzeuge mit mehreren (externen) Datenquellen, wie Umfragen, Nutzungsdaten oder Noten- und Anwesenheitslisten, zu verbinden, um mögliche Korrelationen zu untersuchen.

A9: Die vorliegenden Daten mehrerer konkreter Durchführungen eines Lehrveranstaltungstyps sollten einfach verglichen/ korreliert werden können.

Die Funktionsumfänge heutiger eLearning-Systeme bzgl. der Unterstützung der Erforschung der eigenen Lehre sind unterschiedlich. Es gibt bei einigen Systemen, z.B. auch bei L2P, die Möglichkeit, Online-Umfragen zu erstellen und quantitative Nutzungsdaten einzusehen. Oft müssen aber, um konkrete Fragen beantworten zu können, mühselig Daten heruntergeladen, zusammenkopiert und separat vom System ausgewertet werden. Neben den dadurch potentiell entstehenden Kopierfehlern können Lücken in der Datensammlung oder nicht vorhandene Zugriffsberechtigungen dazu führen, dass gewisse Fragen durch die Lehrenden nicht beantwortet werden können, obwohl die benötigten Daten prinzipiell im zugrundeliegenden System vorliegen. Dies betrifft vor allem Fragen, die sich auf Vergleiche zwischen diversen Studierendengruppen mit unterschiedlichen Eigenschaften, ihren Nutzungsaktivitäten sowie ihren Lernergebnissen beziehen. Diese Schwierigkeiten könnten durch die automatisierte Unterstützung häufig gestellter Untersuchungsfragen dieser Art vermindert bzw. evtl. sogar ganz vermieden werden. Eine einfach bedienbare Nutzungsoberfläche zur Verknüpfung von Datensammlungs- und Analysewerkzeugen mit unterschiedlichen Datenquellen, wie Logfiles oder Notenlisten, sollte es auch ungeübten Nutzern ermöglichen, z.B. Nutzungsdaten mit Klausurergebnissen in Korrelation zu setzen. Bei der Entwicklung sollte also hohe Usability angestrebt werden.



A10: Aus der Durchführung von Online-Befragungen und Auswertung von Nutzungsdaten etc. sollten Indikatoren, die Hinweise zur Beantwortung der Untersuchungsfragen geben, generiert werden können.

A11: Es sollte eine automatisierte Sammlung und übersichtliche Auswertungen der wesentlichen Daten geben, die mit Hilfe von Dashboards dargestellt werden.

Ein Ansatz, Benutzern die Analyseergebnisse zu Daten unterschiedlicher Quellen an einem Ort übersichtlich darzustellen, könnten Dashboards sein. Vergleichbare Funktionen sind z.B. häufig in Business Intelligence (BI)-Systemen von Unternehmen zu finden. Dashboards visualisieren und arrangieren Daten und Auswertungen, die benötigt werden, um Entscheidungen zu treffen oder die Umsetzung eines bestimmten Ziels zu beurteilen. Durch Zusammenfassung der Daten in Form von Indikatoren auf einem Bildschirm können wichtige Informationen schneller erfasst werden [Fe04].

A12: Die Aktionsforschungswerkzeuge sollten diversity-sensitiv gestaltet werden, was bedeutet, dass eine Datenanalyse bzgl. unterschiedlicher Lernereigenschaften, wie z.B. Geschlecht, Sprache und Studienfach, ermöglicht werden soll.

Im anfangs genannten Beispiel der Programmierungslehrveranstaltung wurde bedauert, dass bei der Auswertung der Zugriffszahlen nicht zwischen Studiengängen, Geschlecht oder Nationalität unterschieden werden konnte, um Nutzungsdifferenzen zwischen Studierendengruppen erkennen und darauf gezielt reagieren zu können [ASA09, 66]. Ein besonderes Augenmerk sollte daher auf die diversity-sensitive Gestaltung der Aktionsforschungsinstrumente gelegt werden, um die verschiedenen Bedarfe der beispielsweise in Bezug auf Geschlecht, Studienfach und Muttersprache unterschiedlichen Studierendengruppen sichtbar zu machen und Lehrende dafür zu sensibilisieren, dass nicht alle Studierenden von ein und demselben Lernangebot gleichermaßen profitieren. Dies soll u.A. verhindern, dass scheinbar wenig genutzte Lernangebote, die jedoch einer kleinen Gruppe Studierender beim Lernen helfen, aus Effizienzgründen nicht mehr weiter angeboten werden.

A13: Persönliche Daten sollen pseudonymisiert gespeichert und zusätzlich geschützt werden, was auch bedeutet, dass es differenzierte Einstellungsmöglichkeiten geben soll, welche Daten in welcher Lehrveranstaltung zu welchem Zweck gesammelt werden.

Ein wichtiger Aspekt im Zusammenhang mit der Datensammlung ist der Schutz persönlicher Daten. Die Speicherung und Auswertung persönlicher Daten über einen längeren Zeitraum wird in Deutschland durch Datenschutzgesetze beschränkt. Jedoch ist die Berücksichtigung von Datenschutzanforderungen bei der Entwicklung der aktuell verfügbaren eLearning-Plattformen meist unzureichend. „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.“ [LH09, 88]. Differenzierte Einstellungsmöglichkeiten, welche Daten in welcher Lehrveranstaltung zu welchem Zweck gesammelt werden sollen und dürfen, sind eine notwendige Voraussetzung, um dem Datenschutz gerecht zu werden.

A14: Studierende sollen aus Gründen der Transparenz automatisch informiert werden, welche persönlichen Daten im Rahmen einer Lehrveranstaltung von wann bis wann zu welchem Zweck gesammelt werden, und sollen frei entscheiden können, ob sie diese Daten preisgeben möchten oder nicht.

In Bezug auf Aktionsforschung in der Lehre könnte die überflüssige Datensammlung zum einen über die individuelle Formulierung von Untersuchungsfragen und die Auswahl der zur Beantwortung notwendigen Daten verringert werden. Dies steht auch nicht im Widerspruch zur Vorgabe von auswählbaren Standardfragen, sofern dafür benötigte Daten nicht automatisch, sondern nur auf Initiative eines Lehrenden gesammelt werden. Zum anderen sollten Studierende aus Gründen der Transparenz automatisch informiert werden, welche persönlichen Daten im Rahmen einer Lehrveranstaltung von wann bis wann zu welchem Zweck gesammelt werden. Ferner sollte jede/r Studierende daraufhin frei entscheiden können, ob er/ sie diese Daten preisgeben möchte oder nicht. Eine konkrete Aktionsforschungsstudie dürfte dann bei Ablehnung einiger Studierender gegebenenfalls nur mit einer verbleibenden Stichprobe von Studierenden durchgeführt werden, die der Datensammlung zustimmen. Dies wirft die Frage auf, ob Untersuchungen zu Veranstaltungen mit wenigen Studierenden dann in der Praxis noch aussagekräftige Ergebnisse liefern können. Im Sinne der Aktionsforschung sollte die Entscheidung über die Erhebung der Daten dennoch den Lehrenden überlassen werden, die ein Aktionsforschungsprojekt durchführen möchten. Das System könnte gegebenenfalls veranstaltungsspezifisch darauf aufmerksam machen, dass eine Stichprobe möglicherweise nicht repräsentativ ist.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Mit dem Ziel, die Qualitätssicherung in der mediengestützten Lehre zu vereinfachen, sollen Lehrende an der RWTH Aachen University dafür motiviert und darin unterstützt werden, Aktionsforschungsprojekte begleitend zu ihren Lehrveranstaltungen durchzuführen. Um den Prozess der lernbegleitenden Evaluation nachhaltig zu fördern, muss sichergestellt sein, dass häufig auftretende Fragen, die für viele Blended-Learning-Situationen interessant sind, einfach beantwortet werden können. Gleichzeitig soll ermöglicht werden, komplexere Zusammenhänge zu untersuchen. Die Reichhaltigkeit der Interpretation gewinnt an Tiefe, wenn zur Beantwortung spezieller Fragestellungen beispielsweise Inhaltsbewertungen, Umfragen oder andere importierte Daten mit einbezogen werden können.

Das Lernportal L<sup>2</sup>P der RWTH Aachen wurde auf Basis des Microsoft Office SharePoint Server 2007© [En07], aufbauend auf professionellen und nachhaltigen Entwicklungsumgebungen (ASP.NET, C#, SOAP/Webservices) mit einer offenen, skalierbaren Architektur entwickelt. Durch eLearning-Grundfunktionen und über Webservices definierte Schnittstellen zu anderen IT-Systemen soll es die Unterstützung des regulären Lehrbetriebs der gesamten RWTH gewährleisten [GRS07]. Im nächsten Schritt des Forschungsprojekts wird basierend auf der vorgestellten Anforderungsanalyse und integriert in L<sup>2</sup>P ein Prototyp für ein Monitoring- und Analysewerkzeug entwickelt und evaluiert werden.

Ziel der Arbeit soll sein, eine in Lernumgebungen integrierbare Softwarearchitektur zu entwickeln, welche die routinemäßige Dokumentation eines Aktionsforschungsprojekts um wertvolle, teil-automatisierte Informationen für die Beantwortung typischer lehrveranstaltungsbegleitender Fragestellungen ergänzt. Eine exemplarische Implementierung soll hohe Priorität auf Benutzerfreundlichkeit legen. Angestrebt wird deshalb auch ein System, welches Standardfragen komfortabel unterstützt.

Die Ermittlung typischer Fragen hilft, einen Basiskatalog aus einfachen und komplexen Fragen, sowie eine geeignete Grammatik zur Kombination von diesen zu erstellen. Vorhandene Fragentypen sind idealerweise mit Operatoren zur Konjunktion, Disjunktion oder Negation zu verknüpfen, um quantitative Aussagen über bedingte Situationen und Teilmengen der Daten zu erhalten. So wird es z.B. möglich sein, eine Analyse nur auf Studierende eines bestimmten Studiengangs oder lediglich auf Studierende, die an den Übungen teilnehmen einzuschränken. Die Analyse wird zudem einfacher und attraktiver für Nutzer, wenn ein Abstraktionslevel für die vorliegenden Daten gefunden wird, dass näher an der Ebene der Interpretation liegt.

## Literaturverzeichnis

- [ASA09] Altenberd-Giani, E.; Schroeder, U.; Akbari, M.: Programmierungsveranstaltung unter der Lupe. In (Schwill, A.; Apostolopoulos, N. Hrsg.): Lernen im Digitalen Zeitalter, Tagungsband DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik, Berlin, 2009; S.55-66.
- [AP96] Altrichter, H.; Posch, P.: Teachers investigate their work: An introduction to the methods of action research. Routledge, London, 1996.
- [BST05] Büchler, A.; Schönfelder, F.; Thüringer, M.: Weiche Skills, harte Technik - Erfahrungen mit Vermittlung von Soft Skills durch Blended Learning. In (Haake, J.M.; Lucke, U.; Tavangarian, D. Hrsg.): Auf zu neuen Ufern!, Tagungsband DeLFI 2005 – Die 3. E-Learning Fachtagung Informatik, Rostock, 2005; S. 363-374.
- [En07] English, B.: Microsoft Office SharePoint Server 2007 – Das Handbuch, Microsoft Press Deutschland, Unterschleißheim, 2007.
- [Fe04] Few, S.: Dashboard Confusion, Intelligent Enterprise, 2004.
- [GRS07] Gebhardt, M.; Rohde, Ph.; Schroeder, U.: Effizientes und nachhaltiges eLearning an der RWTH Aachen durch das integrierte Lehr- und Lernportal L2P und das CAMPUSInformationssystem. In (Gaedke, M.; Borgeest, R. Hrsg.): Integriertes Informationsmanagement an Hochschulen. Quo vadis Universität 2.0? Tagungsband zum Workshop IIM 2007, Karlsruhe, 01.03.2007. Universitätsverlag, Karlsruhe; S. 129-144.
- [He06] Hermann, C. et al.: Eine logfilebasierte Evaluation des Einsatzes von Vorlesungsaufzeichnungen. In (Eibl, C.J. et al. Hrsg.): Tagungsband DeLFI 2007 – Die 5. E-Learning Fachtagung Informatik, Siegen, 2007; S. 233-244.
- [Hi08] Hinchey, P.H.: Action Research Primer, Peter Lang Publishing, New York, 2008.
- [HJ09] Hermann, C.; Janzen, A.: Electures-Wiki - Aktive Nutzung von Vorlesungsaufzeichnungen. In (Schwill, A.; Apostolopoulos, N. Hrsg.): Lernen im Digitalen Zeitalter, Tagungsband DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik, Berlin, 2009; S. 127-138.
- [HLT05] Hermann, C.; Lauer, T.; Trahasch, S.: Eine lernerzentrierte Evaluation des Einsatzes von Vorlesungsaufzeichnungen zur Unterstützung der Präsenzlehre. In (Haake, J.M.; Lucke, U.; Tavangarian, D. Hrsg.): Auf zu neuen Ufern! Tagungsband DeLFI 2005 – Die 3. E-Learning Fachtagung Informatik, Rostock, 2005; S. 39-50.

- [HP99] Hubbard, R.; Power, B.M.: Living the questions: A guide for teacher-researchers. York, ME: Stenhouse, 1999.
- [JL09] Jahnke, I.; Laukamm, T.: Unterstützung kreativer Lernprozesse mit Student-Generated-Webtours. In (Schwill, A.; Apostolopoulos, N. Hrsg.): Lernen im Digitalen Zeitalter, Tagungsband DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik, Berlin, 2009; S. 163-174.
- [Jo05] Jonietz, D.: Ein Wiki als Lernumgebung? Überlegungen und Erfahrungen aus schulischer Sicht. In (Haake, J.M.; Lucke, U.; Tavangarian, D. Hrsg.): Auf zu neuen Ufern!, Tagungsband DeLFI 2005 – Die 3. E-Learning Fachtagung Informatik, Rostock, 2005; S. 35-44.
- [Kr06] Krutz, K. et al.: Evaluation zur Nutzung traditioneller und neuer Lernmedien. In (Mühlhäuser, M.; Rößling, G.; Steinmetz, R. Hrsg.): Tagungsband DeLFI 2006 – Die 4. E-Learning Fachtagung Informatik, Darmstadt, 2006; S. 123-134.
- [KR05] Kienle, A.; Ritterskamp, C.: Die Moderation asynchroner CSCL-Prozesse. In (Haake, J.M.; Lucke, U.; Tavangarian, D. Hrsg.): Auf zu neuen Ufern!, Tagungsband DeLFI 2005 – Die 3. E-Learning Fachtagung Informatik, Rostock, 2005; S. 81-92.
- [LH09] Loser, K.-U.; Herrmann, T.: Ansätze zur Entwicklung datenschutzkonformer E-Learning Plattformen. In (Schwill, A.; Apostolopoulos, N. Hrsg.): Lernen im Digitalen Zeitalter, Tagungsband DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik, Berlin, 2009; S. 79-90.
- [OI06] Ollermann, F. et al.: Empirische Untersuchung zur Veränderung des Studienalltags durch Einführung eines Lernmanagementsystems. In (Mühlhäuser, M.; Rößling, G.; Steinmetz, R. Hrsg.): Tagungsband DeLFI 2006 – Die 4. E-Learning Fachtagung Informatik, Darmstadt, 2006; S. 219-230.
- [Sc05] Schmidt, L.: Evaluation webbasierter E-Learning-Systeme mittels implizit erfasster Benutzerinteraktionen. In (Haake, J.M.; Lucke, U.; Tavangarian, D. Hrsg.): Auf zu neuen Ufern! Tagungsband DeLFI 2005 – Die 3. E-Learning Fachtagung Informatik, Rostock, 2005; S. 387-398.
- [Sc07] Schulze, L. et al.: Gibt es mobiles Lernen mit Podcasts? - Wie Vorlesungsaufzeichnungen genutzt werden. In (Eibl, C.J. et al Hrsg.): Tagungsband DeLFI 2007 – Die 5. E-Learning Fachtagung Informatik, Siegen, 2007; S. 233-244.
- [SRG08] Schroeder, U.; Rohde, P.; Gebhardt, M.: eStrategy der RWTH Aachen. In (Stratmann, J.; Kerres, M. Hrsg.): E-Strategy. Strategisches Informationsmanagement, 2008.
- [SR08] Stalljohann, P.; Rohde, P.: 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.
- [SSE09] Schmidt, C.; Sänger, V.; Endres, J.: Hybride Lernarrangements - Informatik-Lehre an der Hochschule Offenburg. In (Schwill, A.; Apostolopoulos, N. Hrsg.): Lernen im Digitalen Zeitalter, Tagungsband DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik, Berlin, 2009; S. 139-150.
- [Ti06] Tillmann, A.: Konstruktion interaktiver aufgabenorientierter Lernobjekte für webbasierte Lernumgebungen. In (Mühlhäuser, M.; Rößling, G.; Steinmetz, R. Hrsg.): Tagungsband DeLFI 2006 – Die 4. E-Learning Fachtagung Informatik, Darmstadt, 2006; S. 219-230.
- [Wi08] Wichelhaus, S. et al.: Weg von der klassischen Frontalveranstaltung - Podcasts, Live-Coaching und Onlinetests als integrale Veranstaltungselemente in der Lehre. In (Seehusen, S.; Lucke, U.; Fischer, S. Hrsg.): Tagungsband DeLFI 2008 – Die 6. E-Learning Fachtagung Informatik, Lübeck, 2008; S. 209-220.

# Podcastproduktion als kollaborativer Zugang zur theoretischen Informatik

Erika Ábrahám, Philipp Brauner, Nils Jansen,  
Thiemo Leonhardt, Ulrich Loup, Ulrik Schroeder  
(eablbraunerlnils.jansenleonhardtllouplschroeder)@cs.rwth-aachen.de

**Abstract:** Video-Podcasts und im speziellen Wissenschaftsfilme als Lehr- und Lerngegenstand bieten vielseitige Möglichkeiten zur vereinfachten und verständlichen Darstellung von wissenschaftlichen Inhalten. Videos im Allgemeinen erfreuen sich großer Popularität unter Jugendlichen. Der Erfolg solcher Medien mit wissenschaftlichen Inhalten hängt stark davon ab, ob die Jugendlichen die Darstellung altersgerecht und ansprechend finden. Wir möchten dies erreichen, indem wir Jugendliche in die Erstellung solcher Filme einbeziehen. In einer fünftägigen universitären Veranstaltung zur Information von Schülerinnen und Schülern ab der 10. Jahrgangsstufe über das Studium der Informatik wurden in mehreren Kleingruppen verschiedene modulare Themen aus dem theoretischen Bereich der Verifikation erarbeitet. Mit der so erlangten Expertise erstellten die Teilnehmenden ein Video-Podcast um ein realitätsnahes Bild des Informatikstudiums zu vermitteln. Die Evaluierung der Veranstaltung zeigt den Erfolg und die Einsetzbarkeit dieses Ansatzes zur Wissensvermittlung.

## 1 Einleitung

Wie [HB09] treffend beschreibt, befinden sich Hochschulen im Spannungsfeld von wissenschaftlichem Anspruch und gesamtgesellschaftlicher Transparenz. Dies gilt verstärkt für den universitären Studiengang der Informatik, dessen Inhalte oft falsch eingeschätzt werden. Zahlreiche Aktivitäten für Schülerinnen und Schüler setzten sich das Ziel, Interesse für das Fach Informatik zu wecken und zu verstärken, um die Anzahl der Studierenden zu erhöhen, dabei aber ein möglichst realitätsnahes Bild des Informatik-Studiums zu vermitteln. Man erhofft sich, dadurch die Quote der Abbrüche aufgrund falscher Vorstellungen oder mangelnder Fähigkeiten zu reduzieren.

Für die Vermittlung von studienrelevanten Informationen scheint der Zugang über narrative *Audio-Podcasts* über Leben, Lernen und Arbeiten an der Universität ein viel versprechender Ansatzpunkt zu sein. Unsere Zielgruppe sind Schülerinnen und Schüler der Oberstufe, die sich bereits mit der Studienwahl beschäftigen. Unterhaltungsvideos sind in dieser Altersklasse aufgrund der leichten Zugänglichkeit über das Internet sehr populär, allerdings existieren bislang relativ wenige Projekte, die dieses Medium für die Vermittlung von Informationen über Studieninhalte verwenden.

Gymnasien verlangen Jugendlichen in der Oberstufe bei aller Förderung Höchstleistungen ab. Zusätzliche Informationsvermittlung durch Videos kann nur in der wenigen Freizeit stattfinden, und erreicht ihr Ziel nur dann, wenn deren Verarbeitung keinen großen Aufwand erfordert.

Derartige Medien sollten daher Probleme vereinfacht und leicht verständlich darstellen, ohne dabei ein falsches Bild zu vermitteln. Diese Anforderungen sind für die komplexen Inhalte der Informatik nicht leicht zu realisieren; dies betrifft insbesondere den weniger bekannten Bereich der theoretischen Informatik.

Eine andere wichtige Fragestellung ist, ob die Jugendlichen solche Medien ansprechend finden, was für Erwachsene oft schwer einzuschätzen ist. Eine Lösung bietet die Einbeziehung der Jugendlichen in die Erstellung solcher Videos. Diese Vorgehensweise hat verschiedene Vorzüge.

- Das handlungsorientierte Lernen begünstigt die Vermittlung fachlicher Inhalte an die beteiligten Schülerinnen und Schüler.
- Die Verwendung der Dokumentationsform *Lehrpodcast* kann anderen Schülerinnen und Schülern als anschauliches Informationsmaterial dienen.
- Durch das entstandene Video wird eine Referenz geschaffen und es werden Erfahrungen gesammelt, durch die die professionelle Erzeugung eines Lehrpodcasts in einer altersgerechten Form unterstützt werden.

Die bereits in einer Vielzahl existierenden, an der RWTH Aachen stattfindenden Informationsveranstaltungen (z. B. Schnupperstudium, Studieninformationstage, MINT Summer und Winter Schools und Girls' Day) bieten uns die Möglichkeit, Kontakte zu interessierten Schülerinnen und Schülern herzustellen. Das Fach der Informatik wird unter anderem jährlich im Rahmen der *Schüleruniversität* der RWTH Aachen präsentiert. Während des 5-tägigen Ereignisses, an dem Schülerinnen und Schüler ab der 10. Jahrgangsstufe kostenlos teilnehmen können, werden fachliche Inhalte und allgemeine Informationen zum Informatik-Studium mit dem Ziel der Studiumsaufklärung und -vorbereitung behandelt. Da uns keine Mittel zur finanziellen Unterstützung der Übernachtung oder zur Organisation von Abendprogrammen zur Verfügung stehen, konzentriert sich die Teilnahme vor allem auf den regionalen Bereich. Um eine intensive und persönliche Betreuung gewährleisten zu können, ist die Anzahl der Teilnehmer auf 32 begrenzt.

Im Rahmen der hier betrachteten Schüleruniversität 2009 wurde an den ersten beiden Tagen ein Thema der theoretischen Informatik durch die Schülerinnen und Schüler kollaborativ erschlossen. Am 3. und 4. Tag wurden Facetten der praktischen Informatik durch die Implementierung des Pledg-Algorithmus auf Lego-Mindstorms-Robotern erarbeitet. Am letzten Tag wurden mehrere 45-minütige Fachvorträge und Institutsführungen durchgeführt, um den Schülerinnen und Schülern einen Einblick in die Vielfalt der weiteren, an der RWTH Aachen vertretenen, Informatik-Bereiche zu geben.

Während die praktische Informatik, insbesondere die Computerprogrammierung, den meisten Schülerinnen und Schülern als Gegenstand des Informatikstudiums bekannt ist, stellt die theoretische Informatik an der RWTH Aachen für viele Studienbeginner ein teilweise überraschendes Hindernis dar. Aber gerade dieser Bereich kann bei mathematisch interessierten Schülerinnen und Schülern große Begeisterung wecken.

Diese Tatsache führte zu der Entscheidung, im Kontext der Schüleruniversität 2009 den theoretischen Bereich in einem Pilotprojekt mit Hilfe der Schüler selbst zu erschließen, indem gemeinsam ein Video über das hochrelevante Feld der *Verifikation* erstellt wird.

Das resultierende, von den Jugendlichen in Gruppenarbeit kollaborativ erstellte Video stellt in einem Cartoon auf humorvolle Weise fachliche Inhalte der Verifikation dar. Weiterhin haben die Teilnehmer auch Interviews mit Studenten und wissenschaftlichen Mitarbeitern der RWTH Aachen geführt. Diese Ergebnisse und ein Kurzvideo mit Ausschnitten aus Aufnahmen während der Woche haben wir im Internet Studieninteressierten zur Verfügung gestellt.

In Abschnitt 2 beschreiben wir unser didaktisches Konzept. Die behandelten fachlichen Inhalte werden in Abschnitt 3 aufgeführt. Abschnitt 4 gibt Informationen über die Durchführung. Wir geben eine Evaluation in Abschnitt 5, und ziehen ein Fazit in Abschnitt 6.

## 2 Didaktisches Konzept

Aufgrund der beschriebenen Problemstellung haben wir unser didaktisches Konzept darauf ausgerichtet, die Teilnehmenden ein audiovisuelles Medium über ein wissenschaftliches Thema erstellen zu lassen. Unser Fokus lag dabei auf der Erstellung eines *Wissenschaftsfilms* als Video-Podcast. Die Erstellung solcher Medien bietet didaktisch und methodisch viele Vorteile [Fal09] – vor allem wegen der Affinität zu Web 2.0 Diensten von *Digital Natives* [Pre01]. Es bleibt zu prüfen, ob die Wahl von Web 2.0 Diensten und insbesondere Podcasts zur Vermittlung eines Einblicks in theoretische Themen der Informatik für Schülerinnen und Schüler besonders geeignet ist, was durch die starke Nähe der Informatik an Informationsmedien zu erwarten wäre.

In einer ersten, vorbereitenden Phase haben die Teilnehmenden entsprechende fachliche Kenntnisse erworben, bevor sie in einer zweiten Phase das Thema audiovisuell verarbeiteten.

In der ersten Phase wurden die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzt, ein verständliches Video-Podcast über ein aktuelles Thema der theoretischen Informatik zu produzieren. Die dafür benötigten Lehreinheiten mussten wir lernerzentriert entwickeln, da der Ablauf und der Inhalt mit der Umsetzung und Kreativität der Teilnehmer korreliert. Es wurden mehrere modulare Themen in Kleingruppen erarbeitet und als Poster oder Vorführungen anderer Art präsentiert.

Die Erstellung von Videos in der zweiten Phase geschah in größeren Gruppen, so dass in jeder Gruppe alle Kleingruppen der ersten Phase vertreten waren. Methodisch haben wir uns dabei an der aktuellen handlungsorientierten Lehrmethode *Lernen durch Lehren* (*LdL*) [GS08] orientiert. In LdL lernen Schülerinnen und Schüler Lerninhalte, indem sie sie lehren und damit didaktisch aufbereiten. Durch den dadurch verbundenen Autonomiegewinn werden Aktivität und Kreativität gefördert.

Wie in [Fal09] beschrieben, trägt die Beschaffenheit des Mediums Video selbst zur *Komplexitätsreduzierung* des Lerngegenstands bei. Grund dafür ist die Auseinandersetzung mit der Frage wie der Lerngegenstand erklärt und danach visualisiert werden kann.

Die anschließende technische Produktion in den Arbeitsschritten zum Podcasting [Mei07] (konvertieren und optimieren) wurde nicht von den Schülerinnen und Schülern übernommen, um den inhaltlichen Fokus auf einem Teilaspekt der theoretischen Informatik zu belassen. Von der anschließenden Veröffentlichung auf den Schülerinformationssseiten der RWTH Aachen versprechen wir uns Multiplikator-Effekte wegen des Konsums der Videos durch interessierte Schülerinnen und Schüler, Eltern und Lehrkräfte. Vor allem aber soll das entstandene Video-Material, dessen Entstehungsgeschichte und dessen Erfolg als Vorlage für zukünftige, professionelle e-Learning Inhalte zur Adressierung von Schülerinnen und Schülern im Bereich der Informatik dienen.

### 3 Fachliche Inhalte

Das Gebiet der *formalen Verifikation* stellt einen wichtigen Bereich der theoretischen Informatik dar, welches vielfache Anwendung in industriellen Entwicklungsprozessen findet. In dem Verifikationsprozess werden Systeme, beispielsweise eine elektronische Schaltung, formal (d.h., mathematisch) modelliert und auf die Erfüllung bestimmter Eigenschaften automatisiert überprüft. Die zu überprüfenden Eigenschaften stellen oft sicherheitskritische Forderungen dar. Das Themengebiet ist daher nicht nur theoretisch interessant, sondern auch von großer praktischer Relevanz.

Unser Vorhaben stellte uns vor die Herausforderung,

1. Inhalte aus dem Gebiet der Verifikation für Oberstufenschülerinnen und -schüler mit stark unterschiedlichen Mathematik- und Informatikkenntnissen aufzubereiten, zu vermitteln und diese unter den Schülern kollaborativ sowie kooperativ erarbeiten zu lassen (erster Tag und Teile des zweiten Tages), und
2. die Schüler selbstständig, kooperativ und kollaborativ ein Video entwickeln zu lassen, das die erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen für andere, nicht teilnehmende Schüler eingängig darstellt (zweiter Tag).

Die Umsetzung wird im Folgenden detailliert beschrieben.

Um eine gemeinsame Grundlage zu schaffen und das Thema zu motivieren, hat ein Informatik-Student im Grundstudium einen Einführungsvortrag vorbereitet und präsentiert. Diese Aufgabe wurde bewusst einem Studenten aus einem frühen Semester übertragen, da er erwartungsgemäß im Gegensatz zu wissenschaftlichen Mitarbeitern mehr Empathie für Schülerinnen und Schülern besitzt und somit eine realistischere Sichtweise auf mögliche Schwierigkeiten und fehlendes Vorwissen der Schüler aufweist. Dies sollte die Verständlichkeit verbessern und somit einen schülergerechteren Vortrag bieten.



Im Anschluss wurde eine zufällige Aufteilung in 4 Kleingruppen zu je ca. 8 Schülern durchgeführt, die sich gemeinsam mit je 2 Betreuern in die Themen *Simulation und Testen*, *Model Checking*, *Abstraktion und Approximation* sowie *Logik* einarbeiten sollten. Für nähere Informationen zu den obigen Themenbereichen sei auf [BK08] verwiesen. Das Ziel dieser Kleingruppen war zunächst eine Erarbeitung der Themen. Alle Betreuer sollten dabei darauf gerichtet sein, sich den Vorkenntnissen und der Lerngeschwindigkeit der einzelnen Jugendlichen anzupassen. Die verschiedenen Konzepte zur Vermittlung der Themen werden im Folgenden kurz beschrieben.

**Simulation und Testen** Ein anschauliches Beispiel sollte das Thema motivieren. Wir haben für diesen Zweck eine vereinfacht dargestellte Situation im Zugverkehr gewählt, die durch ein Simulationstool visuell dargestellt wurde. Die Problemstellung besteht im Wesentlichen darin, eine geeignet vorgegebene Ampelanlage an einer Kreuzung zweier Schienenwege zu testen. Zunächst war wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler erkennen, welche Bedingungen die Ampelanlage erfüllen muss, um als „sicher“ bezeichnet zu werden: Zu jedem Zeitpunkt darf höchstens ein Zug die Kreuzung passieren. Anschließend sollten die Schülerinnen und Schüler mögliche Konzepte, diese Bedingung zu testen, auf intuitiver Ebene erarbeiten und im Simulationstool durchführen.

**Model Checking** Model Checking dient der automatischen Überprüfung von Systemeigenschaften. Der wichtigste Baustein war die Vermittlung des Konzeptes endlicher Automaten und die Berechnung bestimmter zum Model Checking benötigter Operationen (wie zum Beispiel die Vereinigung oder Schnittbildung). Um dieses komplexe Konzept leichter zu verarbeiten und den Schülern zugänglicher zu machen, haben wir bestimmte Begriffe spielerisch aufbereitet. Um ein Gefühl für die Funktionsweise endlicher Automaten zu bekommen, haben 2 Gruppen gegeneinander ein Spiel namens „Automaten versenken“, ähnlich dem „Schiffe versenken“, gespielt: Beide Gruppen denken sich einen Automaten mit 3 Zuständen aus und notieren diesen. Die Gruppen versuchen anschließend, den Automaten der Gegner durch abwechselnde Anfragen bezüglich Akzeptanz bestimmter Wörter zu erraten. Auf diese Weise haben die Schülerinnen und Schüler schnell ein Gefühl für den Umgang mit Automaten entwickelt, so dass alle weiteren Begriffe, die zur Erklärung des Themas nötig waren, mit Hilfe dieser Intuition zugänglicher wurden.

**Abstraktion und Approximation** Die Kleingruppe zu diesem Thema wurde mit einer Aufgabe aus der Schulmathematik motiviert: Die Fläche eines Kreises sollte zu einem Quadrat abstrahiert werden. Die Schüler haben durch die Wahl eines jeweils geeignet großen Quadrats die Begriffe der Über- und Unterapproximation kennengelernt. Darüber hinaus wurde auf Basis dieser Approximationen mittels Hinzufügen oder Wegnehmen kleinerer, am Rand liegender Quadrate erlernt, wie Approximationen verfeinert werden können.

**Logik** In der Verifikation werden die zu überprüfenden Systemeigenschaften durch logische Formeln beschrieben. Hierzu wurde beispielhaft die Lineare Temporale Logik LTL ausgewählt. Um das Verständnis zu erleichtern, wurde ein Ventilator mit verschiedenen Betriebsstufen modelliert.

Verschiedene logische Formeln wurden formuliert, um Eigenschaften, wie z. B. dass niemals verschiedene Betriebsstufen gleichzeitig aktiv sein können, zu spezifizieren.

Für die Erarbeitung war ein halber Tag eingeplant. Im Anschluss daran sollten die Schülerinnen und Schüler kollaborativ einen kurzen Vortrag vorbereiten, der den Teilnehmern der anderen Kleingruppen ihr Thema möglichst verständlich und prägnant erklärt. Unterstützend standen Laptops, Beamer, Whiteboards, Tablet PCs, Overhead Projektoren und verschiedenes Bastel- und Modelliermaterial zur Verfügung. Das Tagesprogramm wurde mit diesen Vorträgen abgeschlossen. Dieser Tag gab den Teilnehmern sowohl einen Einblick in die vielschichtige Themenwelt der theoretischen Informatik als auch in die Wichtigkeit von Teamarbeit bei der Vorbereitung der Vorträge sowie in Soft-Skills zur Präsentation.

Der zweite Tag sollte zunächst mit einer erneut zufälligen Gruppenaufteilung beginnen. Aus den „Expertengruppen“ des Vortages sollten 2 Gruppen gebildet werden, sodass zu jedem der erarbeiteten Themen in beiden Gruppen ein ausreichendes Wissen vorhanden war. Die Arbeitsvorgabe für diese Gruppen war die *Erstellung eines Videos, dass Gleichaltrigen ein intuitives Verständnis für das Thema „Verifikation“ vermittelt.*

Durch kooperatives Arbeiten und Lernen sollte gewährleistet werden, dass ein möglichst breites Gesamtbild des Themengebiets erarbeitet werden kann. Auch sollte den Schülerinnen und Schülern vermittelt werden, dass die Aufteilung von Arbeit und das Zusammenwirken von Arbeitsgruppen mit unterschiedlichen Kenntnissen die Qualität und die beanspruchte Zeit eines Resultates optimieren können. Die Videoproduktion sollte unter Anleitung und Aufsicht von Betreuern erfolgen, dabei wurde aber als wichtig erachtet, dass den Schülern der Inhalt und die Darstellung nicht vorgeschrieben werden. Die folgenden Phasen wurden als grobe Richtlinie vorgegeben: Sammlung von Ideen, Detaillierte Konzeption, Drehbuch, Materialvorbereitung, Filmen nach Drehbuch. Der Schnitt der fertigen Videos sollte im Anschluss an die Schüleruniversität erfolgen, insofern er zeitlich nicht innerhalb des einen Tages zu bewerkstelligen war. An Materialien standen den Schülern nahezu jegliche Art von elektronischen Hilfsmitteln zu Verfügung inklusive einer ausreichenden Anzahl an Digitalkameras und Notebooks mit entsprechender Software.

## 4 Durchführung

An der Schüleruniversität nahmen 24 Schüler und 8 Schülerinnen teil. Die Frauenquote lag damit bei 25% und somit ca. 50% unter dem Schnitt in der Gesellschaft, aber mehr als 50% über der Frauenquote im Studienfach Informatik an der RWTH Aachen. Nahezu alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer stammten aus der näheren Umgebung, lediglich 4 von ihnen kamen aus einem Umkreis von mehr als 50 km. Die Verteilung über die Jahrgangsstufen war ausgewogen, so besuchten 7 die 10. Jahrgangsstufe, 11 die 11. Jahrgangsstufe und 13 die 12. Jahrgangsstufe. Zusätzlich nahm ein hochbegabter Schüler aus der Unterstufe teil.

Bei der Wahl der Leistungskurse zeigte sich eine Häufung des Leistungskurses Mathematik, der von 22 Schülerinnen und Schülern belegt wurde. Englisch und Physik wurde von 9 respektive 8 Schülerinnen und Schülern gewählt. Der an wenigen Schulen angebotene Leistungskurs Informatik wurde von 3 Schülern belegt. Weitere gewählte Leistungskurse waren Sozialwissenschaft, Biologie oder Deutsch. Es wurden von 7 der Befragungsteilnehmer keine Angaben zu Leistungskursen gemacht. Besonders häufig war die von 8 Befragten gewählte Kombination der Leistungskurse Mathematik und Physik.

Die praktische Umsetzung der Konzepte ist zunächst aus Veranstaltersicht als erfolgreich zu bewerten. Während des ersten Tages konnte durchgehend das oben dargelegte Konzept angewandt werden. Ein Großteil der Schüler zeigte eine hohe Motivation, sowohl bei den Aufgaben mitzuwirken als insbesondere auch durch persönliche Gespräche weiterführende Informationen und persönliche Eindrücke über das Informatikstudium zu gewinnen.

Die einzelnen Themengebiete wurden ergebnisorientiert in einer lockeren und humorvollen Atmosphäre erarbeitet. Das durchaus unterschiedliche Vorwissen der Schülerinnen und Schüler stellte nach Eindruck aller Betreuer kein großes Problem dar, weil die Schüler mit tieferem Fachwissen sehr motiviert erschienen, dieses auch weiterzugeben und andere davon profitieren zu lassen. Nachdem die einzelnen Themen erarbeitet worden waren, war in den meisten Fällen viel Einfluss und Anleitung der Betreuer notwendig, um den Schülern einen Einstieg in die Vorbereitung der Kurzvorträge zu geben. So entstanden informative und kreative Kurzvorträge, die oftmals die zuvor vorgestellten Beispiele verwendeten, um die Verständlichkeit für die anderen Gruppen zu unterstützen.

Zu Beginn des nächsten Tages wurden die Schülerinnen und Schüler in das Vorhaben eingeweiht, dass sie zusammen mit ihren Betreuern ein altersgerechtes Video für ihren nicht anwesenden Mitschülerinnen und Mitschüler entwickeln sollen, mit dem Ziel, einen ersten Einblick in das theoretische Thema zu ermöglichen. Zu Beginn der Ideensammlung stellte sich heraus, dass den meisten Schülerinnen und Schülern das Projekt sehr gut gefiel, aber einige, mathematisch nicht so stark interessierte Schüler für diese Idee schwer zu begeistern waren. Als Alternative kam spontan der Vorschlag auf, Studenten und wissenschaftliche Mitarbeiter der Fachgruppe Informatik zu interviewen. Es gab somit 2 Gruppen, die die ursprünglich geplanten Videobotschaften für Mitschülerinnen und Mitschüler entwickelten, und eine kleinere Teilgruppe, die Interviews durchführte.

In den Interviews wurde nach folgenden Aspekten des Informatikstudiums gefragt:

- Erforderliche Vorkenntnisse
- Beschreibung der Tätigkeit oder des Studiums
- Überzeugung, das richtige studiert zu haben oder zu studieren
- Faszination an der Informatik

Diese Aufgabe erledigten die Schüler sehr gewissenhaft und lieferten so als Nebenresultat der Schüleruniversität das Material für informative Videos, die Berufswählern Informationen aus erster Hand liefern können.

Die Vorproduktion der ursprünglich geplanten Videos verlief ebenfalls reibungslos. Beide Gruppen erstellten schlüssige Konzepte die zu großen Teilen auf ein vorheriges Verständnis der Problemstellungen schließen. Die Gruppen arbeiteten weitestgehend selbständig, wobei einige der Schülerinnen und Schüler die Koordination in die Hände nahmen. Auffällig war dabei, dass eine der Gruppen das Bild des Informatikers in der Öffentlichkeit aufgriff, nämlich das des einsamen Programmierers ohne soziale Kontakte [MF03]. Dieses Bild wurde dann in einem humorvollen Cartoon anschaulich widerlegt. Die andere Gruppe konzentrierte sich mehr auf die Darstellung der wissenschaftlichen Inhalte.

Der Schnitt der Videos war an diesem einen Tag nicht mehr zu realisieren, er wurde in der Nachbereitung von Mitarbeitern der Schüleruniversität durchgeführt. Die 2 unterschiedlichen Videos wurden zu einem längeren Video zusammengeführt, das aus Sicht der Organisatoren auf zeit- und altersgemäßer Weise ein realistisches Bild der Informatik im Allgemeinen und der Verifikation im Speziellen vermittelt. An dem Video ist gut zu erkennen, dass eine eher humorvolle Umsetzung von Lehrmaterial gerade im e-Learning-Bereich und im Speziellen hier in der Podcastproduktion schneller Interesse wecken kann. Ergänzend dazu liefern die Interviews zusätzliche Informationen über das Fach Informatik und über das Studium an der RWTH Aachen. Alle so entstandenen Videos sind unter der Adresse

[http://elearn.rwth-aachen.de/schueleruni2009\\_verifikation](http://elearn.rwth-aachen.de/schueleruni2009_verifikation)

verfügbar.

## 5 Evaluation

Um den Erfolg der Schüleruniversität Informatik und hier insbesondere der Podcastproduktion zur Vermittlung von Grundlagen eines Gebiets der theoretischen Informatik beurteilen zu können, wurde die Veranstaltung über 3 Säulen evaluiert: Lockere Gespräche mit den Schülerinnen und Schülern und dabei gewonnene anekdotische Evidenz, quantitative Evaluationsbögen die zum Abschluss der Veranstaltung bearbeitet wurden und eine ca. 6 Monate später durchgeführte quantitative Online-Nachbefragung.

Nach der Veranstaltung wurden Evaluationsbögen ausgegeben, die von 3 Schülerinnen und 20 Schülern bearbeitet wurden (Auszüge s. Tabelle 1). Zuerst interessierte uns die Frage, ob die Schüleruniversität den Erwartungen entsprochen hat. Dem stimmten 16 Schülerinnen und Schüler völlig zu, 6 eher zu und nur eine Schülerin stimmte dem eher nicht zu. Ob sie durch die Veranstaltung gute Einblicke in die Inhalte des Studiums gewonnen hätten, wurde von 14 Schülerinnen und Schüler völlig und von 9 teilweise bejaht.

Allerdings konnten den Schülerinnen und Schülern offenbar weniger gute Einblicke in das Studium selbst gegeben werden. Zwar waren jeweils 9 Schülerinnen und Schüler hiermit zufrieden bzw. eher zufrieden, es antworteten aber 4 Schülerinnen und Schüler mit „eher nicht“ und ein Schüler mit „gar nicht“. Dies ist in Anbetracht der ansonsten eher euphorischen Bewertungen kritisch zu betrachten. Der Schwierigkeitsgrad wurde überwiegend als angemessen eingeschätzt, lediglich 3 Schüler schätzten die Veranstaltung als zu leicht bzw. viel zu leicht ein. Die Inhalte wurden verständlich erklärt. Dieser Aussage stimmten 16 Schülerinnen und Schüler voll und 7 eher zu. Die Veranstaltung insgesamt wurde 13-mal mit der Note „sehr gut“ und 10-mal mit der Note „gut“ bewertet (Durchschnittsnote 1.4).

Für die Nachbefragung wurden nach 6 Monaten alle Teilnehmer/innen kontaktiert und gebeten, innerhalb einer Woche einen Online-Fragebogen zu beantworten (s. Tabelle 2). Dem kamen 13 Personen nach, was einer Rücklaufquote von 40% entspricht. Die Einstellungen wurden über eine vierstufige Likert-Skala erhoben. Zur besseren Lesbarkeit geben wir hier teilweise arithmetische Mittelwerte an, obwohl die formalen Voraussetzungen hierfür nicht gegeben sind. 11 der 13 Schülerinnen und Schüler geben 6 Monate nach der Veranstaltung an, dass ihnen die Teilnahme an der Schüleruniversität viel Spaß gemacht hat, einem hat sie eher Spaß gemacht und ein Schüler äußerte, dass sie ihm eher kein Spaß gemacht habe. Im Durchschnitt wurde die Veranstaltung mit 3.8 von 4 möglichen Punkten bewertet ( $SD = 0.6$ ). Alle Schülerinnen und Schüler gaben an, dass sie durch die Veranstaltung die Inhalte der Informatik besser kennen gelernt hätten.

Von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern gaben 9 an sich vorstellen zu können Informatik zu studieren und 4 Schülerinnen und Schüler verneinten dies. Auch wenn durch die Veranstaltung nicht alle Schülerinnen und Schüler für ein Informatik-Studium begeistert werden konnten, ist dies ein äußerst positives Ergebnis, denn vermutlich wurden durch das frühzeitige Erleben der Inhalte des Informatik-Studiengangs und insbesondere des Gebiets der theoretischen Informatik einige potentielle Studienabbrüche vermieden. Diese Hypothese wird dadurch untermauert, dass *alle* Schülerinnen und Schüler ihren Freunden die Teilnahme an der Veranstaltung empfehlen würden. Ein ausgeglichenes Ergebnis zeigt sich bei der Frage, ob die Schülerinnen und Schüler an einer weiteren Schüleruniversität Informatik teilnehmen möchten: Dies wurde von 7 Schülerinnen und Schülern bejaht bzw. eher bejaht und von 5 Personen verneint bzw. eher verneint, vom einem Schüler wurde die Frage nicht beantwortet. Da diese Veranstaltung Einblicke in die Inhalte des Studiums geben und bei der Studienwahl unterstützen sollte und nicht als Maßnahme zur Steigerung der Informatik-Anfängerzahlen konzipiert war, sind wir mit den Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler äußerst zufrieden.

Unterschiede zeigten sich im Vorwissen über den Bereich der theoretischen Informatik (vgl. Tabelle 3 und Abbildung 1). Zwar gaben 8 Schülerinnen und Schüler an, von diesem Bereich gehört zu haben, allerdings wurde dies auch von 5 Schülerinnen und Schülern verneint. Diese Diskrepanz tritt beim Bereich der praktischen Informatik nicht auf, da dieser allen Schülerinnen und Schülern bekannt war. Auch die wahrgenommene Schwere des vermittelten Stoffs wurde unterschiedlich bewertet:

Die praktische Informatik wurde mit 1.9 von 4 Punkten ( $SD = 0.7$ ) als leichter wahrgenommen als die theoretische Informatik mit 2.6 Punkten ( $SD = 1.0$ ). Ebenso differierte das Interesse an den beiden Teilgebieten, so wurde der Bereich der praktischen Informatik mit durchschnittlich 3.6 von 4 Punkten ( $SD = 0.5$ ) deutlich interessanter beurteilt als die theoretische Informatik mit 3.0 Punkten ( $SD = 1.0$ ). Von den 3 Schülerinnen und Schülern, die die theoretische Informatik als uninteressant erachteten, schlossen 2 ein Informatik-Studium eher aus. Dies ist im Hinblick auf die hohe Zahl von Studienabbrüchen von Bedeutung, da fast 40% angegeben haben, vor der Veranstaltung nichts über den Bereich der theoretischen Informatik gewusst zu haben. Eine Maßnahme zur Reduzierung der Studienabbruchquote von 30% in Informatik [HSS05] muss daher sein, frühzeitig über das Gebiet der theoretischen Informatik (und vermutlich ebenso verstärkt über die Mathematik) zu informieren.

| Frage                                      | Stimmt<br>genau | Eher<br>Ja | Eher<br>Nein | Stimmt<br>gar nicht | k.A. |
|--------------------------------------------|-----------------|------------|--------------|---------------------|------|
| Veranstaltung entsprach Erwartungen        | 16              | 6          | 1            | 0                   | 0    |
| Gute Einblicke in die Inhalte des Studiums | 14              | 9          | 0            | 0                   | 0    |
| Gute Einblicke in das Studium selbst       | 9               | 9          | 4            | 1                   | 0    |
| Schwierigkeit war angemessen               | 16              | 7          | 0            | 0                   | 0    |

Tabelle 1: Übersicht der Bewertungen direkt nach der Veranstaltung

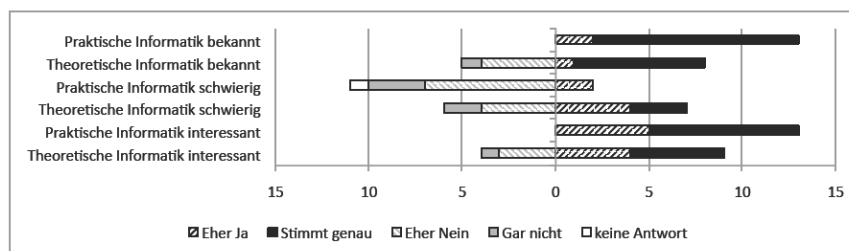


Abbildung 1: Vergleich theoretische und praktische Informatik

Die Methode, ein Video für andere Schülerinnen und Schüler zu erstellen, um Inhalte der theoretischen Informatik greifbar zu vermitteln, wurde positiv bewertet. So fanden dies 11 Schülerinnen und Schüler gut bzw. eher gut, wohingegen nur 2 dies negativ eingeschätzt haben. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer gaben an, eher wenig über Videoerstellung gelernt zu haben: So gaben 3 an gar nichts gelernt zu haben, 5 eher wenig und ebenfalls 5 gaben an etwas gelernt zu haben. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da der Lerngegenstand die theoretische Informatik war und die Videoproduktion hierfür nur ein Werkzeug. Eine intensivere Beschäftigung mit der Theorie zulasten der spielerischen Videoproduktion wünschten sich 6 Schülerinnen und Schüler, 7 lehnten diese Verschiebung ab.

Bei der Videoproduktion ist kritisch anzumerken, dass sich in den Videos der Schülerinnen und Schülern vereinzelt sachliche Fehler in den theoretischen Formalisierungen eingeschlichen haben. Dem grundlegenden Verständnis tat dies keinen Abbruch, allerdings war das produzierte Videomaterial erst nach aufwändiger Nachbereitung vorführbar. Bei zukünftigen Veranstaltungen muss also frühzeitig verstärkt darauf geachtet werden, dass das entstehende Material korrekt ist.

Der am letzten Tag durchgeführte Rundgang durch mehrere Institute mit jeweils einem auf die Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler ausgerichteten Fachvortrag wurde als sehr positiv wahrgenommen. Lediglich ein Schüler stufte diesen als eher nicht interessant ein.

| Frage                                                                      | Stimmt<br>genau | Eher<br>Ja | Eher<br>Nein | Stimmt<br>gar nicht | k.A. |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|--------------|---------------------|------|
| Empfehle Freund/in Teilnahme an der Schüleruniversität                     | 11              | 2          | 0            | 0                   | 0    |
| Veranstaltung hat geholfen, Inhalte der Informatik besser kennen zu lernen | 7               | 6          | 0            | 0                   | 0    |
| Ich kann mir vorstellen Informatik zu studieren                            | 7               | 2          | 4            | 0                   | 0    |

Tabelle 2: Bewertung sechs Monate nach der Veranstaltung

Die oben diskutierten Ergebnisse lassen sich nur mit deutlichen Einschränkungen generalisieren. Zuerst ist die Datenbasis mit 32 Schülerinnen und Schülern bei der Veranstaltung selbst und mit 13 Rückmeldungen bei der Nachbefragung eher klein. Sehr positiv muss allerdings bewertet werden, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer überdurchschnittlich interessiert waren, da sie ohne formale Gegenleistung eine Woche ihrer Ferien auf dieser Veranstaltung verbracht haben.

## 6 Fazit

Unser Konzept der Schüleruniversität und die Einbettung der theoretischen Informatik in Form einer kollaborativen Podcastproduktion vermag für eine bewusstere Studienentscheidung zu sorgen und die hohe Rate an Studienabbrüchen zu lindern. Exemplarisch zeigt sich der Erfolg unseres Konzepts mit der frühzeitigen Beschäftigung mit Inhalten der theoretischen Informatik an der Aussage eines Studenten: „*Nach dem 1. Semester Info[rmatik] kann ich behaupten, das es wichtig ist über den Bereich der theoretischen Informatik zu informieren (einige meiner Kommilitonen [sic] haben sich das Studium etwas anders vorgestellt).*“

Es stellt sich allerdings die Frage, wie das erfolgreiche Konzept der Schüleruniversität Informatik als Maßnahme für eine fundiertere Studienentscheidung von mehr Schülerinnen und Schülern genutzt werden kann.

Obwohl die Veranstaltung kostenfrei besucht werden konnte, sie über regionale Medien beworben wurde und die Anmeldung über das ursprünglich vorgesehene Anmeldefenster bis zum Beginn der Veranstaltung möglich war, wurde dieses Angebot nur von etwa 30 Studieninteressierten und damit lediglich knapp 15% der Neueinschreiberinnen und Neueinschreiber eines Jahrgangs genutzt.

Die Organisation der Schüleruniversität und insbesondere die Erstellung der Videos, unter Einbeziehung der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung durch 12 mitwirkende Studenten und wissenschaftliche Mitarbeiter war recht aufwändig.

| Frage                                  | Stimmt<br>genau | Eher<br>Ja | Eher<br>Nein | Stimmt<br>gar nicht | k.A. |
|----------------------------------------|-----------------|------------|--------------|---------------------|------|
| Theoretische Informatik interessant    | 5               | 4          | 3            | 1                   | 0    |
| Praktische Informatik interessant      | 8               | 5          | 0            | 0                   | 0    |
| Theoretische Informatik schwierig      | 3               | 4          | 4            | 2                   | 0    |
| Praktische Informatik schwierig        | 0               | 2          | 7            | 3                   | 1    |
| Theoretische Informatik vorher bekannt | 7               | 1          | 4            | 1                   | 0    |
| Praktische Informatik vorher bekannt   | 11              | 2          | 0            | 0                   | 0    |
| Lieber mehr theoretische Informatik    | 1               | 4          | 6            | 2                   | 0    |
| Lieber mehr Videos produziert          | 0               | 1          | 6            | 6                   | 0    |

Tabelle 3: Gegenüberstellung theoretische und praktische Informatik

Positiv ist hervorzuheben, dass das während der Schüleruniversität entstandene Video-Material für weitere Schülerinnen und Schüler zukünftig als Informationsmaterial dienen kann. Wir müssen Konzepte erarbeiten, wie wir dieses Material bekannt machen und effizient verbreiten können, um somit unseren Zielsetzungen der bewussten Wahl des Studiumsfachs Informatik einen Schritt näher zu kommen.

Es bleibt zu erforschen, welche anderen Wege beschritten werden können, um Schülerinnen und Schülern die theoretische Informatik vorzustellen und ihr Interesse zu wecken. Hierbei ist zu überlegen, wie man Inhalte noch ansprechender vermitteln kann. Wünschenswert ist dazu ein vorhandenes e-Learning-Medium wie beispielsweise eine elektronische Lernplattform. Hierzu können die Erfahrungen der Videoproduktion genutzt werden. Ein wichtiger Aspekt ist die Untersuchung, ob die Informatik-interessierten Schülerinnen und Schüler typische Digital Natives sind, deren Affinität zu Web 2.0 Diensten die von uns gewählte Vorgehensweise rechtfertigen würde.

## Literaturverzeichnis

- [BK08] Baier, C.; Katoen, J.-P.: Principles of Model Checking (Representation and Mind Series). The MIT Press, 2008.
- [Fal09] Falke, T.: Audiovisuelle Medien in E-Learning-Szenarien. Formen der Implementierung audiovisueller Medien in E-Learning-Szenarien in der Hochschule – Forschungsstand und Ausblick. In (Schwill, A.; Apostolopoulos, N. Hrsg.): Lernen im Digitalen Zeitalter. DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik. Gesellschaft für Informatik; Bonn, 2009, S. 224–232.



- [GS08] Grzega, J.; Schöner, M.: The didactic model LdL (Lernen durch Lehren) as a model of preparing students for knowledge societies. *Journal of Education for Teaching (JET)*, 34, 2008; S. 167–175.
- [HB09] Hofhues, S.; Bianco, T.: Podcasts als Motor partizipativer Hochschulentwicklung: der Augsburger „KaffeePod“. In (Schwill, A.; Apostolopoulos, N. Hrsg.): *Lernen im Digitalen Zeitalter. DeLFI 2009 – Die 7. E-Learning Fachtagung Informatik*. Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2009; S. 235-245.
- [HSS05] Heublein, U.; Schmelzer, R.; Sommer, D.: Studienabbruchstudie 2005. Die Studienabbrecherquoten in den Fächergruppen und Studienbereichen der Universitäten und Fachhochschulen. *HIS–Kurzinformation Nr. A, 1*, 2005.
- [Mei07] Meier, C.: Mediacasting an der Universität St. Gallen: Grundlagen und Szenarien. In (Seufert, S.; Brahm, T. Hrsg.): *„Ne(x)t Generation Learning“: Wikis, Blogs, Mediacasts & Co. - Social Software und Personal Broadcasting auf der Spur*. Themenreihe 1 zur Workshop-Serie SCIL-Arbeitsbericht 12, St. Gallen, 2007; S. 90-108.
- [MF03] Margolis, J.; Fisher, A.: *Unlocking the Clubhouse: Women in Computing*. The MIT Press, April 2003.
- [Pre01] Prensky, M.: Digital natives, digital immigrants. *On the horizon*, 9(5):1–6, 2001.



# Designimplikationen für eine digitale Lesewerkstatt: Die Dynamik des Textes und die Irreversibilität der Papierannotation

Andreas Kaminski\*, Jochen Huber†, Christian Diel\*, Sandro Hardy‡

Technische Universität Darmstadt

Graduiertenkolleg *Qualitätsverbesserung im E-Learning durch rückgekoppelte Prozesse*

\*{kaminski, diel}@phil.tu-darmstadt.de

†jhuber@tk.informatik.tu-darmstadt.de

‡hardy@rbg.informatik.tu-darmstadt.de

**Abstract:** Zur Entwicklung einer digitalen „Lesewerkstatt“ wurde eine Studie zur Lesepraxis auf Papier durchgeführt. In bisherigen Untersuchungen zur Annotation von Texten blieb die Dynamik der Annotationspraxis unberücksichtigt. Die Ergebnisse der hier vorgelegten Studie weisen jedoch darauf hin, dass die Annotationspraxis durch eine Spannung zwischen der Dynamik des sich erst bildenden Textverständnisses und der Irreversibilität von Annotationen auf Papier geprägt ist. Diese Spannungsdimension von Dynamik und Irreversibilität liefert bedeutsame Hinweise für Designimplikationen virtueller Leseumgebungen. Der vorliegende Beitrag stellt die Studie, ihre Ergebnisse und daraus abgeleitete Designentscheidungen vor.

## 1 Einleitung

Lesen ist eine der verfeinertsten informellen Techniken. Die Rede von der Kulturtechnik verdeckt dies, da sie eine blockförmige Einheit des Gegenstands suggeriert. Tatsächlich haben sich raffinierteste Kniffe in diesem Bereich entwickelt und ihn fortlaufend vervielfältigt. Dass Lesen technisch ist, erkennt man an den zahlreichen technischen Hilfsmitteln, die dafür ersonnen wurden: Stifte, Marker, Post-Its, Einlegezettel, Zettelkästen bis hin zu digitalen Literaturverwaltungsprogrammen. Die Lesepraxis weist außerdem zahlreiche informelle Kniffe auf. Sie sind Teil der Könnerschaft von Lesenden.

Das Studium der Geisteswissenschaften und insbesondere der Philosophie ist textzentriert. Jede Woche ist in der Regel eine größere Textmenge zu lesen. Diese Texte stellen hohe Anforderungen an die Studierenden. Ihre Terminologie, ihre Argumentationsweise, selbst ihre Thematik sind Anfängern zumeist fremd und intransparent. Die Ausbildung der nötigen Könnerschaft im Lesen wird im Studium allerdings nur indirekt und, wie wir meinen, unzureichend unterstützt. In der Regel lesen Studierende die Texte alleine „zu Hause“ – ohne Unterstützung. Im Seminar werden sie dann schon diskutiert. Bereits zu Hause treffen Studierende allerdings Pfadentscheidungen, wie ein Text zu verstehen ist. Im Seminar sind diese bereits

getroffenen Pfadentscheidungen nur schwer wieder rückgängig zu machen, wenn sie fehlerhaft ausgefallen sind. Die Interpretationsentscheidungen der Studierenden müssen von Dozenten in der Seminarsituation auf der Basis nur weniger Hinweise schnell erschlossen werden, und zwar vor dem Hintergrund, dass viele Studierende und viele Meinungen hier aufeinanderprallen. Die Interpretation eines Textes, wie sie der Dozent durchführt, erscheint Studierenden daher häufig willkürlich. Zwischen der Seminardiskussion und der Lesepraxis klafft daher eine Lücke.

Vor diesem Hintergrund wird aktuell eine digitale Lesewerkstatt entwickelt, welche die Lektüre zu Hause und das Geschehen im Seminar stärker miteinander verzahnen soll. Ein erster Prototyp der „Lesewerkstatt“ genannten E-Learning-Plattform zum asynchronen, kollaborativen „Online-Lesen“ stellte das Annotieren von Texten in den Mittelpunkt. Dieser Prototyp wurde im Rahmen eines philosophischen Seminars eingesetzt und evaluiert, soll jedoch nicht Fokus dieses Aufsatzes sein. Der Vollständigkeit halber werden die Resultate kurz in Abschnitt 3 vorgestellt. Ein wesentliches Manko des ersten Prototyps bestand jedoch darin, dass die Annotationspraxis der Lesenden noch zu wenig verstanden wurde. Aus diesem Grund haben wir eine explorative Studie durchgeführt, welche die Lese- und Annotationspraxis erforschte. Ziel war es, aus der Modellierung dieser Praktiken entsprechende Design-Entscheidungen für den iterativen Design-Prozess der digitalen „Lesewerkstatt“ zu generieren. In der Literatur zur Annotation von Texten ist die Lesepraxis allerdings nur unzureichend in den Blick genommen worden. Viele Studien erfolgen auf der Grundlage schon vorliegender, irgendwann vor der Studie angefertigter Annotationen. Die Prozesshaftigkeit des Lesens und die Dynamik gerade des noch „tastenden“ Leseverständnisses bleiben so außen vor.

Der vorliegende Aufsatz liefert die folgenden Beiträge: (1) Er stellt eine explorative Studie vor, welche die Prozesshaftigkeit und Dynamik des Lesens fokussiert. (2) Die Ergebnisse der Studie ermöglichen die Bildung eines Modells, welches verschiedene informelle Lesetechniken integriert. (3) Aus dem Modell werden Designimplikationen für Annotationstools im Bereich E-Learning ableitbar. Dabei wird insbesondere die Bedeutung der oft unterschlagenen Dynamik der Annotationspraxis dargelegt.

Der Aufsatz gliedert sich wie folgt: Im nachfolgenden zweiten Abschnitt werden wir Forschungen besprechen, welche mit unserem Anliegen eng zusammenhängen. Im dritten Abschnitt stellen wir die bisherige Konzeption der „Lesewerkstatt“ vor. Abschnitt vier wird dann die Studie und unser Auswertungsverfahren vorstellen. Im fünften Abschnitt entwickeln wir die Ergebnisse der Studie, bevor wir im sechsten Abschnitt einige sich daraus ableitende Designimplikationen diskutieren.

## **2 Verwandte Arbeiten: Forschung zur Annotationspraxis**

Die Literatur zum Thema Annotation ist in den letzten 10-15 Jahren vor allem durch Entwicklungsschübe im Bereich E-Learning motiviert worden. Das digitale Annotieren von Texten ist in einer Reihe von Anwendungen ermöglicht worden und hat entsprechende Begleit- und Gestaltungsforschung mit sich gezogen. Im Mittelpunkt

unseres Aufsatzes steht die Annotationspraxis und nicht die Vorstellung eines neuen Annotationssystems. Daher diskutieren wir im Folgenden verwandte Studien zur Lese- und Annotationspraxis.

Als Annotation wird in der Regel jegliche Anreicherung eines Textes durch Lesende verstanden [Ka09, S. 240 f.].

Neben die Forschung zur Vielfalt von Leseformen (vgl. [Le00], [Ma96]), zum Verhältnis von Papier und digitalem Lesen [HS97], sind viele Studien getreten, welche die Vielfalt an Annotationsformen herausstellen und in unterschiedlichen Typologien zu ordnen suchen. Am prominentesten sind dabei die Arbeiten von Catherine Marshall. Sie untersucht, wie sich Papier und digitale Annotationen unterscheiden [Ma98]; vgl. auch [Mc99]. Sie erforscht den Übergang von privaten zu öffentlichen Annotationen [Ma04]; zum gleichen Thema siehe auch [HS97], [Ha98]. Marshall unternahm es auch, die Beziehung zwischen der jeweiligen Form einer Annotation und ihrer Funktion zu untersuchen. Aus der jeweiligen Form lassen sich Rückschlüsse auf deren Funktion ziehen, welche etwa in der Gedächtnisstütze, im Problem lösen oder Interpretieren bestehen soll [Ma97].

Den genannten Arbeiten ist ein Manko gemeinsam: Sie untersuchen nicht die Dynamik der Annotationspraxis. Ihr Studiendesign richtet sich auf bereits gegebene, vorliegende und nicht auf entstehende Annotationen. Die Dynamik gerade des frühen Leseverständnisses, wenn sich ein Textsinn noch nicht ausgebildet hat und er entsprechend „fluide“ ist, kann dadurch nicht berücksichtigt werden. Hier setzen wir an.

### **3 Lesewerkstatt**

Texte operieren auf verschiedenen Sinnschichten. Ein Abschnitt hat beispielsweise neben einem Thema eine Funktion oder eine Argumentation. Diesen Sinnschichten werden im Prototyp der Lesewerkstatt in Annotationsebenen abgebildet. Das Thema, die Funktion, die Terminologie sowie die Argumentation (Pointe genannt) eines Passus können in einer Annotation auf jeweils eigener Ebene diskutiert werden. Abbildung 1 zeigt im Screenshot einen Ausschnitt der „Lesewerkstatt“. Zu sehen ist links der Haupttext, rechts eine Annotation auf der Ebene „Begriff“. Über den einzelnen Absätzen des Haupttextes sind Links auf andere Annotationsebenen zu erkennen (Thema/Funktion/Pointe). Absatz 2 des Haupttextes ist grau unterlegt, da die Annotation rechts ihn referenziert.

Eine quantitative und qualitative Evaluation des im Rahmen eines philosophischen Seminars eingesetzten Prototyps erfolgte am Semesterende mit allen Studierenden, die teilgenommen hatten (n=12). Die Studierenden haben den Prototyp über das gesamte Semester hinweg genutzt. Quantitativ wurden zwei standardisierte Verfahren eingesetzt: der System-Usability-Scale-Fragebogen (SUS), welcher vor allem die Usability zu beurteilen erlaubt [Br96], sowie der AttrakDiff-Fragebogen, welcher die hedonischen und pragmatischen Qualitäten des Systems bewertet, um so die Attraktivität zu

bestimmen [Ha00]. Qualitativ wurde den Studierenden ein semi-strukturierter Fragebogen vorgelegt.



Abbildung 1: Screenshot Lesewerkstatt

Der SUS-Score betrug 58.75. Beim AttrakDiff wurde die Lesewerkstatt als „neutral“ und „mittelmäßig“ attraktiv bewertet (3.5 auf einer 7-Punkt Likert Skala). Die qualitative Auswertung ergab, dass die Lesewerkstatt zwar das Lesen einzelner Passagen unterstützt, sie böte allerdings nur unzureichende Unterstützung für das Verständnis von Textzusammenhängen (beispielsweise dem roten Faden eines Textes), da die Annotationen jeweils zu einzelnen Passagen erfolgen. Zudem erwies sich, dass die „Lesewerkstatt“ nur ungenügend in die Lesepraxis der Studierenden integriert war. Sie wurde zwar als innovativ bewertet (AttrakDiff), aber auch als nicht mit ihrer sonstigen Lesepraxis harmonisierend. Vor diesem Hintergrund führten wir unsere im folgenden Abschnitt präsentierte Studie zur Lesepraxis der Studierenden durch.

## 4 Studie

An der Studie nahmen acht Personen teil. Da wir die informellen Techniken in der Lesepraxis textdominierter Disziplinen explorieren wollten, sollten die Teilnehmer eine Könnerschaft auf diesem Gebiet besitzen. Aus diesem Grund waren sieben Teilnehmer wissenschaftliche Mitarbeiter, sechs davon aus der Philosophie oder pädagogischen Bildungsphilosophie, einer aus der Informatik. Die achte Person war ein Student, ebenfalls aus der Philosophie. Die Studie wurde bei allen Mitarbeitern am jeweiligen Arbeitsplatz durchgeführt, um eine möglichst vertraute Arbeitsumgebung zu gewährleisten. Nur beim Studenten wurde die Studie in einem anderen Büro durchgeführt. Die Sitzungen mit den Teilnehmern dauerten im Mittel 50 Minuten.

Die Studie bestand aus zwei Teilen. Den ersten Teil bildete eine Videobeobachtung mit anschließender Kommentierung des Videos durch die Teilnehmer sowie einem semi-

strukturierten Interview. In der Videobeobachtung wurde den Teilnehmern ein knapper, aber in sich geschlossener Textauszug eher schwierigen Grades gegeben, um ihre Lesepraktiken herauszufordern. Der zweite Teil bestand aus einer „Spurenlese“ in der Bibliothek der Teilnehmer.

Da das Lesen eines wissenschaftlichen Textes zumeist in einem Kontext erfolgt (Forschungsvorhaben, geplante Publikation usw.), wobei dieser die Form der Lektüre mitbestimmt, wurde ein solcher durch die Instruktion geschaffen. Die Studienteilnehmer wurden instruiert, dass sie den Text intensiv für eine kommende Diskussion vorbereiten sollten. Sie hätten dafür so viel Zeit, wie sie benötigen, es ginge um eine intensive Durchdringung, nicht um eine flüchtige Lektüre. Die Teilnehmer wurden weiter instruiert, dass sie den Text auf die für sie gewohnte Weise durcharbeiten sollten – mit den Bearbeitungsschritten und Werkzeugen, die sie üblicherweise dabei verwendeten. Nachdem der Text von den Teilnehmern durchgearbeitet wurde, wurde mit ihnen zusammen die Aufzeichnung angesehen und sie wurden gebeten, ihr Vorgehen zu kommentieren. Den Abschluss dieses ersten Teils bildete ein semi-strukturiertes Interview.

Im zweiten Teil, der „Spurenlese“ genannt wurde, wurde die „Bibliothek“ der Teilnehmer betrachtet in Hinsicht auf die Spuren, die frühere Lesevorgänge in den Texten hinterlassen haben (also Annotationen und dergleichen). Die Teilnehmer kommentierten die in den Texten angefallenen Spuren der Bearbeitung sowie ihre Vorgehensweise. Auch hierzu wurden semi-strukturierte Fragen gestellt.

Beide Studienteile sollten sich im besten Falle ergänzen bzw. wechselseitig korrigieren. Die Spurenlese hatte den Vorzug, dass die Spuren ohne Beeinflussung durch die Bedingungen der Studie entstanden waren. Die Videostudie, welche den Auftakt bildete, ließ die Teilnehmer im besten Fall in ihre Lesepraxis eintauchen. Dadurch konnten Details beobachtet werden, die den Teilnehmern selbst verborgen waren. Außerdem konnte die Genese und Dynamik der Annotationspraxis beobachtet werden, welche bei den schon fertigen Artefakten nur durch die Erinnerung zugänglich war. Beide Studienteile konnten wechselseitig zur Konsistenzkontrolle eingesetzt werden.

## 5 Ergebnisse

Die Auswertung erfolgte in drei Schritten:

(1) *Datencodierung*: Interaktionen als Formen, (2) *Funktionale Analyse* der Interaktionen und (3) *Modellbildung*: eine Dimension der Lesepraxis. Bei der Datencodierung betrachteten wir alle beobachtbaren Ereignisse zwischen Lesenden und Text. Sie wurden mittels eines Codes, den Marshall et al. in einer Studie anwandten [Ma04] und den Marshall zuvor bereits nur geringfügig davon abweichend [Ma97] nutzte, erfasst. Dabei wurden zwischen drei Annotationsklassen unterschieden: Annotationen, die nur Inhalt hinzufügten (Content only); Annotationen, die nur aus einem Anker am Text (Anchor only) bestehen; Mischformen (Compound). Es wurden folgende Subklassen gebildet. Reiner Inhalt konnten Notizen (Notes) oder Symbole

(Marks, etwa Ausrufezeichen) sein. Reine Verankerung gliederte sich in die Untergruppen Unterstreichungen (Underlines), Markierungen (Highlights), Randstriche (Margin Bars) sowie Klammern (Brackets) oder Kanten (Brinks). In die dritte Klasse wurden alle Vermischungen (etwa eine Unterstreichung mit Symbol am Rand oder einer Notiz) aufgenommen. Der Vorzug, mit diesem Code zu arbeiten, bestand zum einen darin, dass eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen von Marshall gegeben war. Zum anderen waren die Implikationen, welche dieser Codierung zugrunde lagen, recht theoriearm und in diesem Sinne überschaubar.

Im zweiten Schritt fand eine funktionale Analyse statt. Die funktionale Analyse betrachtet Gegebenes unter dem abstrakten Gesichtspunkt eines Problems, welches auf verschiedene Weise gelöst werden kann. Die verschiedenen Lösungen werden auf den gemeinsamen Problemgesichtspunkt bezogen und dadurch vergleichbar [Lu72].<sup>1</sup> Auf diese Weise wurden die verschiedenen Interaktionsformen auf ihre funktionale Leistung hin analysiert.

In einem dritten Schritt wurden schließlich die unterschiedlichen Funktionen in ihrer gemeinsamen Dimension betrachtet. Das Vorgehen kennzeichnet daher ein fortlaufender Abstraktionsprozess. Ereignisse werden Interaktionsformen zugewiesen, welche auf gemeinsame Funktionen hin betrachtet werden. Diese Funktionen wurden anschließend auf die Dimension, in der sie sich abspielen, betrachtet. Dadurch konnte ein Modell gebildet werden, welches die verschiedenen Funktionen integriert.

## 5.1 Die Interaktionsformen

Viele E-Learning-Tools zur kollaborativen Unterstützung bei der Texterschließung fokussieren ausschließlich auf Annotationen des Typs Inhalt (Content): Zu einem Absatz wird eine Bemerkung, zu einem Begriff eine Erläuterung hinzugefügt. Unsere Vermutung war, dass auch bei der Annotation auf Papier – gerade bei schwierigen philosophischen Texten – viele Notizen gemacht, Begriffe erläutert, Fragen notiert, Kontexte durch Hinweise aufgerufen werden, was sich auch in unserem Prototyp der Lesewerkstatt widerspiegelte. Überraschenderweise waren relativ wenige Annotationen Notizen (Notes). Tabelle 1<sup>2</sup> gibt die Häufigkeit der jeweiligen Annotationsformen wieder, einmal für jeden Teilnehmer, die hier durch Kürzel (RE, HL usw.) genannt werden, zum anderen summiert für die gesamte Studie. Die Häufigkeiten, mit der bestimmte Interaktionstypen vorkamen, weisen folgende Auffälligkeiten auf:

1. Es gibt nur wenig reine Notizen. Von den insgesamt 185 beobachteten Annotationen sind nur 22 reine Notizen, das entspricht 11,89%.
2. Viele Annotationen bestehen in reinen Verankerungen, nämlich 121, was 65,41% entspricht.

---

<sup>1</sup> So kann beispielsweise eine Hungersnot technisch „gelöst“ werden oder durch Rituale oder durch Gewalt usw. Der gemeinsame Problemgesichtspunkt ermöglicht den Vergleich.

<sup>2</sup> Bei Person RH konnte die Videoaufzeichnung aufgrund von technischen Problemen nicht verwertet werden. Hier konnten wir nur auf unser Protokoll sowie Fotos und elektronische Dokumente zurückgreifen.



| Interaktionstyp | RE | HL | SG | TD | CZ | JK | SW | Gesamt |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|--------|
| Content Only    | 3  | 8  | 4  | 3  | 9  | 5  | 0  | 34     |
| Note            | 3  | 4  | 3  | 0  | 8  | 4  | 0  | 22     |
| Mark            | 2  | 4  | 1  | 3  | 1  | 1  | 0  | 12     |
| Anchor Only     | 12 | 19 | 5  | 5  | 17 | 46 | 17 | 121    |
| Underline       | 7  | 18 | 4  | 1  | 0  | 37 | 9  | 76     |
| Margin Bar      | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 5      |
| Highlight       | 0  | 0  | 1  | 0  | 17 | 0  | 1  | 19     |
| Circle          | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 3      |
| Brackets        | 0  | 0  | 0  | 4  | 0  | 7  | 0  | 11     |
| Brinks          | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 7  | 7      |
| Compound        | 7  | 2  | 12 | 1  | 6  | 2  | 0  | 30     |
| Ohne Notizen    | 7  | 2  | 6  | 1  | 2  | 0  | 0  | 18     |
| Mit Notizen     | 0  | 0  | 6  | 0  | 4  | 2  | 0  | 12     |

3. Davon sind mit 41,08% die meisten Unterstreichungen.

4. Verhältnismäßig viele der vermischten Annotationen (Compounds) enthalten Notizen, nämlich 40% bezogen auf diese Klasse. In der Subkategorie „ohne Notizen“ sind immerhin Anker mit Marks sowie komplexe Anker (Underline, Margin Bar usw.) zusammengefasst.

Am häufigsten kommen damit Unterstreichungen vor.<sup>3</sup>Die Frage, die sich angesichts dessen stellte, lautet: Warum wird diese binäre, gleichsam bedeutungseinfache Annotationsform, so häufig bei der Erschließung schwieriger philosophischer Texte verwendet, welche doch differenzierter, subtiler Auslegung bedürfen?

Diese Frage verstärkte sich durch ein zweites Ergebnis der Videoanalyse. Auch zeitlich gab es einen auffälligen Unterschied zwischen Notizen und sonstigen Annotationen. In keinem der untersuchten Fälle wurde zuerst eine Notiz gemacht. Zudem kamen Notizen erst relativ spät vor, nach 5 oder 10 Minuten – also insbesondere nicht am Anfang. Dieser Befund verstärkt die eben genannte Frage. Denn Notizen wären die differenzierteste Annotationsform. Diese wird aber nicht nur selten, sondern auch spät eingesetzt.

## 5.2 Von der Form zur Funktion

Welche Funktion haben die Annotationen? Welche Funktion haben insbesondere Unterstreichungen, Randstriche, Umkringelungen, Klammern – also jene Annotationen,

<sup>3</sup>Dass schwierige, der Interpretation bedürftige Texte, insbesondere philosophische in sehr hohem Maße markiert und unterstrichen werden, ist auch das Ergebnis einer Untersuchung von Marshall. Vgl. [Ma97, S. 33]

welche in die Kategorie reiner Anker (Anchor only) fallen? In der funktionalen Analyse werden diese Gegebenheiten als Lösungen von Problemen verstanden.

Die erste Funktion eine Reihe von Annotationen, auf die wir bei der funktionalen Analyse stießen, ist deren Filterfunktion: Annotationen sind formal betrachtet zwar Anreicherungen, sie können aber die Funktion eines Filters haben und Text „wegnehmen“. Wir belegen dies anhand unseres Materials.

Bei Teilnehmer RH fanden sich in der Spurenlese scheinbar redundante Annotationen. Viele Passagen war sowohl unterstrichen als auch – wenngleich kürzer – durch Marginalstriche markiert. RH gab im Interview an, dass er beim ersten Lesen vor allem unterstreiche und beim zweiten Lesen diese Unterstreichungen dann bestätige und präzisiere durch kürzere Marginalstriche. In einem dritten Bearbeitungsgang werden vor allem diese „doppelt“ annotierten Passagen exzerpiert. Von Annotationsschritt zu Annotationsschritt wird der Text dadurch weniger: Vom ganzen Text zum unterstrichenen Text, zum aus dem Unterstrichenen durch Marginalstriche nochmals ausgewählten Text bis zum Exzerpt bleibt immer weniger Text übrig.

Verbunden mit der Filterfunktion ist eine zweite Funktion, die bereits bei RH erkennbar wurde: Annotationen können Bedeutsamkeitsniveaus herstellen. Das Nichtangestrichene tritt dann gleichsam eine Ebene zurück. Das mehrfach Annotierte tritt gegenüber dem einfach Annotierten noch weiter hervor. Das Exzerpt gibt schließlich die besonders wichtigen Punkte des Textes wieder. Das Exzerpt wird von RH jedoch auf der Basis der (Mehrfach-)Annotationen erstellt. Auch bei anderen Teilnehmern waren diese beiden Funktionen zu erkennen.

Teilnehmer TD hat insgesamt nur wenig annotiert, es handelt sich vor allem um Klammern, die Sätze einschließen, sowie Symbole (Ausrufezeichen). Im Interview wird er gefragt, ob er den Text nun, nachdem er ihn einmal gelesen hat, nochmal lesen würde. Er antwortet: „Nee, den gesamten Text nicht mehr, [nur] diese [annotierten] Sätze ... und würd' dann eben gucken ob ich anhand dieser Sätze diesen Grundgedanken nachvollziehen könnte, also das, was jetzt für mich den Grundgedanken, den Grundgedanken auszeichnet ... und ähm ... dann würd' ich das exzerpieren.“

Bei Teilnehmer JK werden mehrere Bedeutsamkeitsniveaus durch die jeweilige Form der Annotation hergestellt. Unterstreichungen haben für ihn die Funktion: „Das schnelle Wiederfinden von mir wichtig vorkommenden Passagen. Beim Wiederlesen, dass ich schnell weiß, das waren die Stellen, die mir wichtig waren.“ Umkreisungen steigern die Bedeutung: „Das ist nochmal eine zusätzliche, noch mal eine besondere Emphase. Nochmal eine Steigerung des Grades. Erst Unterstreichen. Und wenn mir dann nochmal etwas besonders wichtig vorkommt, wird es nochmal zusätzlich umkreist.“ Die Striche am Rand sind „die schwächste Form, das sind einfach nur so Stellen, die auch noch von Interesse sind oder von Interesse sein könnten.“

CZ antwortet auf die Frage, ob Ausrufezeichen am Rand und durch Marker hervorgehobener Text für sie dieselbe Bedeutung haben: „Nein, ich würde sagen es [das Ausrufezeichen] ist stärker.“ Das Ausrufezeichen ist, was eine Passage „noch einmal betont. Es hat irgendwie eine besondere Bedeutung.“ Dies spiegelt sich auch im

Verhältnis der Häufigkeit während der Videostudie wider. Von CZ wurden 17 Passagen mit Marker hervorgehoben, aber nur eine mit einem Ausrufezeichen versehen.

Wir kommen nun zur dritten erkannten Funktion von Annotationen. Annotationen auf Papier sind riskant. Das Risiko besteht darin, dass ein Filter an der falschen Stelle gesetzt werden kann und er sich auf Papier nicht einfach wieder zurücknehmen lässt. Bei mehreren Studienteilnehmern fanden wir daher Techniken, welche eingesetzt werden, um dieses Risiko zu minimieren.

RH „bestätigt“, wie er selbst sagt, im zweiten Lesedurchgang seine Unterstreichungen durch Marginalstriche (oder durch Unterstreichungen in anderer Farbe). Er bestätigt damit ihren Status: Diese Annotation war richtig, sie soll bleiben.

SG verwendet gestrichelte Unterstreichungen. Sie haben eine besondere Bedeutung, sie signalisieren Annotationen, deren Status noch nicht entschieden ist: „Wenn ich es gestrichelt mache, dann bin ich mir noch nicht so ganz sicher“, ob das „essentiell ist“.

Bei RE zeigt sich ein ausgeprägtes Risikoverhalten, was auch daran liegen mag, dass er Student ist und daher über die geringste Leseerfahrung und Ausgebildetheit bewährter informeller Techniken verfügt. RE schließt in der Videostudie jedenfalls beim ersten Lesedurchgang plötzlich den Stift, wie um sich zu korrigieren, und sagt, dass er beim ersten Lesen eigentlich nicht anstreicht. RE verwendet auch Zeichen, um Annotationen „rückgängig“ zu machen, zum Beispiel klammert er sie ein oder streicht sie durch. Er bemerkt dazu allerdings, dass dieses Rückgängigmachen nicht gut funktioniert: „Wenn sie durchgestrichen sind, überliest man es. Wenn sie eingeklammert sind, dann immer noch. Dann ist’s nicht so draußen.“ Die einmal gesetzte Annotation lässt sich nicht ganz entfernen. RE verwendet daher auch Mehrfachannotationen (Unterstreichung, Marginalstrich, Ausrufzeichen), um gesetzte Annotationen zu bestätigen. Außerdem aber, unterstreicht er, wie in der Videostudie deutlich wird, mit großer Vorsicht. Wiederholt verlängert er seine Marginalstriche mit Bedacht Zeile um Zeile in mehreren Schritten. (Da ihm die Technik von RH fehlt, strikt zwischen Unterstreichungen und affirmierenden Marginalstrichen zu trennen, muss er vorsichtiger als RH vorgehen, der beim ersten Mal recht viel unterstreichen kann).

In der Studie konnten wir eine weitere Funktion von Annotationen beobachten. Diese vierte Funktion besteht darin, die Textstrukturen freizulegen. Texte weisen Gedankenschritte auf, sie bestehen für Lesende aus einem Gerüst tragender Aussagen. Dieses Gerüst liegt aber nicht unbedingt offen zutage. Zum Beispiel stimmen die Gedankenschritte nicht immer mit dem Textsatz (den Absätzen, dem Seitenumbruch) überein. Auch erfordert die Darstellung von Überlegungen häufig eine andere Reihenfolge als es die ist, welche den tragenden Aussagen zugrunde liegt.<sup>4</sup>

In der Studie konnten wir vor diesem Hintergrund eine Reihe von Interaktionen beobachten, welche die Funktion haben, über den gegebenen Textverlauf und das

---

<sup>4</sup>Mit einer wissenschaftstheoretischen Unterscheidung: Der Begründungskontext ist häufig ein anderer als der Entstehungskontext. Auf Texte angewandt: Der Darstellungskontext ist häufig ein anderer als der Begründungskontext.

gegebene Textbild eine andere, nämlich der Struktur des Textes angemessenere Darstellung zu legen.

SW beispielsweise markiert „Sinneinheiten“, wie er es nennt, durch öffnende und schließende „Kanten“ (die Klammern gleichen), sie umschließen jeweils einen Gedankenschritt. So fragten wir SW: „Ist es das hier, was du vorhin als Sinneinheit angesprochen hast?“ [Interviewer weist auf 1 hin] SW: „Genau, dass ich hier dann gemerkt habe, da fängt jetzt irgendwie ein Block an, das gehört zusammen. Das sind auch Dinge, wo ich dem Autor empfohlen hätte, vielleicht durchaus mal einen Absatz einzuführen.“ Diese Kanten nennt SW auch „Strukturmarkierungen“. Um Textbild und Textstruktur besser in Einklang miteinander zu bringen, nutzt es SW auch intensiv, dass der Studententext (in der Videostudie) aus Kopien loser Blätter besteht. Immer wieder ordnet er die Blätter auf dem Tisch so an, dass für ihn die Texteinheiten sichtbar werden. SW kommentiert sein Vorgehen wie folgt: „Es war so, dass sich für mich ein semantischer Kontext über mehrere Blätter erstreckt hat. Und dadurch, dass der Autor jetzt leider nicht so sehr mit Paragraphen gearbeitet hat, da muss man schauen, okay, wo fängt jetzt hier eine Aussage an, ja, das, was er aussagen möchte, oder eine Fragestellung, die er behandeln möchte, und wo hört das denn auf. Das eben zu finden, diese Grenzen, dafür ist es ganz gut, dass ich mehrere Blätter gleichzeitig sehen kann.“

Auch bei anderen Teilnehmern fanden sich Strukturierungen des Textes, die mit den angebotenen Strukturen (durch Absätze und dergleichen) des Textes übereinstimmen. HL zum Beispiel gliederte den Studententext, indem er ihn, wie er sagt, „durchnummeriert“, und zwar mit Blick auf einzelne Gedankenschritte. „Das mache ich auch, damit man sich dann beim zweiten Lesen besser am Text orientieren kann.“

### **5.3 Ein Modell: Lesen in der Spannung zwischen Dynamik und Irreversibilität**

Unsere bisherigen Ergebnisse betrafen zunächst die Häufigkeit bestimmter Interaktionsformen (Notizen, Unterstreichungen). Anschließend konnte gezeigt werden, dass verschiedene Annotationsformen gleiche Funktionen erfüllen. Diese bestanden darin, (1) zu filtern, (2) Bedeutsamkeitsniveaus zu bilden, (3) das Risiko irreversibler Annotationen zu minimieren, (4) Texte zu strukturieren. So wie die Interaktionsformen eine Abstraktion über die jeweiligen Ereignisse und die Funktionen eine Zusammenfassung der verschiedenen Formen darstellen, bleibt nun noch ein letzter Abstraktionsschritt zu tun. Die verschiedenen Funktionen der Interaktionsformen konvergieren nämlich in einer Dimension der Textpraxis. Diese Dimension besteht in einem Spannungsverhältnis: der Dynamik des Textverständnisses und der Irreversibilität von Papierannotationen. Textreduktion und Bedeutsamkeitsniveaus wie auch die Strukturierung des Textes zielen darauf ab, ein Verständnis des Textes zu gewinnen. Das Textverständnis ist jedoch gerade zu Beginn des Lesens einer großen Dynamik unterworfen. Annotationen stellen da gleichsam Hypothesen dar, zum Beispiel Hypothesen, was wichtig und was weniger wichtig ist, was das Zentrum des Textes und was seine Peripherie sind. Anders als in einer Theorie können die Annotationen als Hypothesen aber nicht einfach wieder verworfen werden. Sie bleiben einmal gesetzt im Text bestehen.

Vor diesem Hintergrund wird die Ausgangsfrage nun verständlich, warum bedeutungssimple Annotationen (wie Unterstreichungen) so deutlich bevorzugt werden, in der subtilen Erschließung eines Textes. Notizen erfordern schon viel mehr Textverständnis als anfänglich gegeben ist.

Daher kommen sie selten und relativ spät vor, wie die Videostudie zeigte. Die binären, gleichsam bedeutungsschlichten Annotationen haben den Vorzug, nicht zu viel an differenzierten Hypothesen über den Text aussagen zu müssen. Sie sagen erst mal nicht mehr als: Das ist wohl wichtig, das hier bedeutsam. Auch dies ist allerdings noch riskant. Es kann falsch gefiltert werden, falsch strukturiert werden – angesichts der Dynamik des anfänglichen Textverständnisses. Daher sind Risiko minimierende Zusatztechniken nötig (Mehrfach- oder schwache Annotationen z. B.). Es kommt nun darauf an, zu erkennen, wie die bisherigen Befunde in der genannten Dimension konvergieren. Abbildung 2 stellt diese Konvergenz dar in einem Modell, das die Spannung zwischen Dynamik und Irreversibilität (auf Papier) integriert. Die verschiedenen Formen und Funktion treffen sich in dieser Spannungsdimension.

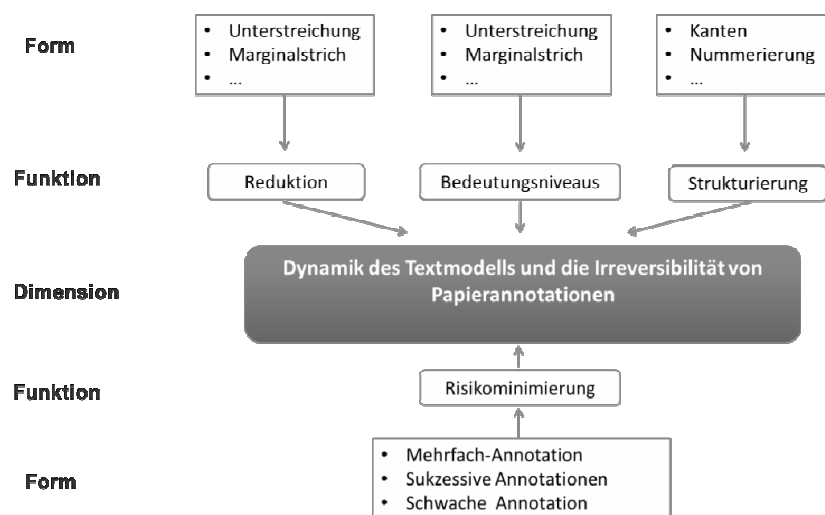


Abbildung 2: Dynamik und Irreversibilität

## 6 Designimplikationen

Aus diesen Ergebnissen folgen mehrere Implikationen für virtuelle Leseumgebungen. Unseres Erachtens haben die Ergebnisse zumindest drei solcher Implikationen:

1. Virtuelle Leseumgebungen sollten ihre Hauptfunktionalität nicht in der Möglichkeit, Texten Notizen hinzuzufügen, sehen. Die Notiz ist eine sowohl seltene als auch späte Annotationsform, welche schon viel voraussetzt.

2. Umgekehrt sollten virtuelle Leseumgebungen das Filtern von Text, die Erstellung von Bedeutungsniveaus, die Rekonfiguration des Textes ermöglichen. Mit anderen Worten: Virtuelle Leseumgebungen könnten die Möglichkeit bieten, Texte zu entfernen, ihn auf andere Bedeutsamkeitsebenen zu schieben oder ihn gleich anders anzuordnen. Gerade dies wären wichtige „Annotationsformen“, welche beim digitalen Lesen hervorragend ausgespielt werden könnten.

3. Virtuelle Leseumgebungen können natürlich besonders leicht Annotationen reversibel halten – ganz anders als auf Papier. Gleichwohl ist die Frage, wie dies gelöst wird. Genügt ein einfacher Delete-Button? Gibt es raffiniertere Reversibilitätsformen, welche der Dynamik des Textverständnisses vielleicht besser entsprechen? Und: Stellt es nicht auch einen Vorteil von Papier dar, dass Annotationen auf ihm irreversibel sind, da dies die Sorgfalt beim Lesen womöglich steigert? Die genannten Designimplikationen verwandeln sich in weitere Fragen für an diese Ergebnisse anschließende Forschungen

## Danksagung

Hier sollten wir erwähnen, dass die Arbeit von der DFG im Rahmen des GK-1223 gefördert wurde. Weiterhin danken wir den anonymen Gutachtern für die hilfreichen Kommentare und Verbesserungsvorschläge.

## Literaturverzeichnis

- [Br96] Brooke, J.: SUS: a "quick and dirty" usability scale. In (Jordan, P. et al.): Usability Evaluation in Industry. Taylor and Francis, London, 1996.
- [Ha00] Hassenzahl, M. et al.: Hedonic and ergonomic quality aspects determine a software's appeal. In: Proc. CHI '00, 2000. ACM; S. 201-208.
- [Ka09] Kawase, R. et al.: A Comparison of Paper-Based and Online Annotations in the Workplace. In: Proc. EC-TEL '09, 2009, Springer; S. 240-253.
- [Le97] Levy, D.: I Read the News Today, Oh Boy: Reading and Attention in Digital Libraries. In: Proc. JCDL '97, 1997, ACM; S. 202-211.
- [Lu72] Luhmann, N.: Funktion und Kausalität. In: Soziologische Aufklärung. Bd. 1. Bielefeld 1972; S. 9-30.
- [Ma97] Marshall, C.: Annotation: From Paper Books to Digital Library. In: Proc. JCDL '97, 1997, ACM; S. 131-140.
- [Ma98] Marshall, C.: Toward an ecology of hypertext annotation. In: Proc. HYPERTEXT '98, 1998, ACM; S. 40-49.
- [Ma04] Marshall, C et al.: Exploring the relationship between personal and public annotations. In: Proc. JCDL '04, 2004, ACM, 2004; S. 349-357.
- [Ma96] Manguel, A.: A History of Reading. Viking, New York, 1996.
- [Mc99] MacKay, W.E.: Is Paper Safer? The role of paper flight strips in air traffic control. In: ACM Transactions on CHI, 6, 4 (December 1999); S. 311-340.
- [HS97] O'Hara, K.; Sellen, A.: A Comparison of Reading Paper and On-Line Documents. In: Proc. CHI '97, 1997, ACM; S. 335-342.
- [Ha98] O'Hara, K. et al.: A. Student Readers' Use of Library Documents: Implications for Library Technologies. In: Proc. CHI '98, 1998, ACM; S. 233-240.

# Online Learning with Remote-Configured Experiments

Isa Jahnke<sup>1</sup>, Claudius Terkowsky<sup>1</sup>, Christian Pleul<sup>2</sup>, A. Erman Tekkaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>TU Dortmund

Hochschuldidaktisches Zentrum

isa.jahnke@tu-dortmund.de; claudius.terkowsky@tu-dortmund.de

<sup>2</sup>TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau, Institut für Umformtechnik

christian.pleul@iul.tu-dortmund.de; erman.tekkaya@iul.tu-dortmund.de

**Abstract:** This contribution presents a learning scenario in which online learning is connected with live-experiments in mechanical engineering for different manufacturing technologies. The experiments are remote-controlled and monitored by the learner within physical-real laboratories in three European cities. The aim is to design a technical platform including remote controlled, distance-observed experimentation. Research questions are: How to embed remote laboratories into online learning? How do teachers and learners know what they have learned (when students do telemetric experiments)? The paper illustrates the model of experimental learning and evaluation results. An appropriate balance of teaching input, experimental learning activities, and peer-reviewed assessment is necessary for attractive learning environments.

## 1 Introduction

Teaching and learning are becoming ever more enhanced by Internet-based technologies (e.g., [JKom09]). According to Collins and Halverson [CH09] the net generation asks particularly for online social networks with 'anytime, anywhere' access. Modern day learning systems are more flexible, adaptable to different existing levels of learning strategies, but they are usually controlled by the teacher as well. They often do not implement concepts that embed the whole learning process into the given curriculum and empower the students to manage their own learning. An approach to design technical, social and educational elements together is delivered by the framework of socio-technical systems and networks (e.g., [WM09], [Bo08]) and the participatory design discourse (e.g., [KB98]). [He03] describes an example of learning and teaching in socio-technical environments. One result is that new learning approaches should be situated in a specific context and be embedded within social interactions and didactical frameworks. Reshaping blended and co-located learning requires the analysis and design of social processes, technical systems, and educational methods.

This paper gives an example of online learning in the field of engineering, where the three dimensions of scaffolding – technical, social, and educational principles – are designed, developed, tested and evaluated. With the example of remote laboratories,

exploratory learning is connected with Internet-supported distance-controlled, live experimentation in the field of mechanical engineering for different manufacturing technologies. This online learning approach has been designed and evaluated within a European project. The paper presents the model and the results.

## 2 Learning paradigm

Discussion in higher education is (currently) focused on the shift from the teachers' teaching to the students' learning [BT95]. Promoting concepts for the shift from teacher-centered teaching to student-centered learning concepts are not new, however discussions about didactic and educational learning approaches were given a fresh impetus as new online community platforms emerged (for instance, wikis, blogs, social networking platforms). According to the "shift", the presented approach claims to support teaching and learning differently. It says that a new balance between teaching and learning is essential for supporting creativity and best learning effects. Learning-centered approaches promote a re-orchestration of teaching and learning arrangements where learning is regarded from the learner's perspective. The guided questions for designing are: what is an appropriate balance between teaching objects and learning activities in online environments (Q1), how to make learner-centered learning, or in other words, what is an attractive learning process from the student's perspective? (Q2)

### 2.1 Exploratory learning – basis for experimental online learning

In this contribution, learning is defined by social constructivism approaches: "learning is an active process of constructing rather than acquiring knowledge and instruction is a process of supporting that construction rather than communicating knowledge" [DC96]. Learning is not simply defined as the transmission of data from one individual to another, but a social process whereby knowledge is co-constructed in a situation within a community of practice ([LW91], [RGM96], [Su87], [Ja10]). Examples for such constructivist learning approaches are case-based or project-based scenarios. An extended concept is the support of linking research in disciplines with students' learning [JBL07]. This model of 'inquiry learning' is based on exploratory learning approaches also known as discovery learning [Br67]. According to [BR04], "exploratory learning is an active process in which a learner (...) finds out and constructs his own meaning". It means learners explore 'something' (e.g., hypothesis, ideas, and results) without having or being given a solution by the teachers. Learners "interact with the world by exploring and manipulating objects, wrestling with questions and controversies, or performing experiments" [Br67]. However, exploratory learning does not mean unguided learning. Exploratory learning concepts encourage the learner to do experiments and to uncover relationships, for example, testing materials with tensile tests. Learners get the opportunity to discover unexpected outcomes by following various learning paths.

Similar to discovery learning, Kolb's "*experiential* learning theory" [KB00] covers four steps: "concrete experiences" (being involved in a situation, doing something), "active experimenting" (testing a theory by making a plan and following it), "reflective



observing” (looking at an experience and thinking about it), and “abstract concept-making” (forming theories about why an experience happened the way it did). In this paper **experimental online learning** is defined as combined forms of discovery and experiential learning that takes place within remote laboratories using an online learning platform with Internet access. In doing experimental online learning, a learner creates her own learning path as a ‘walk through’ modularized learning activities referring to and driven by her knowledge-oriented interests of concrete experiences. S/he designs exploratory research questions, conducts remote experiments, finds answers, makes interpretations, discusses results in the community and finally writes a laboratory-report (there, s/he reshapes theories by reflective activities). The enhanced guided question for designing is: What does attractive experimental online learning look like? (Q3)

## 2.2 “Learning was social” – online learning in the age of Web 2.0

In a typical one-room schoolhouse one hundred years ago, “learning was social, not didactic”, writes John Seely Brown (in [CH09], p. ix). To foster learning as social processes, one approach focuses on communities of practices. From the viewpoint of Digital Natives [Pr01], Technology-Enhanced Learning can support social learning by using new media like Social Networking, Forums or Blogs. Web 2.0 platforms offer new possibilities to easily enable social learning [JKoc09]. The availability of web access from anywhere at any time has made it easier to engage students in learning communities and can also link weakly coupled learners. [Sc02] stresses that e-learning scenarios in higher education need more attractive concepts, e.g., scenarios support problem solving without having any standard solutions. Schank simulates situated e-learning by describing detailed cases from enterprises (‘in case of x, what would Mr. Sheffield, 50 years old, production engineer, do?’). The guided questions for designing are: What socio-technical design does experimental learning need? (Q4), how to combine social learning within remote labs (Q5)? In summary, **experimental online learning** needs the following dimensions:

- pedagogical design (e.g., learning walkthrough guiding discovery learning)
- social design (e.g., communication, community)
- technical design (e.g., interfaces to the physical labs),

and an appropriate interplay of all three dimensions.

## 3 Case study PeTEX

The project PeTEX „Platform for Telemetric Experimentation and eLearning” (2008-2010) designs experimental online learning. The extraordinary component is that teaching and learning arrangements involve interactive live experiments in three laboratories in the fields of forming (e.g., uniaxial tensile tests for characterizing material behavior), cutting (milling processes), and joining (friction stir welding). The physical-real laboratories exist in three European countries; Germany (IUL), Italy (DTMPIG), and Sweden (KTH). PeTEX’s objective is to design a prototype that supports experimental planning and test set-ups including interaction, observation and

measurement of data. The experiments are remote configured, controlled via a web interface and monitored through video cameras. Interfaces to the remote labs provide the possibility to change input parameters, interact with the running experiment as well as access and analyze the output results. For continuous process monitoring, the equipment is supplemented with synchronized video recording cameras located at different positions and constantly sending instant images of running experiments. In order to be suitable for remote experimentation, where series of experiments can be conducted, a system of a usage time window or of automation is established. One challenge is to implement such Internet-mediated real experiments from almost every computer workstation, and to customize the didactical concept to such an online learning scenario (see technical aspects in more detail in [TPJ10]). Due to the project's interdisciplinary nature, researchers, educational experts, online learning experts, researchers, and in particular the target groups – teachers and students from engineering – have been involved. A virtual interactive online environment supports the learner's analysis about the experimental results. The results obtained from these experiments and observations described by the learner are embedded in the online learning environment. The PeTEX team decided to use Moodle since it offers the integration of modularized learning objects, and is a multilingual, internationally spread Open Source system. It offers the integration of materials and learning activities via internationally recognized interfaces.

## 4 Method

In recent years, the approach of Design-Based Research (DBR) has emerged [RHO05]. Researchers, working together with educators and teachers, seek to refine learning theories by designing, studying, and refining rich, theory-based innovations in realistic learning environments [WH05].

*DBR in practice* means combining methods for design as well as data collection and analysis. In the phase of analysis formative evaluation was used to investigate the learning model. Formative evaluation is a type of evaluation which has the purpose of improving something continuously ([RLF04], [WLM97]). In PeTEX, the purpose is to develop and improve online learning with remote labs for engineers. In contrast summative evaluation only focuses on outcomes. Formative evaluation can use any of the techniques which are used in other types of empirical investigations: surveys, interviews, participant observation etc. In the design phase, a modeling method has been applied (adapted from [HLK04]). It ensures that the target group members – teachers and students from engineering – have been involved (for example, discourse of participatory design, e.g. [KB98]. Within several modeling events, the experimental online learning model, visualized via a graphical diagram, has been developed. The members, teachers and students walk *through* the model while anticipating what possible learners will do in the future. This procedure was guided by specific questions, e.g. “what is attractive online learning with remote labs? What does it look like?”.

*Phases of analysis and design = two-in-one.* Since such participatory modeling events integrate activities of different stakeholders, the concepts and the plan for the distributed community mirror their different perspectives. As [Ch87] said, a socio-technical “design

is an arena for conflict". The bringing together of different perspectives can lead to conflicts and problems which have to be dealt with to "support congruence" (p. 158). With such modeling meetings, one can handle those conflicts and find appropriate solutions. So, DBR is helpful for designers, target group members and their needs since it helps them to understand the group for whom the learning processes are being designed. Since PeTEX involved possible future learners, the process of designing and evaluating took place simultaneously. The target group discussed experimental learning processes; they designed collaboratively-constructed the model and evaluated it at the same time within several modeling meetings. Both were guided via specific research and development questions (see above). In addition, PeTEX also fixed two workshops with external experts as an extended part of the formative evaluation (see table 1). In the PeTEX case, seven meetings for data collection, analysis and development in different social modes were conducted (cf. table 1). The collection of qualitative data took place in group discussions which were recorded by audio and video. Notes were taken by an observer and later analyzed using open coding [Br08].

| Phases                           | When                                | Participants                                                                                                                                                                                                                     | Activities/ Outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kickoff                          | Jan 2009<br>2 days                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Teachers from engineering from three European countries: 4 IUL, 1 KTH, 3 DTMPiG</li> <li>Educational experts 2</li> <li>Online learning expert 1</li> <li>Moderator 1</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Introducing DBR, Modeling method</li> <li>Group clarified conditions for conducting modeling meetings (e.g., how many meetings, experts, location)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Modeling Meeting 1               | March 2009<br>2 days                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Teachers from engineering from three European countries: 3 IUL, 1 KTH, 1 DTMPiG</li> <li>Educational experts 2</li> <li>Online learning expert 1</li> <li>Modeling moderator 1</li> </ul> | <p>Start modeling with guided questions</p> <p>Q 1: "Imagine, you are a student at the Faculty of Production Engineering. What should PeTEX do to <i>prevent</i> learning?" First, Team wanted to collect negative factors and bad solutions (moderation method: "see it from the other side"). Then, Q2 wanted to create aspects for attractive learning</p> <p>Q 2: "From student-centered perspective, how should the experiment and environment look and be designed so that the experiments become attractive for participating?"</p> <p>Outcome: collaboratively-constructed model (visualized by a diagram)</p> |
| Modeling Event 2                 | April-May 2009                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modeling moderator 1</li> <li>Online learning expert 1</li> </ul>                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aestheticizing the diagram</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Modeling Meeting 3               | May-June 2009                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Teachers 3 (IUL, DTMPiG, KTH)</li> <li>Modeling moderator 1</li> <li>Online learning expert 1</li> </ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bilateral discussions about refinement and revisions</li> <li>Outcome: revised diagram visualizing educational, technical, social design</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Additional external Evaluation 1 | June 30 <sup>th</sup> 2009<br>1 day | <ul style="list-style-type: none"> <li>Students 2</li> <li>Teachers from engineering: 3 IUL, 1 DTMPiG, 1 KTH</li> <li>Didactic experts 3 (Universities Hagen, Hamburg, Dortmund)</li> <li>International e-learning 1</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Description of the online learning model with remote labs in online engineering (illustrating the diagram step by step)</li> <li>Discussions, conclusions, next</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| Phases             | When             | Participants                                                                                                                                                                                                                                                  | Activities/ Outcomes                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                  | (Frankfurt University)<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Industry partners 2 (Faurecia)</li> <li>• Online learning expert 2</li> <li>• Modeling moderator 1</li> </ul>                                                                              | steps<br>Outcome: feedback about the model, list of recommendations (cf. section 'results')                                                                                                                                      |
| Modeling Event 4   | July-August      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Online learning expert 1</li> <li>• Modeling moderator 1</li> </ul>                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clustering feedback items</li> <li>• Revising the model in detail</li> <li>• Sending the refined diagram back to the teachers to ask for their agreement and commitment</li> </ul>      |
| Modeling Meeting 5 | Nov 2009, 2 days | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teachers from engineering from three European countries</li> <li>• 2 IUL, 2 KTH, 3 DTMPiG</li> <li>• Educational experts 1 HDZ</li> <li>• Online learning expert 1 HDZ</li> <li>• Guests 'remote labs': 2</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussion about the proposed feedback items</li> <li>• Developing of implementation standards (technical design)</li> <li>• Planning next evaluation workshops in June 2010</li> </ul> |

Table 1: Phases of designing (modeling) and data collection/analysis (evaluation)

Further events are the modeling meeting No. 6 in Italy (March 2010), three external evaluation workshops with usability testing including 'thinking aloud method' and questionnaires in June 2010, and finally a meeting with next steps for sustainability.

## 5 Results

The experimental online learning model was presented in the evaluation workshop in order to get external hints for improvements, confirmations or discussions. One central result is that the experts, consisting of users like students and teachers as well as experts from education, confirmed the whole learning model (figure 1):

- Learners walk *through* the teaching material, learning objects and in particular learning activities (based on Moodle),
- they prepare and conduct remote experiments in production engineering,
- they write a report about the experimentation, its results, upload the report online, and generate a review for another learner's report.

In more detail, the learning walkthrough covers a range of learner activities including preparation of remote experiments, for instance, creating hypotheses before they walk through the remote lab. After the experimentation, learners write a lab-report about "what they have observed, analyzed and learnt". Such an assessment activity, called "learning diary", is supported by peer-reviewing processes within the learning community and feedback given by the teacher. In the case of successful assessment, learners get a certificate.

The experts evaluated the model as being an attractive learning scenario. However, the evaluation experts also gave many hints for improving the learning model in detail with regard to remote experimentation, social design, technical issues, pedagogical design, especially learning modules. Central results are shown in the following sub-sections.

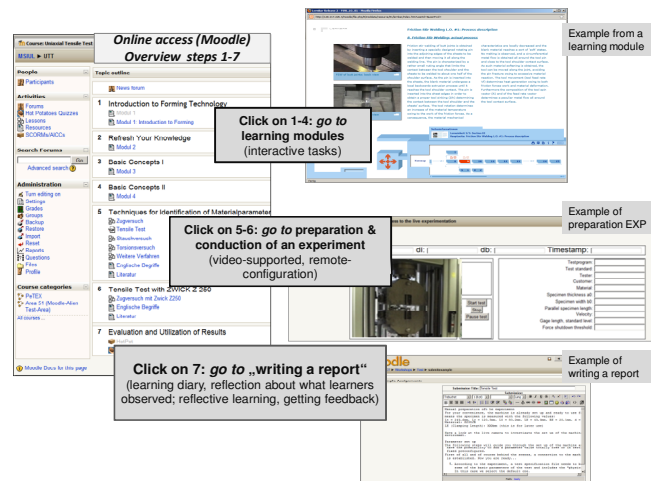


Figure 1: Experimental online learning

## 5.1 Results for remote experiments (EXP)

The evaluation experts gave many hints for improving the model, particularly the experimental learning elements which is illustrated in table 2. The experts discussed several classified items which were rated from 1 “important” to 5 “less/not important”.

| Feedback items (given by external experts)                                                       | Description and revision of the online learning model                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Priority |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| What is a successful EXP?<br>(e.g., “if the experiment fails” what will the learner learn then?) | It is not only the result but also the right interpretation (of the results; what a learner observes) which is important – then it is successful <ul style="list-style-type: none"> <li>Support the learning process: Teacher gives feedback to the learner’s interpretation by using Blogs</li> <li>A learner compares the expert’s assessment and his own self-assessment and writes a revision</li> <li>Who should read the report? Access for all learners?</li> <li>Integrate rules for writing a report</li> </ul> PeTeX needs a time slot for the feedback; how many hours after the EXP does the learner get feedback? | 1        |
| Reservation / schedule EXP                                                                       | A schedule for the experiments should be readable for all participants (awareness, timetable online); it should be possible to book an EXP; learners should observe an “announced EXP”.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2        |
| Attractive for teachers?                                                                         | Make the experiment attractive for the teachers – they use it too                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2        |
| How many EXP per person and/or per day?                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>2-4 EXP maximum per day (since too many costs for material)</li> <li>Create a schedule for EXP that more than one learner can participate/observe (cf. No. 3); creating a PeTeX policy including who may conduct an EXP, how often per day, etc.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3        |
| If PeTeX has money, produce experiments                                                          | First produce experiments and technical interfaces, then learning modules, since each teacher makes learning materials slightly different => experiments are the attractive part of the model!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3        |
| Could learners send their “own” material for testing?                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>PeTeX can make an offer for the learners to bring their own material (upload it to Moodle – put the offer online!)</li> <li>Prototype first, but keep in mind this could be a good idea for future steps (could be a critical factor for sustainability)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4        |

| Feedback items (given by external experts) | Description and revision of the online learning model                                                                                                                                                                                                                         | Priority |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| How many students?                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>How can PeTEX ensure enough learners and a social dynamic within the community? PeTEX learning approach should be embedded into existing curricula at the three European universities</li> <li>Vision: hundreds of learners</li> </ul> | 4        |
| Cost of experiments?                       | When developed, how much is one experiment for the learner? Free for students? Free for employees? PeTEX needs a cost model                                                                                                                                                   | 4        |

Table 2: Improvements for designing remote experiments (EXP)

## 5.2 Social design

The experts' analysis revealed six clusters for improving the social dimension of the model. Four items are classified as less important (at least in the beginning of PeTEX): "add simulations", "combine personal learning environments with PeTEX", and "building intercultural student teams" by using Social Networking Sites like Facebook. In particular, the last aspect was discussed as a vision for PeTEX's future. The following items are important to improve the model:

*Who gives feedback to whom in the phases of writing a report?* In the phase of reflection (after doing the experiment) each learner writes a report what s/he has observed, analyzed, and checks if the hypothesis (written before doing the experiment) were partly confirmed or rejected. Experts recommend a) students should also get the task to provide a review for another student's report and b) learners should also get feedback from another student c) in addition to the teacher's review. Moreover, experts stressed that the reports and reviews should be put online, for example, using a Blog or similar tools for the report written by the learners (as a basis for assessment). From the experts' viewpoint, learners should have the opportunity to improve or check their own reports. The review process should be guided by questions. So, learners could learn to play different roles (learner and reviewer). A new question came up. Who decides who should write a review for whom? In the beginning of PeTEX, the teacher assigns the learner a report to review. But the vision is that a learner should choose which one s/he wants to review.

One improvement is called "*scenario-based learning*". The experts asked whether the learning model considers different learning activities for different target groups. They stressed the need for clarifying learning outcomes and competencies for different stakeholders, for instance students or lifelong learners, employees from industry. One proposed solution is that PeTEX could create cases or stories based in reality, so called *scenarios*. A bundle of scenarios can be used for different learning activities and different stakeholders with regard to specific levels of difficulty.

## 5.3 Technical design

The experts delivered five items for the technical design, three of them with priority No. 1. First, the design of the teaching objects in the online platform Moodle was discussed. They suggested to "reduce complexity", "keep it simple", "make technical design also

attractive for the teachers”, and “create standards for the three remote labs”. Second, PeTeX should keep in mind that different access to information for different stakeholders (student, employee) is needed including design for all and accessibility (for example, a button for printing, downloads with standards like PDF). A new question was raised: What should be available for downloading (animations, tests, pictures, text, simulations etc.)? A download should be offered for whatever is possible but the integration of a watermark sign is also needed in case of any copyright problems. The experts suggest making a “Creative Commons License”. The third important recommendation covers the technical problem of video proxy inside university networks. PeTeX should get in contact with the computer and infrastructure department to discuss potential problems before the prototype is realized.

Two issues concerning communication aspects were discussed by the experts but were assessed as not so important. The experts proposed the creation of a FAQ (frequently asked questions) covering how to do an experiment technically. Moreover, the experts said that the model needs more ways of communication among the peer-group as well as learners to teachers, for instance a voice chat, or instant messaging with a webcam. This topic was discussed critically. The PeTeX team asked “Why available all the time?” and argued “It could be a problem with technical systems – too much traffic”. The group argued that “too many tools could create a ‘tool overload’ and could cause none of the tools to be used”. So, the decision was to reduce ways of communication to only one or two tools (“innovative jams”, cf. IBM).

#### 5.4 Pedagogical design

The experts rated the PeTeX learning modules, four categories with priority No. 1 or 2 (very/important), one with priority No. 4 (less important), cf. table 3.

| Feedback items<br>(given by<br>experts) | Description and revision of the online learning model                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Priority |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Standardized framework                  | One style sheet for the learning modules: “LernBar” provides a frame and structure                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1        |
| Modularization of course content        | Requirements for structuring course content <ul style="list-style-type: none"> <li>• Only 2 learning modules in detail per partner</li> <li>• Overall 4-6 learning modules per partner</li> <li>• Each is not longer than 20 minutes!</li> </ul>                                                                                                             | 1        |
| Learning level of complexity            | Not too easy but not too much complexity (not too boring, not too difficult), PeTeX decided to integrate three learning levels for identified target groups (what is too easy/complex for them); more active tasks for learners than passive reading, listening or watching sth.; every approx. 10 minutes, an active task is needed (it affects motivation) | 1        |
| Reducing time (awareness)               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Do not produce too long learning module (it could be too boring)</li> <li>• Integrate “how much time a learning module takes” (gives orientation, affects motivation), a scale with “percent” or “average estimated time”</li> </ul>                                                                                | 2        |
| Open learning paths                     | Open access, open content? (Needed for sustainability?) Moodle needs a login since the partners have copyright-based material                                                                                                                                                                                                                                | 4        |

Table 3: Improvements for pedagogical design and learning modules

*Standardized framework and structure* (priority 1). The experts asked about the guidance

“through” the learning processes. How much structure does PeTEX provide, what is good or less good for the learners? The discussions concluded neither too structured nor too open. PeTEX has to find an appropriate balance between formal structures and self-organized informal learning processes. Following the experts’ recommendation, the PeTEX team searched for suitable software that also works with Moodle. The e-learning authoring tool “LernBar” (English LearnBar, learnable) was chosen. LernBar [TJP10] is an easy to use system which provides a wide variety of pre-designed templates for e-learning design. The system is adaptable in design and functions according to project needs. Learning modules can be integrated as ims- or scorm-packages into Moodle. LernBar is a system for producing and presenting interactive learning content. Course content is based on HTML and can be enriched with the help of the usual extensions (Adobe Flash, Java applet etc.). LernBar is available at <http://www.studiumdigitale.uni-frankfurt.de/et/LernBar/index.html>.

*Modularization of course content* (priority 1). According to the evaluation experts, course modules should be structured in a straight, tailored and progressive way considering the developed rules:

- Providing a general introduction for each course and learning module; introducing current and potential applications; providing the learner with a set of necessary theoretical information (but not overloading)
- Providing the user with open questions and further issues on the subject, which need to be considered in the future, or help to support creative thinking
- Every learning module represents a self-sufficient and stand-alone module dealing with a certain set of arguments without interruptions

*Learning level of complexity* (priority 1). The experts assessed the learning objects (LO), that a LO needs accurate notions, and a uniform structure: a) *short and clear* (an LO has to explain concepts as clearly as possible); *not too easy but not too much complexity* (too boring or too difficult), for example, long texts are boring to read on the PC screen; animations, pictures, graphics are often clearer and easier to understand; *easy and helpful* (short and accurate definitions of used terms before using them; creating a learning-by-doing environment: an interactive simulator of a technical device and/or a virtual animation are more suitable than a long verbose description) and b) before learners take a course, they need to know which skills are requested and what they will learn; able to allow students a self assessment of acquired skills when LO ends. In particular, the experts recommend integrating more active tasks for learners than passive reading, listening or watching something. Since it affects motivation, every 7 to 10 minutes (after passive reading, listening, or watching something), an active task is needed, for example, drag and drop activities, open questions, multiple-choice answers, creating something.

*Reducing time* (priority 2). The experts recommended against producing too long learning modules and reducing the time for the learning walkthrough, for instance, each module should be workable in 20 minutes instead of several hours. In addition, the integration of “how much time it takes” could be useful for the learners. This gives the



learner more orientation which is also important for motivation. A solution could be to integrate a scale with percent or average of estimated time.

## 6 Conclusions

This paper illustrated an experimental online learning model including remote laboratories for studies in production engineering. Adapting the Design-Based Research methodology including formative evaluation and modeling methods, the generated model details how to embed remote experiments into teaching and learning processes. The model is useful for supporting learner-centered learning pedagogically, and helpful to clarify what technical and social design issues for a learning scenario like PeTEX's lab didactics are needed (Q4). The model guides the steps of a) learners' activities and b) what the project team implements to get attractive online learning processes. As pointed out in the result section, an appropriate balance between teaching input, learning objects and doing the remote experiments is important. On the one hand, the design of learning modules requires a standardized framework, modularization of course content (that the learner can decide if s/he needs beginner, intermediate or expert level), and a balance between passive reading (listening, watching something) and active learning tasks (every approx. 10 minutes of passive reading/listening/watching an active task has to follow) (Q1). On the other hand, an appropriate balance between learning modules and experiments is needed. Results show that the time for course content should not be longer than preparing, doing experiments and writing the report since telemetric experimentation is the attractive part (Q2). The experiments are in the center of the learning walkthrough. In more detail, a discovery learning model with remote labs in engineering (Q3) needs a special degree of creativity and freedom for learners, so that the learner may create theoretical assumptions about the experiment (in the phase of preparation). A good experimental online learning model also supports failures or 'false assumptions', and the reports written by the learners helps to discover such false friends and new assumptions. Finally, the experimental online learning model shows how to combine exploratory online learning with remote laboratories (Q5).

The overall research question is how to design (develop, introduce, evaluate) technology-enhanced learning successfully and what elements can be designed (general model). According to this study, a "successful design" is defined by the following – or in other words – when developing computer-supported learning, 'success' depends on:

- a) First, the degree of structural coupling (degree of interdependency) deals with the complex interconnections of the three elements: technical elements, social/organizational structures and pedagogical/educational concepts. How closely or loosely are these elements connected? (e.g., is it rather a network or are the elements strong connected and formalized, or flexibly usable?)
  - Technical elements (e.g., learning management systems like Moodle, Blackboard; or social media), for instance, is the technical system easily changeable (by users) or difficult (by external people, software engineers)? Is the social media sufficiently integrated into the pedagogical concept, or is it like

a satellite without connection to the teaching/learning concept? What is the understanding about the technical concept (passive, reactivity, pro-activeness, interactive, transactive, autonomy, etc.)

- Social/organizational elements: forms of communication, roles of teachers/students; organizational issues
  - Educational elements: (non-)formal, informal learning processes, phases of individual/group learning, research-based, problem-, scenario-based learning, support of competence development (which ones?), interconnections between instruction (e.g., rules from teacher) and construction (learners' learning processes) etc.
- b) Second: the degree of quality. This degree shows how well the elements interact, for example, the greater the unity among these three elements, the more the users are satisfied and/or the better they share knowledge and co-construction of knowledge takes places, the better they learn.
- c) Finally, "a successful design" depends on what the user's role is. Different target groups, people in different roles have different cognitive conceptions of success. Teachers, students, university managers, pedagogical experts, eLearning experts, define it in different ways. A good design includes different views, or at least, supports a common understanding. In addition, different systems (universities, faculties with different cultures) may need broadly similar solutions that can be adapted in the detail.

These three dimensions drive the design and analysis process. In this paper, the design procedure including all three dimensions (technical, educational and social) was illustrated. In the case of PeTEX, such a process was outlined in detail. There are many new questions and improvements that came up via the formative evaluation (see section "results"). To conclude, the model and its procedure is helpful for rethinking and remodeling existing teaching and learning models towards creative life-wide learning cultures.

## Acknowledgement

The authors thank L. Fratini and R. Licari, both University of Palermo, Department of Mechanical Technology (DTMPiG), and M. Nicolescu, Department of Industrial Engineering, KTH, Stockholm. The PeTEX project (142270-LLP-1-2008-1-DE-LEONARDO-LMP; 2008-2010) has been funded with support from the European Commission (Lifelong Learning Programme). This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

## References

- [BT95] Barr, R.B.; Tagg, J.: From Teaching to Learning. A New Paradigm for Undergraduate Education. *Change*, 27 (6), 1995; pp. 13-25.
- [Bo08] Bolisani, E.: Building the Knowledge Society on the Internet. IGI Global, Hershey (PA), Information Science Reference, 2008.
- [BR04] Böttger, M.; Röhl, M.: Weblog publishing as support for exploratory learning on the World Wide Web. In: *Proceedings Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2004)*, Lisbon, Portugal, November 2004.

- [Br67] Bruner, J. S.: On knowing: Essays for the left hand. Harvard University Press, Cambridge, Mass, 1967. Retrieved Feb 2010 from <http://www.learning-theories.com/discovery-learning-bruner.html>
- [Br08] Bryman, A.: Social research methods (3rd ed.). Oxford University, New York, 2008.
- [Ch87] Cherns, A.: Principles of Sociotechnical Design Revisited. Human Relations, Vol. 40, No. 3, 1987; pp. 153-162.
- [CH09] Collins A.; Halverson R.: Rethinking Education in the Age of Technology: The Digital Revolution and Schooling in America. Teachers College Press, 2009.
- [DC96] Duffy, T.; Cunningham, D.: Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. In D. H. Jonassen (Ed.), In: Handbook of research for educational communications and technology. Simon & Schuster, New York, 1996; pp. 177.
- [He04] Herrmann, Th. et al.: A Modeling Method for the Development of Groupware Applications as Socio-Technical Systems. In: Behaviour & Information Technology. March-April 2004, Vol. 23, No 2; pp. 119-135.
- [Ja10] Jahnke, I.: Dynamics of social roles in a knowledge management community. In: Computers in Human Behavior, 2010. DOI 10.1016/j.chb.2009.08.010
- [JKoc09] Jahnke, I.; Koch, M.: Web 2.0 goes academia: Does Web 2.0 make a difference? In: International Journal Web Based Communities, Vol. 5, No. 4, 2009; pp. 484-500.
- [JKom09] Jahnke, I.; Kommers, P. (Eds.): International Journal of Web Based Communities. Special Issue on Web 2.0 Goes Academia. Vol 5, No. 4, Inderscience, 2009.
- [JBL07] Jenkins, A.; Breen, R.; Lindsay, R.: Reshaping teaching in higher education. Linking teaching with research. Routledge, New York, 2007.
- [KB98] Kensing, F. ; Blomberg, J.: Participatory Design: Issues and Concerns. In: Computer Supported Cooperative Work, Vol. 7, 1998; pp. 167–185.
- [KB00] Kolb, D.; Boyatzis, R.: Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions. In: (Sternberg, R. J.; Zhang, L. F. Eds.): Perspectives on cognitive, learning, and thinking styles. Lawrence Erlbaum, NJ, 2000.
- [LW91] Lave, J.; Wenger, E.: Situated learning: Legitimate peripheral participation. Cambridge University Press, New York, 1991.
- [Pr01] Prensky, M.: Digital Natives, Digital Immigrants. In: The Horizon. MCB University Press, Vol. 9 No. 5, October 2001.
- [RHO05] Reeves, T.; Herrington, J.; Oliver, R.: Design research: A socially responsible approach to instructional technology research in higher education. Journal of Computing in Higher Education, 16, 2005; pp. 97-116.
- [RGM96] Renkl, A.; Gruber, H.; Mandl, H.: Situated learning in instructional settings: From euphoria to feasibility. Report No. 74, Munich University, 1996.
- [RLF04] Rossi, P.; Lipsey, M.; Freeman, H.: Evaluation. A systematic approach. Seventh Edition. Sage Publications, Thousand Oaks (CA), 2004.
- [Sc02] Schank, R. C.: Designing World-Class E-Learning: How IBM, GE, Harvard Business School, and Columbia University are Succeeding at e-Learning. McGraw-Hill, 2002.
- [Su87] Suchman, L.: Plans and Situated Actions: The Problem of Human-Machine Communication. Cambridge Press, Cambridge, 1987.
- [TJP10] Terkowsky, C. et al.: Developing Tele-Operated Laboratories for Manufacturing Engineering Education (PeTEX), REV 2010 Conference Proceedings (in print).
- [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.
- [WLM97] Weston, C. et al.: The influence of participants in formative evaluation on the improvement of learning from written instructional materials In Instructional Science 25, 1997; pp. 369–386.
- [WM09] Whitworth, B.; de Moor, A. (Eds.): Handbook of Research on Socio-Technical Design and Social Networking Systems. IGI Global Publisher, 2009.

