



*zeitschrift für **e-learning***
lernkultur und bildungstechnologie

Mobile Learning

04/2007 — 2. Jahrgang

StudienVerlag

Inhalt

Alois Ferscha

Editorial 4

Christoph Göth, Dirk Froberg, Gerhard Schwabe

Von passivem zu aktivem mobilen Lernen 12

Ulrike Lucke, Djamshid Tavangarian

Mehr als Mobiles Lernen –
Innovative Infrastrukturen und Dienste für Pervasive Learning..... 29

Christian Stary, Stefan Oppl

Konsistente Navigation in stationären und mobilen web-basierten
Lehr- & Lern-Umgebungen 42

Brigitte Krenn, Andreas Böhme, Alice Mitchell

»Jetzt entscheiden! Aber schnell!« –
Innovative Lernspiele für Handy und Web..... 58

Impressum 28

04/2007





THEMA

Mobile Learning

Editorial

Alois Ferscha



Alois Ferscha, Univ.-Prof. Dr., Vorstand des »Institute for Pervasive Computing« sowie Leiter der Exzellenz-Initiative »Pervasive Computing« an der Johannes Kepler Universität Linz, Leiter des Forschungsinstituts für Pervasive Computing (RIPE, Hagenberg), Leiter des ARC Research Studio »Pervasive Computing Applications«.

There must be innovation in the learning process – not just technological advances.

Joseph Bremer

Abstract. Die gegenwärtigen Moden des E-Learning in der universitären Ausbildung sind weitgehend durch neue technologische Entwicklungen im Bereich des »Content Creation« (E-Learning Authoring Systeme), des »Content Delivery« (E-Learning-Plattformen) bzw. des Zugriffes (»Access«) auf Wissensinhalte (»Online-Learning«, »Web-Learning«, »Distance-Learning«) getragen. Neben den rein technischen Möglichkeiten der neuen Medien mit Bezug auf das Lernen und Lehren, wie etwa die Verfügbarkeit globaler Netze (Internet), synchroner und asynchroner digitaler Kommunikationsmittel (WWW, Online-Kurse, Newsgruppen, E-Mail, Videokonferenzen, Blog-Systeme, Podcasts), drahtloser Kommunikation (IEEE802.11 WLAN, GSM, Bluetooth), mobiler Endgeräte usw. spielen auch Paradigmenwechsel im Bereich des Lehrens und Lernens selbst eine zentrale Rolle. Ein entsprechender Meinungsbildungs- und Gestaltungsprozess konnte

über die letzten Jahre beobachtet werden. Die Gestaltung und Normierung einheitlicher Lern-Plattformen, die Realisierung mobiler, drahtloser Zugangstechnologien (»Wireless Campus«, »Notebookuniversität«), aber auch die Reform der Curricula, die Einführung modularisierter Studiengänge (Bakkalaureat, Master) bzw. die Etablierung internationaler Studiengänge weisen in diese Richtung. Die Frage nach der Innovation im Lernprozess selbst bleibt bei vielen dieser meist technologiegetriebenen Entwicklungen allerdings bis heute offen.

Mobiles, situatives, vernetztes Lernen

Neuere, auf »Lernen als kooperativer Prozess« ausgerichtete Ansätze von Lernsystemen zielen auf die konsequente Umsetzung neuer Lehr- (wissensgesteuertes Coaching, Mentoring, mediale Unterstützung eigeninitiativer Lern-teams) und Lernparadigmen (personalisiertes und selbstbestimmtes Lernen, projektorientiertes, kollaboratives, situatives Lernen, »active Learning«, »just-in-time Learning«) unter bestmöglicher Nutzung der technologischen Voraussetzungen (wie »Wireless Campus«, »E-Learning-Plattform«) zur Etablierung lebensbegleitender, selbst über die Studienzzeit hinausreichender Lern- und Wissensnetze unter den Lehrenden und Lernenden ab. Solche Vorschläge für innovative Lernsysteme dürfen sich nicht an der schlichten Bereitstellung von Technologien (für ein »technology delivered Learning«) erschöpfen, um beispielsweise in der Form des »Distance Learning« eine Ortsentkoppelung zwischen Lerner und Lehrer oder in der Form »Online Learning« eine Zeitentkoppelung zwischen Inhalts-(Content-) Bereitstellung und Content-Konsum zu realisieren, also eine any-time any-where Lernsituation (vgl. Jackson, 2002) zu unterstützen, sondern sollte darüber hinaus auch am Lernprozess orientierte Unterstützung bieten. Dazu

zählen neben den kognitiven, didaktischen und lerntheoretischen Aspekten der Gestaltung von Lernsystemen auch persönliche, soziale und kulturelle Aspekte. Betrachtet man beispielsweise gerade die jüngeren Erkenntnisse aus der Evolution der Lerntheorie, etwa ausgehend von Ansätzen des »Discovery Learning« in den 70er Jahren, gefolgt vom »situativen Lernansatz« (konstruktivistisches Lernen, kollaboratives Lernen) in den 80er Jahren bis hin zum »problem-basierten Lernen« in den 90er Jahren, so reiht sich daran unmittelbar die Forderung nach einem »informellen« (vgl. Ewell, 1997) bzw. kontextbezogenen Lernansatz (»contextual learning«) (vgl. Lave und Wenger, 1991; Hergenhan, 1997; Wenger, 1999; Eraut, 2000). Lernen findet demnach nicht nur zur organisierten Zeit (z.B. Di, 15:30–17:00 Uhr) am organisierten Ort (z.B. HS 17), sondern informell auch zu jedem anderen Zeitpunkt an jedem beliebigen Ort statt (»Every student learns all the time, both with us and despite us.« Ewell, 1997, p. 4). Lehren auf der anderen Seite bedeutet nicht mehr nur unidirektionale Präsentation, sondern lebendige Interaktion zwischen Lehrern und Lernen auf informeller Basis (»Informal learning is implicit learning, which means it is derived from direct interaction ... and a range of cues given by peers and [instructors] that go well beyond what is explicitly being ›taught.« Ewell, 1997). Wirkliches »Verstehen« als Konsequenz des Lernprozesses wird darüber zunehmend auf das Erfahrungsumfeld des Lerners oder Lehrers bezogen (»According to contextual learning theory, learning occurs only when students (learners) process new information or knowledge in such a way that it makes sense to them in their frame of reference (their own inner world of memory, experience, and response). This approach to learning and teaching assumes that the mind naturally seeks meaning in context – that is, in the environment where the person is located – and that it does so through searching for relationships that make sense and appear useful.« Hull, 1993, p. 41).

Nach diesen jüngeren lerntheoretischen Ansätzen findet »Lernen« zunehmend situativ, bezogen auf den Lernenden (»learner centered«), in unterschiedlichster Graduierung formaler Organisationsform (vom Hörsaalunterricht bis zum Pausengespräch), zumeist in kleinen kollaborativen Lernteams mit asynchronen bzw. synchronen Kommunikationsformen, und darüber hinaus zwischen mobilen, ggf. sogar geographisch dislozierten Lernern und Lehrern statt. Dieser neuen Situation des Lernens stehen technologische Entwicklungen im Bereich des Mobile Computing (portable Endgeräte wie Notebooks, PDAs, Mobiltelefone und Wearable Computer etc.), die Drahtloskommunikation wie WLAN, GPRS, UMTS, Bluetooth etc., der ubiquitäre Zugang zu globalen Netzen wie dem Internet etc.) gegenüber, die weitgehend an Universitäten und Fachhochschulen auch schon im Einsatz sind, und deren radikale Verbreitung für die nächsten Jahre absehbar ist.

Aus dem Aufeinandertreffen »neuer Lehr- und Lernparadigmen« und »neuer Medien« resultiert die Herausforderung des »mobilen, situativen, vernetzten Lernens«, welches sich dadurch kennzeichnet, dass Lehrende und Lernende (meist) physisch getrennt bzw. mobil sind, Zeit und Ort der Ausbildung (relativ) frei wählbar sind und neue Informations- und Kommunikationstechnologien zur Kommunikation und Interaktion (intensiv) genutzt werden.

Die Herausforderung des vernetzten Lernens liegt damit in der Bereitstellung einer Computer-, Medien-, Vernetzungs- und Prozessunterstützung mittels Wissensakquisition und Wissenstransfer im Gegensatz zum herkömmlichen zeit- und ortsgebundenen Präsenzlernen, welches lehrergeleitet (instructor driven) in Schulungsräumen stattfindet (i) in weitgehender Eigenverantwortung und Selbstbestimmtheit der Lernenden bezüglich Organisation des Lernens und des Materials und (ii)

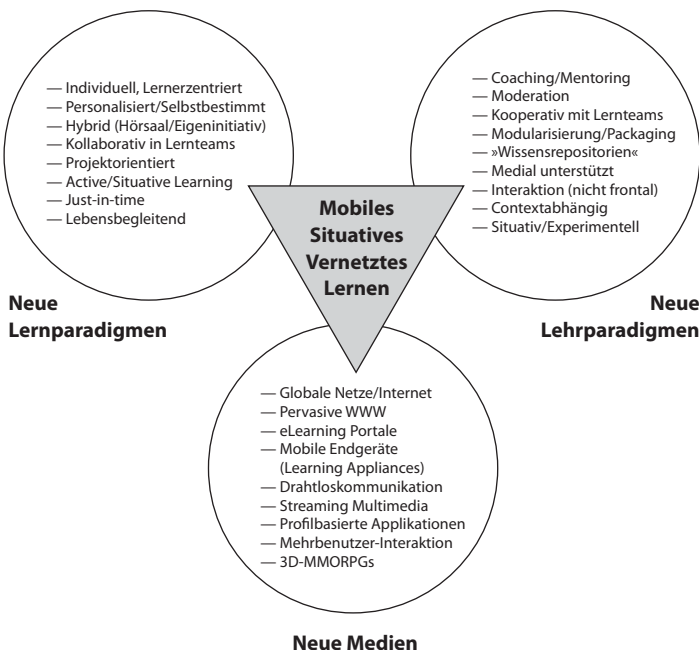


Abbildung 1: Herausforderung Neues Lehren und Lernen mit Neuen Medien

unter Nutzung von elektronischer Kommunikation und Information für die Beibehaltung und den Ausbau sozialer Netze und persönlicher Kontakte erfolgen kann (vgl. Hofmann, 1997). Für Bildungseinrichtungen bedeutet dies nicht nur, dass sämtliche das Studium und deren Kurse betreffende Information und Inhalte unmittelbar nach Entstehung vernetzt elektronisch verfügbar gemacht werden (E-Learning-Plattform und Wireless Campus), sondern dass zudem auch »Lernnetzbildende Unterstützung« wie Awarenesslösungen, ad-hoc-Kontakt zwischen Lehrern und Lernern bzw. Lernern untereinander, die Vernetzung gemeinsam erarbeiteten Wissens, die Offenheit bei der Lernteambildung, die Integration von Wissensinhalten beim Eintritt in ein Lernteam, die Pflege der Wissensinhalte über die Zeit, die Wahrung der Interaktionsbereitschaft über das eigentliche Regelstudium hinaus etc. geboten wird. Mit solcher Unterstützung bekommt der physische Ort einer Bildungseinrichtung für Lernende eine neue Qualität, z.B. als Ort des individuellen Coaching, der Face-to-Face Interaktion, der experimentellen und situativen Lernerfahrung in Lernteams und Vertrauensnetzen (vgl. Stangl, 2000) – es wird wieder wichtig am Campus zu sein. Zur Realisierung ist einerseits die Integration von Informations- und Kommunikationskomponenten in einem Medium (etwa in mobilen Lehr-/Lerngeräten, sog. learning appliances), in einem (virtuellen) Raum (etwa mit intuitiver 3D-orientierter Benutzerschnittstelle, wie in Massively Multiplayer Online Role-Playing Games (MMORPG), die etwa auf Webplattformen wie www.secondlife.com auch für Lernanwendungen zum Einsatz kommen) mit universellem (ubiquitären) Zugang zu Information und Kommunikation nötig. Das vordergründige Ziel liegt daher in der technischen Vereinfachung der interpersonellen Kommunikation zwischen Lehrern und Lernen durch intuitive bedienbare mobile Lehr-/Lerngeräte (Wireless PDAs und Notebooks, Smart Knowledge Containers) zur Intensivie-

rung der Kommunikation, sei es auf synchronem oder asynchronem Weg, und zur Unterstützung von situativem, kontextbezogenem Lernen in mobilen Lernteams.

Betrachtet man die traditionelle Art und den Zeitpunkt der Auseinandersetzung eines Lerners mit Inhalten, so lassen sich im Wesentlichen drei Kategorien des Lernens isolieren:

(i) *Asynchrones Direktstudium (auch: Selbststudium)*: Bei dieser Form des an Universitäten tradierten Lernens (anhand von Skripten, Büchern, CD-ROMs) hängt der Lernerfolg wesentlich von der Strukturierung der Inhalte, also der Adäquatheit des angenommenen individuellen Lernflusses ab. Nahezu 90% der heutigen E-Learning-Systeme setzen ausschließlich auf dieser Form des Lernens – aber eben medienunterstützt – an: »Click-to-learn« steht für die Bereitstellung elektronischer Skripten und Folien, Tutorials etc. z.B. über Lern-CD-ROMs, Lernvideos oder über das WWW. Zusätzlich unterstützt kann das asynchrone Direktstudium durch E-Mail, Chat oder Webforen werden.

(ii) *Instruktor-initiiertes Ereignislernen (synchrones »live, real-time« learning, z.B. Hörsaalunterricht)*: In dieser Form des Lernens geht die Initiative von einem Lehrer oder Instruktor aus (z.B. Vorlesung, Seminar), der Lerner hat die Möglichkeit den Lernfluss bis zu einem gewissen Grad zu kontrollieren bzw. die Präsentationsstruktur dynamisch zu beeinflussen. Die Unterstützung dieser Lernformen – in denen technische Lösungen für die Echtzeit-Interaktion bereitgestellt werden müssen – wird (ob des technischen Aufwandes etwa in der Ausstattung von Seminarräumen) nur mehr von wenigen E-Learning-Systemen unterstützt. Kritisch für diese Form des Lernens in E-Learning-Systemen ist (i) die Integration von Awarenesslösungen (der Instruktor muss wissen, wer wann »präsent« oder online ist), (ii) die Möglichkeit auf Inhalte (»shared ob-

jects« können sein: Dateien, Lernmaterialien, Wissensrepositorien) gemeinsam zuzugreifen, und (iii) Instruktor-moderierte Interaktion (auch zwischen den Lernern) in bilateralen oder multilateralen Dialogen der »virtuell« Anwesenden selektiv zuzulassen.

(iii) *Interaktives Teamlearning (Kooperation in (mobilen) Lernteams, z.B. Kleingruppenlernen):* Die Lernerfahrung, die in kleinen Arbeitsgruppen in Form von teilweise forschungsorientierten Wissensakquisitionsprozessen gemacht wird, zählt zu den effizientesten (und damit wertvollsten) Lernmethoden in der universitären Ausbildung, finden aber in heutigen E-Learning-Systemen so gut wie keine Unterstützung. Neben Awareness- und »shared object«-Interaktionslösungen wird hier auch die ad-hoc Interaktion und die Bildung individueller Peer-to-Peer Netzwerke (die oft an soziale Netze gekoppelt sind oder mit Freundeskreisen übereinstimmen) tragend. In der Bildung von Lernteams, in der Folge von sog.

»Learning Communities«, liegt darüber hinaus die Wurzel (und damit das Potenzial) für ein lebensbegleitendes Lernen – der Etablierung von Wissens- und Bildungsnetzen in das gesamte Leben seiner Abgänger und Lehrer.

Mobiles, situatives, vernetztes Lernen beabsichtigt die Lern- und Erkenntnisprozesse, wie sie informell, situativ und kontextbasiert in kleinen Lern- und Forscherteams vonstatten gehen, organisatorisch zu formalisieren und durch die Bereitstellung von Awarenesssystemen, die Bereitstellung globaler Wissensrepositorien und die Bereitstellung der für die Vernetzung mobiler (bzw. virtuelle) Lern- und Forscherteams erforderlichen Interaktionssoftware technologisch zu unterstützen. Heutige E-Learning-Softwarelösungen adressieren diese essentiellen Aspekte der Wissensakquisition und -vermittlung nicht annähernd und alleine die Installation einer (drahtlosen) Kommunikationsinfrastruktur löst das Interaktionsproblem am Campus normalerweise nicht.

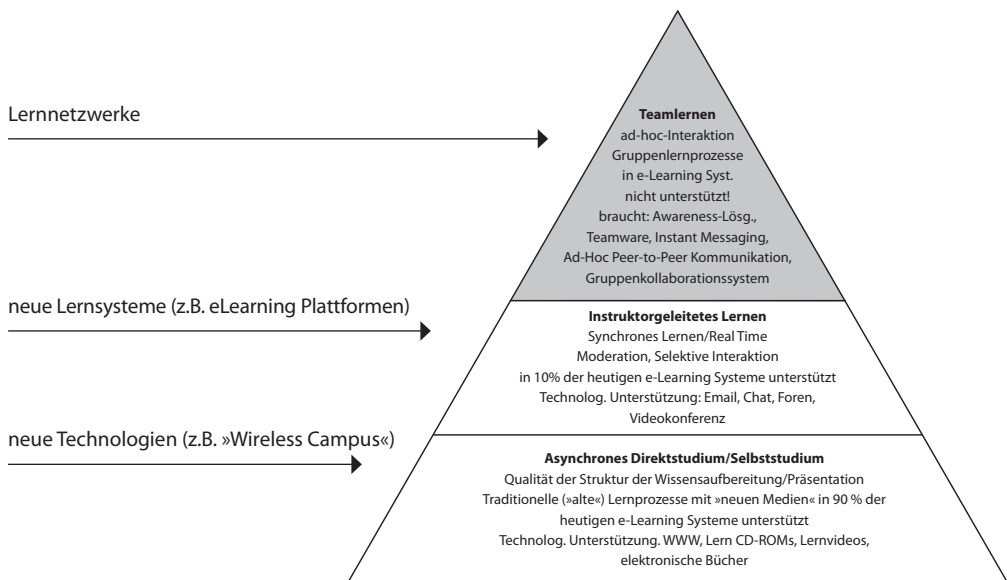


Abbildung 2: Lernen alleine, im Hörsaal und im Team

Mit der informationstechnologischen Basis zur Etablierung von kooperativen Lern-, Forschungs- und Arbeitsteams können *vernetzte Lernumgebungen* für Lehrer und Lerner entstehen, die die Grundlage für folgende in der Lerntheorie längst geforderten Lernparadigmen bilden sollen (siehe auch www.mobilearn.at):

- ▶ *Informal Learning*: Informelles Lernen ist implizites Lernen, das heißt, dass das Lernen aus direkter *Interaktion* in Verbindung mit einzelnen Stichworten eines Instructors abgeleitet ist (Ewell, 1997, p. 4).
- ▶ *Contextual Learning*: Nach diesem Paradigma passiert Lernen dann, wenn die Lernenden neue Informationen verarbeiten und sie dabei in einen *Kontext* bringen, der sinnvoll und nützlich erscheint (Hull, 1993, p.41).
- ▶ *Collaborative/Peer-to-Peer Learning*: Lernen aus *Kommunikation* und *Zusammenarbeit*. Asynchrone und synchrone Kommunikationsformen müssen genutzt werden, um kollaboratives Lernen und Lernteams zu unterstützen.

Themenheft

»Mobile Learning«

Das vorliegende Themenheft hatte zum Ziel, Einflussgrößen, Kausalzusammenhänge und Synergien zwischen lerntheoretischen Modellen bzw. die darin geforderten Lernparadigmen und den Mobilitätstechnologien einer Wissensgesellschaft zu sondieren. Zu den tagesaktuell herausragenden Fragen zählen zweifelsfrei die folgenden:

- ▶ Erfahren traditionelle Lernansätze wie das »Discovery Learning«, der »situative Lernansatz«, das konstruktivistische Lernen, das kollaborative Lernen, das informelle und kontextbezogene Lernen durch die breite Verfügbarkeit persönlicher

Mobilitätstechnologien (Mobiltelefon, portable Endgeräte, Notebook-Computer, Drahtloskommunikation, mobile Multi-Mediadienste) und radikaler Vernetzung von Lehr- und Lerninhalten auf technologischer und inhaltlicher Ebene eine neue Bewertung?

- ▶ Wie, bis zu welchem Grad und auf Basis welcher Beobachtung vermögen Mobilitätstechnologien in der Lerntheorie geforderte Lernparadigmen wie »Informal Learning«, »Contextual Learning«, »Collaborative Learning« und »Peer-to-Peer Learning« zu unterstützen?
- ▶ Begründen Mobilitätstechnologien neue Lernparadigmen? Wie wären diese lerntheoretisch einzuordnen, was wären ihre Potenziale, was die Gefahren?
- ▶ Welchen Lehrmethoden, Interaktionsmodalitäten und Fachdidaktiken rechtfertigen den Einsatz mobiler Lehr- und Lernsysteme? Welche Wissensinhalte sind in welcher multimedialen Aufbereitung in welchen Lebens- bzw. Lernsituationen über mobile Lehr- und Lernsysteme vermittelbar?
- ▶ Welche Ergebnisse und Bewertung liefert die Einsatzpraxis von Mobilitätstechnologien in Lehr- und Lernsystemen auf der Ebene der Schul- und universitären Bildung, der Erwachsenenbildung, der betrieblichen Aus- und Weiterbildung bis zur berufs- und lebensbegleitenden Fortbildung?
- ▶ Welche technischen Plattformen, Implementierungs-Standards, internationale Normen vermögen eine durchgängige, transparente Zugreifbarkeit, eine semantische Interoperabilität vernetzter Inhalte und Lernerpopulationen zu gewährleisten?
- ▶ Gibt es empirische Evidenz, Erfolgswachweise, Best-Practices für mobile Lehr- und Lernsysteme bzw. tragfähige Empfehlungen zum Einsatz solcher Systeme?

Die Beiträge in diesem Heft widmen sich diesem Fragekomplex auf unterschiedlichen Ebenen. Der Beitrag von *Göth, Froberg* und *Schwabe* »Von passivem zu aktivem mobilen Lernen« untersucht das Potenzial von Mobiltechnologien, sowohl aktives Lernen zu unterstützen, aber auch die davon ausgehende Gefahr, den Lerner in eine passive Rolle zu drücken. In einem langjährigen Feldversuch zum explorativen Lernen, teilweise in Lerngruppen, wird die Lernaktivierung und die Technologierolle empirisch untersucht.

Lucke und *Tavangarian* mahnen in ihrem Beitrag »Mehr als Mobiles Lernen – Innovative Infrastrukturen und Dienste im Pervasive Learning«, dass Technologieeuphorie pädagogische Dimensionen von Lehr- und Lernprozessen nicht überfrachten darf. In ihrem informationstechnologisch orientierten Beitrag werden Architekturen und Dienste für eine E-Learning-Infrastruktur isoliert.

Der Frage der Organisation von webbasierten Lehr- und Lerninhalten gehen *Stary* und *Oppl* in ihrem Beitrag »Konsistente Navigation in stationären und mobilen web-basierten Lehr- & Lern-Umgebungen« nach. Der Beitrag konzentriert sich im Lichte weit gefächerter und breit verfügbarer Lehr- und Lerninhalte, die über digitale Medien stationär und mobil konsumiert werden können, auf die Frage der Gebrauchstauglichkeit, Individualisierung und Nutzungserfahrung bei der Gestaltung der Contentnavigation.

Die Kopplung von Lerntechniken an spielerische Erfahrungen versuchen *Krenn*, *Böhme* und *Mitchell* in ihrem Beitrag »Jetzt entscheiden! Aber schnell! – Innovative Lernspiele für Handy und Web«. Der Beitrag analysiert die Pädagogikfundierung von Lernspielen, insbesondere für die Spielmodelle Quiz und Simulation auf Mobiltelefonen.

Literatur

- Bransford, J., Brown, A. & Cooking, R. (Eds.) (1999). How people learn: Brain, mind, experience and school. National Academy of Sciences. <http://bob.nap.edu/html/howpeople1/>
- Bremer, C. (1999). Die virtuelle Konferenz. Essen.
- Eraut, M. (2000). Non-formal learning, implicit learning and tacit knowledge in professional work. In F. Coffield: The Necessity of Informal Learning. Bristol: The Policy Press.
- Ewell, P. T. (1997). Organizing for learning: A new imperative. *AAHE Bulletin*, 50(4), 3–6. http://www.aahe.org/members_only/bul-dec1.htm
- Ferscha, A. (2001). Integrating Pervasive Information Acquisition to Enhance Workspace Awareness, Proceedings of the 9th Euromicro Workshops on Parallel and Distributed Processing (EUROMICRO 2001), IEEE CS-Press, pp. 327–336.
- Ferscha, A. (2000). Workspace Awareness in Mobile Virtual Team. Proceedings of the 9th International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises (WETICE 2000), IEEE CS-Press, pp. 272–277.
- Ferscha, A. & Johnson, J. (1999). Distributed Interaction in Virtual Spaces. Distributed Interactive Simulation and Real-Time Applications 1999, pp. 5–13, IEEE CS-Press.
- Geyer, W. & Effelsberg, W. (1998). The Digital Lecture Board – A Teaching and Learning Tool for Remote Instruction in Higher Education. In: Proceedings EDMEDIA'98, World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia, Freiburg, Germany, June 1998.
- Hergenbahn, B.R. & Olson, M.H. (1997). Introduction to Theories of Learning 5e, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Hofmann, T. (1999). Interaktives Lernen im Internet: Theoretische Grundlagen und praktische Einwicklung von internetbasierten Lernumgebungen. <http://www.mindfactory.com/thesis/4/4.htm>
- Hull, J. L. (1993). School-to-life planning: Broadening rural students' horizons. Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory. In: <http://www.ncrel.org/sdrs/areas/issues/envrnmnt/stw/sw1lk3.htm>
- IEEE P1484 (2001). Draft Standard for Learning Object Metadata, IEEE P1484.12 Learning Object Metadata Working Group, Ver. 6.4, May, 2001.
- Jackson, R. H. (2002). Weblearning Resources: <http://web.ce.utk.edu/weblearning>.
- Kerres, M. (1998). Multimediale und telemediale Lernumgebung, München.

- Kim, D. H. (1993). *Creating Learning Organizations: Understanding the Link between Individual and Organizational Learning*, MIT Sloan Management School.
- Kraemer, S. (2000). *Medien, Computer, Realität*. Frankfurt.
- Lave, J. & Wenger, E. (1999). *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*, Cambridge: University of Cambridge Press.
- Laurillard, D. (1993). *Rethinking University Teaching*. London, New York: Routledge.
- m-Learning: LSDA, CTAD, CRMPA, LECANDO, ULTRALAB: The m-learning Project: Mobile Communications Technologies for Young Adults Learning and Skills Development, IST Projekt der EU. IST-2000-25270. <http://www.m-learning.org>
- MeduMobile: Medizinische Fakultät Charité der Humboldt-Universität zu Berlin und Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät II der Humboldt-Universität: MeduMobile – Mobiler Campus Charité. http://www.charite.de/fakultaet/Lehre/pdl/Multimedia/Archiv/Antrag_NBU.pdf
- Mikhak B., Martin F., Resnick M., Berg R. & Silverman B. (1999). *The Childrens Machines: Handheld and Wearable Computers Too*. In *Proceedings of the International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*. Karlsruhe, Germany.
- Rojas, R., Knipping, L., Raffel, W.-U. & Friedland, G. (2001). *Elektronische Kreide: Eine Java-Multimedia-Tafel für den Präsenz- und Fernunterricht*, *Informatik: Forschung und Entwicklung*, Vol. 16, Issue 3, pp. 159-168. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. September 2001. In: Beck & Sommer (Eds): *Tagungsband der Learntec*, Vol. 2, pp. 533-539, Karlsruhe, October 2001.
- Shotsberger, P. G. & Vetter, R. (2000). *The Handheld Web: How Mobile Wireless Technologies Will Change Web-based Instruction and Training*. *Educational Technology*; Vol. 40 No. 5, pp. 49-52, Sep-Oct 2000.
- Sigmund, K. (1999). *Virtuelle Universität: Eine erste theoretische und empirische Bestandsaufnahme*, Dipl. Arbeit, Universität Linz.
- Stangl, W. (1998). *Universitäre Lehre und Internet*, *p@psych e-zine*, Linz.
- Süß, C. (2001). *Modularization of LMML: A Meta-Modeling Approach to teachware and its Binding to XML*. Technical Report, University of Passau, Germany, <http://ole.tp.edu.sg/eLearn/Downloads/LMML/lmml-modularization.pdf>.
- Wagner, D. (2000). *Distance Learning im Internet – Design und Implementierung von Web-Base-Training-Kursen anhand des Lehrprogrammes Einführung in das Rechnungswesen*, Dipl. Arb., Universität Linz.
- Wenger, E. (1999). *Communities of Practice. Learning, meaning and identity*. Cambridge.

Neu im Studienverlag:

Wir informieren Sie gerne per E-Mail über unsere zukünftigen Neuerscheinungen!

Sachgebiete

<input checked="" type="checkbox"/>	Pädagogik
<input type="checkbox"/>	Deutschdidaktik
<input type="checkbox"/>	Deutsch als Fremdsprache
<input type="checkbox"/>	Literaturwissenschaften
<input type="checkbox"/>	Zeitgeschichte
<input type="checkbox"/>	Geschichte
<input type="checkbox"/>	Frauenforschung
<input type="checkbox"/>	Musikwissenschaften
<input type="checkbox"/>	Medien/Kommunikationswissenschaft

Vorname

Name

E-Mail

anmelden

(jederzeit abbestellbar)

www.studienverlag.at

Von passivem zu aktivem mobilen Lernen



Christoph Göth, Universität Zürich, Institut für Informatik.
Arbeitsschwerpunkte: Mobile Learning, Mobile Gaming, HCI, Positioning Systems und Context Awareness.

Christoph Göth
Dirk Frohberg
Gerhard Schwabe



Dirk Frohberg, Universität Zürich, Institut für Informatik.
Arbeitsschwerpunkte: Mobile Learning und CSCL.



Gerhard Schwabe, Dr., Universität Zürich, Institut für Informatik, Professor für Informationsmanagement.
Arbeitsschwerpunkte: Informationsmanagement und Collaborative Technologies.

Abstract. Situiertes, exploratives Lernen ist aktives Lernen. Durch die Einführung von Mobile Learning soll die Aktivierung noch weiter gefördert werden. Dieses Ziel wird jedoch häufig nicht erreicht. Stattdessen gerät der Lernende durch den Einsatz von Mobiltechnologie unbeabsichtigt in eine passive Rolle. In diesem Artikel wird dieser Mangel von Mobile Learning am Beispiel des Mobile Learningsystems mExplorers und einer Reihe verwandter Projekte dokumentiert. Über acht Feldversuche im Zeitraum vom Oktober 2003 bis Oktober 2006 wurde über einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess ein stetiger Anstieg der Lernaktivierung erreicht. Den Ausgangspunkt der Untersuchung bilden der Vergleich mit der Literatur und die Ergebnisse der einzelnen Elemente des mExplorers. Es wird gezeigt, wie mit Hilfe verschiedener Elemente im Bereich Lernform, Technologierolle, Motivationsform, Gruppensteuerung und Kommunikationsform die Aktivierung immer mehr gesteigert werden kann.

Einleitung

Mobiles Lernen ist en vogue. Dies zeigt nicht nur eine zunehmende Zahl an Projekten und Publikationen (Frohberg, 2007 zählt ca. 150 Projekte aus den letzten Jahren), sondern auch ein erwachendes Interesse der Praxis. Eine erste Näherung vieler Einsteiger an das Feld ist es, unter mobilem Lernen alles Lernen mit mobilen Endgeräten zu verstehen. Weiterhin wird Lernen reduziert auf den gewohnten Unterricht, also auf Szenarien wie die Übertragung von Universitätsvorlesungen auf Mobiltelefone. Mit zunehmender Erfahrung entdecken ForscherInnen und PraktikerInnen, dass andere Formen des Lernens das Potential der Mobiltechnologie deutlich besser nutzen; es kommt dabei mehr auf die Mobilität des Nutzers an als auf eine konkrete Unterstützungstechnologie. Diese Art von mobilem Lernen steht im Fokus des vorliegenden Beitrags. Es geht um Szenarien wie die Unterstützung eines Wartungstechnikers direkt beim Flugzeugmotor oder das Kennenlernen eines Universitätscampus. Wenn von formalen Lernumgebungen abgewichen wird, dann verschwimmen fast zwangsläufig die Grenzen zwischen Arbeit, Lernen und Spiel (wie wir weiter unten zeigen). Ist damit aber jedes Gespräch mit einem Fachkundigen ein Beispiel für »Mobiles Lernen«, wenn es nur über das Handy abgewickelt wird? Unserer Auffassung nach nicht, denn damit eine Aktivität »Lernen« ist, bedarf es eines didaktischen Rahmens, in welchen das Lernen eingebettet ist; dieser didaktische Rahmen kann von einem Lehrer erstellt sein, einem Lehrbuch zugrundeliegen oder der Lernende sich selbst gegeben haben (z.B. über eigene Lernprojekte). Er stellt sicher, dass sich der Lernende von dem in der Regel nötigen schnellen oberflächlichen Problemverständnis (für sog. »quick fixes«) für das Hier und Jetzt hin zu einem tieferen und grundlegenden Verständnis für die Zukunft bewegt. Somit ist es gerade beim Aufkommen neuer Technologien wesentlich, auch eine

Diskussion darüber zu führen, wie ein solcher didaktischer Rahmen aussieht. In diesem Artikel arbeiten wir auf, welche Erfahrungen wir im Laufe von vier Jahren Forschung mit dem mExplorer für den zentralen Aspekt der Lerneraktivierung gemacht haben.

Das Feld Mobile Learning lässt sich in die vier Kategorien irrelevanter Kontext (z.B. Lernen im Bus oder am Baggersee), formalisierter Kontext (z.B. Lernen im Klassenraum), physischer Kontext und sozialer Kontext unterteilen (Frohberg, 2007). Für den vorliegenden Artikel wird ausschließlich Mobile Learning im physischen Kontext betrachtet. Im physischen Kontext wird dort situiert und explorativ gelernt, wo der Umgebungskontext zum Lernkontext passt, d.h. beispielsweise im Wald oder im botanischen Garten wird über Fauna und Flora gelernt, im Museum über Kunst und im Zoo über Tiere. Sozialer Kontext erweitert den physischen Kontext um die Idee des Lernens in einer Community, was in diesem Artikel jedoch auch nicht betrachtet wird.

Die pädagogische Begründung für Lernen im physischen Kontext basiert auf dem soziokulturellen Konstruktivismus (Hutchins, 1995) und dem situierten Lernen (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001). Die Rolle des Lehrers und Dozenten wandelt sich zur Rolle des Lernbegleiters und Coachs. Die Rolle des Lernenden wandelt sich vom passiven zum aktiven Lerner. Der passive Lerner wird mit fertig aufbereitetem Lernmaterial beliefert, um dieses zu konsumieren und dann wiedergeben zu können. Solches deklaratives Wissen ist selten nachhaltig abgespeichert und vom Lernenden nicht direkt anwendbar (Baumgartner & Payr, 1994). Der aktive Lerner setzt sich intensiv mit einer möglichst authentischen Umgebung auseinander. Durch Handlung im Kontext mit authentischen Problemen, dem Umgang mit Objekten und der gemeinsamen Verarbeitung mit anderen Lernern entsteht ein höherwertiges, nachhaltigeres und prozedurales Wissen (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001).

Mobile Learning im physischen Kontext müsste also den Lernenden eine Unterstützung bieten, die eine aktive Auseinandersetzung mit der Umgebung provoziert. Wichtig ist hierbei, dass sich die Aktivierung nicht auf eine körperliche Aktivierung beschränkt, sondern vor allem eine kognitive Aktivierung erfolgt. Wie weiter unten gezeigt wird, führt die Einführung von Mobile Learning in der Mehrheit der Fälle nicht zu dem Ziel, eine kognitive Aktivierung zu erreichen. Bei Mobile Learning werden stattdessen häufig die Konzepte des Dozierens und passiven Lernens mit in den Kontext übertragen. In diese Falle sind die Autoren des vorliegenden Artikels bei der Entwicklung des Mobile Learning Systems mExplorer anfangs ebenfalls getappt.

Ziel dieses Artikels ist es daher, durch eine systematische Literaturanalyse verwandter Projekte und mit Ergebnissen der Feldversuche mit dem mExplorer aufzuzeigen, dass in Mobile Learning das vorhandene Aktivierungspotential nicht adäquat ausgenutzt wird. Anhand der Erfahrungen mit dem mExplorer werden Lösungsansätze vorgestellt. Im Folgenden werden zuerst der mExplorer, die Forschungsmethode und die Feldversuche beschrieben.

Der mExplorer

Der mExplorer wurde zur Unterstützung von Orientierungstagen an Universitäten entwickelt. Ziel des Systems ist es, dass neue StudentInnen mit der neuen Umgebung vertraut gemacht werden. Die Rally führt die TeilnehmerInnen über den Campus, wobei sie bestimmte Aufgaben an spezifischen Orten ausführen müssen. Die neuen StudentInnen spielen dabei in kleinen Teams zusammen und gleichzeitig gegen mehrere andere Teams. Jedes Team erhält dabei seinen eigenen PDA.

Während der Orientierungsrally bekommen die einzelnen Teams verschiedene Aufgaben gestellt, die sich auf für die StudentInnen

relevante Orte beziehen. Dabei zeigt der PDA immer die aktuelle Position der Teams auf einer digitalen Karte der Universität an. Wenn die Teams dabei ein Gebäude betreten, wechselt die Karte von der Outdoor-Karte zu der Indoor-Karte des entsprechenden Gebäudes. Neben dem Lösen der Aufgaben wird der Wettbewerb durch gegenseitiges Fangen ergänzt: Jedes Team versucht ein anderes Team zu fangen, wird aber dabei selbst von einem anderen Team gejagt. Der PDA zeigt sowohl die Position der Beute als auch die des Jägers an. Zusätzlich werden die StudentInnen vom PDA mittels ortsabhängiger Informationen und durch einen Kommunikationskanal unterstützt. Die Aufgaben, die die SpielerInnen in der Rally lösen sollen, helfen ihnen, die Basisinformationen über die Universität selbstständig zu erarbeiten. Für eine detaillierte Beschreibung des Szenarios, der Technik und des Interfaces siehe Göth et al. (2004) und Schwabe & Göth (2005a).

Forschungsmethode

Die Entwicklung des mExplorers folgt grundsätzlich der Design Science (Hevner et al., 2004). Als konkrete Methode wurde die Pilotierung von Schwabe & Krcmar (2000) eingesetzt. Die grundlegende Idee der Pilotierung ist die enge Einbindung der zukünftigen EndnutzerInnen in den Entwicklungsprozess bei sozio-technischen Innovationen, so dass sich Entwicklungs- und Evaluationsphasen stetig abwechseln. Sharples et al. (2002) verarbeiteten diese Idee für den Bildungsbereich und verfeinerten die Methode zum Socio-Cognitive Engineering. Diese Methodik ist immer dann sinnvoll, wenn ein System entwickelt werden soll, das so neu ist, so dass AnwenderInnen mangels Erfahrung keine adäquaten Anforderungen nennen können. Stattdessen müssen sie etwas ausprobieren und können erst danach beurteilen, wie gut es ihnen gefallen hat. Dementsprechend wird ein schnell erstellter Prototyp gefertigt, mit dem das Nutzungsszenario so realistisch wie

möglich umgesetzt wird. Die Erfahrungen aus einem solchen Test werden für eine neue Version des Prototyps genutzt, der wiederum von möglichst authentischen NutzerInnen beurteilt wird. Die Zyklen sollten dabei möglichst kurz sein. Im Folgenden die einzelnen Zyklen bei der Entwicklung des mExplorers, die durch die abschließenden Feldtests charakterisiert sind:

1. Feldversuch – Oktober 2003: Der erste Feldtest wurde im Oktober 2003 an der Universität Koblenz durchgeführt. Es konnte wegen technischer und logistischer Probleme lediglich eine äußerst reduzierte Variante mit sieben Freiwilligen getestet werden.
2. Feldversuch – Mai 2004: Mit einer überarbeiteten Version des mExplorers wurde ein weiterer Testlauf an der Universität Koblenz mit 22 freiwilligen StudentInnen unternommen. Diesmal konnte mExplorer tatsächlich wie vorgesehen genutzt werden und somit das Grundscenario evaluiert werden.
3. Feldversuch – Oktober 2004: Zum Semesterstart des WS 04/05 wurde der mExplorer mit 149 StudentInnen der Informatik am Campus Irchel der Universität Zürich getestet. Sowohl das didaktische Design als auch eine vollständige umgestaltete Bedienoberfläche für die SpielerInnen sowie deren Nutzen stand in diesem Test im Vordergrund.
4. Feldversuch – Oktober 2005: Zum Beginn des WS 05/06 im Oktober 2005 nahmen 57 StudentInnen der Universität Zürich an diesem Versuch teil. Im Vordergrund des Tests standen die neuen Funktionen durch eine Neuimplementierung des mExplorer Systems und ein Vergleich mit einer analogen Variante des Spiels.
5. Feldversuch – Januar 2006: Es wurde eine Evaluation jeder einzelnen Funktion des mExplorers in Bezug auf Motivation, Lernen, räumliche Orientierung, sozi-

ale Gemeinschaft und Didaktik durch 18 StudentInnen der CSCW-Vorlesung durchgeführt. Zusätzlich konnten Moderationsaspekte und Flexibilität getestet werden.

6. Feldversuch – Februar 2006: Es wurde mit zwölf pädagogisch vorgebildeten TeilnehmerInnen ein Expertenworkshop durchgeführt. Hierbei stand die Evaluation verschiedener mExplorer Szenarien (Orientierungsspiel, Annotationen und Bewertungen) aus didaktischer Sicht im Vordergrund.
7. Feldversuch – Juni 2006: Es konnte das mExplorer Szenario mit erweiterten Kreativaufgaben an einer Schulklasse mit 15 SchülerInnen und deren fünf LehrerInnen getestet werden.
8. Feldversuch – Oktober 2006: Zu Beginn des WS 06/07 wurde mit 49 StudentInnen der Universität Zürich das mExplorer Spiel gespielt. Im Vordergrund standen hier die Evaluation einer kompassbasierten Orientierungshilfe und das daraus resultierende Orientierungswissen.

Die ProbandInnen spielten während der Feldversuche ein mExplorer Spiel und wurden während dessen beobachtet und mit Videokamera aufgenommen. Die StudentInnen wurden nach dem Spiel mit Fragebögen befragt. In allen Tests wurden der allgemeine Eindruck zum Spiel, die Motivation und der Spaß, das Lernen und die Bedienung und Technik evaluiert. Zusätzlich dazu wurden Fragen zu den jeweiligen Testthemen gestellt, z.B. Fragen zum Grundscenario im zweiten Feldversuch. Neben den Fragebögen wurden Logfiles des mExplorers ausgewertet. In manchen Feldversuchen wurden zusätzlich Interviews geführt oder die ProbandInnen mit Hilfe von elektronischen Sitzungen mit GroupSystem befragt. Für eine detaillierte Beschreibung der Versuche siehe Frohberg & Göth (2007) und Göth (2008).

Die Analysemethode

In den ersten Experimenten mit dem mExplorer wurde festgestellt, dass die Lernenden passiv die Informationen aus dem System konsumierten und nicht wie beabsichtigt ihre Umgebung erforschten. Ausgehend von den Daten der Feldversuche wurden einzelne Aspekte identifiziert, die dieses Verhalten erklärten. Bei der Untersuchung wurde das Analyseframework für Mobile Learning von Sharples und Taylor (Taylor et al., 2006) als Strukturierungswerkzeug verwendet. Es basiert auf der Activity Theorie (Engeström, 1996). Das Framework unterscheidet Lernziel (die didaktische Zielsetzung), Tools (die verwendeten lernrelevanten Ressourcen), Subjekte (Lernende und Lehrende), Steuerung (Steuerung des Lernprozesses), Kontext (die Lernumgebung) und Kommunikation.

Die Ergebnisse der Feldversuche wurden den Bereichen des Frameworks zugeordnet, um diese zu strukturieren. Ergänzend wurden zu diesen Bereichen verwandte Projekte in der Literatur analysiert. Ausgangslage der Untersuchung sind die ca. 150 Projekte, die Frohberg (Frohberg, 2007) klassifiziert. Für diesen Ar-

tikel wurden die 24 Projekte in der Kategorie physischer Kontext (siehe Tabelle 3) weiter betrachtet. Anhand der Analyse des mExplorers und der Literatur soll nun das oben beschriebene Problem untersucht werden.

Abbildung 1 dient dabei als Gliederung der folgenden Analyse und fasst diese zusammen. Dabei wird jeder der Bereiche des Frameworks von Sharples und Taylor einzeln behandelt. Nur der Bereich »Kontext« wird nicht als Variable betrachtet, da alle behandelten Systeme sich im gleichen Kontext (physischer Kontext) befinden. Da in jedem Bereich ein schrittweiser Übergang von passivem zum aktiven Lernen zu beobachten ist, wird neben den beiden Extrempunkten auch eine Übergangsform in der Mitte beschrieben.

Lernform: Vom transmissiven zum explorativen Lernen

Im Bereich der Lernziele ist die Lernform sehr wichtig, mit der man versucht, dem Lernenden etwas beizubringen. Mobile Learning Projekte, die situiertes Lernen im Kontext umset-

	Passiv	→	Aktiv
<i>Lernziel</i> Lernform:	Transmissives Lernen	Interaktives Lernen	Exploratives Lernen
<i>Tools</i> Technologierolle:	Kontext gebend	Kontext anreichernd	Moderierend
<i>Subjekte</i> Motivationsform:	Ohne spielerischen Elemente	Mit Spielelementen angereichert	Spielerisch
<i>Steuerung</i> Gruppensteuerung:	Isoliertes Lernen	Lernen in Zweiertteams	Lernen in Gruppen
<i>Kommunikation</i> Kommunikationsform:	Keine Kommunikation	Mühsame Kommunikation	Bequeme Kommunikation

Abbildung 1: Vom passiven zum aktiven Lernen

zen wollen, streben daher zur bestmöglichen Aktivierung der Lernenden ein exploratives Lernen an. In der konkreten Umsetzung wird dieses Ziel jedoch nur unvollständig erreicht. Auf breiter Ebene herrschen passive und interaktive Elemente vor. Echtes exploratives Lernen ist jedoch kaum zu finden.

In der Spalte *Lernform* von Tabelle 3 sind die 24 Mobile Learning Projekte daraufhin analysiert worden, ob sie schwerpunktmäßig transmissives (passiv), interaktives (physisch aktiv) oder exploratives (kognitiv aktiv) Lernen fördern. Rohdaten wurden aus Frohberg (2007) entnommen. Im Folgenden eine kurze Definition der drei Begriffe:

Unter *transmissivem* Lernen wird in Anlehnung an Taylor et al. (2003) und Crawford (2004) das behavioristisch geprägte Beliefern von multimedialen Lerninhalten auf mobile Endgeräte verstanden. Auch wenn die Inhalte mit dem Kontext in unmittelbarem Zusammenhang stehen, bleibt dies doch im Kern ein passives, konsumierendes Lernen.

Bei *interaktiven* Tätigkeiten interagieren die Lernenden vor allem mit dem Mobilgerät anstatt wie beabsichtigt mit dem Kontext oder mit anderen Personen. Dazu zählen das Lösen eines Multiple-Choice-Quiz, die Dokumentation des Kontextes durch Fotos, Annotationen, Sprachaufnahmen, Notizen und das Sammeln von Messdaten mit Hilfe von Sensoren. All diese Tätigkeiten sind einzeln sehr schnell erledigt, erfordern relativ wenig Konzentration und Nachdenken und führen nicht zielstrebig zu einer Lösung. Die erreichte Aktivierung ist ohne eine Weiterverarbeitung des gesammelten Materials moderat.

Bei *explorativen* Tätigkeiten (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001) finden Handlungen in der Umgebung und mit ihren Objekten statt. Sie sind konstruktivistisch, zielgerichtet, lösungsorientiert und haben einen nachhaltig forschenden, entdeckenden Charakter. Sie fordern den Lernenden kognitiv sehr stark und bewirken, dass er sich, getrieben durch Neugierde, intensiv im Kontext umschauf, ex-

perimentiert, sich mit seinen Beobachtungen auseinandersetzt, sie hinterfragt, interpretiert und mit anderen diskutiert.

Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass 16 Projekte schwerpunktmäßig mit transmissivem Lernen arbeiten. Weitere elf Projekte fördern interaktives Lernen, wobei es hier Projekte gibt, die sowohl transmissive als auch interaktive Elemente enthalten. Nur der mExplorer enthält ansatzweise explorative Elemente. Beim mExplorer steht aber trotz der explorativen Elemente weitestgehend das interaktive Lernen im Vordergrund. Anhand dieses Beispiels wird im Folgenden gezeigt, welche Möglichkeiten gefunden wurden, um ursprünglich transmissives und interaktives Lernen mit explorativen Elementen anzureichern.

Das Lernziel des mExplorers ist das Kennenlernen des Universitätscampus (Schwabe & Göth, 2005a), welches ursprünglich durch klassische interaktive Multiple Choice Aufgaben realisiert werden sollte. Die StudentInnen sollten durch die Aufgabe zu den wichtigsten Orten der Universität (Bibliothek, Hörsäle, Sekretariat etc.) geführt werden, um dort neben dem Lösen der Aufgabe auch die Umgebung zu erkunden. Bei den ersten Versuchen wurde festgestellt, dass zwar die Aufgaben gelöst wurden, dies aber nicht zum selbstständigen explorativen Erkunden der Umgebung führte. Daher wurde dieses Konzept des interaktiven Lernens zum einen um Aufgaben mit stärkerem Kontextbezug erweitert und zum anderen durch transmissives Lernen mit Hilfe von Informationsvermittlung durch Points of Interest (PoI) erweitert.

Transmissives Lernen mit Points of Interest

Um Anreize für eine weitergehende Beschäftigung mit dem Kontext zu geben, wurden im Feldversuch 4 im Oktober 2005 neben den Aufgaben zusätzlich 18 für die ProbandInnen

relevante Points of Interest (PoI) eingesetzt. PoI sind Markierungen auf der digitalen Karte des PDAs, zu denen zusätzliche digitale Informationen zu dem markierten Ort hinterlegt sind. Die Erwartung war, dass die StudentInnen sich die markierten Punkte anschauen, die Informationen dazu lesen und dadurch etwas über die Umgebung lernen würden. 23 ProbandInnen wurden im Detail interviewt. Die Ergebnisse zeigten, dass die ProbandInnen sich im Interview nach dem Spiel nur an durchschnittlich 1,8 PoI der 18 PoI erinnerten. Die Interviewten berichteten, dass sie die Points of Interest weitgehend ignoriert oder bestenfalls nach Absolvierung aller Aufgaben mal kurz angeschaut hätten, ohne allerdings vor Ort zu sein. Demzufolge wurden die Points of Interest auch nur mit 2,98 und das Erstellen von eignen PoIs mit 2,41 bewertet (Scala von 1–5, N = 41).

Die PoI wurden ignoriert, weil sie als weniger wichtig angesehen wurden als die Aufgaben und teilweise auch, weil das grundsätzliche Interesse fehlte. Es zeigte sich, dass passive Vermittlung von Informationen in einem ansonsten aktiv gestalteten Szenario ungeeignet ist. Die Lernobjekte müssen also aktiv ins (Spiel-) Geschehen mit eingebunden werden. Diese Art der passiven Informationsvermittlung durch die PoI hatte bei den ProbandInnen keine aktivierende Wirkung und erscheint daher ungeeignet.

Interaktives Lernen mit Multiple Choice Aufgabenstellung

Im Fragebogen des Feldversuchs 4 wurden Schwierigkeit, Spaß und Nutzen der Multiple Choice Aufgaben evaluiert (siehe Tabelle 1). Es zeigte sich, dass die SpielerInnen die Bibliotheksaufgabe, in der sie eine Information aus einem bestimmten Buch suchen mussten, als sehr nützlich empfanden. Zum Lösen der Aufgabe mussten die SpielerInnen das Recherchesystem der Bibliothek finden, es bedienen lernen, den Büchercode finden, die Codierung der Bibliothek verstehen und schlussendlich das Buch finden. Damit war die Aufgabe sehr stark in den Kontext integriert und erforderte selbstständiges Erforschen. Auf diese Weise wurden das erste Mal explorative Elemente beobachtet. Die Aufgaben »Computerclub« (die StudentInnen mussten herausfinden, wie man sich in das universitäre WLAN einloggt) und »Säule« (die StudentInnen mussten herausfinden, wie sie das Informationssystem der Info-Säule bedienen, um damit einen speziellen Hörsaal zu finden) hatten einen ähnlichen Kontextbezug und wurden entsprechend ähnlich bewertet.

Andere Aufgaben hingegen waren kaum anspruchsvoll und hatten nur sehr wenig Kontextbezug. Bei der Aufgabe »WC« mussten die SpielerInnen herausfinden, dass an diesem Ort keine Vorlesungen stattfinden,

Aufgabe	WC	Säule	Arbeitsraum	Computerclub	Sekretariat	Bibliothek	Briefkasten
Schwierigkeitsgrad	2,03	3,27	2,43	2,27	2,94	3,48	2,39
Nutzen	2,38	3,73	2,59	4,19	2,84	3,92	2,89
Spaß	4,01	3,16	2,54	3,46	2,27	3,35	2,89
Summe Spaß & Nutzen	6,38	6,89	5,14	7,65	5,11	7,27	5,78
Scala von 1 (sehr wenig) bis 5 (sehr viel) außer bei der Summe; N = 37							
Höchster Wert Tiefster Wert							

Tabelle 1: Ergebnisse zu den Aufgaben

bei der Aufgabe »Arbeitsraum« mussten Sitzplätze gezählt werden, bei der Aufgabe »Sekretariat« mussten sie herausfinden, dass es hier Formulare gibt und bei der Aufgabe »Briefkasten«, dass man dort Hausaufgaben abgeben kann. Diese Aufgaben hatten reinen interaktiven Charakter und sollten dazu dienen, dass die SpielerInnen den Ort besuchen und diesen dann selbstständig weiter erforschen. Es zeigte sich, dass die entsprechenden Aufgaben im Vergleich weder besonders Spaß gemacht hatten noch als besonders nützlich angesehen wurden. Das erhoffte weitere Erforschen fand nicht statt. Es konnte festgestellt werden, dass je aktiver, explorierender und kontextintegrierter eine Aufgabe war, desto besser wurde sie bewertet.

Exploratives Lernen durch Kreativaufgaben

Die Wirkung der Aufgaben mit hohem Kontextbezug war aber dort trotzdem limitiert, da weiterhin nur der Kontext der Aufgabe untersucht wurde, der restliche Kontext aber weiterhin ausgeblendet wurde. Im Feldtest 7 im Juni 2006 wurde daher die Aufgabenstellung um offene Kreativaufgaben erweitert. Eine Kreativaufgabe lautete: *Misst den Abstand zwischen den beiden Hörsälen 45 und 30 in einer kreativen, von Euch selbst erfundenen Maßeinheit*. Wichtig war hierbei, dass nachfolgende SpielerInnen die Lösungseinträge der vorherigen einsehen und sich dadurch inspirieren lassen konnten. Es sollte damit geprüft werden, ob sich Synergieeffekte ergäben.

Die Kreativaufgaben waren ein Erfolg. Die TeilnehmerInnen zeigten sich sehr aktiv und kreativ. Bei der Abstandsmessung zwischen zwei Orten waren die ersten beiden Teams erwartungsgemäß sehr wenig kreativ. Sie gaben die Entfernung in 35 bzw. 37 Schritten an. Das dritte Team war nicht weniger einfallreich in 118 Fußlängen der Größe 42. Inspiriert von den frühen Teams und angemahnt durch die Versuchsleitung steigerte sich die

Kreativität von Team zu Team. Team 4 borgte sich von der gerade passierenden Reinigungskraft einen Besen und maß die Entfernung in Besenstillängen. Nachfolgend wurde die Entfernung in 32 Knirpslängen (Knirps = kleiner Regenschirm), 3.500.000 Haarbreiten, viereinhalb Papierfliegerweiten, 30 Rollumdrehungen und 25 Wurfschirmängen mit aufgespanntem Regenschirm angegeben. Bei den Rollumdrehungen wälzte sich tatsächlich ein Teilnehmer auf dem Boden, um die Länge zu messen. Die TeilnehmerInnen dürften die Standorte der beiden zentralen Hörsäle mit der gelungenen emotionalen Verknüpfung deutlich länger und nachhaltiger in Erinnerung behalten, als dies mit einer reinen Wissensaufgabe der Fall gewesen wäre. Dies zeigte sich auch an dem empfundenen Spaß. Die beiden Kreativaufgaben wurden mit jeweils 3,84 und 4,05 als beste Aufgaben bewertet (Scala 1–5, N = 20). Damit liegen sie 0,80 Punkte im Schnitt über den anderen Aufgaben. Zusätzlich zeigt sich der Erfolg der Kreativaufgaben am Gesamtspañ, welcher mit 4,35 von 5 bewertet wurde (Scala 1–5, N = 20).

Als Fazit wird festgehalten, dass die Belieferung von kontextbezogenen Informationen in Form von Points of Interest (POI) (transmissiv) nicht zu dem gewünschten Effekt führen, dass Lernende durch sie angeregt werden und sich intensiver mit dem Kontext auseinandersetzen. Im Gegenteil ignorieren sie entweder die POI weitgehend, können sich an sie nicht erinnern oder lenken sie gar vom Kontext ab. Wissensaufgaben (interaktive Multiple Choice Aufgaben) führen zu einer geringen Auseinandersetzung mit der Umgebung. Kreativaufgaben hingegen bewirken eine sehr intensive Aktivität und eine explorative Auseinandersetzung.

Technologierolle: Vom Kontext gebenden zum moderierenden Gerät

Da Mobile Learning von der eingesetzten Technik als Tool lebt, ist die Technologierolle, also die Integration der Technik in das Lernsetting, sehr wichtig. In Göth et al. (2006), Froberg (2007) und diesem Artikel wird detailliert gezeigt, dass in sehr vielen relevanten Mobile Learning Projekten die sinnvolle Integration der Technik in das Lernsetting nicht funktioniert. Anstatt sich aktiv mit der Umgebung auseinanderzusetzen, bewegen sich die Lernenden mit gesenktem Kopf und die Augen starr auf den Bildschirm des Mobilgeräts gerichtet (Fokusproblem). Am deutlichsten ist dieses Verhalten dort zu beobachten, wo die Umgebung lediglich Bewegungsraum ist und der gesamte Handlungsraum als Simulation über das Mobilgerät dargestellt wird (siehe Tabelle 3, Projekte mit dem Eintrag Kontext gebend). Etwas weniger stark, aber immer noch viel zu stark, ist das Phänomen ausgeprägt, wo mit Hilfe des Mobilgeräts die Umgebung nicht überlagert, aber angereichert wird, z.B. durch Points of Interest. In Expeditionsprojekten dient das Mobilgerät häufig als Spezialwerkzeug zum Datensammeln, was wenig Ablenkung verursacht, welches aber die kognitive Aktivität im Kontext weniger anregt.

Das grundsätzliche Problem ist, dass die Lernenden beim explorativen Erforschen der neuen Umgebung leicht überfordert werden. Zum einen führt das explorative Lernen an sich schon leicht zur Überforderung (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001), zum anderen kann die Interaktion mit dem mobilen Gerät bei der Bearbeitung der verschiedenen Aufgaben zu großer kognitiven Last führen (Schwabe et al., 2005). Daher sollten die Lernenden primär nur mit einem Objekt (mobiles Gerät oder Umgebung) interagieren. Da in diesem Fall die Umgebung auch das Lernobjekt ist, sollte dies hier die Umgebung sein. Daher sollte

Mobile Learning nicht versuchen, den Kontext möglichst weit anzureichern. Eine Anreicherung sollte nur sehr vorsichtig und selektiv geschehen. Mobile Learning sollte sich darauf konzentrieren, mit Hilfe des Mobilgeräts einen zweckmäßigen Grad von Orientierung für den Lernenden zu bieten. Ein vielversprechender Lösungsansatz ist, die Funktion des mobilen Gerätes auf die Moderation der Lernhandlungen zu beschränken. Für diese These bietet der mExplorer folgende Daten.

Im vierten Feldversuch im Oktober 2005 wurde der mExplorer mit einer papierbasierten Version des Spiels verglichen. Hierbei hatten die SpielerInnen lediglich eine ausgedruckte Karte des Campus mit den darauf eingezeichneten Aufgaben zur Verfügung. Im Vergleich stellte sich heraus, dass die ProbandInnen der papierbasierten Version des Spiels effizienter waren. Diese absolvierten alle Fragen in durchschnittlich 40 Minuten (min = 32 Minuten, max = 59 Minuten). Lediglich knapp die Hälfte (10 von 21 Teams) der Teams der digitalen Spielversion konnten alle Fragen binnen der vorgesehenen 90 Minuten beantworten. Zwar hatten die Teams in der digitalen Version zusätzlich Zeit für das gegenseitige Fangen, für Chatten und für das Einsehen von Points of Interest verwendet, trotzdem war der Unterschied frappant und in dieser Größenordnung auch überraschend. Da die mit PDA ausgerüsteten TeilnehmerInnen über zusätzliche Orientierungshilfestellungen in Form der Anzeige der aktuellen Position und der roten Linie (Pfadhistorie) verfügten, wäre deren höhere Effizienz durchaus plausibel gewesen. Stattdessen führte die wohlgemeinte Hilfestellung offenbar dazu, dass die SpielerInnen sich einzig und allein auf diese konzentrierten und sich mit gesenktem Kopf langsam, mit vielen Stopps und beinahe blind durch den Raum bewegten.

Die analogen SpielerInnen hingegen blickten lediglich kurz auf den Ausdruck der Karte, orientierten sich und bewegten sich dann schnell und zielstrebig in die anvisierte Richtung. Sie

nutzten dabei viel intensiver die physischen Orientierungshilfen wie Hinweisschilder, Wandpläne und dergleichen. Die Karte wurde nur punktuell als unspektakuläres Hilfsmittel genutzt. Die Karte kam lediglich für kurze Zeit in den Fokus der SpielerInnen und verschwand darauf gleich wieder im Hintergrund, während der PDA ständig im Vordergrund der Aufmerksamkeit verblieb und nicht in den Hintergrund wechselte. Dies sorgte dafür, dass das eigentliche Lernziel, die Umgebung besser kennen zu lernen, nicht erreicht wurde. Die SpielerInnen konsumierten passiv die Informationen auf dem PDA und ließen sich von ihm anleiten. Die Technologie dominierte so stark, dass eine aktive Erforschung nicht stattfand. Die Bereitstellung der Karte an sich ist nicht das Problem, aber es muss dafür gesorgt werden, dass sie sich als Werkzeug, ohne große Aufmerksamkeit zu erregen, in das Lernszenario integriert. Dies gilt für alle eingesetzte Technologie. Im Sinne von Calm Computing (Weiser & Brown, 1996) könnte man hier von Calm Mobile Learning sprechen.

Die intensivste Auseinandersetzung mit der Umgebung wurde bei den vorher beschriebenen Kreativaufgaben beobachtet. Hierbei wurden die SpielerInnen lediglich durch den PDA angeleitet, aber ansonsten konnte der PDA zur Seite gelegt werden. Zusätzlich ermöglichte das System, dass der Spielleiter hier moderierend eingreifen konnte, als die ersten Gruppen eher unkreative Antworten gaben. Der PDA hatte in diesem Moment eine rein moderierende Rolle.

Motivationsform: Vom Lernen ohne spielerische Elemente zum spielerischen Lernen

Im Bereich des Subjektes ist Motivation ein wichtigstes Kriterium, denn ein nicht motivierter Lernender wird nicht oder allenfalls

unzureichend lernen. Aus diesem Grund wurde das Grundszenario als Spiel gestaltet, um damit die Motivation des Lernenden zu erhöhen. Lernen im Kontext ist prädestiniert, dies spielerisch zu unterstützen. Im Bereich der Motivationsform überwiegt jedoch bei Mobile Learning Systemen solche ohne spielerische Elemente (siehe Tabelle 3) (z.B. Mobiler Museumsführer). Einige Projekte sind auch mit spielerischen Elementen *angereichert*, aber Spielziel und Lernziel sind nebenläufig oder gar konkurrierend. Als *spielerisch* wären Projekte klassifiziert worden, bei denen durch das Spielen das Lernziel erreicht wird, im Idealfall so getarnt, dass der Lernende seine Aktivitäten hochmotiviert ausführt, es gar nicht als Lernen begreift, sondern unerschwerlich lernt. Ein entsprechendes Projekt wurde nicht gefunden.

Das Grundszenario des mExplorers ist so aufgebaut, dass die SpielerInnen durch die Aufgaben zu explorativem Lernen angehalten werden sollen. Zusätzlich gibt es spielerische Elemente, die die Motivation steigern sollen, um damit den Lernenden zu aktivieren. Die Evaluation des Spielspaßes zeigt sehr deutlich, dass die Lernenden viel Spaß empfunden haben (z.B. 4,68 von 5 Punkten im zweiten Feldversuch im Mai 2004) und dadurch stark motiviert wurden.

Im Feldversuch im Januar 2006 wurden die einzelnen Bereiche des Spiels in Bezug auf die Motivation evaluiert. Es zeigt sich bei den Ergebnissen, dass insbesondere die spielerischen Elemente, wie das gegenseitige Fangen, die wettbewerbsorientierten Aufgaben und das Chatten wichtig für die Motivation sind. Abgeschlagen sind die Points of Interest. Dies zeigt deutlich, dass die spielerischen Elemente zu einer Motivationssteigerung und damit zu einer Aktivierung führen. Die Idee ist, dass der Lernende durch die spielerischen Elemente für das eigentliche Lernen belohnt werden soll. Das Lernen selbst ist hierbei aber genauso gestaltet wie beim ernsthaften traditionellen Lernen.

Trotz der aufgebauten Motivation führte dies beim mExplorer nicht zum Explorieren der Umgebung. Stattdessen wurde von den SpielerInnen versucht, so schnell wie möglich so viele Punkte wie möglich zu erringen, um dadurch das Spiel zu gewinnen. Es wurde festgestellt, dass die angestrebte Aktivierung für das Lernen nur bedingt funktionierte. In seinem Buch über spielerisches Lernen legt Prensky (2001) dar, dass (digitales) Spielen und Lernen miteinander vereinbar sein muss. Es ist bei spielerischem Lernen darauf zu achten, dass Spielziel und Lernziel aufeinander abgestimmt sind und nicht kollidieren. Man darf nicht in die Falle tappen, dass Spielziel und Lernziel separat verfolgt werden und so miteinander konkurrieren. Es besteht eine latente Gefahr, dass Lernende sich sonst auf das motivierende Spielziel konzentrieren und das Lernziel nicht erreicht wird.

In der Praxis ist die eigentliche Herausforderung an das didaktische Design das Verknüpfen von Lern- und Spielziel. Die Gestaltung eines didaktischen Szenarios, bei dem Spielziel, Lernziel und persönlicher Nutzen harmonieren, ist sehr stark von den Rahmenbedingungen, der Zielgruppe, den inhaltlichen Lernzielen abhängig. Doch durch das Übereinbringen von Spielziel und Lernziel, wodurch aus einer mit Spielelementen angereicherte Lernumgebung ein echtes spielerisches Lernen wird, kann eine enorme Aktivierung des Lernenden in Bezug auf das Lernziel erreicht werden. Erste Ansätze zum Verknüpfen von Lern- und Spielziel sind die oben beschriebenen Kreativaufgaben oder Aufgaben, in denen man Gruppen gemeinsam etwas Bestimmtes suchen lässt, z.B. geeignete Arbeitsplätze auf dem Universitätscampus.

Teamgröße	Spielspaß	Gelöste Aufgaben	Teambildung
1	3,56	2,77	1,44
2	3,66	4,41	3,21

Tabelle 2: Auswirkung der Teamgröße

Gruppensteuerung: Vom isolierten Lerner zum Lernen in Gruppen

Im Bereich der Steuerung sind alle Regeln eines Mobile Learning Systems zu nennen. Es handelt sich hierbei um Vorgaben zu sozialen Regeln, Handlungsanweisungen, Spielregeln und die Steuerung durch das technische System. All dies wird wesentlich durch die Sozialform (Einzellernender, Paar, Gruppe) des Lernens beeinflusst. Bei den Untersuchungen in diesem Bereich sind die Spielregeln zum Zusammenspielen, also die Regelung der Interaktion zwischen den SpielerInnen, besonders aufgefallen. Eine grundsätzliche Annahme im Bereich der mobilen Lernsysteme ist, dass man durch die Größe des PDA auf isoliertes Lernen festgelegt ist, da immer nur ein Lerner den PDA gleichzeitig bedienen kann. Aktivierende Sozialformen, wie kooperatives Arbeiten in Gruppen, finden daher kaum statt. Dies zeigt sich auch in der Betrachtung der Projekte in der Literatur. Die von Froberg (2007) nach der Sozialform untersuchten 24 Mobile Learning Projekte (siehe Tabelle 3), wurden in *isoliertes* Lernen (jeder Lernende erhält sein eigenes Mobilgerät und lernt für sich alleine), *lose Paare* (zwei Lernende spielen als ein Team und erhalten jeweils ein eigenes Mobilgerät, damit sie sich bei unterschiedlichem Interesse trennen können), *enge Paare* (zwei Lernende teilen sich entweder ein Mobilgerät oder die Mobilgeräte haben unterschiedliche Funktionen und lernen so gemeinsam als festes Team) und *Gruppenarbeit* (eine größere Gruppe arbeitet gemeinsam an einem Ziel und kooperiert vor Ort) unterschieden.

Es wurden 13 Projekte mit isoliertem Lerner, sieben Projekte mit losen Paaren und weitere sieben Projekte mit engen Paaren gefunden. Einige Projekte sind mit Mehrfachwertungen versehen, wenn sie zumindest Ansätze der nächsthöheren Stufe beinhalten.

Projekte mit meist nur vagen Ansätzen für Gruppenarbeit gibt es noch sechs. Projekte, die wirklich für intensive Gruppenarbeit gedacht sind, gibt es noch kein einziges.

Isoliertes Lernen vs. Lernen in Zweierteams

Die Annahme, dass Mobile Learning auf isoliertes Lernen festgelegt ist, wurde beim mExplorer untersucht (siehe auch Schwabe et al., 2005 für die statistische Auswertung). 151 Studierende spielten im vierten Feldversuch im Oktober 2004 ein 45-minütiges mExplorer Spiel, in dem sie bis zu zwölf Aufgaben lösen konnten. Die ProbandInnen spielten das Spiel in verschiedenen großen Teams (1–5 Spieler), wobei jedes Team nur einen PDA benutzte. Die Evaluation mit Fragebögen ergab, dass Zweierteams subjektiv einen geringfügig höheren Spielspaß empfanden als die EinzelspielerInnen (siehe Tabelle 2). Dieser schwache Unterschied deckte sich allerdings nicht mit den Beobachtungen, da EinzelspielerInnen mit versteinierter Miene spielten, wohingegen bei Zweierteams viel gelacht und gestikuliert wurde. Mit steigender Gruppengröße nahm der Spaß ab, da der notwendige Aufwand für Koordination und Konsensfindung stieg. Dieser Aufwand war demotivierend, da er keine konstruktive Wirkung hatte. Zusätzlich sank der Aktivitätslevel für jedes zusätzliche Teammitglied. Bei Fünfergruppen beispielsweise führte einer die Gruppe an, während die anderen mehr oder weniger teilnahmslos hinterherliefen.

Die Evaluation zeigte weiterhin deutlich, dass Zweierteams signifikant mehr Aufgaben lösen konnten als EinzelspielerInnen. Im Schnitt lösten die EinzelspielerInnen 2,77 Aufgaben, wohingegen die Zweierteams 4,41 Aufgaben lösten. Durch die Komplexität

mit einer neuen Umgebung zu interagieren und diese explorativ zu erkunden, waren die EinzelspielerInnen deutlich überlastet. Zweierteams konnten sich gegenseitig helfen, bestätigen und sich so gegenseitig mehr Sicherheit geben. Dies führte zu dem aktiveren Spielverhalten. Wie erwartet war auch die Teambildung bei Zweiergruppen signifikant besser als bei EinzelspielerInnen. Die Zweierteams interagierten sehr gut miteinander, wohingegen EinzelspielerInnen keinen direkten Ansprechpartner hatten. Diese Ergebnisse bestätigten, dass Zweierteams die beste Sozialform sind, um hohen Spaß und gleichzeitig auch hohe Effizienz zu gewährleisten.

Lernen in Gruppen

Der Einsatz von Zweiergruppen führt zu einer beobachtbaren Aktivierung des Lernenden. Größere Teams sind aber ungeeignet. Es kommt zum Auseinanderfallen von Teams oder passiven MitläuferInnen im Team. Daher erscheint die Erweiterung der Regeln des mExplorers um Gruppen, die aus mehreren Teams bestehen, sinnvoll. Der mExplorer unterstützt zurzeit solche Regeln und Aufgaben für solche Gruppen nicht. Aber erste Indizien, dass dieser Schritt zu einer weiteren Aktivierung des Lernenden führt, wurden beim Einsatz der Kreativaufgaben gefunden. Dadurch, dass die einzelnen Teams lesen konnten, wie andere Teams diese Aufgaben lösen, wurden sie selbst inspiriert, noch bessere und kreativere Lösungen zu finden. Weiter vorstellbar sind Gruppenaufgaben, in denen Teams gemeinsam etwas suchen müssen. Wenn diese Interaktion noch durch gezielte Regeln und Kooperationsaufgaben gefördert wird, kann eine deutliche Aktivierung angenommen werden.

Kommunikationsform: Von keiner Kommunikation zur bequemen Kommunikation

Für die aktive kognitive Verarbeitung beim Lernen spielt der gegenseitige Austausch zwischen Lernenden eine wichtige Rolle. In den meisten Mobile Learning Projekten sind die Lerner entweder isoliert voneinander oder Kommunikation findet ohne Technikunterstützung von Angesicht zu Angesicht statt. Zwar ist die direkte Kommunikationsform die bequemste und mächtigste Form der Kommunikation. Sie bedingt aber physische Nähe der GesprächspartnerInnen. Will man exploratives und auch kooperatives Lernen ermöglichen, bei dem die Lerngruppe verteilt agiert, kann mit Hilfe eines elektronischen Kommunikationskanals die physische Distanz überbrückt werden. Nur eine Minderheit von sechs aus 24 Projekten bietet einen solchen elektronischen Kommunikationskanal (siehe Tabelle 3).

Der mExplorer verwendet für die Kommunikation einen integrierten Chat. Die Erfahrungen mit dem Chat-Client sind zwiespältig. Bereits im zweiten Feldversuch im Mai 2004, in dem zum ersten Mal im Mehrspielermodus gespielt wurde, konnte der folgende Widerspruch festgestellt werden: Auf der einen Seite wurde der Chat wenig genutzt. Auf der anderen Seite gaben zwölf von 26 Probanden an, dass die Möglichkeit Chatnachrichten auszutauschen, einen erheblichen Mehrwert darstellt. Im Feldversuch im Oktober 2004 wurde der Chat mit 3,49 von möglichen 5 Punkten als gut bewertet, obwohl er dort ebenfalls kaum genutzt wurde. Im Feldtest im Januar 2006 wurden die Einzelfunktionen des mExplorers evaluiert. Dabei zeigte sich, dass der Chat als drittwichtigste Funktion für die Motivation und wichtigste Funktion für die Gruppenbildung gewertet wurde. Aber auch hier fand praktisch keine Nutzung der Chatfunktion statt. Der Grund für die geringe Nutzung ist die sehr mühsame und damit ineffiziente

Nutzung des Stiftes auf der virtuellen Tastatur des PDA zur Eingabe der Chat-Nachrichten, insbesondere während man sich im Spiel bewegt. Das Auseinanderfallen von Bewertung und Nutzung kann aus der Sicht der Autoren nur so interpretiert werden, dass grundsätzlich die Idee eines Kommunikationskanals im Allgemeinen als sehr wichtig bewertet wird, aber die konkrete Nutzung von Chat auf dem PDA im speziellen ungeeignet ist.

Erst im Feldversuch im Juni 2006 mit SchülerInnen im Alter von 16 bis 17 Jahren konnte das erste Mal eine intensivere Nutzung beobachtet werden. Der Chat wurde meist zum Spaß (»Hello Boys and Girls!«) und für Awareness (»Wo seid ihr?«) verwendet. Die hohe Nutzung (50 Nachrichten in 45 Minuten) ist damit zu erklären, dass die junge Spielergeneration durch SMS an solche mühsame Kommunikation gewöhnt ist.

Es konnte also festgehalten werden, dass zumindest bei der jüngeren Generation mit Hilfe von Chat eine geringe Aktivierung möglich ist. Es führt zu einer intensiveren Erfahrung des Spiels und zum Kontakt unter den SpielerInnen. Aber die intendierte Nutzung der Kommunikation zur intensiven Interaktion zwischen den Teams und zur Erhöhung des Kreativitätslevels konnte bei Weitem nicht erreicht werden. Hierfür scheint es notwendig zu sein, ein reiches Kommunikationsmedium anzubieten. Die Sprachkommunikation erscheint aus Sicht der Nutzungsbequemlichkeit am geeignetsten und wird auch immer wieder explizit von den SpielerInnen gefordert (siehe Schwabe & Göth, 2005b). Hier ist der mExplorer noch nicht so weit wie andere Projekte. So kommen bei vier Projekten erfolgreich Sprachkommunikation mittels Walkie-Talkie bzw. Push-to-Talk-Funktionalität via Mobiltelefon zum Einsatz. In den entsprechenden Projekten erfreut sich der Sprachkontakt zwischen Versuchsleitung (bzw. LehrerInnen) und Lernenden einer deutlich höheren Nutzungsakzeptanz als der Chatkontakt im mExplorer. Durch die Sprachanweisungen werden die Lernenden zusätzlich aktiviert.

Fazit

Die multimedialen Kapazitäten von Mobilgeräten verleiten dazu, diese vorrangig zur Vermittlung von Lernmaterial, welches für den Konsum aufbereitet wurde, zu nutzen. Durch die Fokussierung auf das Mobilgerät, wird exploratives Lernen im Kontext gehemmt. Die Umgebung wird tendenziell als körperlicher Bewegungsraum, nicht aber als kognitiver Handlungsraum genutzt. Spielerische Elemente sind selten vorhanden oder konkurrieren mit dem Lernziel. Lernende bleiben weitgehend voneinander isoliert oder auf einen Lernpartner beschränkt. Paarübergreifende Synergien durch kooperatives Lernen in Gruppen können so nicht genutzt werden. Häufig fehlen geeignete und ausreichend bequeme Kommunikationsmöglichkeiten. Die für exploratives Lernen typische fehlende Orientiertheit der Lerner wird bislang durch Mobile Learning nicht wesentlich verbessert, obwohl gerade für eine raumüberbrückende Lernmoderation Potenzial besteht.

In Zukunft liegt für Mobile Learning im physischen Kontext die Herausforderung weniger in der Frage, wie man die Lerner dazu bringt, Lernmaterial aufzunehmen, sondern stattdessen muss die Dominanz des Mobilgeräts gebrochen werden, damit die Lerner ihre Aufmerksamkeit wieder der Umgebung widmen.

Literatur

- Baumgartner, P. & Payr, S. (1994). *Lernen mit Software*. Innsbruck: Studien Verlag.
- Bradley, C., Haynes, R. & Boyle, T. (2005). Adult Multimedia Learning with PDAs – The User Experience. In 4th World Conference on mLearning: mLearn 2005.
- Chang, A., Chang, M. & Hsieh, A. (2006). A Treasure Hunting Learning Model for Students Studying History and Culture in the Field with Cellphone. In ICALT '06: Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies.
- Chen, Y. S., Kao, T. C., Yu, G. J. & Sheu, J. P. (2004a). A mobile butterfly-watching learning system for supporting independent learning. In Proceedings of the 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education.
- Chen, Y. S., Kao, T. C. & Jang-Ping, S. (2004b). A mobile learning system for scaffolding bird watching learning. In *Journal of Computer Assisted Learning*.
- Cheverst, K., Davies, N., Mitchell, K., Friday, A. & Efstratiou, C. (2000). Developing a context-aware electronic tourist guide: some issues and experiences. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems.
- Crawford, K. (2004). E'Learning and Activity: Supporting Communication, Cooperation and Co-Invention. In Proceedings of the 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education.
- Crom, E. P. de & Jager, A. de (2005). The MLearning Experience. PDA Technology and E-Learning in Ecotourism at the Tshwane University of Technology (TUT). In 4th World Conference on mLearning: mLearn2005.
- Engeström, Y. (1996). *Perspectives on Activity Theory*, Cambridge University Press.
- Frohberg, D. (2006). Mobile Learning is Coming of Age: What we have and what we still miss. In Proceedings of the DELFI: 4. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik.
- Frohberg, D. (2007). *Mobile Learning (Arbeitstitel)*, University of Zurich, Department of Informatics, Information Management Research Group, Diss.
- Frohberg, D. & Göth, C. (2007). mExplorer. Universität Zürich, Institut für Informatik, Arbeitsgruppe Informationsmanagement, Forschungsbericht.
- Göth, C. (2008). mExplorer (Arbeitstitel), University of Zurich, Department of Informatics, Information Management Research Group, Diss.
- Göth, C., Frohberg, D. & Schwabe, G. (2006). The Fokus Problem in Mobile Learning. In Proceedings of the IEEE 4th International Workshop on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education.
- Göth, C., Häss, U. P. & Schwabe, G. (2004). Requirements for mobile learning games shown on a mobile game prototype. In Proceedings of the mLearn.
- Hevner, A. R., March, S., Park, J. & Ram, S. (2004). *Design Science in Information System*, MIS Quarterly, Mar2004, Vol. 28 Issue 1.
- Hsi, S. (2003). A study of user experiences mediated by nomadic web content in a museum. In *Journal of Computer Assisted Learning*.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. The MIT Press.
- Lehner, F., Nösekel, H. & Bremen, G. (2003). M-Learning und M-Education. Mobile und drahtlose

- Anwendungen im Unterricht/Universität Regensburg – Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III. 2003 (63) – Forschungsbericht.
- Mattila, P. (2006). MOOP – Mobile Learning Environment as Part of Daily School Work. In *Microlearning Conference Learning Working & Living in New Media Spaces*.
- Naismith, L., Sharples M. & Ting, J. (2005). Evaluation of CAERUS: A Context Aware Mobile Guide. In 4th World Conference on mLearning: mLearn2005.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. McGraw-Hill.
- Proctor, N. & Burton, J. (2003). Tate Modern Multimedia Tour Pilots 2002-2003. In J. Attewell, G. Da Bormida, M. Sharples & C. Savill-Smith (Hrsg.). *Learning with mobile devices*. London: Learning and Skills Development Agency.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidmann: *Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Psychologische Verlags Union.
- Rentoul, R., Hine, N., Specht, M. & Kravcik, M. (2003). Beyond Virtual Field Trips: Collaboration and m-Learning. In *Proceedings of NAWeb 2003 Conference*.
- Schwabe, G. & Göth, C. (2005a). Mobile Learning with a Mobile Game: Design and Motivational Effects. In *Journal of Computer Assisted Learning*.
- Schwabe, G. & Göth, C. (2005b). Navigating and interacting indoors with a mobile learning game. In *Proceedings of the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*.
- Schwabe, G., Göth, C. & Froberg, D. (2005). Does Team Size Matter in Mobile Learning? In *Proceedings of the IEEE International Conference on Mobile Business*.
- Schwabe, G. & Krcmar, H. (2000). Piloting a Sociotechnical Innovation, *Proceedings of the 8th European Conference on Information Systems ECIS*.
- Sharples, M., Jeffery, N., Du Boulay, J., Teather, D., Teather B. & Du Boulay, G. (2002). Socio-cognitive engineering: a methodology for the design of human-centred technology. In *European Journal of Operational Research*.
- Taylor, J., Sharp, H., Murelli, E., Sharples, M., Schwabe, G., Wood, J. & Peak, L. (2003). D2.1 – User Requirements and Evaluation/MOBIlearn (IST-2001-37187) – Forschungsbericht.
- Taylor, J., Sharples, M., O'malley, C. & Vavoula, G. (2006). Towards a task model for mobile learning: a dialectical approach. In *International Journal of Learning Technology* 2.
- Van Loon, H., Gabriëls, K., Teunkens, D., Robert, K. & Luyten, K. (2006). Designing for interaction: socially-aware museum handheld guides. In *Im Internet am 31.05.2007*. <http://research.edm.uhasselt.be/kris/research/publications/nodem2006/>
- Vavoula, G., Meek, J., Sharples, M., Lonsdale, P. & Rudman, P. (2006). A Lifecycle approach to evaluating MyArtSpace. In *Fourth IEEE International Workshop on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education – WMUTE06*.
- Verdejo, M., Celorrio, C., Lorenzo, E. & Sastre, T. (2006). An Educational Networking Infrastructure Supporting Ubiquitous Learning for School Students. In *ICALT '06: Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*.
- Weal, M. J., Michaelides, D. T., Thompson, M. K. & De-roore, D. C. (2003). The ambient wood journals: replaying the experience. In *Proceedings of the fourteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia*.
- Weiser, M. & Brown, J. S. (1996). Designing Calm Technology. In *Power Grid Journal*.
- Wentzel, P., Van Lammeren, R., Molendijk, M., Bruin, S. de & Wagtendok, A. (2005). Using Mobile Technology to Enhance Students' Educational Experiences. Case Study from the EDUCAUSE Center for Applied Research. – Forschungsbericht.
- Woodruff, A., Aoki, P. M., Hurst, A. & Szymanski, M. H. (2001). Electronic Guidebooks and Visitor Attention. In *Proc. 6 the International Cultural Heritage Informatics Meeting*.
- Yang, J. C. & Chen, C. H. (2006). Design of Inquiry Learning Activity Using Wireless and Mobile Technologies. In *ICALT '06: Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*.
- Yatani, K., Sugimoto, M. & Kusunoki, F. (2004). Musex: a system for supporting children's collaborative learning in a museum with PDAs. In *Proceedings of the 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*.

Internetquellen

- [Wo1] <http://www.concord.org/work/software/ccprobeware/>: CCProbeware, 3.10.2007.
- [Wo2] <http://www.concord.org/publications/newsletter/2004-fall/monday.html>: DenaliPark, 3.10.2007.
- [Wo3] <http://education.mit.edu/ar/index.html>: MIT-Projekte, 3.10.2007.

Titel	Lernform	Technologie- rolle	Sozialform	Motivations- form	Kommunik.
MMT(Tate) (Proctor u. Burton 03)	T + I	Kontext anreichernd	Isoliertes Lernen	Ohne	Keine
Exploratorium (Hsi 03)	T + I	Kontext anreichernd	Isoliertes Lernen	Angereichert	Keine
Musex (Yatani u.a. 04)	T + I	Kontext anreichernd	Isoliertes Lernen Lose Paare	Angereichert	Bequem
SottoVoce (Woodruff u.a. 01)	T	Kontext anreichernd	Lose Paare Enge Paare	Ohne	Keine
MyArtSpace (Vavoula u.a. 06)	T + I	Kontext anreichernd	Lose Paare Gruppenarbeit	Ohne	Keine
SomersTown (Bradley u. a. 05)	T	Kontext anreichernd	Lose Paare	Ohne	Keine
Guide (Cheverst u. a. 00)	T	Kontext anreichernd	Isoliertes Lernen	Ohne	Keine
Caerus (Naismith u. a. 05)	T	Kontext anreichernd	Isoliertes Lernen	Ohne	Keine
BWL I+II (Chen u. a. 2004a,b)	T + I	Kontext anreichernd	Enge Paare	Ohne	Keine
Moop (Mattila 06)	T + I	Kontext anreichernd	Lose Paare Gruppenarbeit	Angereichert	Bequem
TreasureHunter (Chang u. a. 06)	I	Kontext anreichernd	Isoliertes Lernen	Angereichert	Keine
AmbientWood (Weal u. a. 03)	T + I	Kontext anreichernd	Enge Paare	Angereichert	Bequem
MLP (Yang u. Chen 06)	T + I	Kontext anreichernd	Isoliertes Lernen Grup- penarbeit	Angereichert	Keine
ME-Learning (Crom u. Jager 05)	T	Kontext anreichernd	Isoliertes Lernen	Ohne	Keine
Raft (Rentoul u. a. 03)	I	Kontext anreichernd	Enge Paare Gruppenarbeit	Ohne	Mühsam
CCProbeware ([W01])	I	Kontext anreichernd (Sensoren)	Isoliertes Lernen Lose Paare	Ohne	Keine
KingMiddle (Lehner u. a. 03)	I	Kontext anreichernd (Sensoren)	Isoliertes Lernen	Ohne	Keine
DenaliPark ([W02])	I	Kontextanre- ichernd (Daten sammeln)	Isoliertes Lernen	Ohne	Keine

Titel	Lernform	Technologie- rolle	Sozialform	Motivations- form	Kommunik.
Enlace (Verdejo u. a. 06)	I	Kontext anreichernd (Datensammeln)	Lose Paare	Ohne	Keine
MeadSchool (Lehner u. a. 03)	I	Kontext anreichernd (Datensammeln)	Isoliertes Lernen	Ohne	Keine
Gipsy (Wentzel u. a. 05)	T + I	Kontext anreichernd (Datensammeln)	Isoliertes Lernen	Ohne	Keine
MIT-Projekte ([W03])	T + I	Kontextgebend	Enge Paare Gruppenarbeit	Spielerisch	Keine
Archie (Van Loon u. a. 06)	T + I	Kontextgebend	Enge Paare	Spielerisch	Bequem
mExplorer	T + I + E	Kontext anreichernd	Enge Paare Gruppenarbeit	Angereichert	Mühsam

Tabelle 3: Übersicht über die Mobile Learning Projekte

Impressum

zeitschrift für e-learning – lernkultur und bildungstechnologie
2. Jahrgang 2007

© 2007 by Studienverlag
Innsbruck–Wien–Bozen
Layout: Stefan Rasberger/Studienverlag
Verlag: Studienverlag Innsbruck–Wien–Bozen
Erlersstraße 10, A-6020 Innsbruck
Tel.: 0043/512/395045, Fax: 0043/512/395045-15
e-mail: order@studienverlag.at
www.studienverlag.at

HerausgeberInnen:
Andrea Back, St. Gallen
Peter Baumgartner, Krems
Gabi Reinmann, Augsburg
Rolf Schulmeister, Hamburg

Redaktion: Melanie Knünz, c/o Studienverlag

Bezugsbedingungen: zeitschrift für e-learning
erscheint viermal jährlich.
Einzelheft € 15,-/sfr 26,90
Jahresabonnement € 36,-/sfr 62,10
(inkl. MwSt., zuzüglich Versand)

Die Bezugspreise unterliegen der Preisbindung. Abonnement-
Abbestellungen müssen spätestens 3 Monate vor Ende des
Kalenderjahres schriftlich erfolgen.

Offenlegung laut Mediengesetz:
Medieninhaber: Studienverlag Ges.m.b.H.
Erlersstraße 10, A-6020 Innsbruck
Buch-, Kunst- und Musikalienverlag;
Markus Hatzler (Geschäftsführer), Rosa Hatzler,
Elfriede Spöhring

Blattlinie: Die zeitschrift für e-learning – lernkultur und
bildungstechnologie bietet Einblicke in den wissenschaftlichen
Diskurs, gibt viele praxisorientierte Anregungen für Bildungs-
interessierte, eröffnet neue Herangehensweisen im Bereich
innovativer Lernformen und bildet ein Forum für zukunfts-
orientiertes Lehren und Lernen.

Die Themen

1/2007 E-Learning und Wissensmanagement
2/2007 E-Learning Standards
3/2007 E-Learning Geschäftsmodelle
4/2007 Mobile Learning

Mehr als Mobiles Lernen – Innovative Infrastrukturen und Dienste für Pervasive Learning

Ulrike Lucke
Djamshid Tavangarian



Ulrike Lucke, Dr.-Ing., Universität Rostock, wissenschaftliche Referentin am Lehrstuhl für Rechnerarchitektur. Arbeitsschwerpunkte: Netzbasierte Architekturen, Pervasive Computing, Werkzeuge und Architekturen für E-Learning.



Djamshid Tavangarian, Prof. Dr.-Ing. habil., Universität Rostock, Inhaber des Lehrstuhls für Rechnerarchitektur. Arbeitsschwerpunkte: Kommunikationsarchitekturen und -dienste, drahtlose und hybride Netzwerktechnologien, verteilte Rechnerarchitekturen, eingebettete Systeme, E-Learning Systeme.

Abstract. Technologische Weiterentwicklungen, wie in jüngster Zeit z.B. mobile Endgeräte, drahtlose Netzwerke oder plattformunabhängige Inhalte und Nutzungsschnittstellen, können als eine treibende Kraft des E-Learning gesehen werden. Dabei gilt es – bei aller Euphorie – jedoch stets auch pädagogische Rahmenbedingungen zu beachten. Der Artikel führt vier neue Forschungsfelder der Rechnerorganisation mit hohem Innovationspotential für die moderne, allgegenwärtige Organisation mobiler Lernvorgänge an: Peer-to-Peer Computing, Selbstorganisation, Dienstorientierung und Pervasive Computing. Darauf aufbauend werden unter Einführung des Begriffs Pervasive Community die Möglichkeiten einer zielgerichteten, gemeinsamen Nutzung dieser Technologien für ein erfolgreiches, zukunftsgerichtetes E-Learning diskutiert.

Motivation

Die Rechnerunterstützung für das Lehren und Lernen (E-Learning) hat in den vergangenen Jahren aufgrund der technologischen Weiter-

und Neuentwicklungen eine deutliche Beschleunigung erfahren. In den 1990er Jahren eröffnete die breite Verfügbarkeit drahtloser Netzwerke und mobiler Endgeräte völlig neuartige Szenarien – interaktives und individualisiertes Lernen, wann immer und wo immer nötig oder gewünscht, wurde möglich; eine Verbindung der Vorteile von Buch und Computer. Die streng unidirektionale Vermittlung von Expertenwissen in der Präsenzveranstaltung wurde durch das mobile Lernen (mLearning) um virtuelle, dynamische oder kooperative Lehr- und Lernarrangements über die Grenzen von Stundenplan oder Hörsaal hinaus ergänzt. Bildungsprozesse werden auch außerhalb von traditionellen Bildungseinrichtungen bis hin zum lebenslangen Lernen geführt.

Die Anforderungen an heutige Bildungsangebote ändern sich, die Akteure selbst ändern sich; neue Aktivitäten, Themen und Arbeitsweisen entstehen, andere verschwinden; gleichzeitig entwickelt sich auch die eingesetzte Infrastruktur – eine beständige Wechselwirkung von technischen Möglichkeiten und pädagogischen Notwendigkeiten.

Was kommt nach dem mLearning? Welche technischen Neuerungen werden künftig Einzug in das rechnergestützte Lehren und Lernen finden? Welche neuartigen Dienste für das E-Learning werden auf dieser Basis entstehen? In diesem Artikel sollen beispielhaft vier besonders aktuelle, eng miteinander verwobene Entwicklungsrichtungen angeführt werden, die eine Basis für das mobile Lernen und Lehren sowohl für heute als auch für morgen bilden: Peer-to-Peer Computing, Selbstorganisation, Dienstorientierung sowie Pervasive Computing. Jede liefert für sich genommen einen signifikanten Beitrag, ein neues Potential für die technische Unterstützung von Lehr- und Lernprozessen. Zusammen genommen ergänzen sie sich darüber hinaus zu einer neuartigen Sicht auf mobile Lernarrangements – und bilden vielleicht schon bald die dominierende Organisationsform im E-Learning (Tavangarian & Lucke, 2006).

Der Artikel beschreibt nachfolgend die individuellen Perspektiven, die diese vier Technologien eröffnen. Dabei steht jedes Teilgebiet einerseits für sich selbst, ist in sich abgeschlossen, andererseits weist es direkte Bezüge zu allen anderen genannten Bereichen auf. Jedes bietet einen speziellen Blickwinkel auf das mobile Lernen. Abschließend zeigt der Beitrag das Zusammenwirken aller vier Ansätze für die Organisation von mobilen, allgegenwärtigen Lernorten als sog. Pervasive Community auf.

Peer-to-Peer Computing

Eine Reihe von Applikationen, die auf der verteilten Nutzung von Ressourcen im Internet ohne statische Infrastruktur beruhen, führte vor einigen Jahren zur großen Popularität von Peer-to-Peer Architekturen – etwa in den Bereichen File Sharing und Online Games. Derartige Systeme arbeiten auf Basis einer dynamischen Menge von Knoten (Peers) bzw. deren Ressourcen, die direkt und über ein potentiell unzuverlässiges Netzwerk miteinander kommunizieren. Sie agieren gleichberechtigt und autonom, d.h. ohne die Steuerung durch oder den Rückgriff auf zentralisierte Dienste (Oram, 2001).

Nach Shirky (2000) sind variable Verbindungen auf Basis von temporären Netzwerkadressen sowie eine signifikante Autonomie der Knoten des Netzes die wesentlichen Kriterien für ein Peer-to-Peer-System. In diesem Sinne weisen webbasierte Lernumgebungen, wie sie an Hochschulen weltweit zunehmend zum Einsatz kommen, durchaus Aspekte der Peer-to-Peer-Technologie auf. In einem solchen Szenario gibt es drei grundlegende Typen von Peers:

- ▶ Lernende: konsumieren Inhalte und konstruieren Wissen
- ▶ Lehrende: produzieren Inhalte, steuern die Wissenskonstruktion und prüfen Lernergebnisse

- Bildungseinrichtungen: bieten Inhalte an und vergeben Zertifikate

Nicht nur der Aufenthaltsort, die Netzwerk-anbindung und damit die Netzwerkadresse, sondern auch die individuelle Rolle einer Person als Lernender oder Lehrender können variieren. Dagegen bleiben Bildungseinrichtungen in ihrer dedizierten Funktion und Position konstant. Sie bilden daher ein stabileres Kern-Netzwerk, um das herum sich andere Peers dynamisch arrangieren. Die angebotenen Ressourcen oder Dienste können jedoch über die Zeit variieren. In einem Geflecht aus öffentlichen und privaten Bildungsanbietern, wie es heute existiert, stellt zudem jede dieser Einrichtungen eine gleichberechtigte und autonome Einheit dar. Sie können daher nicht in einer zentralisierten, hierarchischen, statischen Struktur organisiert werden. Somit ergibt sich eine zweistufige Organisationsform:

- ein zuverlässiges Kern-Netzwerk von Bildungsanbietern, das den temporären Wegfall von Ressourcen oder Diensten durch Weiterleitung von Anfragen an einen anderen Knoten kompensieren kann.
- viele hochdynamische Netze am Rande der Struktur, deren einzelne Knoten jeweils an eine Bildungseinrichtung des Kern-Netzwerks angebunden sind und darüber Zugriff auf alle Ressourcen und Dienste im gesamten Netz haben.

Dieses Szenario kann mit Hilfe strukturierter oder hybrider Peer-to-Peer-Algorithmen implementiert werden. So modelliert etwa die Fasttrack-Architektur (die der Internet-Tauschbörse Kazaa zugrunde liegt, vgl. Amoretti et al., 2006) eine zweistufige Hierarchie der Knoten: einfache Knoten mit begrenzten Ressourcen, die über einen leistungsfähigen Superknoten an ein zentrales Netz angeschlossen sind. Die Superknoten agieren demnach als Proxy für eine Menge von einfachen Knoten. Bei einer Suchanfrage ergibt sich durch das kleinere und zugleich leistungsfähigere zen-

trale, zu durchsuchende Netz eine Entlastung der einfachen Knoten. Zugleich ist die Suche vollständiger im Vergleich zu unstrukturierten Systemen, da bei einer kleineren Zahl durchsuchter Knoten, d.h. einer kleineren Laufzeitbeschränkung der Anfrage, eine größere Abdeckung der über die Proxys durchsuchten Knotenmenge erzielt wird. Weiterführende Algorithmen strukturieren den Datenraum und assoziieren Knoten und Daten auf Basis semantischer Zusammenhänge; im E-Learning können hierfür beispielsweise Lernthemen oder -formen herangezogen werden.

Das Potential von Peer-to-Peer-Architekturen für das E-Learning liegt nicht nur in der verteilten Verwaltung von Lehr- und Lernmaterial, wie erste Entwicklungen (z.B. LOMster, vgl. Duval et al., 2002) bereits demonstrieren. Darüber hinaus ergeben sich Szenarien wie die thematisch orientierte Bildung von Lerngruppen, die über das Internet lokale Grenzen überwinden können. So lassen sich InteressentInnen (vorwiegend Lernende) und ExpertInnen (nicht zwangsläufig Lehrende) für ein konkretes Thema auf Basis hinterlegter Profile ortsunabhängig identifizieren und unmittelbar zum Informationsaustausch bzw. zur kollaborativen Wissenskonstruktion zusammenführen – ohne dabei auf organisatorische Strukturen von Bildungsanbietern zurückzugreifen. Damit werden die zugrunde gelegten Rechnerstrukturen direkt auf pädagogische Themen angewandt.

Auf Peer-to-Peer-Basis können auch grundlegende Infrastrukturen (z.B. Namensdienste, beschrieben etwa von Adjie-Winoto et al., 1999) einen deutlichen Gewinn an Skalierbarkeit, Flexibilität und Transparenz bringen. Zudem ermöglichen derartige Systeme eine gleichmäßigere Ausnutzung von Ressourcen und sind kostengünstiger als zentralisierte Architekturen. Als problematisch müssen jedoch die höhere Netzwerkbelastung aufgrund der beständigen Kommunikation der Peers untereinander sowie der erhöhte Aufwand zur In-

tegration eines neuen oder zur Lokalisierung eines gesuchten Peers eingestuft werden. In der Lernsituation verlangt dies von den Beteiligten (neben einer zumindest zeitweise stabilen Netzanbindung) die bewusste Preisgabe von persönlichen Informationen, um LernpartnerInnen zu finden bzw. gefunden werden zu können, sowie die explizite Suche nach passenden Peers. Dies kann grundsätzlich mit den traditionellen Aktivitäten zur Bildung lokaler, nicht rechner-gestützter Lerngruppen verglichen werden. Jedoch eröffnet der Einbezug des Internet hier neue Fragen wie etwa des Schutzes persönlicher Daten oder der Vertrauenswürdigkeit fremder Daten und Personen. Hier zeigen erfolgreiche Anwendungen von Techniken des Web 2.0 im E-Learning (etwa die für alle TeilnehmerInnen mögliche, öffentliche Bewertung von Informationen und ihren Anbietern) offenbar neuartige, pragmatische Lösungsansätze jenseits von gesetzlichen Regelungen auf, die zu einer deutlichen Akzeptanz der Systeme führen (vgl. Lohmann et al., 2007).

Selbstorganisation

Selbstorganisation ist eine Form der nicht zentral gesteuerten Systementwicklung, die Evolution eines Systems in eine räumlich und/oder zeitlich organisierte Struktur ohne äußeres Zutun. Dabei erfolgt ein autonomer Übergang von einem größeren Zustandsraum zu einem persistenten, kleineren – in Abhängigkeit von der Interaktion mit der Umwelt, aber allein unter der Kontrolle des Systems selbst. Zeitliche oder räumliche Korrelationen bzw. Muster zwischen vorher unabhängigen Variablen entwickeln sich, deren Entwicklung nur unter dem Einfluss lokaler Regeln steht. Die interagierenden Teilnehmer (Systemkomponenten oder Agenten) handeln nach einfachen, nicht zentral festgelegten Regeln, sodass die systemweite Anpassung von Strukturen und Funktionen auf Basis einfacher, lo-

kaler Operationen erfolgt. Dabei lassen sich technische Mechanismen von Phänomenen aus den Natur- und Sozialwissenschaften inspirieren (Müller-Schloer et al., 2004). Beispiele für bzw. Bereiche der Selbstorganisation sind z.B.:

- ▶ Self Configuration
- ▶ Self Adaptation
- ▶ Self Organization
- ▶ Self Management
- ▶ Self Monitoring
- ▶ Self Repair
- ▶ Self Tuning

Durch Selbstorganisation von Komponenten der Informationstechnik (IT) in einer E-Learning Umgebung können die Geräte, Sensoren, Netzwerke, Applikationen und Dienste im näheren Umfeld sich spontan zu einer Gemeinschaft formen (de Morais Cordeiro & Agrawal, 2006). Dabei gilt es, unter Beachtung begrenzter Ressourcen die heterogenen Netzwerktechnologien und Systemplattformen spontan zu überbrücken. Ein anderes Beispiel für Selbstorganisation ist die automatische Anpassung der Benutzerschnittstelle (z.B. Tastatur und Maus, Gyro-Maus oder Spracheingabe) an die jeweiligen Umgebungsbedingungen des Nutzers (z.B. Arbeitsplatz, Hörsaal oder unterwegs).

Selbstorganisierende Systeme können sog. emergente Eigenschaften oder Verhaltensweisen entwickeln, die zuvor nicht als unmittelbares Charakteristikum des Systems oder seiner Teile bekannt waren (de Wolf & Holvoet, 2005). Es handelt sich dabei um keine simple Aggregation der Eigenschaften von Teilkomponenten, sondern um einen entstehenden Mehrwert über die Summe der Teile hinaus, der bei Entkopplung der Komponenten wieder verschwindet. Nach Metcalfe steigt der Wert oder Nutzen eines Netzes quadratisch mit der Zahl der Teilnehmer (Ross, 2003). Beispiele für Emergenz ergeben sich deshalb vor allem bei Betrachtung in einem größeren Kontext. In einem dynamischen Netzwerk von Lehrenden

und Lernenden bedeutet z.B. die peer-basierte Interaktion ohne zentrale Kontrolle bei einer großen Zahl von Knoten ein hohes Entwicklungspotential. Beispiele dafür sind:

- ▶ die kooperative Konstruktion von Ideen oder Inhalten (als Element des eigentlichen Lernprozesses, vgl. Haake & Wessner, 2004).
- ▶ die individuelle Entwicklung oder Integration zusätzlicher Funktionalität (z.B. externe Referenzen oder neue PlugIns).

Als Anbieter neuer Inhalte oder Funktionen können Peers aus dem Randgebiet eines Netzes so ebenfalls zu einer wichtigen Komponente werden – neben den Bildungseinrichtungen und ihrer Kernfunktionalität. Eine derartige Evolution des Systems reduziert die explizite, zentrale Kontrolle von Lehrenden und Bildungseinrichtungen über die stattfindenden Lehr- und Lernprozesse. Die Lernenden erhalten so in einem selbstgesteuertem und intrinsisch motivierten Lernprozess zunehmende Möglichkeiten aktiv zu werden, während sich der Lehrende mehr und mehr zurückzieht, zum Coach wandelt (Bannach, 2002). Eine praktische Anwendung für das E-Learning ist der Einsatz von Web 2.0 Techniken (wie z.B. Wikis und Weblogs) für das sog. E-Learning 2.0 (Spannagel, 2007). Hier greifen soziale, didaktische und technische Aspekte der Selbstorganisation in einem durch hohe Freiheitsgrade geprägten Lernprozess ineinander.

Das Potential selbstorganisierender Systeme im E-Learning-Umfeld liegt in ihrer Skalierbarkeit, Flexibilität, Versatilität und Robustheit. Sie sind für Wachstum, Verluste und interne wie externe Veränderungen bis zu einem gewissen Grad gerüstet, da sie nicht auf zentralen Strukturen oder Diensten beruhen, sondern Veränderungen lokal kompensieren können. Das ist in einer sich stetig verändernden Bildungslandschaft mit zunehmender Individualisierung von besonderer Bedeutung. Als problematisch ist

jedoch einzuschätzen, dass in einem komplexen System nicht alle Situationen oder Veränderungen vorhersagbar sind und die korrekte Funktionsweise nicht garantiert werden kann – für Lernprozesse gleichermaßen Chance wie Risiko.

Dienstorientierung

Dienstorientierung strebt die konsequente Ausrichtung von Infrastrukturen an den zugrunde liegenden Geschäftsprozessen an, um somit schnell auf sich ändernde Anforderungen reagieren zu können. Aus Sicht der Rechnerorganisation wird dieses Konzept mit der Service-Orientierten Architektur (SOA) umgesetzt, die fachspezifische Funktionalität in Form von Diensten plattformübergreifend und über standardisierte Schnittstellen zur Verfügung stellt (Melzer, 2007). Dabei vermittelt ein sog. Broker zwischen den Anbietern und potentiellen Nutzern von Diensten, indem er zunächst anhand der spezifizierten Anforderungen den am besten geeigneten Dienst aus seinem Katalog ermittelt und anschließend die Bedingungen für eine direkte Kommunikation zum Anbieter aufzeigt.

Dies wird als lose Kopplung bezeichnet, d.h. die Abhängigkeiten zwischen Dienstanbietern und -nutzern werden auf ein notwendiges Minimum reduziert. Die Vorteile dieses Ansatzes liegen neben einem geringen Wartungsaufwand v.a. in der hohen Wiederverwendbarkeit und Agilität des Systems, ohne eine Kontrolle der Dienstanbieter über die anwenderseitige IT-Umgebung zu verlangen. Zwei zentrale Voraussetzungen hierfür sind:

- ▶ eine kleine Menge von einfachen und klar definierten Schnittstellen mit generischer Semantik, die für Anbieter und Nutzer von Diensten verfügbar sind.
- ▶ der Austausch deskriptiver Nachrichten mit klar definiertem Aufbau und Vokabular über diese Schnittstellen, ohne ein bestimmtes Systemverhalten vorauszusetzen.

Auf diese Weise können einseitige Veränderungen der Implementierung von Diensten oder Erweiterungen der Nachrichtenstruktur vorgenommen werden, ohne existierende Anwendungssysteme zu beeinträchtigen. Als Basis für die praktische Realisierung des Konzepts haben Web Services weite Verbreitung gefunden (Tilkov et al., 2005).

Mit dem Paradigmenwechsel zur Service-Orientierten Architektur entsteht auch im E-Learning eine völlig neue Flexibilität und Durchgängigkeit. Dies betrifft sowohl die eigentlichen Lehr- und Lernprozesse als auch die unter den Begriffen eScience und eAdministration subsumierten, verwandten Abläufe innerhalb und zwischen Bildungseinrichtungen. Für die konsequente Realisierung einer dienstorientierten Hochschule müssen zunächst die grundlegenden Prozesse spezifiziert, vorhandene und benötigte IT-Komponenten identifiziert, ggf. vervollständigt und um eine Dienst-Schnittstelle ergänzt werden. Beispielphaft seien an dieser Stelle genannt:

- ▶ Studium und Lehre (E-Learning/eTeaching):
 - Bewerbungs-/Zulassungs-Management
 - Lehr- und Lern-Management
 - Beratung und Betreuung
 - Prüfungs-Management
 - Evaluation, Akkreditierung
 - Alumni-Management

- ▶ Forschung (eScience):
 - Informations- und Kommunikationsdienste
 - Datenbanken, Bibliotheken
 - Kooperationsplattformen
- ▶ Hochschulverwaltung (eAdministration):
 - Studierenden-Management
 - Lehrveranstaltungs-Management
 - Personal-Management
 - Haushalts- und Kassenwesen
 - Gebäude- und Raum-Management
 - Veranstaltungs-Management

Daneben existiert eine Reihe von Basisdiensten, etwa für Information und Kommunikation oder Authentifizierung. Damit ergibt sich zunächst eine klare Definition und Verteilung von Funktionen und Verantwortungsbereichen. Auf dieser Grundlage können durch die individuelle Komposition von Diensten – auch über die Grenzen von Bildungseinrichtungen und -organisationen hinweg – erweiterte und neuartige Dienste bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt werden, wie Bild 1 beispielhaft zeigt:

- ▶ Bei der Immatrikulation wird der Datensatz im Studienbüro angelegt und sofort an Rechenzentrum, Bibliothek etc. weitergegeben. Beim Hochschulwechsel werden die Stammdaten direkt übernommen.

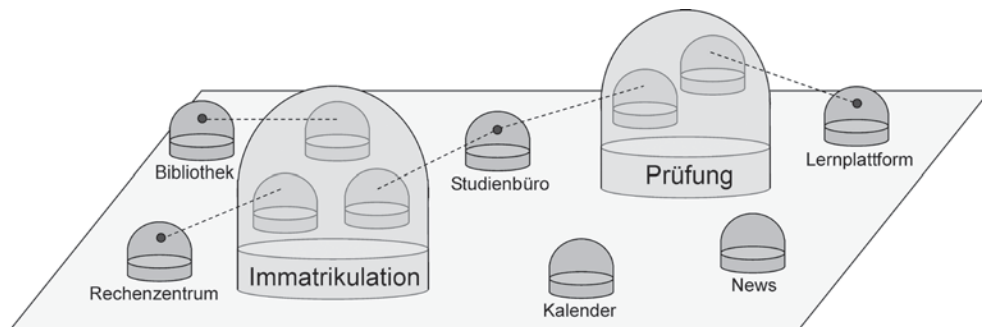


Abbildung 1: Kerndienste können entsprechend den identifizierten Prozessen flexibel zu neuen, erweiterten Diensten zusammengesetzt werden. Diese Dienstlandschaft bildet die Basis für eine breite Interoperabilität.

Umgekehrt finden Prüfungsergebnisse ihren Weg in die zentrale Datenhaltung, wo sie als Basis für Prüfungszulassungen oder individuelle Studienpläne dienen. Dies gilt ebenso für Leistungen, die an anderen Hochschulen (in Auslandssemestern oder Kooperationsstudiengängen) erbracht werden.

- ▶ Lehr- und Lerninhalte aus verschiedenen Quellen (Lernplattformen, Bibliotheken, spezielle Repositorien) können transparent über verschiedene Lernumgebungen bereitgestellt werden, ohne auf eine enge Integration der Inhalte in systemspezifische Mechanismen des Learning Managements verzichten zu müssen. Die Distribution von Inhalten auf der Basis von aktueller Position/Zeit, dem geltenden Veranstaltungsplan und dem individuellen Kenntnisstand unterstützt Lehrende wie auch Lernende.

Die genannten Szenarien sind nahezu beliebig auf viele alltägliche Prozesse der Hochschule erweiterbar. Durch eine vor dem Nutzer verborgene Orchestrierung der beteiligten Dienste würde sich in allen Szenarien eine deutliche Vereinfachung ergeben. Heutige Systeme sind von dieser Durchgängigkeit allerdings noch weit entfernt. Eine mögliche Ursache hierfür mag sein, dass (sowohl innerhalb wie auch zwischen Bildungseinrichtungen) jeweils verschiedene Verantwortungsbereiche betroffen sind. Ein dienstorientierter Ansatz verhilft hier zu einer deutlich erhöhten Interoperabilität der Systemstrukturen unter Wahrung der nötigen Autonomie der beteiligten Einrichtungen.

Pervasive Computing

Basierend auf der richtungweisenden Vision von Mark Weiser (1991) bringt das Pervasive Computing die Allgegenwart von IT-Komponenten und -Diensten, die vollständige Durch-

dringung der alltäglichen Umgebung mit IT, die nahtlose Integration der physischen und der virtuellen Welt mit sich. Beim Übergang vom verteilten zum mobilen Rechnen waren zunächst ein mobiler und ortsbezogener Informationszugang, adaptive Applikationen für verschiedene Gerätetypen sowie ressourcen- und energieeffiziente Mechanismen von Bedeutung. Mit dem Pervasive Computing kommen neue Aspekte hinzu, treten in den Vordergrund (Satyanarayanan, 2001):

- ▶ der effiziente Einsatz von sog. Smart Spaces (mit IT angereicherten Umgebungen)
- ▶ die Unsichtbarkeit von Rechnersystemen bzw. die transparente Interaktion mit ihnen
- ▶ eine große lokale Skalierbarkeit der Architekturen und Algorithmen
- ▶ der transparente Ausgleich schwankender Umgebungsbedingungen

Das System wird um proaktive Aspekte ergänzt, die dem Nutzer die bewusste, manuelle Konfiguration und Steuerung von IT-Systemen abnehmen. Dafür werden sog. Kontext-Informationen aus verschiedenen Ebenen (z.B. Hardware, Netzwerk, Applikationen) und Bereichen (z.B. aktuelle und angestrebte Position des Nutzers, etwa beim Gang zu einer Vorlesung) erfasst und gezielt miteinander kombiniert. Hier setzen komplexe Modelle und Algorithmen zur Intentionserkennung an, die eine gezielte Anpassung des Verhaltens der Umgebung in Hinblick auf die vermuteten Absichten bzw. Bedürfnisse des Nutzers ermöglichen. Dadurch wird seine Interaktion mit dem System auf ein Minimum reduziert: er interagiert nicht mehr explizit mit einem Gerät, sondern implizit mit der Umgebung. Die Technik tritt in den Hintergrund zurück; Nutzerfreundlichkeit und Transparenz steigen. Ein Beispiel hierfür sind sog. Tangible Interfaces (d.h. greifbare Schnittstellen im eigentlichen Wortsinn, vgl. Winkler & Herczeg, 2007). Der IT-Anteil der Umgebung wird vom Nutzer nicht mehr explizit wahr-

genommen, sodass er bei der Interaktion mit dem System verborgen bleibt. Allerdings sind derartige Entwicklungen bislang noch nicht über einen prototypischen Einsatz hinausgeführt worden.

Pervasive Computing setzt teilweise die bislang vorgestellten Technologien voraus oder führt sie weiter. So erfordert beispielsweise der nahtlose Transfer von Anwendungen auf verschiedene Umgebungen während einer Positionsänderung des Nutzers:

- a) die Übertragung von Applikationen und Daten auf die jeweilige Ausführungsumgebung (mit u.U. abweichenden Betriebssystem- und Netzwerk-Charakteristika) und
- b) die Anpassung von Interaktionskonzepten an die Möglichkeiten (IT-Infrastruktur) und Rahmenbedingungen (z.B. Lautstärke, Personengruppe) der aktuellen Umgebung.

Hier erleichtert eine dienstorientierte Architektur deutlich die Portabilität und Interoperabilität der Applikationen bzw. Dienste im Sinne von Punkt a): Solange die vom Nutzer benötigte Funktionalität als entfernter Service von dedizierten Providern erbracht wird, können Nutzungsschnittstellen (als plattformspezifische Service-Endpunkte auf dem Client) problemlos auf verschiedene Geräte migriert oder gegeneinander ausgetauscht werden. Selbst der transparente Wechsel zwischen zwei äquivalenten Service-Instanzen (etwa bei Ausfall eines Providers oder der Netzwerkverbindung zu ihm) ist möglich, solange applikations-spezifische Checkpoints das Festhalten des momentanen Bearbeitungsstands und das spätere Aufsetzen auf dieser Basis durch eine andere Instanz erlauben.

Für eine solche automatische Anpassung der Dienst-Infrastruktur kommen zudem Mechanismen der Selbstorganisation zum Tragen, wie sie auch in Punkt b) identifiziert wurden. Die selbstständige Konfiguration der IT-Umgebung entsprechend den gegebenen kontextuellen Bedingungen (mit hinrei-

chender Genauigkeit messbare Parameter von Hardware, Software, Netzwerk und physischer Umgebung) sowie den Anforderungen des Nutzers (mit einem gewissen Unsicherheitsfaktor abgeleitet aus dem erkannten Kontext) erfordert ein feingranulares Geflecht autonomer Komponenten mit individuellen Freiheitsgraden.

Aufgrund des hohen Durchdringungsgrades der physischen Umgebung mit IT-Komponenten stoßen zentralisierte Kontrollmechanismen im Pervasive Computing schnell an ihre Grenzen. Hier können Peer-to-Peer-Architekturen einen wesentlichen Beitrag zur Skalierbarkeit des Systems leisten – sowohl im eng umgrenzten, lokalen Bereich als auch über die Grenzen des lokalen Netzes hinweg. Dies betrifft einerseits die dienstorientierte Perspektive (da Service-Broker aus Gründen der Flexibilität und Ausfalltoleranz in einer dynamischen Umgebung redundant vorhanden sein müssen, aber zumindest in institutionsübergreifenden Szenarien keiner zentralen Kontrolle unterliegen können). Andererseits kann auch die Selbstorganisation von Systemen (vorwiegend im lokalen Bereich spontaner Ensembles von mobilen Geräten und drahtlosen Netzwerken) nicht unbedingt auf eine zentralisierte Infrastruktur zurückgeführt werden, sondern benötigt ebenfalls eine gewisse Autonomie ihrer Komponenten.

Somit kann Pervasive Computing als eine konsequente Weiterführung bestehender technologischer Entwicklungen gesehen werden. Es fasst die Besonderheiten oder Blickwinkel von Peer-to-Peer-Architekturen, selbstorganisierenden Systemen und Dienstorientierung zusammen und fügt eine eigene, weiterführende Perspektive auf das Anwendungsszenario hinzu. Denkbar sind Szenarien im Hochschul Umfeld (Tavangarian et al., 2005) ebenso wie in der Schule. So beschreiben Weal et al. (2007) z.B. eine kontextsensitive Lernumgebung zum Thema Literatur in Anlehnung an klassische Lernkarten, in der ein englisches Landhaus und dessen Park um eine drahtlose

Infrastruktur und digitale Informationspunkte angereichert wurden. Für die Kinder bedeutete dies, sich während des Ausflugs völlig frei im Gelände bewegen zu können, bei interessanten Stellen bzw. Aufgaben zu verweilen und im Nachgang die gesammelten Informationen und Lösungen im Klassenraum individuell aufbereiten zu können.

Die Hardware-Voraussetzungen für Pervasive Computing sind heute weitestgehend gegeben. Abgesehen von den zu erwartenden, für die Praktikabilität der Szenarien u.U. essenziellen technologischen Verbesserungen hinsichtlich der Performance, des Energieverbrauchs, der Integrationsfähigkeit, der Größe oder letztlich des Preises von IT-Komponenten sind alle zentralen Hardware-Bausteine zumindest als Prototypen verfügbar: eingebettete Prozessoren, Sensoren, Aktoren und drahtlose Netze in verschiedenen Leistungsklassen. Künftige Herausforderungen bestehen vor allem in dem Mehrwert, den proaktive und kontextsensitive Systeme durch leistungsfähige Architekturkonzepte, intelligente Basisdienste und innovative Anwendungen bieten können – indem das Ganze mehr wird als die Summe seiner Teile (Satyanarayanan, 2001).

Grundvoraussetzung für die Akzeptanz und nachhaltige Einsatzfähigkeit eines derartigen Systems bleibt jedoch, dass alle Komponenten ihre eigentliche Grundfunktionalität behalten. So lassen sich durch Pervasive Computing z.B. traditionelle Spielumgebungen für Kinder hervorragend um interaktive Spiel- und Lernelemente anreichern. Lampe und Hinske (2006) beschreiben die Integration von RFID-Technik in die Figuren, Fahrzeuge und Gebäudeteile einer Ritterburg, wodurch je nach Konstellation der Spielfiguren verschiedene audio-visuelle Signale produziert und damit das Spielgeschehen bzw. die Erfahrung der Kinder intensiviert werden. Jedoch funktionieren alle Komponenten noch immer als normale Spielfiguren, wenn die Batterien in ihnen leer, die Steuerrechner ausgeschaltet oder die Sensoren defekt sind. Eine solche

Spiel- oder Lernumgebung kann aufgrund der Berücksichtigung individueller Voraussetzungen – sowohl des Nutzers als auch der konkreten Lernsituation – den Erwerb von sozialen, kognitiven und physischen Fähigkeiten stärker und v.a. differenzierter unterstützen als traditionelle Systeme des E-Learning oder mLearning (Lampe & Hinske, 2006).

Potentiale für das E-Learning: Pervasive Communitys

In ihrer Kombination führt die Anwendung der vier oben beschriebenen technologischen Perspektiven auf das rechnergestützte Lehren und Lernen zum sog. *Pervasive Learning* (Thomas, 2005). Es erweitert die Unterstützung von Lehr- und Lernprozessen über die bestehenden Möglichkeiten mobiler Technologien hinaus.

Die Komplexität des Ansatzes soll kurz am Beispiel der dynamischen Vernetzung von Geräten in einer pervasiven Lehr- und Lernumgebung demonstriert werden. So stellen beispielsweise sog. Smart Rooms (Abowd, 1999) eine hochgradig mit IT angereicherte Umgebung dar, die gezielt auf typische Aktivitäten der Nutzer – Besprechungen, Lehrveranstaltungen o.ä. – ausgerichtet sind. Typische IT-Komponenten sind mobile und stationäre Endgeräte (z.B. PDA, Tablet PC, Notebook, Smartboard), Medientechnik (z.B. Beamer, Lautsprecher, Drucker, Scanner) und Sensoren (z.B. Kamera, Mikrofon, Bewegungsmelder, Temperaturfühler), die im Hintergrund über drahtlose oder drahtgebundene Netze verbunden und an leistungsfähige Server angeschlossen sind. Die Herausforderung liegt hier einerseits in der Heterogenität der Netzwerkschnittstellen (vom klassischen Ethernet über Wireless LAN bis hin zu Bluetooth oder ZigBee), andererseits im temporären Charakter der Vernetzung mobiler Geräte. Zur Überbrückung zwischen verschiedenen

Netzen können zunächst statische General Purpose Interfaces eingesetzt werden, die verschiedene Netzwerkschnittstellen bieten und fest in die Infrastruktur des Raums integriert sind. Darüber hinaus ist jedoch auch die spontane Nutzung von Endgeräten mit mehreren Netzwerkschnittstellen als Brücke zwischen den Teilnetzen denkbar; der Vorteil liegt dabei in der hohen Dynamik des Systems, die nicht an eine vorinstallierte Infrastruktur gebunden ist.

Hier hilft ein hierarchisches Organisationsmodell, die einzelnen Netzwerkstrukturen und Abstraktionsebenen klar zu trennen (Dressler et al., 2007). Die kleinste Einheit wird durch eine sog. *Zelle* von homogen vernetzten Geräten gebildet; die Mitglieder einer drahtlosen Zelle können spontan deren Reichweite betreten oder verlassen. Durch Umsetzung zwischen den verschiedenen Netzwerktechnologien (entweder durch Endgeräte, die Mitglied in mehreren Zellen sind, oder durch dedizierte General Purpose Interfaces) werden mehrere lokale Zellen zu einem heterogenen *Ensemble* verbunden. In einem Ensemble können auf Basis dieser transparenten Kommunikationsmechanismen nun die einzelnen Geräte ihre Ressourcen oder Funktionen als Dienste anbieten. Spezielle

Knoten im Ensemble fungieren dabei als Broker und zugleich als Schnittstelle nach außen: sog. Ensemble-to-Community (E2C) Gateways. Dienste können auch für fremde Ensembles bereitgestellt werden; dafür tauschen deren E2C Gateways untereinander Informationen aus. Zusammen bilden die Ensembles eine sog. *Community*, d.h. einen heterogenen Interessenverbund über die Grenzen lokaler Netzwerk- und Organisationsstrukturen hinweg. Je nach Einsatzszenario können mehrere Communitys wiederum über sog. Community-to-Community (C2C) Gateways miteinander verbunden werden, etwa für ein hochschulübergreifendes Lehr- und Lernsystem.

Jede Ebene in diesem Organisationsmodell, dargestellt in Bild 2, fügt dem System einen eigenen Mehrwert hinzu und kann zugleich als Ansatzpunkt für die zuvor identifizierten Kerntechnologien herangezogen werden:

- Für die spontane Kommunikation in Geräte-Zellen sowie für die Bildung von Ensembles werden Mechanismen der Selbstorganisation benötigt, insbesondere wenn für die Überbrückung von Technologie-Grenzen nur die (zufällig) vorhandenen Endgeräte mit mehreren Netzwerkschnittstellen genutzt werden sollen.

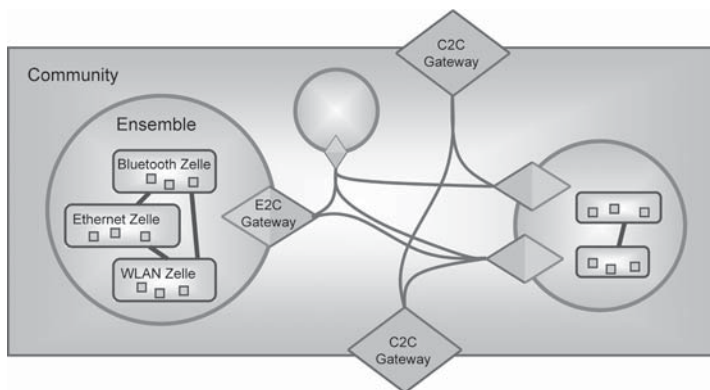


Abbildung 2: In der hierarchischen Kapselung heterogener, dynamischer Netzwerkstrukturen zu einem Geflecht von sog. Pervasive Communitys werden klare Ansatzpunkte für Peer-to-Peer-Systeme, Selbstorganisation und Dienstorientierung erkennbar.

- ▶ Auf Ebene der Ensembles kann Dienstorientierung ansetzen, da mit dem E2C Gateway eine weitgehend stabile Instanz als Broker für die u.U. sehr dynamischen Dienste im lokalen Bereich zur Verfügung steht.
- ▶ Zur Vernetzung mehrerer E2C Gateways bietet sich der Einsatz von Peer-to-Peer-Netzen an, da hierdurch eine skalierbare und ausfalltolerante Kommunikation unter Wahrung der Autonomie der einzelnen administrativen Bereiche ermöglicht wird.
- ▶ In der Gesamtheit einer Community sind auf diese Weise Szenarien des Pervasive Computing realisierbar, da die transparente Integration von drahtlosen Netzen, Sensordiensten, intelligenten Anwendungsdiensten etc. auch in einem größeren Kontext sichergestellt ist.

Das vorgestellte Kommunikationsmodell bildet die Basis für weitere Betrachtungen auf höherer Abstraktionsebene, wo etwa ein generelles Organisationsmodell nötig ist. Zwei besondere Herausforderungen sind dabei die Erkennung der Absichten hinter den Aktivitäten des Nutzers (um interne Aufträge in Abhängigkeit vom Kontext automatisch generieren zu können) sowie die Kombination verfügbarer Dienste (um diese Aufträge auf Basis

der in einem Ensemble bzw. in einer Community zur Verfügung stehenden Dienste, ggf. ergänzt um spezifische Adapter, bearbeiten zu können). Beide Fragestellungen sind bereits Gegenstand intensiver Forschung.

Vernetzte Smart Rooms (etwa zur Organisation einer Tele-Vorlesung, wie in Abbildung 3 dargestellt) sind nur eine einfache Anwendung einer Pervasive Community. Hier ist auf unterster Ebene die Interoperabilität der Geräte sicherzustellen, also im Beispiel die selbstorganisierte Kommunikation und Konfiguration von Vortragsrechner und Medientechnik. Dies minimiert technische Zugangshürden vor Ort. Auf dieser Grundlage wird der konkrete Anwendungsdienst etabliert. Die Tele-Vorlesung ist hier aus multimedialen Basisdiensten wie der Ein- oder Ausgabe von Audio- oder Videodaten aggregiert. Diese können in der gesamten Community in einer Peer-to-Peer-Struktur der Gateways propagiert werden, was eine einfache und breite Nutzung ohne zentrale Kontrolle und ohne genaue Kenntnis des Systemaufbaus erlaubt. Das kann auch externe Communitys mit einschließen, etwa digitale Umgebungen wie Lernplattformen oder virtuelle 3D-Welten wie Second Life – eine nahtlose, transparente Verbindung von physischer und virtueller Umgebung im Sinne des Pervasive

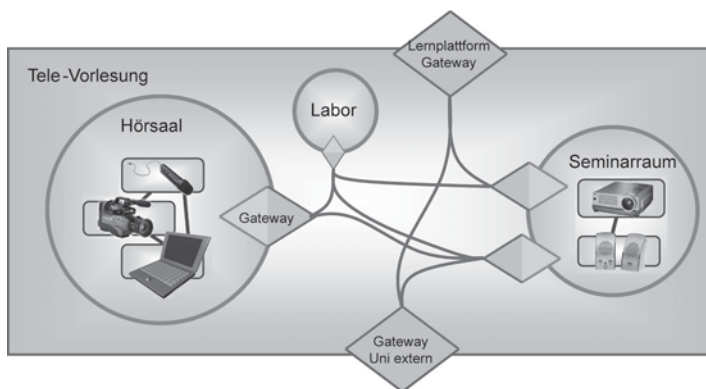


Abbildung 3: Mehrere räumlich getrennte, heterogen vernetzte Geräte-Ensembles formen sich zu einer Community, innerhalb der Dienste flexibel angeboten und genutzt sowie nach außen transportiert oder importiert werden können.

Computing. Um schließlich auch interaktives Feedback zum Vortrag zu ermöglichen, müssen über das dargestellte Equipment hinaus in allen beteiligten (Geräte-)Ensembles multimediale Ein- und Ausgabemöglichkeiten bestehen. Dies gilt für physische Räumlichkeiten genauso wie für virtuelle Umgebungen.

Weitere Nutzungsfälle für das E-Learning ergeben sich in zahlreichen stationären wie mobilen Szenarien, innerhalb wie außerhalb der Hochschule. Als Vorteil für die Unterstützung des Lernprozesses ist primär die technische Unterstützung der Community-Bildung auch in sozialer Hinsicht zu nennen. So können auf Basis der Profile und Aktivitäten der Nutzer in einer lokalen Umgebung spontane Lerngemeinschaften gebildet werden (z.B. in der Bibliothek), die sonst vermutlich nicht zustande gekommen wären. Auch die Lokalisierung von bzw. das Treffen mit bereits bekannten Lernpartnern wird durch die Community-Architektur unterstützt. Dabei bewegt sich der Fokus weg von der Technik und hin zu den eigentlichen Aktivitäten: explizite Interaktionen des Nutzers mit der Rechnerumgebung werden auf ein Minimum reduziert. Dies zeigt zugleich die Nachteile des Szenarios auf: steigende Technikabhängigkeit, die Gefahr eines Überwachungssystems mit schwindender informationeller Selbstbestimmung, verschärfte Kluft zwischen »User und Looser«, Umweltbelastung durch IT in Alltagsgegenständen u.v.m. Deshalb ist ein umsichtiger Einsatz der technischen Möglichkeiten – vorwiegend im Rahmen der sozialen und pädagogischen Notwendigkeiten – von größter Bedeutung.

Die vollständige praktische Umsetzung des dargestellten Konzepts der Pervasive Community erfordert Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf verschiedenen Ebenen:

- ▶ Erweiterung der Grundlagenforschung, z.B. Mechanismen zur kontextorientierten Gerätekommunikation, Peer-to-Peer-Algorithmen für verteiltes Service Brokering oder ein Referenzmodell für die serviceorientierte Hochschule

- ▶ angewandte Forschung und Entwicklung, z.B. Anwendungsdienste im Smart Lecture Room
- ▶ begleitende Infrastrukturmaßnahmen, z.B. institutionsübergreifende Authentifizierung (Lucke & Tavangarian, 2007)

Nur in einer konzertierten Sammlung von Forschungsvorhaben ist die Vision der Pervasive Community bzw. des Pervasive Learning weiter entwickelbar – bis hin zur Überführung in den produktiven Regelbetrieb.

Auf diese Weise kann sich das Anwendungssystem in der Praxis als ein buntes Mosaik verschiedenster Konzepte und Komponenten der aktuellen Forschung präsentieren, sobald seine Kapselung durch die individuellen Perspektiven von konkreten Technologien oder Forschungszweigen abgestreift wird. Die in diesem Beitrag vorgestellten Technologien sollen jedoch keinesfalls die Abgeschlossenheit der Betrachtungen symbolisieren. Vielmehr wurden hier nur vier aus Sicht der Systemarchitektur zurzeit besonders interessante Blickwinkel aufgegriffen. Eine Ergänzung der Diskussion um die individuellen Perspektiven von bereits etablierten wie auch möglicherweise noch neu entstehenden Forschungsfeldern ist nicht nur wünschenswert, sondern für eine zukunftssträchtige Entwicklung des modellierten Anwendungsgebiets auch zwingend erforderlich.

Literatur

- Abowd, G. D. (1999). Classroom 2000: An Experiment with the Instrumentation of a Living Educational Environment. *IBM Systems Journal*, 38(4), S. 508–530.
- Adjie-Winoto, W., Schwartz, E., Balakrishnan, H. & Lilley, J. (1999). The design and implementation of an intentional naming system. In *Proceedings of the seventeenth ACM symposium on Operating systems principles* (S. 186–201). New York NY: ACM Press.
- Amoretti, M., Zanichelli, F. & Conte, G. (2006). Performance evaluation of advanced routing algorithms for unstructured peer-to-peer networks. In *Proceedings of the 1st international conference on Performance evaluation methodologies and tools* (No. 50). New York NY: ACM Press.

- Bannach, M. (2002). *Selbstbestimmtes Lernen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag.
- Dressler, E., Zender, R., Lucke, U. & Tavangarian, D. (2007). Eine neuartige Architektur zur Realisierung von Pervasive Communities. In R. Koschke, O. Herzog, K.-H. Rödiger & M. Ronthaler (Hrsg.), *Tagungsband Informatik 2007 – Informatik trifft Logistik*, Band 1, LNI P-109 (S. 502–507), Bonn: Köllen Verlag.
- Duval, E., Vandepitte, P. & Ternier, S. (2002). LOMster: Peer-to-peer Learning Object Metadata. In *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2002* (S. 1942–1943). Chesapeake VA: AACE.
- Haake, J. M. & Wessner, M. (2004). Kooperative Lernräume. In J. Haake, G. Schwabe & M. Wessner (Hrsg.): *CSCIL-Kompodium. Lehr- und Handbuch zum computerunterstützten kooperativen Lernen* (S. 109–117), München: Oldenbourg.
- Lampe, M. & Hinske, S. (2006). Von traditionellem Spielzeug zu smarten Spielumgebungen: Die Integration mobiler Geräte in Pervasive-Computing-Spielen. *i-com Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien*, 5(3), S. 12–18.
- Lohmann, S., Riechert, T. & Fienhold, J. (2007). Netzwerkeffekte, Dynamik und Feedback durch die Integration von Social Tagging in E-Learning-Umgebungen. In C. Rensing & G. Rößling (Hrsg.), *Proceedings der Pre-Conference Workshops der 5. e-Learning Fachtagung Informatik* (S. 27–34), Berlin: Logos Verlag.
- Lucke, U. & Tavangarian, D. (2007). Aktueller Stand und Perspektiven der E-Learning-Infrastruktur an deutschen Hochschulen. In S. Schubert, J. Magenheim & M. Wessner (Hrsg.), *Tagungsband der 5. e-Learning Fachtagung Informatik* (S. 197–208), Bonn: Köllen Verlag.
- Melzer, I. (2007). *Service-orientierte Architekturen mit Web Services: Konzepte – Standards – Praxis*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- de Moraes Cordeiro, C. & Agrawal, D. P. (2006). *Ad Hoc & Sensor Networks: Theory and Applications*. Hackensack NJ: World Scientific Publishing Company.
- Müller-Schloer, C., v.d. Malsburg, C. & Würtz, R. (2004). *Aktuelles Schlagwort Organic Computing*. *Informatik Spektrum*, 27(4), S. 2–6.
- Oram, A. (Hrsg.). (2001). *Peer-to-Peer: Harnessing the Power of Disruptive Technologies*. Sebastopol CA: O'Reilly.
- Ross, P. E. (2003). 5 commandments: The rules engineers live by weren't always set in stone. *IEEE Spectrum*, 40(12), pp. 30–35.
- Satyanarayanan, M. (2001). *Pervasive Computing: Vision and Challenges*. *IEEE Personal Communications*, 8(4), pp. 10–17.
- Shirky, C. (2000). *What Is P2P ... And What Isn't*. O'Reilly OpenP2P.com. <http://www.openp2p.com/pub/a/p2p/2000/11/24/shirky1-whatisp2p.html> (24.11.2000)
- Spannagel, C. (2007). Eine Weblog-Umgebung zur Förderung selbstbestimmt motivierten Lernens. In C. Rensing & G. Rößling (Hrsg.), *Proceedings der Pre-Conference Workshops der 5. e-Learning Fachtagung Informatik* (S. 11–18), Berlin: Logos Verlag.
- Tavangarian, D. & Lucke, U. (2006). *Pervasive University: Implementierung und Einsatz des Pervasive Computing in der Hochschule*. In C. Hochberger & R. Liskowsky (Hrsg.), *Tagungsband Informatik 2006 – Informatik für Menschen*, LNI P-93 (S. 45–49), Bonn: Köllen Verlag.
- Tavangarian, D., Nölting, K. & Lucke, U. (2005). *Organisation of e-learning in a pervasive campus – a case study*. *e+i elektrotechnik und informationstechnik*, 122(12), pp. 506–510.
- Thomas, S. (2005). *Pervasive, Persuasive E-Learning: Modeling the Pervasive Learning Space*. In M. Kumar & E. Gregori (Hrsg.), *3rd IEEE Int. Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops* (S. 332–336), Los Alamitos: IEEE Press.
- Tilkov, S., Tilly, M. & Wilms, H. (2005). *Lose Kopplung mit Web-Services einfach gemacht*. *JavaSpektrum*, 10(5), S. 23–26.
- Weal, M., Cruickshank, D. & Michaelides, D. (2007). *A Card Based Metaphor for Organizing Pervasive Educational Experiences*. In A. Hurson & G. Pingali (Hrsg.), *5th IEEE Int. Conference on Pervasive Computing and Communications WORKSHOPS* (S. 165–170), Los Alamitos: IEEE Press.
- Weiser, M. (1991). *The Computer for the 21st Century*. *Scientific American*, 265(3), pp. 94–104.
- Winkler, T. & Herczeg, M. (2007). *KIMM – Lernen und Verstehen mit Tangible Media*. In R. Koschke, O. Herzog, K.-H. Rödiger & M. Ronthaler (Hrsg.), *Tagungsband Informatik 2007 – Informatik trifft Logistik*, Band 1, LNI P-109 (S. 535–539), Bonn: Köllen Verlag.
- de Wolf, T.; Holvoet, T. (2005). *Emergence Versus Self-Organisation: Different Concepts but Promising When Combined*. In S. Brueckner et al. (Hrsg.), *Engineering Self Organising Systems: Methodologies and Applications*, LNCS 3464 (S. 1–15), Berlin: Springer Verlag.

Konsistente Navigation in stationären und mobilen web-basierten Lehr- & Lern-Umgebungen

Christian Stary
Stefan Oppl



Christian Stary, o. Univ.-Prof.
DI Dr., Universität Linz, Professor
für Wirtschaftsinformatik –
Communications Engineering.
Arbeitsschwerpunkte: E-Learning,
Wissensakquisition, Usability
Engineering.



Stefan Oppl, DI MBA, Univer-
sität Linz, Wissenschaftlicher
Mitarbeiter am Institut für
Wirtschaftsinformatik –
Communications Engineering.
Arbeitsschwerpunkte: Werk-
zeuge zur Unterstützung von
Artikulationsarbeit, Flexible
Repräsentation von Lern-
inhalten.

Abstract. Web-Anwendungen haben die Ver-
fügbarkeit von Lehr-/Lerninhalten sowie die
Kommunikation zwischen Lehrenden und
Lernpartnern ebenso grundlegend verändert
wie die Entwicklung mobiler Zugangsgeräte.
Web-basierte E-Learning-Anwendungen er-
lauben heute neben dem individualisierten
Zugang zu Information und Kommunikation
die direkte Verknüpfung von Inhaltselementen
mit Kommunikationsmedien. Dies stellt erhöhte
Anforderungen an die konsistente Gestaltung
der Navigation in mobilen und stationären
web-basierten Interaktionsräumen. Sollen In-
halt und Kommunikation gleichwertige Bedeu-
tung besitzen, bedarf es Konzepte nicht nur zur
konsistenten Abbildung von stationären Web-
Ansätzen auf mobile Endgeräte, sondern auch
integrativer Ansätze. In dem Beitrag werden
Restrukturierungs- und Verdichtungsmechani-
smen zur konsistenten Portierung, sowie Topic
Maps zur integrativen Navigation in Inhalts- und
Kommunikationsstrukturen vorgestellt.

Einleitung

E-Learning-Umgebungen sind sozio-technische Systeme, in denen die Vermittlung von Inhalten sowie der Erwerb von Wissen mittels Computersystemen unterstützt werden. Technische Systeme stellen die Voraussetzung zur Vermittlung und zum Erwerb dar: Sie halten den zu erwerbenden bzw. zu rezipierenden Inhalt (content) in digitaler Form sowie Interaktionswerkzeuge bereit, um den TeilnehmerInnen an Vermittlungsprozessen den Zugang sowie die kontextsensitive Kommunikation darüber zu ermöglichen – siehe Abbildung 1. Navigationsdesign stellt dabei eine wesentliche Gestaltungsaufgabe dar, neben anderen wie Präsentations- und Transferdesign (vgl. Kritzenberger, 2005).

Dabei bestimmt zumeist ein institutionalisiertes System den Designraum. Das institutionalisierte System definiert zum einen die Rollen der Beteiligten (Lehrende, Lernende, Content-Entwickler, Tutoren etc.). Diese

treten Informations- und Kommunikationstechnologien als Nutzer in Vermittlungs- oder Erwerbsrollen wie Lehrende und Lernende gegenüber (in Abbildung 1 mittels Beziehung (a) gezeichnet). Zum anderen legt das institutionalisierte System die Organisation der Vermittlung und des Zugangs zu Information fest. Diese wird in interaktiven Systemen kodiert (die Technik nimmt die Transformierung vor – siehe *transformer* in Abbildung 1), etwa durch einen kursspezifischen Login-Vorgang oder Download-Möglichkeiten von Inhalt.

Bei lernendenorientiertem Zugang zu technischen Systemen sind Inhalt und Navigation individualisierbar und die Kommunikation wahlfrei nach Verfügbarkeit technischer Möglichkeiten gestaltet – das Computersystem ist *enabler*. In Abbildung 1 zeigen dies Beziehung (b) und (c). Dementsprechend wird die rollenspezifische Interaktion mit dem Computersystem durch Features zur Individualisierung oder Annotation unterstützt (vgl. Auinger & Stary, 2005).

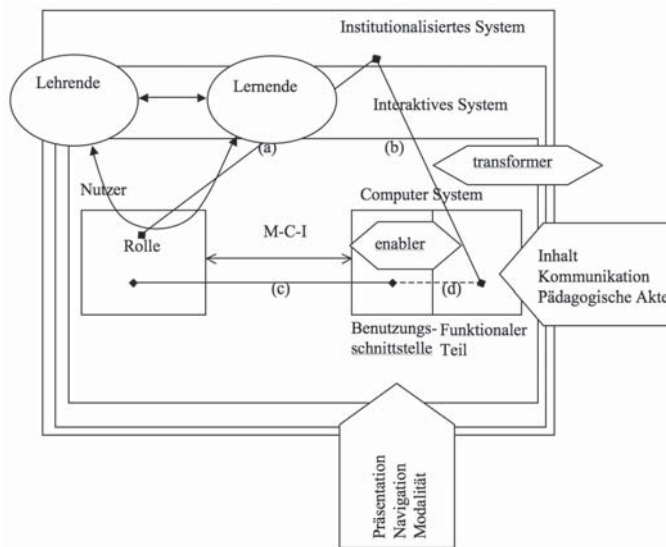


Abbildung 1: Navigation als eingebettetes Teilelement von Wissensvermittlung und lernendenorientiertem Wissenserwerb (M-C-I bedeutet Mensch-Computer-Interaktion) – vgl. Stary (2007)

Ein interaktives Lehr-/Lern-System oder E-Learning-System (in der Folge auch Lehr- & Lern-Umgebung genannt) besteht aus den beiden Komponenten Nutzer (Person) und Computersystem (Technik). Die Nutzer können auch Sozialsysteme, wie Lerngemeinschaften, sein, welche via unterschiedliche Benutzungsschnittstellen mit Computersystemen verbunden sind. Computersysteme können vielgestaltig sein und im Rahmen von PC-basierten Web-Anwendungen bis hin zu mobilen Einheiten wie PDAs (Personal Digital Assistants) Zugang zu Inhalt und Kommunikation bieten. Derartige Systeme bestehen aus den in Abbildung 1 gezeigten Teilen Benutzungsschnittstelle und funktionaler Teil, die einander bedingen – siehe Beziehung (d).

Die Benutzungsschnittstelle stellt die Summe an Eingriffsmöglichkeiten für NutzerInnen (Personen) in ihrer jeweiligen Rolle dar. Sie betrifft den Zugang zu Inhalt, d.i. die Navigation, die Manipulation von Inhalt, sowie die Kommunikation bzw. Interaktion mit anderen NutzerInnen. Die in Abbildung 1 gezeigten Beziehungen stellen die Basis für einen kontext-sensitiven (systemischen) Zugang zur computerbasierten Wissensvermittlung und zum computerunterstützten Wissenserwerb dar.

Mit *Inhalt* wird jene Kategorie von Information angesprochen, die fachlichen Bezug zur Vermittlung und zum Lernen aufweist. Mit *Kommunikation* sind alle zwischenmenschlichen Austauschvorgänge von Information gemeint, die Bezug zur Vermittlung oder zum Lernen aufweisen. *Pädagogische Akte* sind verhaltensbezogene Vermittlungs- und Erwerbsleistungen, welche den individuellen Wissenserwerb erleichtern sollen und zumeist eine gezielte Intervention des Lehrenden darstellen. Sie sind zumeist direkt mit Inhaltselementen verknüpft, beispielsweise mit der handlungsorientierten Hinführung von Lernenden, um Beispiele lösen zu können.

Die *Präsentation* spricht das Auftreten bzw. Erscheinungsbild von Information an, z.B.

Inhaltselemente in einem eigenen, als solcher markierten Browser-Teil. Unter *Navigation* wird der interaktive und explorierende Zugang zu strukturierter, didaktisch relevanter Information verstanden, wie beispielsweise eine hierarchisch gegliederte Abschnittstruktur, deren Teile hypermedial verbunden sind. Die *Modalität* bezeichnet die durch die Form (Kodalität) von Information mögliche Art der Vermittlung und des damit möglichen Zugangs zu Information, also beispielsweise die akustische Menüführung entlang einer Inhaltsstruktur.

Durch die Beziehungen (a)–(d) in Abbildung 1 werden Strukturen bestimmt, die gleichzeitig den Kontext von Navigationsvorgängen darstellen. In Abschnitt 2 widmen wir uns daher zunächst den Kontextfaktoren von Navigation. Sie erlauben E-Learning-Anwendungen, die didaktischen Anforderungen seitens der Lehrenden genügen. Sie ermöglichen gleichzeitig den Lernenden selbstbestimmten Wissenserwerb und kommunikationsorientierten Zugang zu Inhalt in interaktiven Umgebungen.

Da die Kommunikation auch mittels mobiler Geräte erfolgen kann und soll – Lernen sollte immer und überall unterstützt werden können – steht in Abschnitt 3 die konsistente Portierung von browser-basierten stationären Ansätzen auf mobile Endgeräte im Mittelpunkt. Wir berücksichtigen dabei die in Abschnitt 2 erläuterten Kontextfaktoren und die damit zusammenhängenden Features.

Damit sind nicht notwendigerweise die integrative Darstellung von Inhalt und Kommunikation und ebensolcher Zugang zu beiden abgedeckt. Abschnitt 4 widmet sich folglich der integrierten Navigation unter Berücksichtigung kontextsensitiver Kommunikation, und zwar unter Nutzung von Topic Maps. Dieser Ansatz gestattet die inhalts- und kommunikationszentrierte Nutzung von E-Learning-Umgebungen gleichermaßen und sollte die kognitive Belastung der Lernenden durch Interaktionsfeatures auf ein Minimum reduzieren.

	Präsentation	Navigation	Modalität
Inhalt	Jedes Inhaltselement ist entsprechend seinem Typ von Information und dem Layout (style sheet) zu präsentieren	Die Struktur des Inhalts kann auf unterschiedlichem Weg navigierbar sein (Hierarchie, fachliche, ontologische Struktur)	Jedes Inhaltselement kann unterschiedlichen Typ an Information aufweisen (Text, Audio, Bild, Video etc.)
Kommunikation	Entsprechend der Form werden Inhalte der Interaktion und Features zur Kommunikation dargestellt	Kommunikationsstrukturen können unterschiedlich navigierbar sein	Kommunikation kann textuell, akustisch oder/und visuell sein
Pädagogische Akte	Sie können an der Benutzungsschnittstelle in unterschiedlichen Formen präsentiert werden, insbesondere bei situationspezifischer Intervention	Falls sie strukturelle Merkmale betreffen, kann die Navigation anzupassen sein	Sie können in jeder Modalität gesetzt werden, um dem Charakter des pädagogischen Akts gerecht zu werden

Tabelle 1: Beziehungen als Bezugspunkt von Navigation (Stary, 2007)

Tabelle 1 zeigt den Kontext von Navigation im Beziehungsgefüge der Designdimensionen von E-Learning-Anwendungen. Für die Entwicklung kontextsensitiver Navigation bedeutet dies, dass Inhalte zunächst didaktisch aufzubereiten sind (Ueberall et al., 2003). Typische fachdidaktische Elemente sind »Definition« und »Erklärung« (vgl. Meder, 2000), die zumeist aus Textunterlagen stammen und in vielen Bereichen einsetzbar sind. Elementtypen können in heutigen Content- oder Lernmanagement-Systemen über Beschreibungssprachen für Struktur und Präsentation wie XML zum Teil standardisiert (vgl. Wirth, 2006) abgebildet werden.

Mit der Festlegung des didaktischen Typs von Information wird Lernmaterial unabhängig von seiner Form (Text, Bild etc.) strukturiert. Damit wird gleichzeitig ein Navigationsraum bestimmt. Abbildung 3 zeigt eine konsistente strukturgeleitete PDA-Version zum Inhalt »Structured Text« mit identem Navigationsbereich für den Inhalt (tree view) zur stationären Lösung. Bei der m-learning-Lösung wurde allerdings der Feature-Balken rechts oben aus Platzgründen verdichtet (siehe auch folgender Abschnitt).

Kann nun Inhalt gefiltert werden, z.B. aufgrund der Auswahl von Beispielen einer Lerneinheit zur Erleichterung des Wissenserwerbs, dann ist die Navigation dementspre-

chend anzupassen. Dies geschieht beispielsweise durch Deaktivieren von tree-view-Einträgen im Bereich der ELIE-Anwendung. So könnten Teile der in Abbildung 3 gezeigten Einträge im tree hellgrau angezeigt werden und nicht aktiv für Nutzer zu bedienen sein. Auch dies stellt eine Form der Konsistenzsicherung dar, wenn auch unabhängig von der Mobilität.

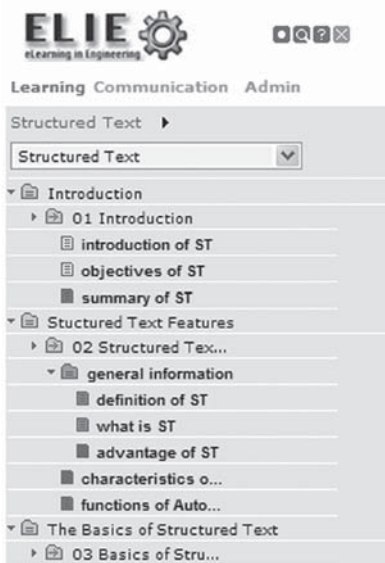


Abbildung 3: Strukturgeleitete Navigation am ELIE-PDA

Als Schlüsselemente konsistenter Portierung von Konzepten stationärer auf mobile Anwendungen werden die Verdichtung und Restrukturierung erläutert und anhand von Beispielen dargestellt. In der stationären Web-Lösung werden im gezeigten Ansatz traditionelle Browser- und graphische Benutzungsschnittstellen-, sogenannte GUI-Elemente zur Navigation eingesetzt. Features sind mittels Balken- oder Menu-Einträgen strukturiert. Als zentrales Erkennungsmerkmal (siehe auch Abbildung 2) wurde die Navigationsleiste mit grauem Hintergrund kodiert, und damit eine erwartungskonforme Präsentationsform für inhaltsgeleitete Navigationselemente geschaffen. Technisch betrachtet können somit idente GUI- bzw. Browser-Elemente für den stationären wie mobilen Zugang eingesetzt werden.

Um Inhalt individuell gestalten zu können, unterstützen Plattformen wie Scholion Sichten (views), die Lehrende und Lernende in-

haltsspezifisch anlegen können. Sichten sind vergleichbar mit Overhead-Folien, die über die Inhaltselemente gelegt und auf denen sämtliche Anmerkungen und Erweiterungen (Links, Verweise etc.) gespeichert werden können.

Benutzer können zu jeder Zeit eine neue Sicht auf ein ausgewähltes Inhaltselement legen. Sie können ihre individuelle Sichten verwalten, löschen oder (je nach Berechtigung) für andere oder für eine eingeschränkte Gruppe von Nutzern freigeben. Freigegebene Sichten können in individuelle Arbeitsbereiche kopiert und damit weiterbearbeitet werden. Das wiederholte Freigeben und Übernehmen für alle Nutzer verfügbarer Sichten wird kaskadierendes Sichtmanagement genannt.

Sichten erlauben somit die individuelle Gestaltung von didaktisch vorstrukturierten Inhalten und ergänzen den Navigationsbereich. Sie stellen durch die Vernetzungsmöglichkeit mit anwendungsinternen und -ex-



Abbildung 4a: Konsistente Interaktion mittels PDA am Beispiel MobiLearn



Abbildung 4b

ternen Inhalten via Links eine zweite Ebene der Navigation dar. Sie wird nicht in einem eigenen Bereich (wie etwa in Abbildung 3) dargestellt, sondern kann in den Inhaltsbereich (siehe Abbildung 2) integriert werden. Die Navigation zu Features dieser Art erfolgt über einen Werkzeugbalken (tool bar), da sie feature-orientiert und nicht unmittelbar durch die Struktur des Inhalts bestimmt ist.

Sobald Kommunikation im Kontext von Inhalten gleichwertig genutzt wird, werden die entsprechenden Elemente zur Kommunikation ebenfalls im Inhaltsbereich angezeigt (siehe Abbildung 2 unten). Dies bedeutet, dass die Nutzer den Kontext durch die entsprechende Anzeige visualisiert wahrnehmen. Die Auswahl von Kommunikationsfeatures (z.B. Chat) erfolgt über den tool bar im oberen Bereich der Anzeige. Werden diese Features ohne Inhaltsbezug genutzt, dann bleibt der zuletzt gewählte Navigationsbereich erhalten und der Inhaltsbereich wird ausschließlich zur Kommunikation freigegeben.



Abbildung 4c

Zurzeit ist die Übernahme stationärer Navigationskonzepte auf mobile Endgeräte nur unter Beachtung der Einschränkungen bezüglich Platz und Verfügbarkeit von Features möglich (Zhang, 2007). Wie in Abbildung 4 am Beispiel mobiLearn, einer weiteren Instanz der Plattform Scholion, gezeigt, kann zwar die Basis-Browser-Funktionalität übernommen werden, aber die strukturgeleitete und kontextsensitive Interaktion bedarf der Konzeptbildung, soll die Interaktion zwischen stationärer und mobiler Anwendung konsistent sein (www.mobilearn.at). Bezüglich Einstieg konnte das Verhalten der stationären Anwendung übernommen werden (siehe Abbildung 4a – links oben). Im Gegensatz zur stationären Anwendung wird sitzungsspezifische Information allerdings nur auf Verlangen angezeigt (*Verdichtung von Information*).

Obwohl die Hilfsmittel zur Navigation im Fall stationären Zugangs ident zum mobilen Zugang sind (menus, icons, bars, boxes), sind für den mobilen Zugang die Verdichtung von

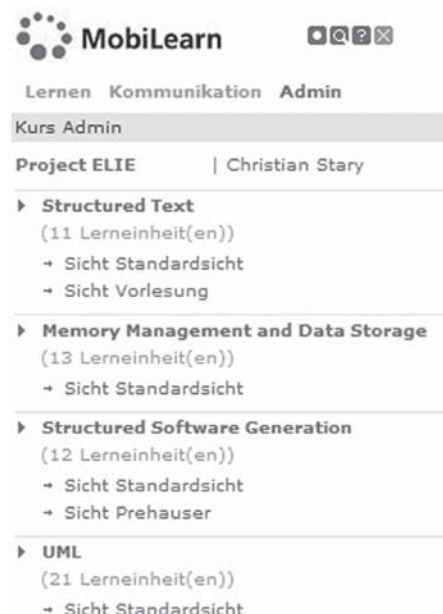


Abbildung 4d

Information und die Restrukturierung der Anzeige wesentliche Hilfsmittel. Um die Konsistenz zu wahren, gilt es, das Ausmaß zu minimieren und die bestehende Erwartungskonformität nicht zu verletzen. Ein typisches Beispiel zur Verdichtung ist die Navigation cross-funktionaler Werkzeuge (Balken rechts oben in Abbildung 4a-i). Trotz Weglassen des Textes (i.e. der verdichteten Anzeige des Hauptmenüs) bleibt die darunter liegende Menüstruktur allerdings erhalten, damit Nutzer ihre Erwartungshaltung bei mobilem und stationärem Zugang minimal adaptieren müssen.

Das Kriterium zur Verdichtung ist stets die Herstellung der Handlungsfähigkeit der potenziellen Nutzer. Ist diese ohne weitere Kontrolleingabe nicht gegeben, dann ist die Navigation bereits zu stark verdichtet oder fehlt zur Fortsetzung der Interaktion.

In Übereinstimmung mit dem stationären Zugang ist der Einstieg in den Lern- und Kommunikationsbereich direkt über Links oder

über Menüs möglich. Sämtliche Navigationsmöglichkeiten sind kontextsensitiv gestaltet, d.h. in jeder Situation sind nur jene Features zugänglich, die in dieser Situation aufgrund der Interaktionshistorie möglich sind. Auch konnte die Grau-Hinterlegung des Navigationsbereichs übernommen werden, um unmittelbar die Art der angezeigten Information zu indizieren.

Aufgrund der Platzierungsmöglichkeiten musste der Inhaltsbereich vom Navigationsbereich getrennt angezeigt werden (*Restrukturierung* – siehe Abbildung 4 d-i – mittlere und untere Reihe von Anzeigen). Es bleibt allerdings dadurch die didaktische Information zu den jeweilig angezeigten Inhaltselementen erhalten – siehe »Definition«-Block bei »Semantic Web« im PDA-Bildschirm 4g). Die Navigationsfeatures wurden entsprechend ihrer Kategorie gruppiert – Selektion und Annotation (siehe oberhalb des Inhaltsbereichs Bildschirm 4a), fachlich-relevante Themen und Blocktypen (siehe Bildschirm 4d und 4g).

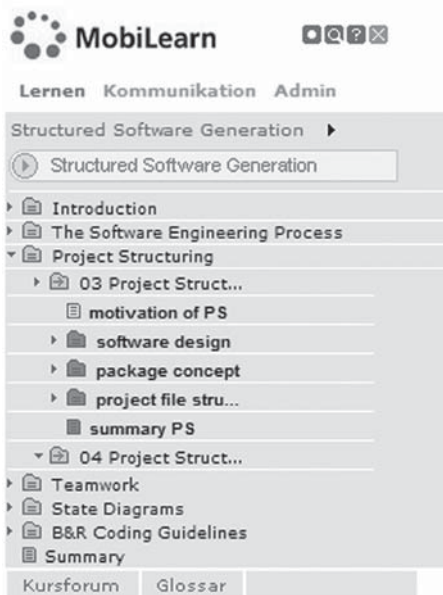


Abbildung 4e

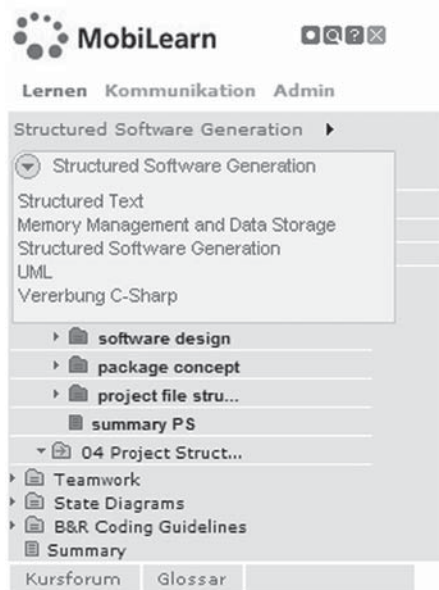


Abbildung 4f

Sobald Inhalt angezeigt wird, wird im stationären wie mobilen Fall eine Sicht generiert. Somit ist in beiden Fällen Individualisierung in konsistenter Form möglich. Die Navigation zur Verwaltung von Sichten befindet sich ebenfalls konsistent oberhalb des Inhaltsbereichs (siehe Bildschirm 4g). Damit können Nutzer auch mobil Sichten kaskadiert einsetzen.

Zur Unterstützung des individuellen Lernmanagements können dank des konsistenten Navigationssystems auch Kurse und persönliche Daten abgeglichen werden. Abbildung 4 zeigt ein Beispiel individuellen Kursmanagements im mittleren Bereich 4d–f. Im Admin-Bereich kann entlang unterschiedlicher Kursangebote navigiert werden, ehe im Lernbereich der Zugriff auf den Inhalt entsprechend des selektierten Kurses möglich wird.

Schließlich ist der Zugang zur Kommunikation und anderen Features kontextsensitiv analog zur stationären Web-Anwendung

gestaltet. In Abbildung 4 (Bildschirm 4f) werden beispielsweise das Glossar sowie das Kursforum angezeigt. Wird das Kursforum aktiviert, kann auch zum Inhalt zurückgesprungen werden. Diese Form des toggle (Verdichtung und Restrukturierung) erlaubt zu jedem Zeitpunkt der Interaktion die Bewahrung von Inhalt als Kontext zur Information und vice versa. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass sich die Verdichtungs- und Restrukturierungstechniken auf Standardfeatures, welche Nutzer aus GUI-basierten Browser-Systemen gewohnt sind, zurückführen lassen.

Hilfreich zur Verdichtung sind Ordnungssysteme wie das Alphabet im Falles Glossars oder Detaillierungsstufen innerhalb der strukturgeleiteten Navigation (z.B. Hierarchie im tree view), im Inhalt und der Kommunikation (Frage, Antwort-Sequenzen). Im Falle von Scholion wird letzteres vom Level-of-Detail-Konzept unterstützt. In Bildschirm 4g und 4h kann aus einer list box wie im stationären Zugang ausgewählt werden, in wel-

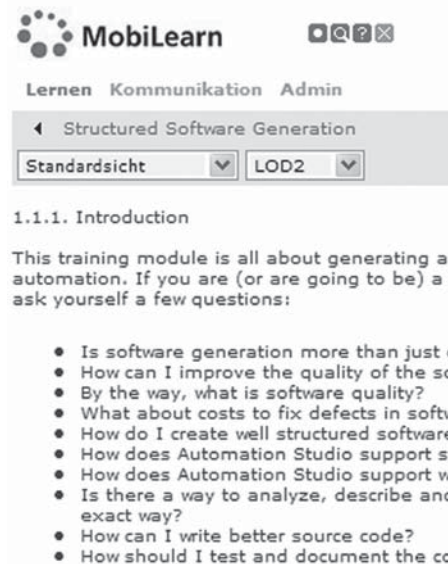


Abbildung 4g

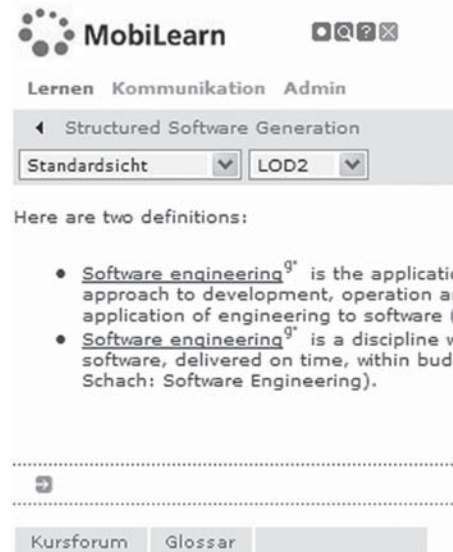


Abbildung 4h

chem Detaillierungsgrad Inhalt angezeigt werden soll. Stark verdichtete Information auf geringer Detaillierungsstufe (Level-of-Detail 1 in Scholion) minimiert Navigationsanfordernisse. In Kombination mit der Filterfunktion über didaktisch relevante Elemente (Definition, Beispiel o.ä.) kann zusätzlich versucht werden, die zur Anzeige gelangende Information einzuzugrenzen.

Zusammengefasst eignen sich die Verdichtung von Information sowie die Restrukturierung der Anzeige (z.B. Split der Anzeige zur Navigation und Inhalt) im browser-basierten (traditionellen) Zugang zur Konsistenzsicherung der Navigation. Sowohl die feature-orientierte als auch die inhaltsgeleitete Navigation kann allerdings zu Anzeige(forme)n wie die Seitennummerierung in Bildschirm 4h führen, die nur im mobilen Bereich eingesetzt werden. Hier gilt die bereits getätigte Aussage zur Erwartungskonformität.



Abbildung 4i

Topic-Maps

Topic Maps (vernetzte Referenzen) eignen sich zur integrierten Darstellung und ebensolchen Navigation von Inhalt und Kommunikation. Wir geben zunächst einen Einblick in die grundlegende Konzeption von Topics Maps (Abschnitt 1). Danach betrachten wir sie im Kontext von E-Learning (Abschnitt 2), ehe wir die integrative Navigation in Abschnitt 3 vorstellen.

Grundlegende Konzeption

Das Konzept der Topic Maps lässt sich verständlich in Analogie zu einem Index in einem Nachschlagewerk beschreiben. Der Index ist eine Sammlung von Begriffen bzw. Konzepten, die in einem Buch auftreten und Verweise auf die konkreten Stellen enthält, an denen diese Begriffe vorkommen. Im Kontext des Topic Map-Standards (ISO 2006) werden die Begriffe als »Topics« bezeichnet, die Verweise auf ein konkretes Auftreten als »Occurrences«. Ein umfassender Index enthält darüber hinaus Verweise auf Synonyme und alternative Bezeichnungen – einen Thesaurus. In einer Topic Map werden Synonyme und alternative Bezeichnungen als »Topic Names« und »Variants« bezeichnet.

Topic Maps gehen in mehreren Aspekten über eine Index-Funktionalität hinaus. Sie erlauben die semantische Verknüpfung der enthaltenen Begriffe – Topics – mittels frei definierbaren Beziehungen, welche in der Topic Map als »Associations« bezeichnet werden. Zur näheren Definition der Beziehung werden auch die Bedeutungen der beteiligten Begriffe in diesem Kontext explizit in »Association Roles« definiert. So kann zum Beispiel ein Automobil (Topic) mit einer Person (Topic) in der Beziehung »besitzt« (Association) stehen, wobei das Automobil die Rolle »Besitz« (Association Role) und die Person die Rolle »Eigentümer« (Association Role) einnimmt. In einer Beziehung »fährt« würden dieselben beiden Topics die Rollen »Fortbewegungsmittel« und »Lenker« einnehmen.

Abstrahiert vom einleitenden Beispiel eines Buch-Index können Topic Maps verwendet werden, um beliebige Begriffssysteme abzubilden bzw. Inhalte zu strukturieren. Konkret beschreiben Topics «anything whatsoever, regardless of whether it exists or has any other specific characteristics, about which anything whatsoever may be asserted by any means whatsoever» (ISO 2006).

Vor allem sind Topic Maps vollkommen unabhängig von der Herkunftsdomäne der abgebildeten Konzepte – sie sind »ontology-agnostic« (vgl. Vatant, 2004). Topic Maps erlauben folglich die Beschreibung von Inhalten aus beliebigen Domänen. Dazu bieten sie die Möglichkeit, das Begriffssystem der Domäne(n) ebenfalls explizit in der Topic Map abzubilden und so eine Ontologie zu beschreiben. Zu diesem Zweck werden die entsprechenden Topics mittels einer speziellen Assoziation als »Topic Type« gekennzeichnet. Diese Selbstbezüglichkeit (jeder Topic Type ist selbst ein Topic und kann daher wieder einen Topic Type haben) erlaubt die Abbildung beliebig abstrahierter Meta-Modelle in einer Topic Map.

Eine Topic Map besteht somit aus den Topics (Begriffen) und – verallgemeinert – aus Aussagen über diese Topics. Zu letzteren zählen Synonyme und alternative Bezeichnungen (Topic Names & Variants), Beziehungen zwischen Konzepten (Associations & Association Roles), sowie Referenzen auf konkrete Instanzen von Begriffen (Occurrences). Diese Aussagen werden unter dem Sammelbegriff »Statement« zusammengefasst. Abschließend sei an dieser Stelle erwähnt, dass für jedes Statement ein Gültigkeitsbereich festgelegt werden kann – der »Scope«. Ein Scope besteht formal aus einer beliebigen Anzahl von Topics und beschreibt dadurch den Kontext, in dem eine Aussage gültig ist.

Topic-Map-Anwendungen im E-Learning

Bereits in Abschnitt 1 wurde gezeigt, dass Wissensvermittlung in interaktiven Systemen die

Verfügbarkeit und Integration unterschiedlicher Kategorien von Information bedingt (Inhalt, Kommunikation, Pädagogische Akte), die wiederum unterschiedlich aufbereitet zur Verfügung gestellt werden muss (Präsentation, Navigation, Modalität). Die Repräsentation der Information in Topic Maps ermöglicht diese Aufbereitung basierend auf einem vereinheitlichten, konsistenten Datenmodell.

Der Einsatz von Topic Maps zur Unterstützung von E-Learning wurde in der Literatur bereits mehrmals diskutiert. So weisen Dicheva & Dichev (2004) darauf hin, dass sich Topic Maps dazu eignen, unterschiedliche Sichten auf Lerninhalte und so deren Kontext abzubilden. Dabei identifizieren sie vier Sichten, die als Ontologien abgebildet werden: *Domain Ontology*, *Instructional Ontology*, *Author's Viewpoint Ontology* und *Learner's Viewpoint Ontology*. Die ersten beiden Ontologien können den in diesem Beitrag verwendeten Informationskategorien »Inhalt« und »Pädagogische Akte« zugeordnet werden. Die letzteren beiden bilden das Konzept der Individualisierbarkeit (wie in Abschnitt 2 und 3 beschrieben) ab.

In neueren Arbeiten (vgl. Dicheva & Dichev, 2006) liegt der Fokus auf der Einordnung von E-Learning-Inhalten in das Begriffssystem der jeweiligen Domäne. Dies entspricht im Wesentlichen einer Reduktion auf die Unterstützung der Lernenden in der Inhalts-Dimension. Lernenden soll so die Erschließung der Zusammenhänge mittels unterschiedlicher Visualisierungsstrategien ermöglicht werden. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Reduktion der Darstellungskomplexität bei gleichzeitiger Sicherstellung maximaler Flexibilität hinsichtlich der Zugriffswege für Benutzer auf die Lerninhalte.

Schmiech (2006) schlägt vor, die einem E-Learning-Material zugrunde liegenden didaktische Konzepte in Topic Maps abzubilden und die Lerninhalte so explizit didaktisch auszuzeichnen. Zur Unterstützung der Erstellung von Lernmaterial schlägt er den Einsatz von didaktischen Schablonen (Topic Map Tem-

plates) vor, die das didaktisch konsistente Authoring von Inhalten unterstützen können.

Nordeng et al. (2006) zeigen, wie Topic Maps eingesetzt werden können, um den Domänen-Kontext von Lerninhalten abzubilden. Sie schlagen ein Metamodell zur Strukturierung der Topic Map vor, das die Einordnung von Lerninhalten sowohl vertikal (hierarchisch) als auch horizontal (semantisch) unter Berücksichtigung der unterschiedlichen (domänenspezifischen oder individuellen) Betrachtungsweisen vorsieht.

Gemäß unserer Zielsetzung richten wir unser Augenmerk auf die konsistente Repräsentation von Information beliebiger Kategorien bei gleichzeitigem Einsatz von didaktischen Meta-Strukturen. Wir integrieren damit einerseits die zuvor genannten Ansätze, gehen andererseits aber auch über diese hinaus, indem die in der Topic Map repräsentierte Information nicht bloß (Lern-)Inhalt sein kann, sondern auch beliebige andere Informations-Kategorien (wie Kommunikation oder Arbeitskontext) umfasst.

Der generische Ansatz von Topic Maps erlaubt nicht nur die Abbildung von Inhalt aus beliebigen Domänen sondern ermöglicht es, beliebige Arten von Information konsistent zu repräsentieren und nahtlos miteinander zu integrieren. Durch die gleichrangige Behandlung sämtlicher Informationsaspekte werden Navigationspfade geschaffen bzw. transparent gemacht, die in dieser Form in traditionellen Ansätzen sowie den bisher vorgeschlagenen Topic-Map-basierten Ansätzen nicht sichtbar werden (siehe unten).

Bezüglich der Aufbereitung der Inhalte erleichtert die Repräsentation der Information in Topic Maps den Umgang mit unterschiedlichen Modalitäten und gestaltet deren Abbildung konsistent. Die unterschiedlichen Kodalitäten von Information (Text, Bild etc.) werden in Topic Maps durch unterschiedliche Occurrences zu einem Topic abgebildet. Durch den Einsatz von Occurrence Types wird eine einfache Selektion der gewünschten Modalität ermöglicht.

Die Individualisierbarkeit von Inhalt (d.h. in diesem Kontext die Abbildung des Sicht-Konzepts) kann in der Topic Map durch das Scope-Konstrukt realisiert werden. Durch die Angabe eines Gültigkeitsbereichs für jedes beliebige Informationselement – seien es Inhalte (beliebiger Kodalität) oder inhaltliche Zusammenhänge – können Lernende die Lerninhalte individuell erweitern und vernetzen.

Integrative Navigation

Die Präsentation von Struktur und Inhalt selbst ist nicht Teil des standardisierten Topic-Map-Konzepts. Eine Topic Map sagt nichts über die Darstellung der repräsentierten Information aus. Die Herausforderung dabei ist, die Komplexität der Darstellung soweit zu reduzieren, um die Lernenden kognitiv nicht zu überfordern und gleichzeitig den Mehrwert, der durch die Verfügbarkeit von Information über die Zusammenhänge der Information entstehen kann, zu nutzen.

Da eine Topic Map ausschließlich eine Repräsentationsform von Daten darstellt, beschreibt sie nicht deren Darstellung. Daher ist grundsätzlich zwischen der Darstellung der Struktur der Topic Map (Topics + Assoziationen) und der Darstellung der Inhalte (Occurrences) zu unterscheiden. Letztere entspricht der Präsentation der Information, in welche die Struktur implizit durch Selektion und Assemblierung der entsprechenden Occurrences eingeht. Erstere fokussiert auf die Navigation durch die Information und ermöglicht den Zugriff auf die Inhalte. Dieser Abschnitt diskutiert Möglichkeiten zur Darstellung der Struktur und damit der Navigationswerkzeuge.

Ein gängiger Weg zur Darstellung der Struktur einer Topic Maps ist deren Abbildung auf ein Netzwerk mit Knoten und Kanten. Bedingt durch die assoziative, d.h. nicht hierarchische Struktur einer Topic Map wird diese Darstellungsform jedoch rasch unübersichtlich. Ein gangbarer Weg zur Reduktion der Komplexität der Darstellung ist die Selektion

tion der anzuzeigenden Inhalte und Zusammenhänge in der Form von Sichten auf die Informationsstruktur. In unserem Ansatz sind die Filterkriterien dieser Sichten (wie folgt beschrieben) vorgegeben, während die Selektion der Sicht im Sinne der Erfassbarkeit der Zusammenhänge vom Lernenden frei gewählt werden können muss.

Folgende Sichten auf die Informationsstruktur werden dynamisch aus der Topic Map Repräsentation generiert und dem Lernenden simultan und/oder mit wahlfreiem Zugriff zur Verfügung gestellt: Lern- und Inhaltsstruktur, Verknüpfungs- und Individualisierungs-Kontext, Zugriffs-Kontext, sowie Domänen-Kontext.

Lern- und Inhaltsstruktur. Diese Sicht entspricht im Wesentlichen der herkömmlichen hierarchisch-sequenziellen Darstellung von Navigationsstrukturen (tree view). Sie eignet sich wie in den vorhergehenden Abschnitten bereits beschrieben zur Darstellung der grundlegenden Struktur von Lerninhalten und Kommunikationsfeatures. Die Abbildung der hierarchischen und sequenziellen Beziehungen zwischen den Inhaltelementen sowie deren zusätzlich didaktische Auszeichnung spiegelt das pädagogische Konzept des Lehrenden wieder – die durch Pädagogische Akte eingeführten didaktischen Muster werden hiermit sichtbar.

Verknüpfungs- und Individualisierungskontext. Der Verknüpfungs- und Individualisierungskontext ist die zweite Hauptsicht auf die Lerninhalte und ermöglicht featuregeleitete Navigation. Visualisiert werden einerseits die semantischen Zusammenhänge zwischen Inhalten und Verbindungen zu Kommunikation und anderen Informationsarten und andererseits verfügbare individuelle Sichten und ggf. die Sichten anderer Lernender. Diese Sicht stellt Inhalte in den Kontext des individuellen (eigene Sichten) und kollektiven Lernprozesses (fremde Sichten sowie Verknüpfungen zu Kommunikationselementen).

Sie visualisiert darüber hinaus die Relevanz der Inhalte im Zusammenhang mit anderer Information (im Sinne von beliebig gerichteten »ist relevant für«- bzw. »ist notwendig für«-Assoziationen). Die Darstellung der erwähnten Zusammenhänge ist nur für Lerninhalte sinnvoll. Das jeweils betrachtete Inhalts-Element rückt daher in den Fokus der Betrachtung und dient als zentraler Ankerpunkt zur Darstellung sämtlicher assoziierter Information, die um diesen herum angeordnet werden. Durch das Aufbrechen der konzeptionellen Trennung zwischen unterschiedlichen Informationsarten (vor allem Inhalt und Kommunikation) werden neue Navigationspfade eröffnet, die in der herkömmlichen hierarchisch-sequenziellen Navigation nicht dargestellt werden können.

Der *Zugriffs-Kontext* ist eine Hilfs-Sicht zur Visualisierung der zu einem Element verfügbaren Kodalitäten und Detaillierungsstufen. Im Unterschied zu den ersten beiden Sichten wird sie nicht zur Navigation, sondern zur Wahl der Modalität verwendet. Den Lernenden wird durch den Zugriffs-Kontext Information über die zu einem Informations-Element verfügbaren Kodalitäten und Detaillierungsgrade zur Verfügung gestellt, was einen individuellen Zugang zum Lernmaterial ermöglicht. Auch hier dient das aktuelle Inhaltelement wieder als zentraler Ankerpunkt der Darstellung.

Der *Domänen-Kontext (Domänen-Ontologie-Browser)* deckt die Visualisierung der Zusammenhänge mit anderen Fachkonzepten ab. Dieser Ansatz kann sich unter Umständen mit der Darstellung des Verknüpfungs-Kontext überschneiden, blendet aber alle Inhalte, die nicht zum Domänen-Modell gehören, aus. Der Domänen-Kontext geht aber auch über den Verknüpfungs-Kontext hinaus, da er auch Elemente enthalten kann, für die keine dezidierten Lerninhalte zur Verfügung stehen, die aber zum Verständnis der Domäne wichtig sind (etwa Kategorien oder Gruppierungen). Dem Lernenden wird so ein zusätzlicher –

rein inhaltlich motivierter – Navigationspfad durch die Lerninhalte geboten, wobei zur Darstellung erneut das aktuelle Inhaltselement als Ankerpunkt verwendet wird.

Durch die *Integration* der Lern- und Inhaltsstruktur mit dem Verknüpfungs- und Individualisierungs-Kontext wird ein ganzheitlicher Blick auf die Einbettung eines Lernmaterials in dessen inhaltlichen, didaktischen und kommunikativen Gesamtzusammenhang möglich. Durch die zusätzliche Verfügbarkeit des Zugriffs- und Domänen-Kontexts wird dieses Bild in didaktisch-technischer sowie inhaltlicher Hinsicht vervollständigt und Selbststeuerung im E-Learning ermöglicht.

Der Verknüpfungspunkt der Sichten ist das aktuell ausgewählte Inhaltselement, das immer im Fokus der Visualisierung steht. Dem Lernenden steht damit ein stabiler Ankerpunkt in der Navigation zur Verfügung. Sie wird durch die Möglichkeit des Wechsels von Sichten flexibilisiert und ermöglicht damit den konsistenten Zugriff auf unterschiedliche Informationsaspekte.

Topic Maps dienen somit als integratives Navigationsinstrument, da auf Metadatenebe-

ne Kommunikation, Inhalt sowie deren Verknüpfung sichtbar werden. Abbildung 5 zeigt exemplarisch eine integrierte Sicht (Lern- & Inhaltsstruktur mit Verknüpfungskontext und Domänenkontext) auf Scholion-Inhalt zum Thema »XML-Strukturbeschreibung«.

Im Zentrum steht dabei der aktuell im Lernfokus befindliche Knoten »Structure Definition«. Rund um diesen sind alle Knoten gruppiert, die den Kontext dieses Elements bestimmen, d.h. in unmittelbarer Verbindung mit ihm stehen. In Abbildung 5 sind dies einerseits die Lernmaterialien »XML Basics« (oben) und »XML Structuring« (unten) inklusive der Angabe der anderen in diesem Material verwendeten Inhaltsblöcke (»Introduction« und »Basic Structure« bzw. »DTD Example« und »XML Structuring«) und deren Ordnungsbeziehungen. Andererseits sind seitens des Verknüpfungskontext die Diskussion »Specify attributes« (rechts) und seitens des Domänenkontext die Sub-Konzepte »Schema« und »DTD« (links) eingebunden. Die ovalen Knoten geben dabei jeweils die Art der Beziehung an, die Kantenbeschriftungen zeigen die Rollen der beteiligten Elemente in der jeweiligen Beziehung.

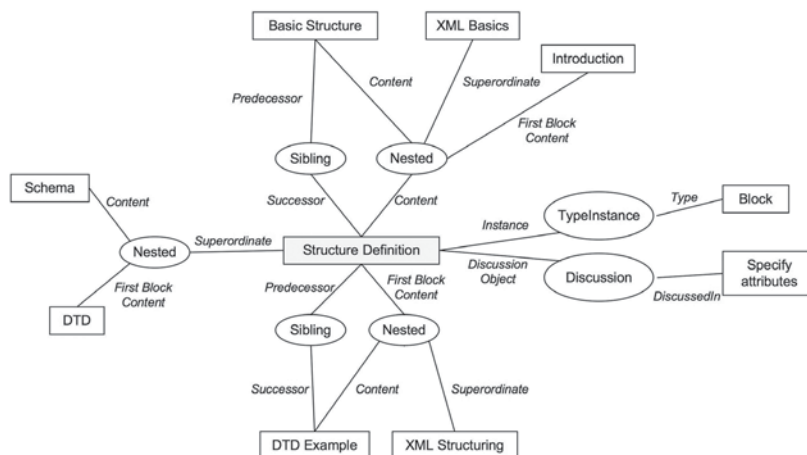


Abbildung 5: Integrativer Topic Map-Ansatz: Inhaltsstruktur und Features zur Individualisierung und vernetzten Kommunikation (stationär und PDA-tauglich)

Die oben beschriebenen Sichten auf die in einer Topic Map abgebildete Information ermöglichen eine konsistente Darstellungsform der Strukturen auf allen Plattformen – im stationären Betrieb können mehrere Sichten gleichzeitig dargestellt werden (wie in Abbildung 5 gezeigt), während im mobilen Betrieb zwischen den Sichten umgeschaltet werden muss (gemäß der Restrukturierung wie in Abschnitt 3 beschrieben). Das in den Kontext-Sichten durchgängig angewandte Konzept des aktuellen Inhaltelements als zentraler Ankerpunkt erlaubt dabei eine konsistente Visualisierung, welche die Orientierung beim Umschalten zwischen den Sichten erleichtert.

Bei limitierten Ressourcen im mobilen Betrieb (v.a. bezüglich Bildschirmauflösung und -größe) ist außerdem eine Reduktion der in der Kontext-Darstellung angezeigten Elemente möglich (Verdichtung wie in Abschnitt 3 beschrieben durch Filterung nach Inhaltsarten und Informationsaspekten sowie der Einschränkung der unmittelbar visualisierten Navigationstiefe).

Der Einsatz von Topic Maps zur Repräsentation von Lerninhalten bringt vor allem im Kontext mobiler Lehr- & Lern-Anwendungen Vorteile mit sich. So wird durch die gleichrangige Behandlung aller Kategorien von Information und Interaktionselementen ein flexibles, individualisierbares Navigationskonzept ermöglicht, das konsistent auf beliebigen Plattformen umgesetzt werden kann. Zusammenfassend bieten Topic Maps in Verbindung mit der vorgeschlagenen Visualisierung folgende Vorteile:

- ▶ Integration aller Navigationswerkzeuge in einem Punkt – »one-stop-navigation« durch die Integrative Darstellung der Informationsstrukturen sowie dem konsistenten Sichtenwechsel mittels Ankerpunkt-Darstellung
- ▶ Integration von Manipulationselementen in die Navigation – Minimierung von kognitiver Last durch unmittelbare individuelle Erweiterbarkeit der Inhaltsstrukturen (Sichten-Konzept)

- ▶ Konsistente Visualisierung aller Informationsarten auf allen Plattformen durch inhärent verdichtbare und restrukturierbare Navigationskonzepte
- ▶ Skalierbarer Platzbedarf, Anpassbarkeit an die technischen Möglichkeiten
- ▶ Repräsentation aller strukturellen und inhaltlichen Information für sämtliche Plattformen und Zugriffswege in einer konsistenten Datenstruktur.

Somit steht ein in sich geschlossenes Modell zur stationären und mobilen individualisierten und kontextsensitiven Navigation in webbasierten Lehr- und Lernumgebungen zur Verfügung.

Schlussbetrachtung

Die weit gefächerte Verfügbarkeit von Lehr- bzw. Lerninhalten sowie die Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernpartnern durch stationär und mobil verfügbare Web-Anwendungen erfordert eine entsprechende Konzeptbildung, sollte die Gebrauchstauglichkeit und derartiger Systeme hoch und die Nutzungserfahrung positiv sein. Vor allem der individualisierbare Zugang zu Information und zu Kommunikation sowie die direkte Verknüpfbarkeit von Lernelementen mit Kommunikationsmedien stellen besondere Anforderungen an die Gestaltung Navigation.

Die Sicherung von Konsistenz des stationären mit dem mobilen Zugang kann sowohl unter dem Gesichtspunkt der traditionellen Abbildung von browser-basierter Interaktion als auch strukturgeleitet betrachtet werden. Letzterer Zugang wird durch Topic Maps möglich. Sie erlauben durch ihre universelle Anwendbarkeit auf Basis eines einheitlichen Modellierungskonzepts die integrative Sicht auf Inhalt, Kommunikation und damit verbundenen Strukturen. Lehrende wie Lernende können sich in Visualisierungen von Topic Maps direkt manipulativ in einem nach Inhalt

und Kommunikation abgestimmten Interaktionsraum bewegen und nach ihren Präferenzen gestalten.

Damit treten die Interaktionshilfsmittel an der Benutzungsschnittstelle weiter in den Hintergrund und die Effektivität der Wissensvermittlung bzw. des Wissenserwerbs kann erhöht werden. Dies empirisch zu belegen ist Gegenstand der laufenden Forschung.

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir allen danken, die E-Learning-Umgebungen lehr- und lernendengerecht gestalten, insbesondere dem Scholion-Entwicklungsteam der JKU.

Literatur

- Auinger, A. & Sary, Ch. (2005). Didaktik-geleiteter Wissenstransfer. Interaktive Informationsräume für Lern-Gemeinschaften im Web. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Auinger, A., Auinger, F., Derndorfer, C., Hallewell-Haslwantner, J. & Sary, Ch. (2007). Content Production for E-learning in Engineering. In: iJET – Journal on Emerging Technologies for Learning, Vol. 2 No.2.
- Brusilovsky, P. & Peylo, C. (2003). Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. In: Int. J. on Artificial Intelligence in Education 13, S. 153–169.
- Dicheva, D. & Dichev, C. (2004). Educational Topic Maps. In: Tagungsband: 3rd International Semantic Web Conference, S. 7-11.
- Dicheva, D. & Dichev, C. (2006). TM4L: Creating and Browsing Educational Topic Maps. In: British Journal of Educational Technology – BJET, 37(3), S. 391–404.
- Hinze, U. & Blakowski, G. (2003). Soziale Eingebundenheit als Schlüsselfaktor im E-Learning – Blended Learning und CSCL im didaktischen Konzept der VFH. In: Tagungsband: DeLFI, 1st Conference on 'Design and Evaluation of Electronic Learning Systems', GI, Lecture Notes, S. 57–66.
- ISO JTC1/SC34/WG3 (2006). Information Technology – Topic Maps – Part 2: Data Model, International Standard 13250-2, ISO/IEC.
- Kritzenberger, H. (2005). Multimediale & interaktive Lernräume. München: Oldenbourg.
- Meder, N. (2000). Didaktische Ontologien. In G.R.H.P. Ohly & A. Siegel (Hrsg.), Globalisierung und Wissensorganisation: Neue Aspekte für Wissen, Wissenschaft und Informationssysteme, Vol. 6: Fortschritte in der Wissensorganisation, Würzburg: Ergon, S. 401–406.
- Nordeng, T., Guescini, R. & Karabeg, D. (2006). Topic Maps for polycoscopic structuring of information. In: International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning, 16(1), S. 35–49.
- Schmiech, M. (2006). Didaktische Ontologien zur Organisation digitaler Objekte in der Arbeit von Lehrkräften, PhD thesis, University of Flensburg.
- Sary, Ch. (2007). Systemische Adaptivität? Möglichkeiten relationsspezifischer Anpassung. In: P. Baumgartner & G. Reinmann (Hrsg.), Überwindung von Schranken durch E-Learning. Innsbruck: Studienverlag, S. 121–148.
- Stiller, K. (2001). Navigation über Bilder und bimodale Textdarbietung beim computerbasierten Lernen. In: Zeitschrift für Medienpsychologie 13(4), S. 177–187.
- Ueberall, M., Lauer, M. & Drobnik, O. (2003). CLE: Eine konstruktivistische, kollaborative Lernumgebung. In: Tagungsband: DeLFI, 1st Conference on 'Design and Evaluation of Electronic Learning Systems', GI, Lecture Notes, S. 321–330.
- Vatant, B. (2004). Ontology-driven Topic Maps. In: Tagungsband: XML Europe 2004, Amsterdam.
- Wirth, K. (2006). Konstruktion problembasierter Lernumgebungen im Spannungsverhältnis informationstechnischer und pädagogischer Rationalität, Frankfurt/Main: Peter Lang.
- Zhang D. (2007). Web Content Adaptation for Mobile Handheld Devices. In: Communications of the ACM, Vol. 50, No. 2, S. 75–79.

»Jetzt entscheiden! Aber schnell!« – Innovative Lernspiele für Handy und Web



Brigitte Krenn, Mag. Dr.,
*Wissenschaftliche Leiterin des
Research Studios Smart Agent
Technologies. Arbeitsschwer-
punkte: Language Technolo-
gies, Multimodale Applikati-
onen, Smart Companions.*

Brigitte Krenn
Andreas Böhme
Alice Mitchell



**Andreas Böhme, Bakk.
techn., Austrian Research Cen-
ters – Studio für Smart Agent
Technologies. Arbeitsschwer-
punkte: Software-Design
und -Entwicklung für diverse
Zielplattformen.**



Alice Mitchell, M.Ed.,
*Projektleiterin, Anglia Ruskin
University, UK. Gastprofessor
an der Universität von Rijeka,
Kroatien. Arbeitsschwer-
punkte: m-learning, mobile
game-based learning.*

Abstract. In diesem Beitrag stellen wir ein Konzept für pädagogikfundiertes, benutzerzentriertes, spielerisches Lernen und dessen Realisierung am mobilen Endgerät vor. Dazu werden sowohl Entwicklungen und Erkenntnisse aus Pädagogik und Lerntheorien als auch technische Möglichkeiten derzeitiger Standard-Mobiltelefone in Betracht gezogen. Wir zeigen den pädagogisch-theoretischen Hintergrund auf und beschreiben dessen Umsetzung in ein modulares Spielkonzept bestehend aus den Spielkomponenten »Quiz« als Wissensvorbereitung und »Simulation« als Übung. Unterschiedliche Spielaspekte werden am Mobiltelefon bzw. am Webserver realisiert, wobei das Mobiltelefon als Spielgerät dient und der Web-Server als Werkzeug für das Verfassen und automatische Generieren der konkreten Spielapplikationen, sowie für das Verwalten von Lerngruppen und Lernergebnissen. Zur Veranschaulichung präsentieren wir Auszüge aus dem Spielablauf eines Quizes und einer Simulation aus dem Erste-Hilfe-Bereich, sowie das Web-Interface zum Verfassen der Spielkomponenten.

Einleitung

Die vorliegende Arbeit stellt einen Beitrag zur Realisierung von Lernspielen für Mobiltelefone dar. Generell hat mobiltechnologiegestütztes Lernen (m-Learning) in den letzten Jahren zu einer Reihe von höchst wirkungsvollen Unterrichtsmethoden geführt, wie Naismith et al. (2004) und Wagner (2005) zeigen. Dazu gehören auch mobile Lernspiele und deren Vorteile im Unterricht (Pillay, 2003), z.B. das Vermitteln einer Flow-Erfahrung, was charakteristisch für erfolgreiche Lernprozesse ist (Csikszentmihalyi, 1990). Wir präsentieren ein client-server-basiertes Framework, das SpieleautorInnen beim Erstellen von pädagogisch motivierten und kontrollierten Lernspielen am Web-Server unterstützt und aus den erstellten Inhalten automatisch Lernspiele für das Mobiltelefon generiert. Insbesondere stellen wir zwei Spielmodelle vor: das *Quiz Ahead of the Game!* und die *Simulation Crisis!*. Diese stellen strukturell-konzeptionelle Rahmen dar, die LehrerInnen und Lernenden das Erstellen konkreter Spiele für das Mobiltelefon ermöglichen. Dies geschieht, indem die SpielautorIn zwei vom System vorgegebene strukturierte und anhand von pädagogischer Theorie kontrollierte Spieltemplates auf der Web-Plattform mit spezifischen Lerninhalten befüllt, auf deren Basis das System automatisch konkrete Spiele generiert. Während das Programm zum Erstellen und Generieren der Spiele am Web-Server läuft, dienen die Mobiltelefone als Spielgeräte.

Entwickelt wurden die Spielkomponenten im Rahmen des Europäischen Projekts mobile Game-Based Learning (mGBL, [Woo1]), ein dreijähriges Forschungsprojekt bestehend aus einem Konsortium von elf pädagogischen und industriellen Organisationen aus Kroatien, England, Italien, Österreich und Slowenien. Das übergeordnete Ziel des Projektes ist, LehrerInnen und Lernenden es so einfach wie möglich zu machen, selbst Lernspielmodelle für das Mobiltelefon zu erstellen.

Den Spielekonzepten liegen u.a. folgende pädagogische Theorien zugrunde, die weiter unten ausführlicher beschrieben werden: Motivation durch Anstrengung und Herausforderung (Fabricatore, 2000; Prensky, 2001), die Relevanzkriterien von Knowles (1990), die Lernzielklassifikation von Bloom und Krathwohl (1956; Revision von Anderson & Krathwohl, 2001), generische Kernqualitäten (Core qualities, [Woo2]), die Kontextualisierung des Spiels hinsichtlich echter Krisensituationen (Klein, 1996), und die Modellierung der Konsequenzen des SpielerInnenverhaltens für sich selbst und andere (Senge, 1998). Konkret haben wir für die globale Modellierung dieser Lernspiele das Vier-Phasenmodell des Lernerlebens von Kolb (1984) herangezogen mit den Phasen Wollen, Tun, Rückmeldung und Verarbeiten. Stärkung des Wissens und der Selbstkenntnis wird zuerst erlangt durch systemgetriebene Rückmeldung innerhalb des jeweiligen Spiels und danach, im Sinne einer sozial-konstruktivistischen Methodik (Vygotsky, 1978), durch Verarbeiten in der Diskussion und Reflexion der eigenen Lernschritte und -erfolge mit Anderen via Blogs und/oder Wikis.

Mobile Applikationen und ganz besonders Applikationen am Mobiltelefon haben ihre eigenen, ganz spezifischen Anforderungen und Restriktionen, die sich deutlich von denen am PC unterscheiden. Diese umfassen

- a) das Nutzungsverhalten: kurze Nutzungseinheiten von ca. 5–10 Minuten, von denen es über den Tag verteilt mehrere gibt (Holmquist et al.; Trifonova, 2003). Dies erfordert aber auch Inhalte, die in entsprechend kleinen Portionen aufbereitet sind (Lindner, 2007).
- b) die ergonomische Situation: mobile Endgeräte erlauben ihre Bedienung im Stehen, oder Gehen, was ebenfalls zu geteilter Aufmerksamkeit führt, ein weiteres Merkmal, das kleine Präsentationseinheiten erforderlich macht.
- c) das Userinterface: sehr kleine Displays und Tastaturen, Touchscreens in Kombination mit filigranen Zeigestäben.

d) Hard- und Software Ressourcen: geringer Arbeitsspeicher, schwacher Prozessor, leistungsschwache Batterie, stark eingeschränkte Programmierbarkeit, verschiedene Hard- und Softwareplattformen, geringe bis keine Kompatibilität zwischen den Modellen unterschiedlicher Erzeuger aber auch zwischen verschiedenen Typen desselben Herstellers, starke Unterschiede in der Multimediafähigkeit der auf dem Markt befindlichen Geräte.

Quizartige Formate eignen sich besonders gut zum Transportieren von Inhalten innerhalb kurzer Aufmerksamkeitsspannen. Durch die Kombination von Frage und zugehörigen Antwortmöglichkeiten können in sich abgeschlossene, kleine Wissensseinheiten im Minutenbereich vermittelt werden. Unsere Quizkomponente ist so implementiert, dass die SpielerIn nach jeder Frage-Antwort-Kombination das Spiel pausieren kann. Vom System werden nur die aktiven Zeiten mitgeloggt. Entsprechend kann ein Lernender sehr kurze und damit gute Spielzeiten erlangen, obwohl das Spiel über einen längeren Zeitraum aktiv ist. Das Simulationsspiel stellt eine abgewandelte Form eines Quizes dar. Aufgrund des Krisenszenarios ist es notwendig, dass die Simulation so schnell wie möglich in einem Stück durchgespielt wird. Die 4×4-Konstellation – eine Ausgangssituation und drei Verschlechterungsstufen, sowie ursprünglich vier Fälle, von denen in jeder Situation der dringendste behandelt werden muss – ermöglicht es, dass eine Simulation in weniger als 10 Minuten gespielt werden kann.

Während die Spielszenarien und die Spielabläufe im Hinblick auf schnelles Arbeiten gestaltet sind, stellen die technischen Möglichkeiten heutiger Mobiltelefone ganz klare Hürden dar: z.B. unterscheiden sich Modelle in den Reaktionszeiten ihres Touchscreens, bei manchen Modellen ist der kombinierte Einsatz von Tastatur und Touchscreen am zeiteffizientesten, viele gängige Handymodelle haben keinen Touchscreen. Dazu kommen auch noch

die Vorlieben und Gewohnheiten der BenutzerInnen. Um dieser Situation Rechnung zu tragen, haben wir die Spiele so implementiert, dass sie sowohl über Touchscreen als auch über Tastatur bedienbar sind. Siehe in diesem Zusammenhang auch eine aktuelle Studie zu den Inputmodalitäten *Zeigen und Klicken*, die unter anderem zeigt, dass für die Userexperience beim Spielen am Mobiltelefon Software und Hardware in Kombination verantwortlich sind (Boden et al., 2007).

Unsere Spielapplikation wurde für eine kleine Auswahl an Handys entwickelt, die repräsentativ für mehrere Gruppen von Geräten sind, die bestimmte Mindestanforderungen erfüllen. Dazu gehören: eine minimale Displaygröße um genügend Information auf einmal präsentieren zu können; die Java-Fähigkeit des Handys und zumindest ein Modell mit Touchscreen. Um Speicherprobleme zu vermeiden und die Spiele auf derzeit weit verbreiteten Handys einsetzbar zu machen, wurde gegenwärtig auf die Integration von Videos verzichtet (Vom grundsätzlichen Aufbau des Frameworks stellt das Einbinden von Videos jedoch kein Problem dar). Die Testgeräte sind: Nokia 6230i (kleinstes Display), Sony-Ericsson M600i (größtes Display, Touchscreen), sowie Sony-Ericssons v630i (beliebtes Durchschnitts-Handy).

In Kapitel o geben wir eine Übersicht über die pädagogischen Konzepte, nach denen die Spiele gestaltet wurden. Danach führen wir in Kapitel o die unterschiedlichen Rollen und Use Cases ein und veranschaulichen den Spielablauf anhand von Auszügen aus der Realisierung eines Quizes und einer Simulation aus dem Erste-Hilfe Bereich. In weiterer Folge präsentieren wir einen Vorschlag für ein Userinterface, das die SpieleautorInnen auf einfache und überschaubare Weise durch die notwendigen Editierschritte führt (Kapitel o). In Kapitel o erläutern wir unser Vorgehen für eine iterative, userzentrierte Entwicklung des Userinterfaces (UI) am Mobiltelefon. Verwandte Arbeiten werden in Kapitel o diskutiert.

Pädagogisch-theoretischer Hintergrund – allgemeine Überlegungen

Die generellen Entwicklungsziele der mGBL Lernspiele lassen sich wie folgt beschreiben:

Das oberste Ziel von mGBL ist es, effektive Werkzeuge bereitzustellen, die interaktives, spielerisches Lernen ermöglichen und fördern. Dies soll über leicht konfigurierbare und leicht zu erstellende Spiele erfolgen, die sich einfach in einem typischen Unterrichtsprogramm integrieren lassen. Lehrende/SpielerautorInnen können den Themenbereich, den Lernkontext [Woo2] (Klein, 1996), und die Lerninhalte (Prensky, 2001) eines Spielexemplars an die besonderen Interessen der Lernenden (SpielerInnen) genau anpassen und dabei deren Relevanz (Knowles, 1990) sichern, (siehe die Beispiele in Tabelle 1).

Mit diesen Spielen soll speziell die Entscheidungsfähigkeit trainiert werden, und zwar sowohl auf kognitiver, wie auf emotionaler Ebene. Beide Aspekte werden auf unterschiedliche Weise von unseren jeweiligen Spielkomponenten, *Ahead of the Game!* und *Crisis!*, unterstützt. Während Quizspiele generell in erster Linie auf das Trainieren kognitiver Aspekte des Lernens abzielen, kreieren Simulationen ganz konkrete, emotionsgeladene Anwendungskontexte für bereits Gelerntes. Umgelegt auf unser Simulationsspiel *Crisis!* heisst das folgendes: Die Lernenden (SpielerInnen) sehen sich mit einer Krisensituation

konfrontiert (z.B. einem Verkehrsunfall mit unterschiedlich verletzten Personen, oder ein Computersystem wird gehackt usw.), in der es eine Reihe spezifischer Fälle zu behandeln gilt. Je nach Reihenfolge und Art der gewählten Behandlung wird die Situation mehr oder weniger gut gemeistert. Mit anderen Worten, die SpielerIn ist persönlich für den Ausgang der Situation verantwortlich, was zu einer starken Involviertheit des Individuums mit den Lerninhalten führt (siehe Klein, 1993 zum Thema Kontextualisierung und Lernen bzw. Senge, 1998 zur Modellierung der Konsequenzen des Spielerverhaltens für sich selbst und andere). Ein weiterer wichtiger Aspekt des Krisenszenarios ist, dass Entscheidungen/Interventionen schnell getroffen werden müssen, um eine Verschlechterung der Krise zu vermeiden. Selbst bei Quizes, deren Hauptmerkmal im Trainieren kognitiver Aspekte von Entscheidungsfähigkeit liegt, werden durch den konkreten Spielkontext von *Ahead of the Game!* Bedingungen geschaffen, die ebenfalls das Trainieren von emotionalen Aspekten von Entscheidungsfähigkeit unterstützen. In unserem Quizszenario erfolgt das konkret über die Anlehnung der Spielsituation an TV-Formate wie »The Apprentice« und »Wer wird Millionär?«. Das heisst, wer schneller mehr richtige Antworten gegeben hat und dabei weniger Hilfestellungen (Joker/Hints) verbraucht hat, ist »um eine Nasenlänge voraus« und wird vom »Big Boss« für weitere Aufgaben (die Bewältigung des *Crisis!* Szenarios) auserkoren.

Ein weiterer pädagogischer Kernaspekt des Lernens mit mGBL ist Lernen durch Aktivität, d.h.: die spezifischen Aktivitäten (Prensky, 2001), die während des Spielverlaufs ausgeführt werden müssen, sind auf Basis von anerkannten »generischen« Lernzielen (Bloom & Krathwohl, neuester Stand: Anderson & Krathwohl, 2001) konzipiert. Siehe Tabelle 2.

Themenbereich	Lernkontext	Lerninhalt
eCommerce	Die Handelswelt	Regeln
eHealth	Behördenwelt	Prozeduren

Tabelle 1: Beispiele für die Anpassbarkeit der Spiele and verschiedene Unterrichtsziele

Aktivität (Prensky, 2001)	Lernziel (Anderton und Krathwohl, 2001)	Spielkomponente
Beantworten von Fragen, welche sich auf Fakten beziehen	Erinnern	Quiz
Die richtige Priorität setzen	Verstehen	Simulation
Die richtige Behandlung wählen	Anwenden	Simulation
Die eigene Spielleistung generell einschätzen	Einschätzen	Endspielaktivität: Spielsystem
Eingehendes Besprechen der Prozeduren und Prinzipien in der realen Welt, die mit der Spielsituation verbunden sind	Analysieren Einschätzen	Endspielaktivität: Blog/Wiki

Tabelle 2: Pädagogische Kernaspekte der mGBL Spielkomponenten

Verteilte Realisierung der Spiele am Handy und am Web-Server

Rollen und Use Cases

Prinzipiell werden Benutzer in zwei Gruppen – AutorInnen und SpielerInnen – eingeteilt. AutorInnen erstellen neue Spiele und setzen fest, wann und von wem sie gespielt werden dürfen. SpielerInnen führen ein Spiel aus und versuchen möglichst viele Punkte zu bekommen. SpielerInnen können aber auch als AutorInnen fungieren. Die Idee dahinter ist, kreativen SpielerInnen die Möglichkeit zu geben, neue Spiele zu einem bestimmten Thema zu entwerfen, bzw. bereits vorhandene anzupassen. Daneben gibt es noch die Rolle der ValidatorIn. Die Spielinhalte werden, da dies nicht automatisiert geschehen kann, von der ValidatorIn sowohl auf Qualität als auch auf lizenzrechtliche Aspekte geprüft und für andere SpielerInnen freigegeben.

Die wichtigsten Use Cases für AutorInnen sind neben dem Erstellen von Spielen, auch deren Verwaltung (wer darf was wann), sowie die Statusabfrage der beteiligten SpielerInnen (Fortschritt im Spiel, erreichte Punkte usw.). Für die Lernenden steht das Spielen an sich, neben der Einsicht in den eigenen Lernfortschritt, im Vordergrund.

Das Handy als Spielgerät

Im Folgenden beschreiben wir die beiden Spielkomponenten *Ahead of the Game!* und *Crisis!*.

Die Quizkomponente *Ahead of the Game!* dient zum Abtesten des SpielerInnenwissens. Entsprechend bekommt die SpielerIn bei jeder beantworteten Frage eine Rückmeldung ob und warum die Antwort richtig oder falsch war, und wie viele Punkte die SpielerIn für die gegebene Antwort erzielt hat. Im Gegensatz dazu bekommt die SpielerIn bei *Crisis!* keine direkte Rückmeldung über die Richtigkeit/Adäquatheit der gesetzten Handlungsschritte. Die Simulation nimmt einfach ihren Lauf und abhängig von den gesetzten Handlungen lässt sich die Krise mehr oder weniger gut meistern. Die SpielerIn hat jedoch nach Beendigung der Simulation die Möglichkeit, auf Anfrage vom System detaillierte Rückmeldungen über die Adäquatheit der einzelnen Handlungsschritte zu bekommen. Zur besseren Veranschaulichung des Spielablaufs soll das folgende, stark vereinfachte Beispiel aus der Erste-Hilfe-Domäne dienen. Alle für die Illustration des Quiz- und Simulationsspiels gezeigten Screenshots sind einer laufenden, im Rahmen von mGBL entwickelten Applikation entnommen und daher auf Englisch. Die Texte sind nicht vollständig sichtbar und müssen gescrolled werden. Siehe jeweils die Scrollbalken am rechten Bildrand.

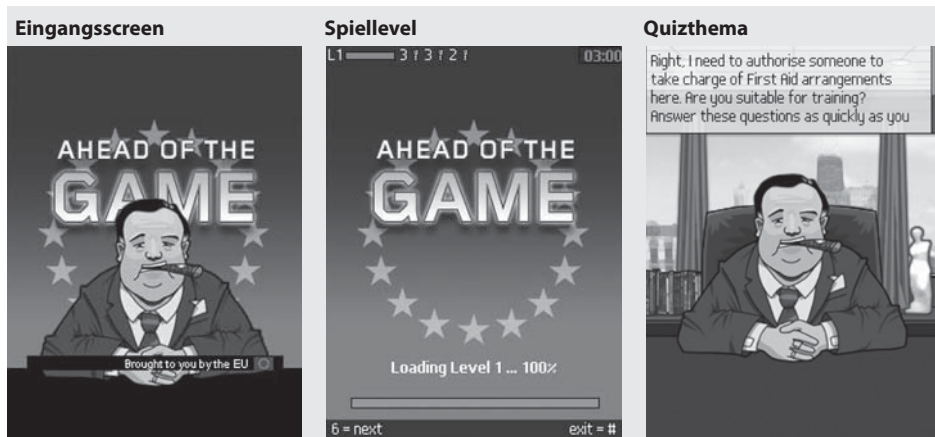


Abbildung 1: Ahead of the Game – Level 1 Einleitung



Abbildung 2: Ahead of the Game – Frage/Antwort und Levelevaluierung

Die Quizkomponente *Ahead of the Game*

Das Spiel wird mit der Quizkomponente begonnen. Abbildung 1 zeigt von links nach rechts jeweils den Eingangsscreen, welcher Spiellevel gerade geladen wird (in unserem Beispiel: Level 1) und eine an »The Apprentice« angelehnte Einleitung, in der spezifiziert wird, welches Thema im Quiz behandelt wird (in unserem Beispiel ist es Erste Hilfe). In Abbildung 2 geben wir von links nach rechts ein Beispiel für eine Multiple Choice Quizfrage, die dazugehörige Erklärung, ob und warum die Frage richtig oder falsch war, und eine Zu-

sammenfassung des erreichten Gesamtergebnisses der SpielerIn für Level 1 des Quizspiels. Unser Beispiel zeigt eine Quizfrage zu einem Unfallszenario und fragt die SpielerIn, wer als erstes behandelt werden soll, siehe Bild 1), Textfenster oben. Als Antwort wurde »Frau mittleren Alters« (middle-aged woman) gegeben, siehe dasselbe Bild, Textfenster unten. Daraufhin wird vom System zurückgemeldet, ob die Frage damit richtig beantwortet wurde, siehe Bild 2), Textfenster oben. Im konkreten Beispiel war die gegebene Antwort falsch, daher bekommt die SpielerIn für diese Frage

null Punkte und eine Erklärung bezüglich der richtigen Antwort: Leute, die regungslos am Boden liegen, müssen zuerst versorgt werden, und nicht solche, die laut schreien. »A middle-aged woman screaming clearly in pain« ist daher rot markiert, wohingegen »a young man lies silently on the road« grün markiert ist. In einer weiteren Version des Interfaces soll die Farbsymbolik (rot/grün) mittels Icons (thumb down/up) verstärkt werden, um sicher zu stellen, dass auch rot-grün-blinden SpielerInnen die Information korrekt vermittelt werden kann. Nachdem die SpielerIn alle Quizfragen des aktuellen Levels beantwortet hat, bekommt sie eine Zusammenfassung des erzielten Levelergebnisses. In unserem konkreten Beispiel (Bild 3) wurden 50 von insgesamt 65 Punkten erreicht. Je nach Voreinstellung des jeweiligen Spieles, muss die SpielerIn zuerst ein Quiz abgeschlossen und die Daten auf den Server gespielt haben, um zum zweiten Teil des Gesamtspiels, der Simulation, zu gelangen.

Die Simulationskomponente *Crisis!*

Die Situationen 1) bis 4) in Abbildung 3 dienen als Illustration für einen Überblick des Aufbaus eines *Crisis!* Simulationsspiels. In der *Crisis!* Komponente wird die SpielerIn hintereinander mit einer Situation in vier Variationen – i.d.R. Verschlechterungen –

konfrontiert: Die Simulation beginnt mit der Beschreibung der Ausgangssituation des Krisenszenarios. In unserem Beispiel ist es ein Autounfall mit vier Verletzten/zu behandelnden Fällen: einem Mann mit einer blutenden Kopfwunde, einer schwangeren Frau, einem Jungen, der schweigend am Straßenrand sitzt und einem bewusstlosen Mann. Die Fälle sind unterschiedlich schwer und es kann immer nur einer nach dem anderen behandelt werden. In unserem Beispiel wurde der bewusstlose Mann (unconscious man) als erstes zur Behandlung ausgewählt, siehe Abbildung 3, Ausgangssituation. Entsprechend der Auswahl bekommt die SpielerIn eine Frage, wie der bewusstlose Mann behandelt werden soll. In unserem Beispiel werden zwei Behandlungen zur Auswahl gestellt: »stabile Seitenlage« (recovery position) oder »sich sehr ruhig verhalten« (be very silent), siehe Abbildung 4. Unsere SpielerIn hat sich für die stabile Seitenlage entschieden. Somit ist die Ausgangssituation abgeschlossen und das Spiel geht in die erste Verschlechterungsstufe. Eine gewisse Zeit ist vergangen, eine Person wurde schon versorgt, die übrigen drei warten noch auf Versorgung, je nach Schwere der Verletzung hat sich der Zustand der übrigen Personen mehr oder weniger verschlechtert, es muss also wieder die Person

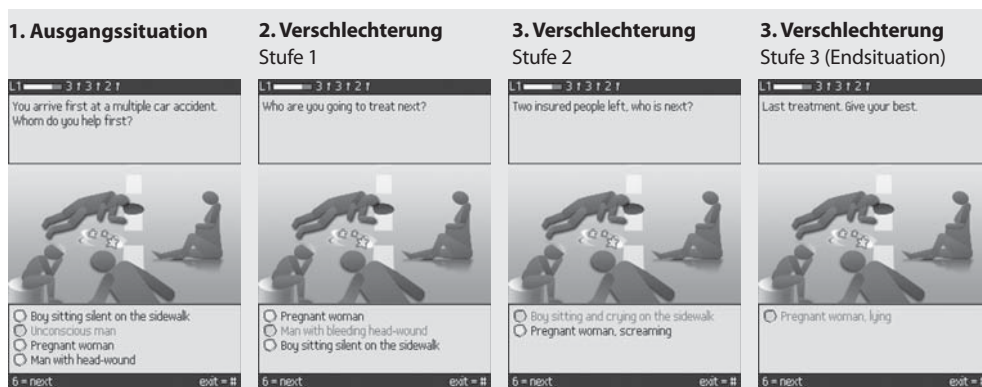


Abbildung 3: Überblick *Crisis!* Szenario

für die weitere Versorgung ausgewählt werden, deren Zustand aktuell am kritischsten ist. Konkret wurde von unserer SpielerIn der Mann mit der blutenden Kopfwunde (man with bleeding head-wound) zur weiteren Versorgung ausgewählt, siehe Abbildung 3, Verschlechterung Stufe 1. Auch hier bekommt die SpielerIn wieder eine Auswahlfrage, wie der Mann zu behandeln ist (nicht dargestellt). Es ist weitere Zeit in der Simulation verstrichen, und es sind noch zwei unbehandelte Personen übrig, deren Zustand sich je nach Art der Verletzung verschlechtert hat. Die Fälle werden analog zu den vorhergehenden nacheinander behandelt, so lange, bis alle Personen versorgt sind.

Um die Simulation abzuschließen, soll die SpielerIn ihre Leistung selbst einschätzen, wobei diese Selbstevaluierung wiederum vom System geprüft wird. Die Rückmeldung vom System gibt Aufschluss über die Korrektheit der Selbsteinschätzung. Auch hier wird wieder mit Farbkodierung (grün – richtig eingeschätzt, rot – falsch eingeschätzt) bzw. in weiterer Folge mit zusätzlichen Icons gearbeitet. Abschließend wird der SpielerIn ihre Platzierung in Relation zu anderen SpielerInnen präsentiert, und mit einer Genehmigung zum Server übertragen. Diese muss immer einge-

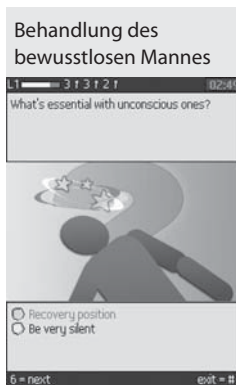


Abbildung 4: Crisis! Spiel

holt werden, bevor das Handy einen Upload von der Applikation zum Server zulässt. Am Server werden die Ergebnisse für spätere Evaluierung gespeichert und können sowohl von der SpielerIn selbst, als auch von der LehrerIn eingesehen werden.

Der Web-Server als Speicher für individuellen Lernfortschritt und Forum für Lerngruppen

Der Web-Server dient einerseits zum Speichern der SpielerInnenprofile und andererseits zum Erstellen von Spielen. In weiteren Ausbaustufen kann dieser noch um die Funktionalität eines Wikis, Blogs oder Forums erweitert werden, um den BenutzerInnen eine Plattform zum Gedankenaustausch zu bieten.

Ein SpielerInnenprofil besteht im wesentlichen aus einer Auflistung der bereits gespielten Lernspiele inklusive Information bezüglich der entsprechenden Themenbereiche, Lernkontexte, Lerninhalte, Lerneraktivitäten und Lernziele sowie der jeweils erreichten Punktezahl. In Summe ergibt das einen guten Überblick für die Lernenden hinsichtlich ihrer Lernentwicklung über die Zeit.

Ein Web-Interface zum Verfassen von Quizspielen und Simulationen

Wir haben für das Erstellen von Quizes und Simulationen ein Web-Interface entwickelt, das den SpieleautorInnen eine möglichst gute Unterstützung und Führung beim Erstellen der konkreten Komponenten bietet. Damit soll sowohl ExpertInnen (LehrerInnen) als auch Laien ermöglicht werden, pädagogisch fundierte Spiele zu erstellen.

Das AutorInneninterface für Quizes und Simulationen ist visuell über editierbare Karten organisiert. Jede Karte entspricht einem Inhalts- bzw. Lernelement eines Quizes oder einer Simulation. Gleichzeitig ist am oberen

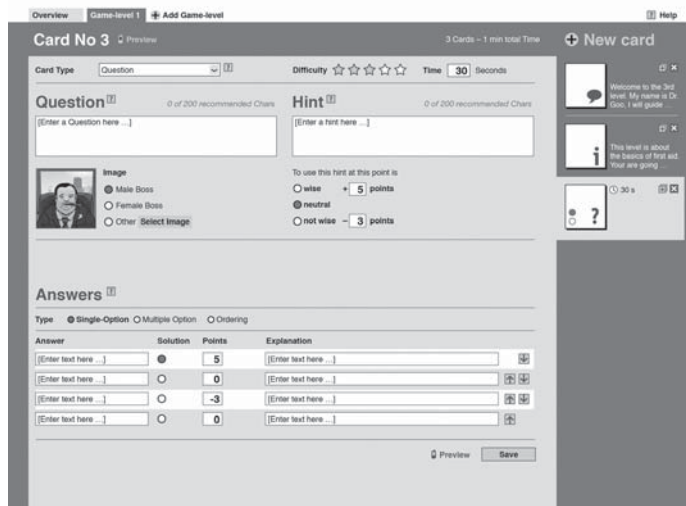


Abbildung 5: Beispiel aus dem Autoreninterface für Quizspiele

und am rechten Rand eine Übersichtsinformation bezüglich der bereits editierten Karten (Lerninhalte) des aktuell zu erstellenden Spiels dargestellt. Damit werden die SpieleautorInnen unterstützt, sich punktuell auf den aktuell zu erstellenden Lerninhalt zu konzentrieren und gleichzeitig dessen Position im Gesamtspielkontext im Auge zu behalten. In Abbildung 5 und 6 geben wir Beispiele für zu editierende Lernkarten. Die Beispiele für das Editierinterface sind einem ersten Mockup entnommen, dessen Funktionalität zum Zeitpunkt des Verfassens des Artikels die Basis für eine spätere Implementierung darstellt, die aber erst in Fokusgruppen abgetestet und dann unter Berücksichtigung der Testergebnisse implementiert wird. Die konkreten Realisierungen (Spieledaten) werden in einer relationalen Datenbank (MySQL) gespeichert. Ein Java-Programm greift auf die Datenbank zu und generiert auf dem Server die Quizes und Simulationsspiele. Diese werden dann von den SpielerInnen auf ihre Handys geladen.

Abbildung 5 zeigt das Editierinterface für Fragen und mögliche Antworttypen in unserem Quizspiel, nämlich »Single-Option«

(nur eine Antwort kann ausgewählt werden), »Multiple Option« (mehrere Antworten sind zulässig), »Ordering« (die Antworten müssen in die richtige Reihenfolge gebracht werden). Unser Beispiel zeigt eine Frage – »What are essential items of a first aid kit?« – mit Multiple Option Antwort, wobei die Antworten »Bandage« und »Plaster« richtig sind, »Fake Blood« und »Scissors« falsch, was an den »Solution« Buttons zu erkennen ist. Die AutorIn hat des weiteren Punkte für die jeweilige Antwort vergeben, die Erklärungen, warum welche Antwort falsch bzw. richtig ist, müssen erst editiert werden. Neben der systemdefinierten Auswahl an Boss-Bildern kann die AutorIn auch ein eigenes Begleitbild für die Frage spezifizieren, siehe Imagebereich der Karte. Jede Frage kann mit einer textuellen Zusatzinformation (Hint) versehen werden, die die SpielerIn abrufen kann. Das Abrufen eines Hints kann punkteneutral sein, aber auch Zusatzpunkte bringen bzw. einen Punkteabzug bewirken. Die AutorIn kann spezifizieren, ob das Benutzen des Hints »wise« (+5 Punkte), »neutral« (0 Punkte) oder »not wise« (-5 Punkte) ist. Diese Information wird entsprechend im Spiel ver-

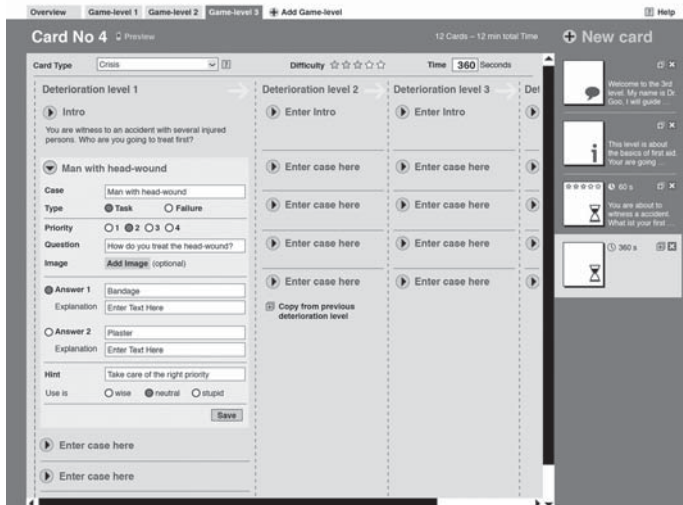


Abbildung 6: Beispiel aus dem Autoreninterface für Simulationsspiele

wendet. Des Weiteren kann durch Klicken der Sterne (»Difficulty«) im oberen Kartenbereich der Schwierigkeitsgrad der jeweiligen Frage von der Autorin spezifiziert werden. In unserem Beispiel wird die konkrete Frage als schwer eingestuft, alle Sterne sind aktiviert. Schwierigkeitsgrade beziehen sich relativ zu Game Levels. Damit wird ermöglicht, dass eine Frage in einem niedrigen Game Level als schwer, aber in einem höheren Game Level als leicht eingestuft werden kann. Die AutorIn kann auch noch ein Zeitlimit setzen, innerhalb dessen die Frage beantwortet werden muss, siehe »Time«. In unserem Beispiel wird der SpielerIn 30 Sekunden Zeit für die Antwort gelassen.

In Abbildung 6 geben wir ein Beispiel aus dem Editierinterface für Simulationsspiele. Wie bereits erwähnt sind in unserem Spielansatz Simulationen strukturell 4×4 Matrizen, vier Situationen, die sich über die Zeit verschlechtern und vier zu behandelnde Fälle. Je nach dem, in welcher Reihenfolge die Fälle behandelt werden, entwickeln sie sich unterschiedlich günstig bzw. ungünstig. Für SimulationsautorInnen bedeutet das die Notwendigkeit für jeden Fall jede

Verschlechterungsstufe zu editieren. Zur Veranschaulichung wurden die Felder der Abbildung bereits editiert. Konkret hat der Fall für die Ausgangssituation Priorität 2 und die Behandlung »Answer 1« ist die richtige. Die Benutzung eines Hints durch die SpielerIn kostet bzw. bringt an dieser Stelle keine Punkte (»neutral« ist markiert). Zum effizienten Editieren der weiteren Deterioration Levels können die Einträge des jeweils vorhergehenden Deterioration Levels kopiert und danach editiert werden, siehe den Button »copy from previous deterioration level«.

Insgesamt ist das Editierinterface einerseits flexibel gestaltet: an jeder Stelle (nach jeder Karte) können neue Karten eingefügt werden; andererseits werden bewusst Limitierungen eingeführt. Diese betreffen vor allem die Länge der eingebbaren Texte, teilweise sind auch schon Formulierungen vorgegeben. AutorInnen werden unterstützt kurz und prägnant zu formulieren, Game Levels sind so organisiert, dass sie als Einheit wahrgenommen und entsprechend editiert werden. Abbildung 7 zeigt noch einen Gesamtüberblick über den bisher editierten Spiellevel.

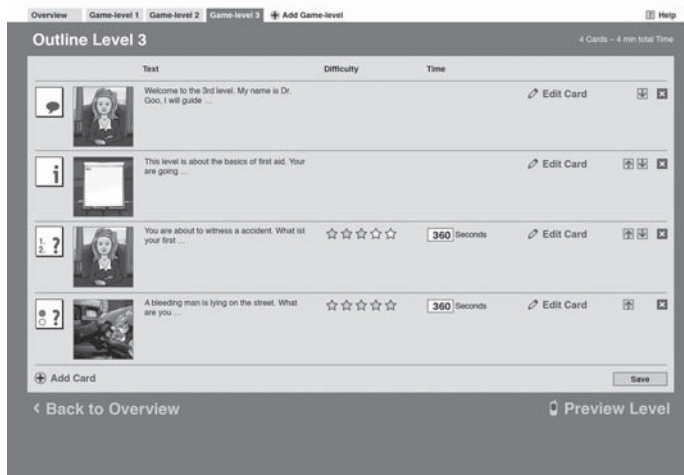


Abbildung 7: Überblicksdarstellungen

Ergebnisse aus ersten Usertests am Handy

Im Sinne eines user-centered Designansatzes (vgl. Norman, 1988) wurde das Userinterface der mobilen Clients in mehreren iterativen Zyklen entwickelt, wobei die EndbenutzerInnen möglichst früh in den Design- und Entwicklungsprozess miteinbezogen wurden. Ziel ist es, die BenutzerIn bzw. ihre (affektive) Erfahrung der Interaktion mit dem System möglichst früh in den Fokus der Aufmerksamkeit zu rücken, siehe z.B. Höök (2004), insbesondere die Methodenzusammenfassung auf Seite 137.

Basierend auf einer Slideshow, die die Funktionalität des Quizspiels und das erste Interfacedesign für das mobile Endgerät realisierte, wurden erste Usertests mit Institutskollegen, die nicht in mGBL involviert sind, durchgeführt. Ergebnisse daraus flossen in die Implementierung des ersten Prototyps der Quizkomponente am PC-Emulator. Diese Version der Quizkomponente wurde in ersten Fokusgruppentests in unterschiedlichen Partnerländern auf Benutzerzuspruch evaluiert. Zusammenfassend ist zu sagen, die Lernenden

fanden die Applikation interessant und hatten Spaß am Spielen. Es gab jedoch sehr negative Reaktionen auf das männliche Bossbild (siehe Abbildung 1 und 2). Als Konsequenz wurde auch ein weibliches Bossbild im System zur Verfügung gestellt, sowie den AutorInnen ermöglicht, eigene Bossbilder auszuwählen (siehe Abbildung 5). In weiterer Folge wurde das Quizspiel auf unseren drei ausgewählten Handys realisiert und wiederum einer anderen kleinen KollegInnengruppe zum Spielen überlassen. Daraus resultierten erste Useranmerkungen zu Spielfluss und Bedienbarkeit auf den unterschiedlichen Mobiltelefonen. Diese flossen ihrerseits in die Realisierung des UI der Simulationskomponente ein. In einer weiteren Iteration wurden die beiden Spielkomponenten auf dem touchscreenfähigen Sony-Ericsson M600i getestet. Dabei wurden bei der Microlearning 2007 in den Konferenzpausen arbiträr BesucherInnen gebeten, unser Testbeispiel bestehend aus Erste Hilfe Quiz und Simulation zu spielen. Als Einführung wurde den SpielerInnen kurz erklärt, wie die Applikation technisch handzuhaben ist, d.h. Benutzung des Touchscreens bzw. der Tastatur.

Die Testpersonen wurden aufgefordert spontan verbal mitzukomentieren, was ihnen beim Spielen positiv/negativ auffiel, bzw. zu äussern, was sie bemerkenswert fanden. Dies und etwaige Bedienungsschwierigkeiten wurden von uns mitprotokolliert. Nach Beendigung des Gesamtspiels wurden die Personen noch um eine Zusammenfassung dessen gebeten, was ihnen aufgefallen war. Auch wieder mit der Bitte, sich kein Blatt vor den Mund zu nehmen. Auch hier fanden alle Personen das Spielen interessant und kurzweilig. Das mag am Neuigkeitsfaktor der Spiele gelegen haben und am dezidiert kurz gehaltenen Quiz (10 Fragen) sowie am Potential der Simulation für überraschende Ausgänge.

Zusammenfassend zu den verschiedenen Testdurchgängen auf den Mobiltelefonen ist zu berichten, dass sich die Userkommentare auf folgende drei Ebenen bezogen:

1. Designelemente und Funktionalität im User Interface: z.B. Schriftgröße und Lesbarkeit, Aufteilung von Text und Begleitbild über den Screen, Variation der Begleitbilder – Abwechslung wurde dem exzessiven Gebrauch der Boss-Bilder vorgezogen, und es gab eine hohe Erwartung an die Klickbarkeit der Elemente im Touchscreen.
2. Storyline und Adäquatheit der textuellen Systemantworten: BenutzerInnen waren irritiert, wenn ihre Erwartungen an den Fortgang des Spieles bzw. wie das System antworten sollte (Text- bzw. Diskurskohärenz), nicht erfüllt wurden. Diese Aspekte wurden mittlerweile in der Realisierung eines eCommerce-Spiels eingearbeitet, welches im Rahmen einer Fokusgruppenanalyse abgetestet wird, natürlich mit dem verbesserten Userinterface.
3. Zusammenspiel Software – Hardware (Systemresponse): z.B. wurden lange Ladezeiten (handymodellbedingt), zu schnelle Response des Touchscreens beim Aus-/Abwählen von Antworten, Asynchronizität von Hardwareresponsezeiten mit Tip-/Touchgeschwindigkeit der BenutzerIn

deutlich als störend empfunden. Dies ist der Aspekt, auf den wir aktuell am wenigsten Einfluss haben. Hier gilt es, mit den technischen Gegebenheiten so gut wie möglich umzugehen und diese für den Spielkontext optimal auszunutzen. Das Tempo der Entwicklung der Mobiltelefone und die Mächtigkeit der Programmierumgebungen jedoch kommen uns ganz klar entgegen. Die Applikationen, die wir jetzt in Forschungsprojekten entwerfen und implementieren, werden bald auf neuen Generationen von Handys für breite Nutzergruppen verfügbar sein.

Verwandte Arbeiten

In den letzten Jahren wurde eine Reihe von Vorschlägen für Lernspiele am mobilen Endgerät entwickelt. Siehe z.B. (Trifonova, 2003) für eine Übersicht der bis 2003 verfolgten Ansätze, deren Grundziele auch heute noch Gültigkeit haben. Das sind z.B. kleine Lerneinheiten, die nur geringe Aufmerksamkeitsspannen benötigen, sozusagen Lernen als Pausenfüller; einfache, selbsterklärende Applikationen mit spielerischem Zugang zum Lernen; ständige Verfügbarkeit der Inhalte sowie situations- und ortsbezogene Verfügbarkeit über Einbindung von Location-based Services (Schwabe & Göth, 2005). Unsere mGBL-Lernspiele zielen auf kleine, in sich geschlossene Einheiten, die von den Lernenden selbstverantwortlich zu jeder Zeit spielerisch abgearbeitet werden können, wobei die Einbeziehung von spieleexternen Orten und Situationen kein genuiner Bestandteil der Spielkonzepte ist. Unabhängig davon können die Spiele in orts- und situationsbezogenen Lernszenarien eingesetzt werden. Unter welchen Umständen das geschieht, muss aber von den Lehrenden definiert werden.

Mobile Lernspiele werden für die verschiedensten Lernkontexte entwickelt. Immer wiederkehrende Spieltypen sind zum Beispiel

Rollenspiele und Multiplayerspiele (Mohamudally, 2006; Sanneblad & Holmquist, 2003; Lonsdale et al., 2004; McAlister & Xie, 2005). Es finden sich so unterschiedliche Anwendungen wie rollenbasiertes Fremdsprachenlernen (Harriehausen-Mühlbauer et al., 2005) bis hin zum spielerischen Erlernen von C++ Programmierkenntnissen (Hamid & Fung, 2007). Sanneblad und Holmquist (2004) beschreiben ein kollaboratives Spielmodell, in welchem im Laufe des Spiels der eigene Avatar auf Bildschirme von MitspielerInnen gebracht werden muss, was nur durch Zusammenarbeit gelingt. Ergebnisse aus Usertests mit HochschulstudentInnen lieferten Evidenzen, dass gemeinsamer Zugang zu Bildschirmen zu neuen Modellen von Interaktivität führt. Sanchez et al. (2006) präsentieren interaktive Mobilspiele für PDAs, die auf Unterstützung bei der Entwicklung von Problemlösungskompetenzen abzielen. So mussten sich StudentInnen nach einer Vorbereitungsphase allein auf ein Kernproblem fokussieren. Die Testergebnisse zeigen die StudentInnen sehr motiviert; sie hatten schnell die Technologie gemeistert, und engagierten sich stark für die Lernaufgabe, ohne die Hilfe der Lehrkraft in Anspruch zu nehmen.

Ein von eLibera [Woo3] implementiertes Toolset zum Erstellen von Inhalten am Server und dem Darstellen dieser am Mobiltelefon, ist mit der Funktionalität von *Ahead of the Game!* und *Crisis!* stark verwandt. Der Unterschied besteht in erster Linie darin, dass bei eLibera der Seitenaufbau, ähnlich einer HTML-Seite, völlig frei konfigurierbar ist. Dadurch entsteht der Vorteil, dass AutorInnen in ihrer Kreativität nicht eingeschränkt werden. Dies kann aber auch als entscheidender Nachteil gesehen werden. Da die AutorInnen nicht ausreichend bei der Erstellung des Inhalts unterstützt werden, kann eine Seite bald überladen und unübersichtlich wirken, und die BenutzerInnen mehr abschrecken als anziehen. Genauso gibt es keine Unterstützung der AutorInnen hinsichtlich der pädagogischen Fundierung und Einordnung der zu verfassenden Lerninhalte.

Darüber hinaus fehlt bei dieser Software der spielerische Aspekt komplett, wodurch die BenutzerInnen eher dazu geneigt sein werden, es als reine Lernsoftware statt als Spiel mit Lerninhalten zu klassifizieren. Gerade der spielerische Charakter ist aber sehr wichtig, da er die Lernenden dazu animiert weiter zu spielen und somit weiter zu lernen.

Der Großteil der genannten mobilen Lernspiele wurde für PDAs, Tablet-PCs bzw. Pocket-PCs entwickelt (siehe auch McAlister & Xie, 2005; Sharples et al., 2002; Sanneblad & Holmquist, 2003). Der Vorteil dieser Hardware liegt darin, dass Entwicklungen wie am PC möglich sind, man sich bei der Applikationsentwicklung also auf bekannte Eigenschaften stützen kann, wie hinreichend große Speicher und leistungsfähige CPUs, Programmierumgebungen ähnlich derer am PC, Multimediafähigkeit, hinreichend große Displays und Tastaturen u.dgl.: Eigenschaften, die für Mobiltelefone so nicht gelten, was zu radikal veränderten Anforderungen an die Applikationsentwicklung und auch das Testen der mobilen Spielapplikationen führt (Holmquist et al.), aber auch zu veränderten Anforderungen an die Programmierung (Sanchez et al., 2007). Der Nachteil der Verwendung von speziellen mobilen PCs liegt in der geringen Marktdurchdringung, womit diese Spiele nur für ausgewählte Gruppen von Lernenden von Interesse sind, Handylernspiele aber potentiell von einer großen Gruppe von Personen ohne technischen Zusatzaufwand gespielt werden können.

mGBL ist unseres Wissens das erste Projekt, das versucht, sowohl PädagogInnen als auch Laien Instrumente an die Hand zu geben, um auf eine einfache, selbsterklärende Weise pädagogisch kontrollierte Lernspiele für das Mobiltelefon zu kreieren.

Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag haben wir ein Konzept für pädagogikfundierte Lernspiele und deren Implementierung am Web-Server und Mobiltelefon vorgestellt; wobei das Handy als Spielgerät dient und der Web-Server als Werkzeug zum Erstellen von Lernspielen und zum Verwalten von Lernprofilen. Wir haben uns dabei auf zwei Spielmodelle, Quiz und Simulation, konzentriert, die aus pädagogischer Sicht besonders geeignet sind, um die Entscheidungsfähigkeit der Lernenden zu stärken. Zur besseren Veranschaulichung der Spielabläufe einerseits und des Aufwands für das Verfassen der Spiele andererseits haben wir Ausschnitte aus unserer Testapplikation, einem Quiz und einer Simulation aus dem Erste Hilfe Bereich, präsentiert.

Abgerundet wird unser Beitrag von einer Zusammenfassung erster Benutzerrückmeldungen beim Spielen der unterschiedlichen Testapplikation auf dem Emulator und den Handys. Neben unserer Testapplikation werden derzeit die Daten für ein eCommerce-Spiel editiert, aus denen vom System automatisch die Spielkomponenten Quiz- und Simulation zum Download auf eine kleine Auswahl gängiger Mobiltelefone erzeugt werden. Das Ziel des Projektes ist es, unsere Komponenten zum Verfassen und Generieren von Lernspielen für das Handy einer möglichst breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen, sodass Lernquizes und Simulationen zu den unterschiedlichsten Themen sowohl von ExpertInnen (LehrerInnen) als auch von Laien erstellt werden und von einer breiten Öffentlichkeit auf Standardmobiltelefonen gespielt werden können.

Danksagung

Wir bedanken uns bei unseren KollegInnen Andreas Pecuch für die Realisierung eines ersten Prototyps, und Sandra Lang für die Unterstützung bei der Anpassung von GUI-Kom-

ponenten an das verbesserte User Interface Design. Bei Ulf Harr für das Interfacedesign am Mobiltelefon und das Interfacedesign für die Erstellung von konkreten Spielen mittels des Web-Clients, bei Erich Fürst und Florian Koch für das Erstellen der in unseren Beispielen verwendeten Grafiken. Die Implementierung des Clients ist Teil der Diplomarbeit von Andreas Böhme. Die Arbeit am Projekt ist gefördert über das Forschungs- und Entwicklungsprojekt mobile Game-Based Learning (mGBL) im 6. Rahmenprogramm der EU und über Bundesmittel der Republik Österreich.

Literatur

- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (Eds.) (2001). *A taxonomy of learning, teaching, and assessment: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Argyris, C. (1976). *Increasing Leadership Effectiveness*. New York: Wiley.
- Bloom, B. S. & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals by a committee of college and university examiners. Handbook I: Cognitive Domain*. New York: Longman.
- Boden, J., Jegers, K., Lidstrom, M., Wiberg, C. & Wiberg, M. (2007). Point or Click? Evaluation of Two Input Modalities for Mobile Entertainment. In *Second International Conference on Internet and Web Applications and Services, 2007. ICIW'07* (p. 65 ff.). Umea University, Sweden.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow, the psychology of optimal experience*. USA: Harper & Row.
- Fabricatore, C. (2000). *Learning and Videogames: an unexploited synergy*. <http://www.learndev.org/dl/FabricatoreAECT2000.PDF> (3.10.2007).
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind*. New York: Basic Books.
- Hamid, S. H. & Fung, L. Y. (2007). Learn Programming by Using Mobile Edutainment Game Approach. In *The First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, 2007. DIGITEL'07* (p. 170–172).
- Harriehausen-Mühlbauer, B., Rodríguez Prados, F. J., Ludwig, B. & Ott, H. (2005). *Spielend lernen mit dem Handy*. http://www2.fbi.fh-darmstadt.de/~ZFE/sig-mastar/art/Querschnitt_20.pdf (3.10.2007).

- Holmquist, L. E., Hk, K., Juhlin, O. & Persson, P. (o. J.). Challenges and Opportunities for the Design and Evaluation of Mobile Applications, (subm. for publ.) <http://citeseer.ist.psu.edu/654636.html>.
- Höök, K. (2004). User-Centred Design and Evaluation of Affective Interfaces. In *From Brows to Trust: Evaluating Embodied Conversational Agents*, Edited by Zsófia Ruttkay and Catherine Pelachaud (p. 127-160). Norwell: Kluwer Academic Publishers.
- Klein, G. (1996). The Recognition-Primed Decision Model: Looking back and forward. In E. Zsombok & G. Klein (Eds), *Naturalistic Decision Making*, LEA.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning*, New Jersey: Prentice-Hall Inc..
- Knowles, M. (1990). *The Adult Learner, a neglected species*. Houston: Gulf Publishing Company.
- Laurillard, D. (1993). *Rethinking University Teaching and Learning- a framework for the effective use of information technology*. London: Routledge.
- Lindner, M. (2007) What is Microlearning? In M. Lindner & P.A. Bruck (eds.), *Micromedia and Corporate Learning*. Proceedings of the 3rd International Microlearning 2007 Conference. Innsbruck: innsbruck university press, p. 52–62.
- Lonsdale, P., Baber, C. & Sharples, M. (2004). Engaging Learners with Everyday Technology: A Participatory Simulation Using Mobile Phones. In *Mobile Human-Computer Interaction – MobileHCI 2004* (p. 461-465). Heidelberg: Springer Berlin.
- McAlister, M. J. & Xie, P. H. (2005). Using a PDA for Mobile Learning. In *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05)* (p. 282–284).
- Mohamudally, N. (2006). A Massive Multiplayer Game Framework for Mobile Learning. In *Fourth IEEE International Workshop on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMTE'06)*, 2006 (p. 23–25).
- Naismith, L., Lonsdale, P., Vavoula, G. & Sharples, M. (2004). Literature review in mobile technologies and learning. Bristol, GB: National Endowment for Science Technology and the Arts.
- Norman, D. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. HarperCollins.
- Pillay, H. (2003). An Investigation of Cognitive Processes Engaged in by Recreational Computer Games Players: Implications for Skills of the Future. *Journal of Research on Technology in Education*. 34 (3): 336–350.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-based Learning*. New York: McGraw Hill.
- Sanchez, J., Salinas, A. & Sáenz, M. (2006). Mobile Game-Based Science Learning. <http://apru2006.dir.u-tokyo.ac.jp/pdf/1a-4.pdf>.
- Sanchez, J.; Salinas, A. & Sáenz, M. (2007). Mobile Game-Based Methodology for Science Learning. In *Human-Computer Interaction. HCI Applications and Services* (p. 322–331). Heidelberg: Springer Berlin.
- Sanneblad, J. & Holmquist, L. E. (2003). OpenTrek: A Platform for Developing Interactive Networked Games on Mobile Devices. In *Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (p. 224-240). Heidelberg: Springer Berlin.
- Sanneblad, J. & Holmquist, L. E. (2004). «Why is everyone inside me?!» Using Shared Displays in Mobile Computer Games. In *Entertainment Computing – ICEC 2004* (p. 487–498). Heidelberg: Springer Berlin.
- Schwabe, G. & Göth, C. (2005). Mobile learning with a mobile game: design and motivational effects. In *Journal of Computer Assisted Learning* 21 (3) (p. 204-216).
- Senge, P. (1998). *The Practice of Innovation. Leader to Leader 9* <http://www.leadertoleader.org/knowledgecenter/L2L/summer98/senge.html> (3.10.2007).
- Sharples, M., Corlett, D. & Westmancott, O. (2002). The Design and Implementation of a Mobile Learning Resource. In *Personal and Ubiquitous Computing* (p. 220–234).
- Trifonova, A. (2003). *Mobile Learning – Review of the Literature*. Technical Report DIT-03-009, Informatica e Telecomunicazioni, University of Trento.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press. Published originally in Russian in 1930.
- Wagner, E. D. (2005). Enabling Mobile Learning. *EDUCAUSE Review*, vol. 40, no. 3 (May/June 2005): 40–53. Accessed at: <http://www.educause.edu/apps/er/erm05/erm0532.asp>.

Internetquellen

- [Woo1]: <http://www.mg-bl.com>: mGBL Webseite (3.10.2007)
- [Woo2]: <http://www.education-observatories.net/seequel>: SEEQUEL Core Quality Framework 2004, Project report (3.10.2007)
- [Woo3]: <http://www.elibera.at>: eLibera (17.3.2007)

time4you.

The Power of Learning.

Mehr Informationen im Netz!
www.time4you.de

**Sie wollen Lern- und Informationsprozesse verbessern?
Dann haben wir leistungsstarke Lösungen für Sie!**

time4you GmbH entwickelt auf der Basis der IBT® SERVER-Software
schlüsselfertige Lösungen für

- Lern- und Informationsmanagement
- Content-Entwicklung
- Kompetenzmanagement und
- Trainingsverwaltung.

Zahlreiche Mittelstands- und Großunternehmen sowie öffentliche
Einrichtungen und Bildungsinstitute profitieren bereits von dem erfolgreichen
Einsatz der IBT® SERVER-Software der time4you GmbH. Sie wollen mehr
wissen? Sprechen Sie uns an – wir informieren Sie gerne!

time4you. The Power of Learning.

time4you

time4you GmbH
communication & learning

Maximilianstr. 4
76133 Karlsruhe
Fon +49 (0)721 83 01 60
Fax +49 (0)721 83 01 616

www.time4you.de
info@time4you.de

Peter Baumgartner/Gabi Reinmann (Hrsg.)

Überwindung von Schranken durch E-Learning

Festschrift für Rolf Schulmeister, Band 1

270 Seiten, € 33.90/sfr 58.80

ISBN 978-3-7065-4496-2

Digitale Medien machen Lernen und Lehren, Bildung und Arbeit und die dazu notwendige Kommunikation zeit- und ortsunabhängig. Dieses Argument führt spätestens seit Beginn der 1990-er Jahre die Liste der Vorteile und Verheißungen an, die mit dem Siegeszug des Internets als neue Form der Verknüpfung von Massen- und Individualmedium in aller Munde waren und sind. Digitale Medien erfreuen unsere Sinne und stimulieren uns zu mehr Aktivität und Interaktivität. Auch dieser Aspekt der schönen neuen Bildungswelt ist vergleichsweise „alt“, kennzeichnet er doch neben der technischen und sozialen Vernetzung die Chance der digitalen Medien, verschiedene Symbolsysteme zu integrieren, dynamische Prozesse einzubinden und die Möglichkeiten explorativer Aktivitäten des Lernenden zu erweitern. Mit etwas Verzögerung traf dann auch das Argument ein, dass sich mit dem Einsatz der neuen Medien sogar die Rollen von Lehrenden und Lernenden sowie die Vorstellung vom Lernen und Lehren ändern; dass neue didaktische Modelle entstehen oder klassische Bildungsideen endlich eine Chance erhalten, umgesetzt zu werden.

Kurz: Viele der lästigen Schranken, die das Lernen und Lehren an unseren Bildungsinstitutionen begrenzen, sind dank der digitalen Medien ins Wanken geraten. Namhafte Autorinnen und Autoren auf dem Gebiet des E-Learning greifen in diesem Band Rolf Schulmeisters jahrzehntelanges Postulat nach der Überwindung der Zeit-, Raum-, Medien- und Normenschranke auf, liefern neue Interpretationen und bieten einen aktuellen Einblick in den Stand der E-Learning-Forschung und deren Erkenntnisse.

www.studienverlag.at

Marianne Merkt/Kerstin Mayrberger (Hrsg.)

Die Qualität akademischer Lehre

Zur Interdependenz von Hochschuldidaktik und Hochschulentwicklung.

Festschrift für Rolf Schulmeister, Band 2

246 Seiten, € 29,90/sfr 52,20

ISBN 978-3-7065-4497-9

Besondere Aktualität hat die Frage nach der Qualität akademischer Lehre vor dem Hintergrund umfassender Verschiebungen und Umbrüche in der Hochschullandschaft. Der Band vereint den Blick auf die Hochschullehre aus unterschiedlichen Perspektiven. Aktuelle Kernfragen wie die Organisation der Qualitätssicherung, Bologna-Studienstrukturreformen inklusive der Einführung von IT-Systemen, die Frage der hochschuldidaktischen Personalentwicklung oder Erfahrungen und Entwicklungen aus der Lehrpraxis werden aus dem Blickwinkel von Vertreterinnen und Vertretern aus der Hochschulleitung, von Hochschuldidaktikerinnen und -didaktikern, von Hochschullehrenden sowie von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in Drittmittelprojekten thematisiert.

Trotz der Unterschiedlichkeit der Autorinnen und Autoren, die für verschiedene Perspektiven und Generationen stehen, zieht sich als roter Faden in den Beiträgen die Erkenntnis durch, dass das Zusammenwirken von wissenschaftlicher Arbeit, von durch Drittmittel finanzierter Projektarbeit und hochschulpolitischem Engagement eine besonders erfolgreiche Strategie ist, die die Interdependenz von Hochschuldidaktik und Hochschulentwicklung programmatisch aufzeigt.

www.studienverlag.at

Faxbestellschein +43 (0) 512 395045-15

Ich bestelle:

- zeitschrift für e-learning – Abo ab 2006 (1. Jahrgang, 2 Ausgaben)
- zeitschrift für e-learning – Abo ab 2007

4 Hefte pro Jahr € 36.00/sfr 62.10

Einzelheft: € 15.00/sfr 26.90

(alle Preise inkl. MwSt. und zuzüglich Versandkosten)

Anschrift

Name

Institution

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Datum/Unterschrift

- Bitte liefern Sie gegen Rechnung
- Bitte belasten Sie meine Kreditkarte
 - Visa
 - Mastercard/Eurocard
 - Diners Club

Nr.

Gültig bis

Datum/Unterschrift

StudienVerlag
Erlersstraße 10
A-6020 Innsbruck

Tel.: +43 (0) 512 395045

Fax: +43 (0) 512 395045-15

order@studienverlag.at
www.studienverlag.at

Unsere Bücher sind auch über
Ihre Buchhandlung erhältlich.
Bestellen Sie unsere Bücher
portofrei mit Rechnung über
unsere Homepage:

www.studienverlag.at