J. Drummer, S. Hambach, A. Kienle, U. Lucke, A. Martens, W. Müller, C. Rensing, U. Schroeder, A. Schwill, C. Spannagel, S. Trahash: **Forschungsherausforderungen des E-Learning**. In: Holger Rohland, Andrea Kienle, Steffen Friedrich: DeLFI 2011 - Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik, p. 197-208, Köllen Verlag, September 2011. ISBN 9783885792826.

Forschungsherausforderungen des E-Learning

Jens Drummer, Sybille Hambach, Andrea Kienle, Ulrike Lucke,
Alke Martens, Wolfgang Müller, Christoph Rensing, Ulrik Schroeder,
Andreas Schwill, Christian Spannagel, Stephan Trahasch

Fachgruppe E-Learning der Gesellschaft für Informatik
fg-e-learning@gi-ev.de

Abstract: Der Beitrag stellt elf Forschungsthemen vor, die aktuell im Bereich des E-Learning besonders relevant sind, und erläutert die damit verbundenen wissenschaftlichen Herausforderungen. Ziele dieser Aufstellung sind eine fachliche wie personelle Systematisierung des Forschungsgebiets, eine Bündelung von Aktivitäten in der Fachgruppe E-Learning und eine Einflussnahme auf förderpolitische Entscheidungen.

1 Motivation und Hintergründe

Die Menge der mit E-Learning verbundenen Forschungsthemen ist ebenso vielfältig, wie die der damit beschäftigten Forscher, obwohl die öffentlichen Fördermittel abnehmen. Zahlreiche Arbeiten – nicht nur in den Teildisziplinen der Informatik – beschäftigen sich mit diesem Themengebiet, und eine zunehmende Zahl von Fachveranstaltungen widmet sich weltweit bestimmten Aspekten des E-Learning. Um dieser Unübersichtlichkeit zu begegnen, hat die Fachgruppe E-Learning der Gesellschaft für Informatik im Jahr 2010 die Forschungsherausforderungen des E-Learning zu identifizieren begonnen. Dafür kam eine Web-basierte, kollaborative MindMap zum Einsatz, die schrittweise durch das Leitungsgremium, die Mitglieder der Fachgruppe und schließlich die gesamte Fachöffentlichkeit bearbeitet wurde. Die Autoren bedanken sich herzlich bei allen Mitwirkenden. Im Ergebnis entstand ein eng verflochtenes Netz von Themen, die der vorliegende Beitrag zu elf zentralen Forschungsherausforderungen zusammenfasst.

Forschung im Bereich E-Learning ist inhärent interdisziplinär. Sowohl die didaktische als auch die technische Konzeption von digitalen bzw. virtuellen Lernumgebungen bedingen unterschiedliche Perspektiven, u. a. die der Informatik, der Pädagogik, der jeweiligen Fachdidaktik(en) und der Psychologie. Motor für Veränderungen sind dabei wechselseitig sowohl neue technische Entwicklungen (Web 2.0, Semantic Web, mobile Endgeräte, …), neue Erkenntnisse zu Effekten und Einflussvariablen beim Lernen und Lehren und Änderungen in der bildungstheoretischen Auffassung vom Lernen.

Aktuelle Lernsysteme unterstützen in der Regel formales, institutionalisiertes Lernen gemäß klassischer Lerntheorien[1]. Demgegenüber versuchen neue Lerntheorien dem gesellschaftlichen Wandel hin zu lebenslangem Lernen gerecht zu werden, indem sie

[1] Behaviorismus, Kognitivismus, Konstruktivismus

auch informelle Lernsituationen einschließen[2]. Anders als klassische Computer- oder Web-based Trainings (CBT, WBT) oder Learning Management Systeme (LMS) sind entsprechende (Online-)Angebote offen und dezentralisiert. Neue Varianten konstruktivistischer Lerntheorien wie *Konnektivismus* [Si05] und *Learning-as-a-Network (LaaN)* [Ch10] stellen Lerner in den Mittelpunkt, die die Steuerung ihrer Lernprozesse selbst übernehmen, und beschreiben Lernen als Vernetzungsprozess. Die Rollen von Lernenden und Lehrenden verschwimmen im Netzwerk, zu dem jeder auf gleiche Weise Inhalte, Fragen, Rückmeldungen, Aufgaben und Lösungen beiträgt.

2 Identifizierte Herausforderungen

Die nachfolgend beschriebenen Forschungsherausforderungen des E-Learning reichen von lerntheoretischen Grundlagen über die Vielzahl technischer Entwicklungen bis hin zu Fragen des Praxiseinsatzes. Die Themen überschneiden sich teilweise.

2.1 Didaktik des E-Learning

Versteht man E-Learning als das Lehren und Lernen mit digitalen Medien und Didaktik (im weiteren Sinne) als die Wissenschaft vom Lehren und Lernen, so stellt sich zunächst die Frage, ob es einer Didaktik des E-Learning – als einer Wissenschaft vom Lehren und Lernen mit digitalen Medien – überhaupt bedarf. Diese Frage wird regelmäßig mit „Ja“ beantwortet, schon weil die Möglichkeiten digitaler Medien in Hinblick auf die Ausgestaltung von Lehr- und Lernprozessen vielfältig und in ihrer Komplexität schwer zu durchdringen sind. Sie wird genauso häufig mit „Nein“ beantwortet, weil dies keine neue Wissenschaftsdisziplin begründen wird [AL06].

Unbestritten ist, dass die Didaktik zu E-Learning als interdisziplinärem Gebiet einen erheblichen Beitrag leisten kann: Grundlegende didaktische Modelle [Fl91] und neuere didaktische Ansätze [Gu08] sowie deren methodische Umsetzung in der Praxis verschiedener Bildungsbereiche müssen zwingend zumindest von denjenigen rezipiert werden, die sich forschend und entwickelnd mit E-Learning auseinander setzen. Ausgehend davon lassen sich aus der Perspektive der Didaktik weiterhin die folgenden Herausforderungen identifizieren:

- Es müssen Lehr- und Lernumgebungen als sozio-technische Systeme konzipiert, implementiert und in der Praxis evaluiert werden, die sich im Spannungsfeld zwischen vermittlungsorientierter und handlungsorientierter Didaktik flexibel einsetzen lassen.
- Sämtliche im Kontext von Lehr- und Lernprozessen verwendeten Medien – einerseits die vorbereiteten Lehrmaterialen und andererseits die im Prozess der Auseinandersetzung entstehenden Artefakte – müssen sich über Systemgrenzen hinweg flexibel kombinieren, arrangieren und transferieren lassen.

[2] Die Nutzung von Online-Ressourcen als Lernmaterialien und die Bildung von Communitys in Online Social Networks können häufig als Lernsituationen aufgefasst werden.

Die wichtigste und zugleich die komplexeste Herausforderung besteht jedoch darin, die sich bietenden – und sich kontinuierlich verändernden – Möglichkeiten des E-Learning so zu systematisieren, zu dokumentieren und zu kommunizieren, dass sie von Lehrenden und Lernenden in allen Bildungsbereichen und allen Disziplinen rezipiert und für die alltägliche Praxis erschlossen werden können.

2.2 Kooperatives/kollaboratives Lernen

Kollaboratives Lernen wird in der didaktischen Diskussion als vielversprechendes Paradigma angesehen. Aufbauend auf konstruktivistischen Lerntheorien setzt sich hier die Erkenntnis durch, dass sich eine aktive Verarbeitung von Lerngegenständen durch eigene Produktion von Inhalten und eine Diskussion dieser Inhalte in der Lerngruppe positiv auf den Lernerfolg auswirkt [Ko96].

Computergestütztes kollaboratives Lernen (engl. Computer Supported Collaborative Learning, CSCL) wurde durch die Vernetzung von Computern und damit die Verbindung von räumlich und zeitlich verteilten Lernern ermöglicht. Diese Entwicklung findet zum heutigen Zeitpunkt mit dem Aufkommen des Web 2.0 weitere Verbreitung. Seit der ersten CSCL-Konferenz im Jahre 1995 [SC95] werden verschiedene Ansätze zum Design und der Computerunterstützung kollaborativer Lernprozesse erforscht. Diese Entwicklung ist ungebrochen, das deutschsprachige CSCL-Kompendium erscheint in diesen Tagen in zweiter, aktualisierter Auflage [Ha11].

Ein zentrales Thema in der CSCL-Forschung ist die Frage, wie kollaborative Lernprozesse samt der ihnen zugeschriebenen Aktivitäten wie Rezeption und Erstellung von Lerninhalten, Kommunikation, Präsentation und Einigung auf ein gemeinsames Lernergebnis in der Gruppe zu unterstützen sind. Die Ansätze reichen hier von stark strukturierten und durch die eingesetzte Software überwachten Prozessen im Sinne von Lernskripten [Ko07] über die durch Rollen wie Tutoren oder Moderatoren begleiteten Prozesse [Ki08] bis hin zu eher informellen, offenen Strukturen wie etwa im Web 2.0 (vgl. folgenden Unterabschnitt). Der goldene Weg ist hier noch nicht gefunden.

Weitere Forschungen beschäftigen sich mit der Frage, wie kollaborative Lernsettings geschaffen werden können [CS08]. Hier geht es neben den unterschiedlichen Einsatzszenarien wie Schule, Hochschule und arbeitsplatzbegleitendes und informelles Lernen auch um die Frage, wie eine Adaption von Lernumgebungen und bereits (kollaborativ) erstellten Lerninhalten stattfinden kann. Die Perspektive kollaborativen Lernens nimmt also gleichermaßen die Fragestellungen der Didaktik sowie die aktuellen Entwicklungen im Bereich des Web 2.0 sowie deren Verbindung in den Blick.

2.3 E-Learning und Web 2.0

Insbesondere die stärker partizipative Ausrichtung von Web-Angeboten im Sinne von Web 2.0 hat in den letzten Jahren die Denkweisen hinsichtlich der Konzeption und Beforschung von E-Learning-Angeboten stark beeinflusst [Ke06][SS08]. Die Möglichkeiten von Wikis, Weblogs und Social Communities, einfach Inhalte einstellen

und gemeinsam mit anderen verändern zu können, hat neue Chancen für produktives, kollaboratives und selbst gesteuertes Lernen geschaffen. Während im E-Learning-Bereich die Produktion und Bereitstellung von Content früher ein wesentliches Element war, tritt diese jetzt in den Hintergrund zugunsten der gemeinsamen Arbeit an Produkten durch die Lernenden (user-generated content). Der Lehrende wird damit zunehmend zu dem, was im Sinne konstruktivistischer Lerntheorien immer schon gefordert wurde: Als Coach und Lernbegleiter stellt er Lernumgebungen zur Verfügung und unterstützt die darin ablaufenden Prozesse.

Folgende Forschungsherausforderungen stellen sich im E-Learning-Kontext von Web 2.0 sowohl aus informatischer als auch aus didaktischer, pädagogischer und lernpsychologischer Sicht:

- Welche Web-2.0-Anwendungen sind in welchen Lernsituationen, für welche Lernziele, für welche Lerninhalte, für welche Lernenden und Lehrenden geeignet?
- Wie müssen technische Merkmale von Web-2.0-Anwendungen wie Folksonomies und Tagging gestaltet sein, damit dadurch Lernen unterstützt wird?
- Wie können kollaborative Lernprozesse mit technischen Mitteln angeregt, unterstützt und bewertet werden?
- Welche didaktischen Möglichkeiten ergeben sich durch die Öffnung von Lehrveranstaltungen mittels Web-2.0-Anwendungen nach außen?
- Wie können Personal Learning Environments (PLEs) der Lernenden in formale Lernkontexte didaktisch und technisch eingebettet werden?

2.4 Informelles, ressourcenbasiertes Lernen

Der Begriff informelles Lernen wird allgemein sehr unterschiedlich verwendet. Kennzeichnend für informelles Lernen ist oftmals, dass der Lernprozess selbstorganisiert stattfindet und nicht in eine Institution eingebunden ist [Ki04]. Zudem wird der informelle Lernprozess häufig angeregt durch eine Situation, in der ein Problem zu bewältigen bzw. eine Lösung zu suchen ist. Solche Prozesse sind allgegenwärtig anzutreffen im Berufsleben (s. auch E-Learning im Prozess der Arbeit), in der Freizeit oder auch angeregt durch einen Lehrenden z. B. bei der Erarbeitung eines Vortrags oder einer schriftlichen Ausarbeitung zu einem spezifischen Thema.

Aufgrund der fehlenden Einbindung des informellen Lernens in eine Bildungsinstitution ergibt sich für den Lernenden, dass er sein Lernziel selbst definieren, den Lernprozess selbst strukturieren, selbst Materialien suchen und bewerten muss. Er arbeitet selbst gesteuert. Geeignete pädagogische Konzepte für die Beförderung der Selbststeuerungskompetenz im E-Learning sind notwendig und sollten in IT-Applikationen, die in informellen Lernprozessen genutzt werden, implementiert werden.

Im informellen Lernen wird heute zunehmend das Internet als Ressourcenquelle und Kooperationsplattform verwendet. Lernende finden Lernressourcen in Portalen für

offene Bildungsressourcen, auf Webseiten, in Wikis, Blogs oder Foren und kooperieren mit anderen Personen beispielsweise in sozialen Netzen. Das damit beschriebene ressourcenbasierte Lernen ist mit der zusätzlichen Herausforderung der großen Anzahl der potenziell relevanten Ressourcen im Internet verbunden (collective intelligence vs. information overload). Der Lernende braucht eine Unterstützung im Retrieval und in der Beurteilung der Ressourcen. Technologisch resultieren daraus Herausforderungen beispielsweise hinsichtlich der Gestaltung neuer Lernanwendungen, der (semi-) automatisierten Auszeichnung und Bewertung der Ressourcen oder der Realisierung von Empfehlungssystemen. Ein erfolgsversprechender Ansatz liegt in der Nutzung der Gruppe von Lernenden z. B. in Communities.

2.5 Assessment und Feedback

Assessment ist ein zentraler Bestandteil von Lernprozessen und wird genutzt, um Leistungen zu messen (diagnostisch, z. B. zur Selektion oder zu individuellen Lernempfehlungen) oder die erreichte Wissens- oder Kompetenzstufe zu zertifizieren (summativ). Andererseits dient es als Unterstützung des Lernprozesses (Rückmeldung an Lernende, self assessment) und Analysewerkzeug zur Verbesserung der Lehre (formativ).

Die elektronische Unterstützung von Assessmentprozessen durch geeignete Werkzeuge dient einerseits der effizienten Durchführung und schnellen (und häufigen) Rückmeldung an Lernende und ermöglicht andererseits neue Formen der Lern- und Leistungsüberprüfung z. B. durch Einbettung von Multimedia und Interaktivität oder spezifischen Übungswerkzeugen [SS10]. Existierende Werkzeuge reichen von generischen eTest-Systemen für weitgehend geschlossene Aufgaben (Multiple Choice, Zuordnung, Kurzantwort) bis zu domänenspezifischen Systemen mit Feedback zu Lernschritten in offenen Problemstellungen, z. B. Mathematik- oder Informatikaufgaben [He10] und deren Integration in LMS.

Während klassische LMS die Lehrveranstaltung in den Mittelpunkt stellen und formale Lernsituationen unterstützen, sind neuartige Lernumgebungen wie PLEs Lerner-zentriert und für informelle Lernprozesse ausgelegt, die lebensbegleitendes, selbstorganisiertes Lernen in Netzwerken fördern. Daraus ergeben sich gegenüber *Formal Assessment* für neuartige Assessmentformen wie *Network Assessment, Open Assessment, Self Assessment* folgende Forschungsfragen:

- Welche Rolle spielen Assessment und Feedback in offenen, informellen, vernetzten Lernszenarien?
- Wie sehen Szenarien aus, die neuartige Assessmentformen realisieren?
- Welche Assessoren (Selbst, Lerngruppe, externe Experten, Communities) können im Lernprozess mitwirken?
- Wie können Assessment- und Feedback-Komponenten gestaltet werden, um in offenen, vernetzten Lernumgebungen wie PLEs integriert zu werden?
- Welche neuartigen Möglichkeiten für Monitoring, Anpassung an individuelle Lernpräferenzen und intelligente Rückmeldungen ergeben sich aus innovativen, allgegenwärtigen Technologien (s. Mobiles Lernen im folgenden Abschnitt)?

2.6 Mobiles Lernen, Adaptivität und Kontextbewusstsein

Mit der breiten Verfügbarkeit von drahtlosen Netzen und zunehmend kleiner werdenden mobilen Endgeräten eröffnete sich Ende der 1990er Jahre die Möglichkeit, Lehr- und Lernprozesse in Ort und Zeit zu entkoppeln. Schnell entstanden spezielle mobile Bildungsangebote für Notebooks, PDAs oder Multimedia-fähige Mobiltelefone. Damit war zunächst eine didaktische Herausforderung verbunden, die charakteristisch für viele E-Learning-Angebote war und noch immer ist, nämlich den tatsächlichen Mehrwert mobiler Technologien für eine Optimierung von Lernprozessen und -erfolgen nutzbar zu machen [Ke04], anstatt nur etablierte Szenarien mit neuen Technologien zu kopieren.

Zwei Entwicklungen führten im weiteren Verlauf zu einer neuen Herausforderung. Zum einen machte der Zugang zu Bildungsangeboten über vielfältige, persönliche Endgeräte eine Anpassung der Inhalte und Darstellungen nicht nur an die technischen Gegebenheiten, sondern auch an persönliche Vorlieben und Bedürfnisse, Vorkenntnisse und Lernziele der Lernenden möglich bzw. nötig. Zum anderen ist die Erstellung von E-Learning-Inhalten aufwändig und kann aus Kostengründen nicht für wechselnde Endgeräte stets neu erfolgen. In Kombination beider Aspekte entstanden Adaptivitätsmechanismen [BP03], die von der Inhaltsauswahl und -darstellung über die Anpassung von Lernpfaden bis hin zu wechselnden didaktischen Arrangements reichen. Die zentrale Herausforderung dabei ist es, modellierte Benutzer- und Geräteprofile mit flexiblen Materialien abzugleichen und so personalisierte E-Learning-Angebote zu ermöglichen. Grundsätzlich hat sich hierfür die eXtensible Markup Language bewährt, jedoch konnte sich noch kein Dialekt, Werkzeug oder Framework durchsetzen.

Mit den wachsenden Fähigkeiten mobiler Geräte, ihre Umgebung sensorisch zu erfassen, wurde weiteres Potenzial eröffnet. Unter dem Begriff des Pervasive Learning werden Bildungsangebote zusammengefasst, die sich kontextsensitiv und proaktiv auf die Nutzer (Lehrende wie Lernende) bzw. ihre aktuelle Situation einstellen und somit mehr Komfort und Effizienz ermöglichen [Lu10] – u. a. auch im Sinne von Augmented oder Mixed Reality. Herausforderungen bestehen hier v. a. in der Erfassung, Modellierung und Verarbeitung von lehr-/lernrelevantem Kontext, in der Ableitung von Nutzerintentionen sowie in der Überbrückung von technologischen, aber auch von sprachlichen, kulturellen, pädagogischen oder persönlichen Unterschieden. Ziel ist die nahtlose Integration vielfältigster Bildungsangebote in ein komplexes, lebensbegleitendes Gesamtsystem.

2.7 Game-based Learning

Game-based Learning und auch Serious Games können noch immer als Themen von großer Aktualität im Bereich des E-Learning angesehen werden. Dies ist erstaunlich, weil spielbasiertes Lernen im Bereich der Pädagogik und der lernpsychologischen Forschung seit langer Zeit fester Bestandteil von Untersuchungen ist [Hu04]. Es ist allerdings zu beobachten, dass die Integration von Lernen und Spielen, die für Kinder angemessen zu sein scheint, mit zunehmender Adoleszenz an Ansehen verliert. Dies mag vor allem daran liegen, dass Lernen immer noch als etwas primär Ernsthaftes angesehen wird, und Spaß und Motivation nicht als Zielsetzungen angesehen werden.

Digitale Technologien werden tatsächlich vor allem von Heranwachsenden und von Erwachsenen genutzt – sehr oft zum Spielen [Pr01]. Digitale Spiele scheinen auf vielen Bereichen Vorteile gegenüber klassischen E-Learning-Systemen und -Ansätzen bieten zu können: Oft ist eine hohe Motivation zu beobachten, auch anspruchsvolles Regelwerk zu erlernen; Spieler berichten von Flow-Erlebnissen; digitale Spiele erzeugen zuweilen immersives Erleben. Vor diesem Hintergrund scheint es also interessant, Aspekte des Spielens und des Lernens in Form digitaler Medien zusammenzuführen. Die Integration von Spielen und Lernen stellt jedoch die Entwickler von E-Learning-Angeboten vor eine Reihe neuer Herausforderungen: Prinzipiell müssen Lehr- und Spielinhalte in motivierender, interessanter Art miteinander verwoben werden, wobei die didaktische Aufbereitung häufig Hand in Hand geht mit der Entwicklung von narrativen Szenarien; Methoden und Techniken für die Leistungsüberprüfung müssen konzipiert und in Lernspiele integriert werden, um den Lernerfolg kontrollieren und Lernenden ggf. individuelles Feedback geben zu können; auch für Lernspiele müssen Rahmenbedingungen und Einsatzformen untersucht und erprobt werden, um geeignete didaktische Design Patterns zu finden und dokumentieren zu können [Ma10]; flexible Softwarestrukturen bzw. -architekturen [MM10] müssen entwickelt werden, welche die Realisierung neuer Lernspiele in effizienter Form ermöglichen. Eine weitere Herausforderung stellt die Evaluation derartiger Lernspiele dar. Komplexe Systeme, wie sie hier häufig vorgefunden werden, können aus informatisch-technischer Sicht wie auch in Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit (Usability) bewertet werden. Der didaktische Mehrwert solcher Systeme und Einsatzformen kann nur mit Unterstützung lernpsychologischer Methoden und über längere Zeiträume hinweg erfolgen. Zusammenfassend lässt sich sagen: Die Herausforderungen des Feldes Game-based Learning reichen von didaktischen Methoden und empirischen, lernpsychologischen Untersuchungen über Aspekte des Game-based Learning Designs (Stichwort: Ludology) bis hin zu tiefen informatischen Ansätzen (z. B. Implementation) und damit verbundenen Methoden des Software- und Projekt-Engineering.

2.8 E-Learning in der Schule

Online-basierte Lernplattformen bieten auch für die Schule gute Voraussetzungen. Es existiert schon eine Vielzahl von E-Learning-Implementationen – in unterschiedlichsten Ansätzen – in den Schulen. Betrachtet man jedoch den aktuellen Forschungsstand, so stellt man fest, dass im Vergleich zu den Untersuchungen, die in der Wirtschaft und an Hochschulen zum Einsatz von E-Learning durchgeführt wurden, erst relativ wenige belastbare Erkenntnisse für den schulischen Bereich vorliegen. Dies ist unter anderem damit zu begründen, dass die meisten Lehrkräfte, welche E-Learning-Szenarien in der Schule umsetzen, eher pragmatisch an die Nutzung herangehen und die gewonnenen Erkenntnisse noch nicht veröffentlicht wurden.

Betrachtet man den Einsatz des online-basierten Lernens an Schulen, so stellt man fest, dass die Nutzung zum Einen unterrichtsunterstützend zum Anderen unterrichtsbegleitend stattfindet. Zum ersten Fall kann das Bereitstellen von Unterrichtsmaterialien auf einer Lernplattform gezählt werden. In einigen Schulversuchen wurde den Schülern der relevante Unterrichtsstoff in Form von speziell erarbeiteten Lernsequenzen online

vermittelt. Dies waren in der Regel Versuche an Spezialschulen (wie zum Beispiel Sport- oder Musikschulen), bei denen die Schüler längere Zeit aufgrund von Trainingslehrgängen oder Konzertreisen den Unterricht nicht besuchen konnten [Kö10]. Diese Versuche haben gezeigt, dass es durchaus möglich ist, Schülern Teile des schulischen Curriculums online zu vermitteln.

Ein weiterer Aspekt ist die Begleitung des Unterrichts durch entsprechende online-basierte Lernangebote [Dr09][Li07]. Diese Szenarien integrieren sich direkt in den Schulunterricht. In diesen Fällen nutzen die Lehrkräfte die E-Learning-Angebote für eine – sonst eher schwierige – Binnendifferenzierung im Unterricht. Die erwähnten Untersuchungen verdeutlichen, dass sich die Leistungen der Schüler durch die Nutzung von E-Learning-Szenarien verbessern können. Allerdings ist der Aufwand für die Erstellung solcher Lernangebote sehr hoch und durch eine einzelne Lehrkraft schwer zu leisten. Prinzipiell kann festgestellt werden, dass zum jetzigen Zeitpunkt die Forschung zur Wirksamkeit von E-Learning an Schulen noch am Anfang steht und die bisherigen Erkenntnisse in den nächsten Jahren durch weitere Untersuchungen (z. B. hinsichtlich des optimalen Zeitraums von E-Learning-Sequenzen oder des Einflusses der externen Steuerung des Lernweges durch die Lehrkraft) erweitert werden müssen.

2.9 E-Learning an Hochschulen: Infrastrukturen, Integration, Hochschulentwicklung

Seit Mitte der 90er Jahre wurden Szenarien und Anwendungen für E-Learning in Projekten erforscht und entwickelt. Um die Potenziale Neuer Medien nach Projektabschluss hochschulweit nutzen zu können, wurden erprobte Services an einigen Hochschulen erfolgreich in etablierte Beratungszentren überführt. Auch der Betrieb von E-Learning-Anwendungen wie LMS, Aufzeichnungswerkzeugen etc. wurde von zentralen Einrichtungen wie Rechenzentren oder Medienzentren übernommen. Eine wirkliche Integration der Anwendungen erfolgte in der Regel nicht. Die Systeme stellen Insellösungen mit teilweise redundanten Funktionen dar. Es stellt sich die Frage, wie eine modulare Architektur für E-Learning gestaltet sein soll und wie die Integration der Anwendungen innerhalb einer Hochschule zu einer gesamthaften serviceorientierten Architektur erfolgen kann, die alle Prozesse und Systeme zur Unterstützung des Student-Life-Cycles beinhaltet. Mit E-Bologna und Web 2.0 wird der Fokus der Integration erweitert: Zum einem werden Lernangebote nicht mehr nur an einer Hochschule realisiert, sondern zwischen verschiedenen Hochschulen im Bildungsraum Europa. Dies bedingt auch eine „virtuelle Mobilität“ der digitalen Identität, Rechte, Inhalte und Kompetenzen von Studierenden und Lehrenden. Zum anderen sind Anwendungen wie LMS oder Aufzeichnungssysteme sehr stark dozentenzentriert ausgerichtet und passen nicht zu symmetrischen und flexiblen Lehr-/Lernszenarien, die mit Web 2.0 und kooperativem Lernen notwendig geworden sind. Folgende Herausforderungen stellen sich im Kontext der Infrastruktur, Integration und Prozesse:

- Wie sehen Best Practices für eine IT-Hochschularchitektur aus und welche Rollen und Funktionen übernehmen darin E-Learning-Anwendungen?

- Wie müssen Standards für Daten, Schnittstellen und Protokolle gestaltet sein, um eine nahtlose Integration und ein Zusammenspiel der Systeme zu ermöglichen?
- Wie können die Architektur und die Anwendungen so offen und flexibel realisiert werden, dass auch hochschulübergreifende Lernprozesse ohne Medienbrüche durchgeführt werden können?
- Wie müssen Lernumgebungen zukünftig gestaltet sein, um kooperatives Lernen zu ermöglichen, das stärker durch symmetrische Beziehungen zwischen Dozent und Lernenden und durch Ad-hoc-Prozesse geprägt ist?
- Wie sehen Best Practices zur Hochschulentwicklung und zur organisatorischen Verankerung von E-Learning aus?
- Wie müssen Prozesse in der Hochschule gestaltet sein, damit die Lehre und insbesondere E-Learning effizient realisiert werden kann?

Diese Fragen zur IT-Architektur und Integration können erst beantwortet werden, wenn Prozesse im Student-Life-Cycle und der Lehre durch die Hochschulleitung und Prozessakteure definiert und die strategische Bedeutung von E-Learning geklärt wurde.

2.10 E-Learning im Prozess der Arbeit

In einer sich rasant ändernden Arbeitswelt und Gesellschaft, die unter anderem bestimmt ist durch sich ständig weiterentwickelnde Technologien und Arbeitsprozesse, ändern sich auch die individuellen beruflichen Anforderungen sehr häufig. Es ist weder möglich, sich in Schule, Ausbildung oder im Studium alle Kenntnisse und Fähigkeiten für das Berufsleben anzueignen, noch ist es ausreichend, diese im Rahmen von Weiterbildungen zu erweitern. Vielmehr wird der Wissenserwerbsprozess oftmals ausgelöst durch einen konkreten Wissens- oder Kompetenzbedarf im Arbeitsprozess. Lernen muss dann situativ in Übereinstimmung mit oder integriert in den Prozess der Arbeit erfolgen (learning on the job, learning on demand). Der Einsatz der elektronischen Medien und Kommunikationsformen im Lernen, also E-Learning, bietet vielfältige Potenziale für ein Lernen im Prozess der Arbeit, da die Möglichkeit der Individualisierung besteht und Lernen zeit- und ortsunabhängig erfolgen kann. Die Herausforderungen an ein Lernen im Prozess der Arbeit sind vielfältig. Sie bestehen einerseits in der Gestaltung entsprechender Rahmenbedingungen und Organisationsformen in den Unternehmen. Andererseits ist Lernen im Prozess der Arbeit oftmals selbst gesteuert [De10] und stellt damit die Anforderungen an den Lernenden, seinen Lernprozess selbst zu gestalten und zu überwachen. Neben Pädagogik und Organisationsentwicklung können E-Learning-Technologien einen Beitrag leisten, um diese Herausforderungen zu meistern.

Eine technologische Herausforderung besteht darin, die Trennung zwischen der Arbeitsumgebung, die in sehr vielen Berufen auch Computer-basiert gestaltet ist, und der E-Learning-Umgebung aufzuheben, indem beispielsweise Lerninhalte passend zu der aktuellen Arbeitssituation des Lernenden, d. h. kontextbezogen, bereit gestellt werden. Die Lerninhalte werden immer vielfältiger und müssen schnell aktualisiert werden. Daher muss die Erstellung der Lerninhalte zunehmend durch Fachexperten in den Unternehmen erfolgen, anstatt durch externe Dienstleister, was Autorensysteme

verlangt, die eine einfache und kooperative Erstellung der Inhalte erlauben. Ein breites Verständnis von Lerninhalten ist zudem hilfreich. Auch persönliche Dokumente bis hin zu E-Mails sind existierende Wissensmedien, die im Lernen verwendet werden können. Eine Herausforderung besteht in deren Retrieval innerhalb des Lernprozesses, woraus sich eine Übereinstimmung mit Fragen des Wissensmanagements ergibt. Zu guter Letzt sind Arbeitsprozesse oftmals arbeitsteilig gestaltet. Auch für das Lernen bietet die Kollaboration Potenziale. Systeme für kollaboratives Lernen sollten daher auch mit Anwendungen zur Kollaboration im Arbeitsprozess kombiniert werden.

2.11 Evaluation, Qualitätssicherung

Im Bereich des E-Learning erfolgt die Evaluation eines Ansatzes durch Bilanzierung nach Maßgabe folgender Kernfrage: Wie wirksam ist der E-Learning-Ansatz für den Lernerfolg? Begleitend sind mehrere Fragen zu klären, die sowohl in der Domäne E-Learning als auch in den Bezugswissenschaften noch vielfach offen sind. Zu Beginn steht zunächst ganz allgemein die Frage: Wie lässt sich Lernerfolg erfassen und quantifizieren? Dieses Problem ist im Wesentlichen pädagogischer und psychologischer Natur. In diesen Wissenschaften liegt dazu eine Reihe von Forschungsergebnissen vor. Bezieht man sich auf E-Learning-Ansätze, treten weitere Leitfragen hinzu:

- Welchen Beitrag zum Lernerfolg liefern E-Learning-Szenarien?
    - thematisch: Welche Lerninhalte eignen sich besonders für E-Learning?
    - personenbezogen: Welche Lerner profitieren von welchen E-Learning-Ansätzen?
    - methodisch: Wie wirkungsvoll sind spezifische Formen des E-Learning?
    - Blending: Wie wird E-Learning in traditionelle Lernarrangements eingebunden?
- Wie stellt sich eine ggf. gesteigerte Lernwirksamkeit in Relation zu den Kosten des E-Learning-Szenarios und notwendiger Materialien dar?

Viele Studien der Vergangenheit krankten daran, dass die untersuchten Szenarien eher erfahrungsbildend waren und weniger konkrete Forschungsfragen behandelten. Wiederholbarkeit der Ergebnisse war nahezu ausgeschlossen, in den Szenarien waren viele schwer erfassbare Einflussgrößen wirksam, die kaum noch erkennen ließen, welche Parameter schließlich welchen Einfluss auf den Lernprozess hatten. Es fehlen Informationen zu Misserfolgen: Negativ-Beispiele werden kaum publiziert. Hier muss die E-Learning-Forschung Bedingungen anstreben, wie sie andere Wissenschaften seit langem etabliert haben:

- deutliche Nennung der behandelten Forschungsfragen und Hypothesen
- exakte Beschreibung des Untersuchungsgegenstands (Untersuchungs-/Vergleichs-gruppe, sächliche Untersuchungsgegenstände)
- verwendete Untersuchungsmethoden (z. B. Befragungen, Expertenbegutachtung, Tests, Tagebücher, Videos, Eye-Tracking, Logdateien)

- Ermittlung aller Einflussgrößen; Beschränkung auf wenige kontrollierbare Parameter (z. B. Gruppengröße, Vorkenntnisse, Zeitvorgaben, Inhaltsaufbereitung)
- präzise Bestimmung der Beobachtungen mit Signifikanzanalyse
- Interpretation der Ergebnisse und Bezug zu den Forschungsfragen

Insgesamt bedeutet dies ergänzend zu dem im E-Learning vorherrschenden Paradigma der Aktionsforschung einen Rückzug auf relativ kleinteilige Forschung unter Laborbedingungen, bei der kleinere gut überschaubare Gruppen in exakt definierten und penibel durchgeführten E-Learning-Szenarien beobachtet werden, wobei wenige beherrschbare Einflussgrößen existieren. Der bisher oft verwendete Untersuchungsgegenstand „universitäre Lehrveranstaltung" erscheint in diesem Sinne nahezu ungeeignet, um valide, reproduzierbare und übertragbare Ergebnisse zu liefern.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Die Forschungsherausforderungen, vor denen das Fachgebiet des E-Learning derzeit steht, sind vielfältig und zeigen dessen breite Verankerung sowohl in den Teildisziplinen der Informatik als auch darüber hinaus. Sie sind nicht überschneidungsfrei, sondern werden z. T. mehrfach kombiniert – wie etwa Kollaboration, Mobilität und Spiele zu sog. Pervasive Educational Games. Andere gehen ineinander über und verweisen dadurch auf neue Ebenen – wie etwa die Brücken von Schule zu Hochschule und Arbeit im Sinne des Lebenslangen Lernens. Die in diesem Beitrag überblicksartig beschriebenen Themen verdeutlichen die Komplexität des Fachgebiets. Sie weisen den Weg zu weiteren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die für einen zielgerichteten Einsatz von E-Learning-Angeboten auch künftig noch notwendig sein werden. Die Autoren verbinden damit die Hoffnung, durch eine Systematisierung dem Fachgebiet inhaltlich und förderpolitisch neue Impulse geben zu können.

Literaturverzeichnis

[AL06] Arnold, R.; Lermen, M.: eLearning-Didaktik. Schneider, Baltmannsweiler 2006.

[BP03] Brusilovsky, P.; Peylo, C.: Adaptive and intelligent Web-based educational systems. International Journal of Artificial Intelligence in Education 13 (2-4), 2003, S. 159-172.

[CS08] Carell, A.; Schaller, I.: Orchestrierung von Web 2.0-Anwendungen im Kontext hochschulischer Lehr-/Lernprozesse. In Proceedings Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI 2008). Köllen Verlag, Bonn 2008. S. 41-52.

[Ch10] Chatti, M. A.: Personalization in Technology Enhanced Learning: A Social Software Perspective. Shaker Verlag, Aachen 2010.

[De10] Dehnbostel, P.: Lernen am Arbeitsplatz. In (Arnold, R.; Nolda, S.; Nuissl, E.; Hrsg.): Wörterbuch Erwachsenenbildung, Bad Heilbrunn 2010; S. 192f.

[Dr09] Drummer, J.: Online basierte Lernplattformen in der Schule. Untersuchung verschiedener Typen von Lernplattformen auf die Kompetenz- und Leistungsentwicklung von Schülern. Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften, Saarbrücken, 2009.

[Fl91] Flechsig, K.-H.: Kleines Handbuch didaktischer Modelle. Zentrum für Didaktische Studien, Nörten-Hardenberg 1991.

[Gu08] Gudjons, H.: Pädagogisches Grundwissen: Überblick - Kompendium – Studienbuch. Klinkhardt, Bad Heilbrunn 2008.

[Ha11] Haake, J.; Schwabe, G.; Wessner, M. (Hrsg.): CSCL-Kompendium. München: Oldenbourg Verlag 2011, 2. Auflage.

[He10] Herding, D.; Zimmermann, M.; Bescherer, C.; Schroeder, U.: Entwicklung eines Frameworks für semi-automatisches Feedback zur Unterstützung bei Lernprozessen. In *Proceedings der DeLFI 2010*. Bonn, Köllen Verlag 2010.

[Hu04] Huizinga, J.: Homo ludens. Vom Ursprung der Kultur im Spiel. 19. Aufl. Rowohlt, 2004.

[Ke04] Kerres, M.; Kalz, M.; Stratmann, J.; de Witt, C.: Didaktik der Notebook-Universität. Waxmann, Münster 2004.

[Ke06] Kerres, M.: Potenziale von Web 2.0 nutzen. In: A. Hohenstein und K. Wilbers (Hrsg.), Handbuch E-Learning. München: DWD, 2006.

[Ki08] Kienle, A.: Computerunterstützung für die Organisation menschlicher Kommunikationsprozesse – Anforderungsanalyse und Systemgestaltung. FernUniversität in Hagen: Forschungsbericht, ISSN: 1865-3944. zgl.: Habilitation, FernUniversität Hagen, 2008, (online verfügbar: http://deposit.fernuni-hagen.de/1928/)

[Ki04] Kirchhöfer, D.: Lernkultur Kompetenzentwicklung - Begriffliche Grundlagen. Berlin 2004; S. 85, online verfügbar unter http://www.abwf.de/main/publik/content/main/publik/handreichungen/begriffliche_grundlagen.pdf

[Kö10] Köhler, T.; Börner, C.; Drummer, J.: Sind Leistungssport und Schulunterricht miteinander zu vereinbaren? Ergebnisse eines Schulversuches zur Lernunterstützung von Sportschülern. In Proceedings of the 3rd International eLearning Baltics Conference. Fraunhofer Verlag, Rostock, 2010; S. 324–332.

[Ko96] Koschmann, T. (ed.) CSCL: Theory and Practice, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

[Ko07] Kobbe, L., Weinberger, A., Dillenbourg, P., Harrer, A., Hämäläinen, R., Häkkinen, P., & Fischer, F. (2007). Specifying Computer-Supported Collaboration Scripts. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 2 (2-3), 211-224

[Li07] Linckels, S.; Doring, C.; Meinel, C.: Bessere Schulnoten mit MatES, dem e-Bibliothekardienst für den Mathematikunterricht. In Proceedings DeLFI 2007. Die 5. e-Learning Fachtagung Informatik. Köllen Verlag, Bonn, 2007; S. 91–102.

[Lu10] Lucke, U.: Pervasive Learning. In (Ferscha, A.; Hrsg.): Pervasive Adaptation Research Agenda for Future and Emerging Technologies — A Book by The Scientific Community, 2010. online verfügbar unter http://www.perada.eu/research-agenda/

[Ma10] Maciuszek, D, Ladhoff, S, and Martens, A. Content design patterns for game-based learning. International Journal of Game-based Learning, 2011.

[MM10] Maciuszek, D., & Martens, A.: A reference architecture for game-based Intelligent Tutoring. In P. Felicia (Ed.), In: Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches, chap. 31, IGI Global, Hershey, PA, 2010.

[Pr01] Prensky, M.: Game-Based Learning. McGraw-Hill, 2001.

[SC95] Schnase, J.L.; Cunnius, E.L. (Eds.): Proceedings of the First International Conference on Computer Support for Collaborative Learning (CSCL ´95). Mahwah: LEA, 1995.

[SS08] Schroeder, U.; Spannagel, C.: Lernen mit Web-2.0-Anwendungen. Navigationen. Zeitschrift für Medien- und Kulturwissenschaften 8(1), 2008, S. 59-79.

[SS10] Schroeder, U.; Stalljohann, P.: A Portal-Based Gradebook. In Proceeding on the 10th IEEE Int. Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2010). pp. 58-60.

[Si05] Siemens, G.: Connectivism: Learning as network-creation. online verfügbar unter http://www.elearnspace.org/Articles/networks.htm

The documents distributed by this server have been provided by the contributing authors as a means to ensure timely dissemination of scholarly and technical work on a non-commercial basis. Copyright and all rights therein are maintained by the authors or by other copyright holders, not withstanding that they have offered their works here electronically. It is understood that all persons copying this information will adhere to the terms and constraints invoked by each author's copyright. These works may not be reposted without the explicit permission of the copyright holder.