

Ulrike Lucke, Marcus Specht

# Mobilität, Adaptivität und Kontextbewusstsein im E-Learning

## Mobile, Adaptive, and Context-aware Learning

Mobile Networks\_Mobile Devices\_Mobile Learning\_Adaptivity\_Context-Awareness\_Pervasive Learning

**Zusammenfassung.** Die weite Verbreitung drahtloser Netze und mobiler Endgeräte ermöglicht nicht nur einen orts- und zeitunabhängigen Zugang zu Bildungsangeboten, sondern auch deren Anpassung an Person, Ort und Umfeld sowie die nahtlose Verschmelzung verschiedener Lernorte.

**Summary.** Wireless networks and mobile devices are widely available. This allows not only for education independent from time and place. Also, adaption to individuals, places, and situations may be realized, and different scenarios are seamlessly converging.

### 1. Motivation

Drahtlose Netze und mobile Geräte sind allgegenwärtig geworden. Diese technische Entwicklung hat zu einem deutlichen Qualitätssprung für viele Anwendungen (z. B. das E-Learning) geführt. Multimedia, Mobilität und Dienste aus der Cloud verschmelzen zu Pervasive Media.

So werden z. B. im Horizon Report (Johnson et al. 2011) mobile Anwendungen, Augmented Reality und Gestensteuerung binnen einem, drei bzw. fünf Jahren als wichtig und vielversprechend für das E-Learning herausgestellt. Auch andere Studien (Börner et al. 2010; Drummer et al. 2011) kommen zu dem Ergebnis, dass mobile Technologien heute gleichermaßen unverzichtbar wie herausfordernd für das E-Learning sind, und zwar v. a. hinsichtlich des Lernzugangs, des kontextspezifischen sowie des kontextübergreifenden Lernens. Das Klassenzimmer von morgen ist eine verteilte, virtuelle Instanz, die verschiedene Dienste (Information, Kommunikation, Kollaboration, ...) nutzer- und situationsbezogen verbindet.

Dieser Artikel fasst zusammen, welche Herausforderungen damit derzeit für die Informatik verbunden sind.

### 2. Technologische Entwicklung

Viele Entwicklungen im E-Learning sind in hohem Maße technikgetrieben. Die Spezifika der eingesetzten Technologie bestimmen gemeinsam mit fachlichen und didaktischen Fragen die Gestaltung des Lehr-/Lernprozesses. So muss in Funknetzen trotz Allgegenwart des Internet mit limitierter Bandbreite und unterbrochenen Kommunikationsverbindungen gerechnet werden, und mobile Endgeräte bieten den unmittelbaren Zugang zum Nutzer und seiner Umgebung oft nur im Tausch gegen eingeschränkte Präsentations- und Interaktionsmechanismen.

#### 2.1 Mobiles Lernen

Als im Jahr 2000 die ersten campusweiten Funknetze Deutschlands ans Netz gingen, waren die Erwartungen auf pädagogischer und politischer Seite hoch. Das Potenzial mobiler Geräte in der Hochschullehre wurde untersucht (Tavargarian et al. 2001); die Notebook University stimulierte die Entwicklung spezieller Bildungsangebote für Notebooks, PDAs und multimedialfähige Mobiltelefone, die in Ort und Zeit von der Präsenzlehre entkoppelt waren.

Damit war zunächst eine didaktische Herausforderung verbunden, die charakteristisch für viele E-Learning-Angebote war und noch immer ist: den inhärenten Mehrwert neuer Technologien für eine Optimierung von Lehr-/Lernprozessen und deren Ergebnissen nutzbar zu machen (Kerres et al. 2004), anstatt etablierte Szenarien nur digital zu kopieren. Hier ist auf zwei Ebenen anzusetzen: Inhalte und Werkzeuge.

Bestehende Bildungsangebote können nicht direkt auf mobile Endgeräte übertragen werden. Eine reduzierte Bildschirmgröße und abweichende Interaktionsformen, aber auch die kurze Aufmerksamkeitsspanne mobiler Lerner sind zu berücksichtigen. Vorhandene Inhalte und Lernhandlungen müssen in Darstellung und didaktischem Konzept angepasst werden. Hierfür steht der Begriff des Micro Learning (Hug 2007). Durch systematische Handreichungen aus den Bildungswissenschaften könnten seitens der Informatik Werkzeuge zur technischen Unterstützung dieses Anpassungs- bzw. Entwicklungsprozesses bereitgestellt werden. Das Tangible Computing birgt zudem ein großes Potenzial für das „Begreifen im Lernen“ (O'Malley et al. 2005).

Aber auch existierende E-Learning-Werkzeuge sind nicht immer direkt auf ei-

nem Smartphone nutzbar, z. B. Lernplattformen, Vortragsmitschnitte oder Wikis. Im einfachsten Fall ist nur ein angepasstes Layout nötig, ggf. zusätzlich ein vereinfachtes Interaktionskonzept, aber einige Plattformen sind nicht ohne Weiteres an bestimmte Geräte anpassbar. Hier besteht noch Handlungsbedarf.

## 2.2 Adaptive Lernangebote

Zwei Entwicklungen führten im weiteren Verlauf zu einer neuen Herausforderung. Zum einen machte der Zugang zu Bildungsangeboten über vielfältige, persönliche Endgeräte eine Anpassung auch an die persönlichen 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 Szenarien stets neu erfolgen.

In der Kombination beider Aspekte entstanden Adaptivitätsmechanismen, die von der automatisierten Inhaltsauswahl und -darstellung (Leutner 1997) über die Anpassung von Lernpfaden an individuelle Lernziele und -stile (Seeberg et al. 2000) bis hin zu wechselnden didaktischen Arrangements für unterschiedliche situative Einbettungen (Lucke & Martens 2010) reichen. Diese Personalisierung umfasst sowohl Präsenz- als auch Online-Szenarien, sowohl fremd- als auch selbstgesteuertes Lernen, sowohl Einzel- als auch Gruppenprozesse. Zudem eröffnet sie Potenzial für die Integration bislang benachteiligter oder ausgeschlossener Nutzer, wie z. B. Sehbehinderter (Köhlmann & Zinke 2011).

Eine zentrale Herausforderung dabei ist es, die modellierten Benutzer- und Geräteprofile mit anpassungsfähigen Materialien abzugleichen und dadurch personalisierte E-Learning-Angebote zu ermöglichen. Die Standardisierung der dafür nötigen Metadatenformate ist noch nicht abgeschlossen. Es existieren Ansätze aus psychologischer, pädagogischer oder technischer Sicht (Bull 2004; Driscoll & Mensch 2009), deren Zusammenspiel bzw. Eignung für das E-Learning noch zu verifizieren sind.

Für die flexible Beschreibung von Inhalten hat sich die eXtensible Markup Language bewährt, aus der nahe-

zu beliebige Formate generiert werden können (sog. Single Source Publishing, Closs 2006); jedoch konnte sich bislang noch kein Dialekt, Werkzeug oder Framework durchsetzen.

Ein weiteres Hemmnis stellt in diesem Zusammenhang die noch mangelnde Performance von Adaptivitätsmechanismen dar. Erst wenn umfangreiches Material zur Laufzeit detailliert an verschiedenste Nutzer und Zugangswege anpassbar ist, kann das Potenzial adaptiver Lernangebote als ausgeschöpft bezeichnet werden.

## 2.3 Kontextbewusstsein

Adaptionsmechanismen auf Basis vordefinierter Nutzer- oder Gerätemerkmale stoßen in dynamischen Umgebungen an ihre Grenzen.

Mit den wachsenden Fähigkeiten mobiler Geräte, ihre Umgebung sensorisch zu erfassen, eröffnet sich weiteres Potenzial. Dazu zählen Ortsangaben, physische Parameter wie Helligkeit und Lautstärke, Bewegung und Ausrichtung, sowie Informationen zu nahen Personen und Objekten. 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 (Lucke 2011). Das erfordert an die jeweilige Situation angepasste Präsentations- und Interaktionsmechanismen, auch im Sinne von Augmented oder Mixed Reality.

Herausforderungen bestehen hier v. a. in der Erfassung, Modellierung und Verarbeitung von lehr-/lern-relevantem Kontext, in der Ableitung von Nutzerintentionen sowie in der Überbrückung von technologischen, aber auch sprachlichen, kulturellen, pädagogischen oder persönlichen Unterschieden (Nicklas et al. 2009). Ziel ist die Orchestrierung unterschiedlichster Bildungsangebote und -werkzeuge (sog. multi-sourced environment) in ein lebensbegleitendes Gesamtsystem (sog. personal learning environment, PLE).

Das zugrunde liegende didaktische Konzept beinhaltet zunächst wie schon beim Mobile Learning die Loslösung klassischer Instruktion von Raum und Zeit. Mit dem Übergang zu Adaptivität und

Pervasivität werden Prozesse subjektiviert, es werden individuelle Erfahrungs- und Handlungsstrukturen in Lernprozesse transferiert. So wird ein Verständnis für das Thema durch persönliche Aktivitäten, Interaktionen mit der Umgebung und innere Abwägungen erzielt. Zunehmend sind konstruktivistische Ansätze wirksam.

Das kontextualisierte Lernen (Diethelm & Dörge 2011) stellt zusätzlich einen unmittelbaren Zusammenhang von abstrakten Lerngegenständen nicht nur zu konkreten Anwendungsfällen, sondern auch zu relevanten physischen Umgebungen her (situiertes Lernen).

Folgerichtig werden Mechanismen für kontextübergreifendes Lernen benötigt, um einzelne Lernerlebnisse zu verbinden und in einen größeren Zusammenhang einzubetten, bis hin zum lebensbegleitenden Lernen jenseits einzelner Institutionen. Dies ist gekennzeichnet durch die Vielzahl und Vielfalt der damit verbundenen Geräte, Werkzeuge und Inhalte, die dem Nutzer in durchgängiger Form zur Verfügung stehen müssen – eine Herausforderung angesichts von Umfang, Komplexität und Heterogenität solcher Systeme.

Bei entsprechender Gestaltung können so immersive Lernerlebnisse gefördert werden, d. h. der Lernende erlebt durch eine fesselnde und anspruchsvolle Umgebung einen voll auf den Lerngegenstand fokussierten Bewusstseinszustand, der mit einer Minderung der Wahrnehmung seiner eigenen Person (sog. Flow) einhergeht und erhöhte Lernerfolge verspricht (Varney 2006).

## 3. Beispiel

Das nachfolgend beschriebene Pervasive Lernspiel (Köhlmann et al. 2012) ist wegen seiner Ausrichtung auf praktische, allgemein gültige Fertigkeiten anstatt auf spezifisches Fachwissen von breitem Interesse. Es unterstützt Studienanfänger beim Zurechtfinden auf dem Campus. Hier steht die Durchführung von kontextsensitiv vergebenen und nahtlos in das System zurück geführten Handlungsaufträgen im Vordergrund. So sollen bspw. wichtige Orte auf dem Campus und in der Stadt aufgesucht, studienrelevante Ansprechpartner kontaktiert, spezielle Kurse belegt, bestimmte Dokumente er-

stellt oder spezielle Bücher ausgeliehen werden. Für die Ausgestaltung der Aufgabe wird z. B. auf Ortsangaben (in der Bibliothek), persönliche Merkmale (Identität, Studiengang) und lokale Gegebenheiten (verfügbare Bücher) zurück gegriffen. Bild 1 zeigt ein Beispiel. Die Rückmeldung an das Lernsystem über den Lern- bzw. Handlungserfolg geschieht über das Bibliothekssystem.



**Bild 1:** Eine kontextsensitive Lernhandlung stellt einen Bezug zwischen Person, Ort, Objekt und Thema her.

Nach der Festlegung von Themen und Lernzielen bestand die Herausforderung zunächst in der Entwicklung eines geeigneten mediendidaktischen Konzepts und der Formulierung von Aufgaben für verschiedene Studiengänge und Schwierigkeitsgrade, die mit mobilen Geräten bearbeitet werden können. Dafür wurden Kontextinformationen identifiziert, die zur Personalisierung der Aufgaben nutzbar sind. Auch waren Mechanismen nötig, um die Elemente der Benutzungsoberfläche an verschiedene Displaygrößen und -orientierungen anzupassen. Ferner wurden Wege gestaltet, um den Handlungserfolg festzustellen und zurückzumelden. Letztlich war eine Systemarchitektur nötig, die entwickelte Komponenten und Drittanwendungen

mit verschiedenen Clients zusammenführt. Das schließt sowohl mobile Lerner als auch administrative und pädagogische Unterstützung ein.

Der Erfolg dieses Ansatzes wurde in einem Pilotversuch im WS 2011/12 nachgewiesen. Die Teilnehmer fanden sich deutlich besser an der Uni zurecht als andere Studienanfänger.

In diesem Fall bietet sich zudem ein spielerischer Zugang zum Thema an. Das zeigt Querverweise des mobilen bzw. pervasiven Lernens zu anderen identifizierten Forschungsfragen auf, wie etwa zum Game-based Learning. Aber auch kollaborative Szenarien oder die Gestaltung geeigneter Assessment- und Feedbackformen sind hier relevante Themen.

#### 4. Herausforderungen für die Forschung

Aus technischer Perspektive ergeben sich somit zusammengefasst aus dem Einsatz mobiler Technologien für das Lehren und Lernen die folgenden Herausforderungen:

- die Entwicklung bzw. Anpassung von Bildungsangeboten für mobile Geräte zu unterstützen
- fehlende Applikationen für mobile Plattformen zugänglich zu machen
- die Eigenschaften von Lernobjekten, Nutzern und Geräten in geeigneter Form zu modellieren
- die Performanz von Adaptionsmechanismen zu verbessern
- relevante Kontextinformationen zu erfassen und zu nutzen
- geeignete Interaktionsformen zu entwickeln
- trotz der Komplexität und Heterogenität die Systeme modular und interoperabel zu halten

Ferner besteht Handlungsbedarf im Zusammenspiel von Technik- und Humanwissenschaften, v. a.:

- um den didaktischen Mehrwert von mobilen Technologien in Lernszenarien nutzbar zu machen
  - um psychologisch fundierte und aussagefähige Nutzerprofile zu erstellen
  - um Interaktionsmechanismen an kognitive und motorische Bedarfe von Nutzern anzupassen
- Technische und nichttechnische Aspekte

sind eng miteinander verzahnt und sollten daher stets gemeinsam angegangen werden.

#### 5. Ausblick

Innovative Lösungen des E-Learning können als Treiber einer Weiterentwicklung auch von Forschungs- und Verwaltungssystemen fungieren. Das setzt – wie in allen Anwendungsbereichen – einen intensiven Austausch mit den jeweiligen Nutzern über ihre konkreten Bedürfnisse, spezifischen Prozesse und Rahmenbedingungen sowie Erfahrungen und Konsequenzen aus dem Einsatz von neuen Technologien voraus.

Im Bereich des Lehrens und Lernens ist zudem ein intensiver Dialog mit den Bildungswissenschaften unerlässlich. Dies erfordert gleichermaßen Problembewusstsein und Gesprächsbereitschaft bei Technikern und bei Pädagogen. Im Sinne von Lernenden und Lehrenden sollte das längst selbstverständlich sein.

#### Literatur

- Börner, D.; Glahn, C.; Stoyanov, S.; Kalz, M.; Specht, M.: Expert concept mapping study on mobile learning. *Campus-Wide Information Systems*, 27(4), 2010, S. 240–253.
- Bull, S.: Supporting Learning with Open Learner Models. *Information and Communication Technologies in Education*, 2004, S. 47–61.
- Closs, S.: *Single-Source-Publishing*. München : entwickler.press, 2006.
- Diethelm, I.; Dörge, C.: Zur Diskussion von Kontexten und Phänomenen in der Informatikdidaktik. *Informatik und Schule*, 2011, S. 67–76.
- Driscoll, D.; Mensch, A.: *Devices Profile for Web Services, Version 1.1, OASIS Standard*, Juli 2009.
- Drummer, J.; Hambach, S.; Kienle, A.; Lucke, U.; Martens, A.; Müller, W.; Rensing, C.; Schroeder, U.; Schwill, A.; Spannagel, C.; Trahasch, S.: *Forschungsherausforderungen des E-Learning*. Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik, 2011, S. 197–208.
- Hug, T.: *Didactics of Microlearning – Concepts, Discourses, and Examples*. Münster : Waxmann, 2007.
- Johnson, L.; Smith, R.; Willis, H.; Levine, A.; Haywood, K.: *The 2011 Horizon Report*. Austin, TX : The New Media Consortium, 2011.
- Kerres, M.; Kalz, M.; Stratmann, J.; de Witt, C.: *Didaktik der Notebook-Universität*. Münster : Waxmann, 2004.

- Köhlmann, W.; Zender, R.; Lucke, U.: FreshUP – Implementation and Evaluation of a Pervasive Game for Freshmen. IEEE PerCom 2012, in press.
- Köhlmann, W.; Zinke, F.: Einsatz von IKT an Hochschulen zur Unterstützung sehgeschädigter Studierender. Informatik 2011, S. 457.
- Leutner, D.: Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. Information und Lernen mit Multimedia, Weinheim : Psychologie Verlags Union, 1997, S. 139–149.
- Lucke, U.: Pervasive Learning. In: Pervasive Adaptation / Ferscha, A., Linz : Johannes Kepler Universität, 2011, S. 99.
- Lucke, U.; Martens, A.: Utilization of Semantic Networks for Education: On the Enhancement of Existing Learning Objects with Topic Maps in <ML><sup>3</sup>, Informatik 2010, S. 91–96.
- Nicklas, D.; Großmann, M.; Wieland, M.: Kontextmodellierung für mobile, adaptive Anwendungen. it – Information Technology, 51(2), 2009, S. 85–92.
- O'Malley, C.; Stanton Fraser, D. S.: Literature Review in Learning with Tangible Technologies. Future Lab, UK, 2004.
- Seeberg, C.; Steinacker, A.; Steinmetz, R.: Coherence in Modularly Composed Adaptive Learning Documents. Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, 2000, S. 375–379.
- Tavangarian, D.; Burchert, F.; Lucke, U.; Malo, S.; Nölting, K.; Pöplau, G.; Vatterott, H.-R.: Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von Notebooks in Lehre und Ausbildung an Hochschulen. Studie im Auftrag des BMBF, Universität Rostock, 2001.
- Varney, A.: Immersion Unexplained. The Escapist, Nr. 57, Stamford, CT : Themis, 2006, S. 20–23.



1

**1 Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrike Lucke**, Universität Potsdam, Lehrstuhl für Komplexe Multimediale Anwendungsarchitekturen und Chief Information Officer (CIO).  
 Forschungsschwerpunkte: Heterogenität und Interoperabilität von IT-Infrastrukturen, mobile und pervasive Systeme, E-Learning.  
 ulrike.lucke@uni-potsdam.de



2

**2 Prof. Dr. Marcus Specht**, Open Universiteit Nederland, Lehrstuhl Advanced Learning Technologies.  
 Forschungsschwerpunkte:  
 Adaptive Lehr/Lernsysteme, Personalisierung, Kontextualisierte Lernunterstützung, Mobiles Lernen.  
 marcus.specht@ou.nl