

Mobile Learning mit kontextbezogenen mobilen Diensten in der „*KMU Smart Factory*“: Szenarien und Lösungsansätze für Fertigungsprozesse

Urs Sonderegger¹, Martin Zimmermann², Katrin Weber³, Bernd Becker³

¹Institut für Informations- und Prozessmanagement (IPM)
Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Rosenbergstr. 59
9001 St. Gallen
urs.sonderegger@fhsg.ch

²Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen
Hochschule Offenburg
Klosterstr. 14
77723 Gengenbach
m.zimmermann@hs-offenburg.de

³Technische Fakultät
Albert-Ludwigs-Universität
Georges Köhler Allee, Gebäude 51
79110 Freiburg im Breisgau
becker@informatik.uni-freiburg.de
weber@informatik.uni-freiburg.de

Abstract: Ein besonderes Merkmal mobiler Dienste ist die Möglichkeit, kontextuelle Gegebenheiten, wie etwa die individuelle Benutzungssituation, bei der Dienstleistung zu berücksichtigen. Mit der Entkoppelung von Lernort und -zeit lässt sich eine Flexibilisierung des Lernprozesses und zugleich eine Integration in reale Arbeitsprozesse, wie z.B. Fertigungsprozesse, erreichen. Durch die Verwendung mobiler Geräte sind Lernmaterialien direkt am Ort des Geschehens verfügbar. Ziel des kontextbezogenen Lernens ist es daher einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen den angebotenen Lernmedien und der Situation, in der sich der Lernende befindet, herzustellen. Existierende Kategorie-Systeme zur Klassifizierung von Kontext genügen dieser Anforderung in der Regel nicht. In diesem Beitrag beschreiben wir Szenarien für kontextbezogenes mobile Learning am Beispiel von Fertigungsprozessen sowie Lösungsansätze für kontextbezogene mobile Dienste.

1 Einführung

Lebenslanges Lernen und kontinuierliche Weiterentwicklung haben sich längst als ein wesentlicher Erfolgsfaktor eines jeden Unternehmens etabliert. Das schnelle, flexible Aneignen von neuem Wissen und die Bereitschaft zur Veränderung sind ohne Zweifel notwendig, um dem Anspruch einer sich rasch wandelnden Wissensgesellschaft gerecht zu werden. Mittlerweile spielen dabei nicht nur klassische Weiterbildungs- und Personalentwicklungsmaßnahmen eine Rolle - ganz selbstverständlich wird mit den Begriffen Blended-Learning, E-Learning und Mobile Learning jongliert. Flexibel, schnell und motivierend – so sollen die verschiedenen Produkte helfen, Problemlösefähigkeiten der Mitarbeiter zu trainieren und eigenständig Wissen zu konstruieren. Vor allem im Zuge der uns bevorstehenden vierten industriellen Revolution („Industrie 4.0“) wird sich die Arbeits-, Ausbildungs- und Lerngestaltung von Mitarbeitenden wandeln [En13]. Kontext-sensitive, adaptive und personalisierte Mobile Learning-Anwendungen können als sinnvolle Ergänzung der bisherigen E-Learning Konzepte betrachtet werden. Auch neuartige Anwendungen, wie die Datenbrille „Google Glass“, bieten ein großes Potential für die betriebliche Aus- und Weiterbildung von Produktionsmitarbeitern. Angepasste didaktische Modelle für einen effizienten und effektiven Einsatz sind bisher jedoch so gut wie nicht vorhanden.

Im Rahmen des in diesem Beitrag beschriebenen Projekts KMU Smart Factory beleuchten wir Szenarien für kontextbezogenes Mobile Learning am Beispiel von Fertigungsprozessen sowie Lösungsansätze für kontextbezogene mobile Dienste.

2 Kontextbezogenes Lernen aus technischer Sicht

Schmidt et al. beschreiben Context als „...a situation and the environment a device or user is in“ [Sc99]. „Context-Awareness“ bedeutet somit das Bewusstsein über die aktuelle Situation und ihre Rahmenbedingungen. Aktuelle Smartphones verfügen über mehrere Sensoren um wichtige Kontextinformationen zu gewinnen, z.B. Helligkeitssensoren (Lichtsensor), Neigungssensoren, Beschleunigungssensoren, Magnetfeldsensoren (Kompass) und Sensoren für die Positionsbestimmung (insbesondere über GPS). Zum aktuellen Kontext eines mobilen Benutzers gehören im Wesentlichen seine aktuelle Geo-Position, die Objekte in seiner Umgebung (z.B. ein Montageplatz oder eine Fertigungsmaschine), die Geräteausstattung des mobilen Endgerätes (z.B. Auflösung), verfügbare Bandbreite und Umgebungsbedingungen (z.B. Hintergrundgeräusche, Lichtverhältnisse) sowie die aktuellen Aktionen des Benutzers. Hat das mobile Gerät den Kontext bestimmt, so können dem Benutzer situationsabhängige Informationen und Handlungsanweisungen angezeigt werden. beispielsweise die zur aktuellen Situation relevanten Informationen und die notwendigen Aktionen im Stil eines Schritt-für-Schritt Assistenten. So könnte ein Mitarbeiter in einem Fertigungsprozess geeignete Lern-Videos mit Handlungsvorschlägen per Streaming erhalten. Die Anwendung selektiert das Video abhängig von der Maschine, an der er sich gerade befindet und abgestimmt auf die Geräteausstattung und die verfügbaren Bandbreiten, kontextbezogen zu seinen aktuellen Tätigkeiten (beispielsweise dem Einrichten der Maschine oder der Fehlerbehandlung in einer bestimmten Situation).

Geräte mit Digitalkamera ermöglichen einem Lernenden im Rahmen der sog. Augmented Reality zusätzliche Informationen zu den aktuellen über die Kamera erfassten Objekte zu zeigen. So könnten beim Erfassen einer realen Fertigungssituation mit einer Kamera zusätzliche Objekte, die den physischen Material- wie auch den dazugehörigen Informationsfluss visualisieren, angezeigt werden. Basierend auf standardisierten Symbolen (der sog. Wertstromanalyse) könnte die Art der einzelnen Bearbeitungsschritte, die Verbindung der einzelnen Schritte, sowie die Bestandssituation zwischen den Stufen angezeigt werden.

3 Existierende Ansätze

Die folgenden Beiträge beschreiben Ansätze zum Thema „kontextbezogenes Lernen“. Eine Kategorisierung davon, wie mobil gelernt werden kann, wurde erstmals von [Fr08] vorgenommen. Er unterscheidet zwischen irrelevantem, formalisiertem, physischem und sozialisierendem Kontext und beschreibt dadurch „die Beziehung zwischen dem Lernkontext und dem Kontext des Lernenden, z.B. dessen momentaner Umgebung.“ [Gö12]. In den im Folgenden beschriebenen Ansätzen bezieht sich der Begriff Kontext weitgehend auf den Aufenthaltsort (Location-based Service). So stellen Tittel et al. [Ti11] eine technische Lösung vor, die es Studierenden erlaubt, unterwegs mit ihrem Smartphone sowohl lokationsbasierte Lerninhalte aus einem Wiki zu erhalten, als auch neue standortbezogene Inhalte zu erstellen. Der Studierende kann die angebotenen Lerninhalte durch Filterkriterien aus einem Domänenmodell einschränken. Docendo [Do11] ist ein web-basiertes Open Source Autorensystem, das von der Technischen Universität Darmstadt und der ETH Zürich entwickelt wurde. Im Falle von Autorenteams können Berechtigungen für die Nutzung von Ressourcen festgelegt und damit deren Wiederverwendung in Arbeitsgruppen gesteuert werden. In [Re11] wurde eine Erweiterung dieses Systems um einfache Location-based Services vorgestellt, die Lehrenden erlaubt, ortsabhängige Lernmaterialien für „field trips“, z.B. im Rahmen des Biologieunterrichts zu erstellen. In der Arbeit von Streicher et al. [St11] werden die Konzeption und die Realisierung einer speziellen Applikation für das mobile Lernen vorgestellt, die Wissen zu Einzelkomponenten eines Systems für die bildgestützte Aufklärung (Bildauswertung) bereitstellt. Im Projekt ARLearn [Te12] erhalten Lernende während sie sich innerhalb einer Stadt bewegen, Hinweise auf Lernressourcen, die in Bezug zu Objekten wie Bauwerken oder Kunstdenkmälern in ihrer unmittelbaren Umgebung stehen. Lernen inner- und außerhalb des Klassenzimmers soll im Projekt MyArtSpace - Vavoula et al. [Va09] nahtlos miteinander verbunden werden. Schüler sammeln während Schulausflügen, z.B. zu Museen und Kunstgalerien, Informationen, indem sie mit einem Mobiltelefon Fotos machen und Stimmtaufzeichnungen oder Notizen anlegen. Das gesammelte Material wird via GPRS an ein persönliches Weblog gesandt, in welchem es später überarbeitet werden kann. Neumann und Schulz [Ne11] berichten beispielhaft über ihre Erfahrungen an der TU Dresden und vergleichen sie mit Erfahrungen aus der Nutzung mobilen Lernens in der Industrie. Prozessbezogenes Informieren und Lernen in wechselnden Arbeitsumgebungen ist Teil eines Projektes in der Automobilindustrie bei Daimler [En13]. Rogers et al. stellen Szenarien vor, in denen mobile Endgeräte das Lernen bei „outdoor“ Aktivitäten unterstützen, insbesondere für Studenten im Umweltbereich, die Daten zu Experimenten mobil abrufen können

[Ro10]. Christoph et. al. beleuchten den Begriff des Kontextes in mobilen Endgeräten aus technischer Sicht für Android-basierte Endgeräte [Ch11]. Tan et al. [Ta09] stellen einen Ansatz zur dynamischen Gruppenbildung von Lernenden vor. D.h. sie präsentieren Algorithmen, die verschiedene Informationen der Lernenden berücksichtigen, wie unter anderem deren aktuellen Standort. Feiten et al. [Fe13] beschreiben den Einsatz von Smartphones zur Unterstützung von Lehrveranstaltungen mit Großgruppen (Smartphones in der Lehre). Dabei haben die Studierenden die Möglichkeit, während der Veranstaltung Feedbacks an den Referenten abzugeben. Außerdem können Sie direkt in der Vorlesung Kontrollfragen für Ihre Kommilitoninnen und Kommilitonen erstellen, die diese später zur Repetition verwenden können. Im Rahmen dieses Projekts konnten die Autoren bereits wesentliche Erkenntnisse in der bedarfs- und zielgruppengerechten Konzeption, Entwicklung und Evaluation von Smartphone-Anwendungen sammeln [We13], die im Projekt KMU Smart Factory gewinnbringend eingesetzt werden können.

4 Kontextbezogene Szenarien

Im Folgenden werden verschiedene Kontextarten eingeführt und darauf aufbauend typische Lern-Szenarien geordnet nach Kontexttypen beschrieben.

Lernende nehmen zwei Rollen ein. Zum einen möchten Sie bezogen auf ihren aktuellen Kontext maßgeschneiderte Lerninhalte erhalten. Zum anderen müssen Lernende aber auch grundsätzlich die Möglichkeit haben, neue kontextbezogene Lernobjekte zu erzeugen, z.B. die Dokumentation von Fehlersituationen oder deren Behebung durch entsprechende Fotos, Kurzvideos und ggf. mit eigenen Audioannotationen. Abbildung 1 zeigt die verschiedenen Kontexte, die im nachfolgenden näher beschrieben werden.

Lokationskontext: Aus der Perspektive eines Lernenden ergeben sich interessante geobasierte Szenarien. Im einfachsten Fall könnten auf einer Karte die Lokationen von verschiedenen Fertigungsstationen, z.B. basierend auf standardisierten Symbolen der sog. Wertstromanalyse gezeigt werden. In einem weiteren Szenario könnte der Lernende mittels mobiler Endgeräte durch verschiedene Lernstationen geführt werden (z.B. basierend auf einer Karte mit der Darstellung der aktuellen Position des Lernenden und der Positionen und Reihenfolge der verschiedenen obligatorischen bzw. optionalen Lernstationen). Beim Besuch kann der Lernende dann das Material zu der jeweiligen Station (z.B. zu einem Lager im Bereich der Fertigung) abrufen.

Objektkontext: Dieser Kontext umfasst die in der Umgebung vorhandenen Objekte, z.B. ein Montageplatz oder eine Fertigungsmaschine. Passend zu den in der Umgebung vorhandenen Objekten können dem Lernenden passende Inhalte (z.B. Handlungsanweisungen oder die Visualisierung einer Wertstromanalyse zu den mit der Kamera erfassten Objekten) angezeigt werden. Darüber hinaus könnte das Format des Lernmaterials abhängig vom lokalen Kontext bestimmt werden.

Kontext	Kontextbezogene Lernumgebung	Szenarien in Fertigungsprozessen
Lokationskontext	Lerninhalte, Formate, Lernpartner abhängig von Lokation	Ortsbezogene Lerninhalte, z.B. Checklisten zu Montageplätzen
Objektkontext	Lerninhalte, Lernpartner abhängig von Objekten der Umgebung	Lerninhalte abhängig von Maschine oder Montageplatz in der Umgebung
Gerätekontext	Lerninhalte, Formate abhängig von Geräte- und Netzwerkstatus	Formatabhängige Inhalte (Geräteauflösung, Bandbreite)
Kooperationskontext	Lernpartner, Kommunikationsformen abhängig von Personen in Umgebung	Experten in der Umgebung zum Thema Konfigurieren einer Maschine
Zeitlicher Kontext	Lerninhalte abhängig von Datum / Uhrzeit	Datumsbezogene Lerninhalte, z.B. Checkliste für aktuelle Wartung
Aktionskontext	Aktuelle Aktionen des Lernenden	Wartungsauftrag der durchzuführen ist

Abbildung 1: Kontexte und kontextbezogene Szenarien in Fertigungsprozessen

Gerätekontext (Geräteausstattung und Netzwerk): Die technischen Eigenschaften des mobilen Endgerätes (z.B. Auflösung, E/A Möglichkeiten) sowie die aktuelle Bandbreite entscheiden über kontextspezifische Angebote. Ein Beispiel wäre die Auslieferung eines Lernvideos abhängig von der Auflösung und verfügbaren Bandbreite

Kooperationskontext (Relevante Personen in der Umgebung): Ein Lernender möchte zu einem Experten, der sich aktuell in räumlicher Nähe „aufhält“ eine synchrone Kommunikation (Audio / Video, etc.) initiieren, um Hilfestellung zu einem konkreten Problem zu erhalten. Zwischen Mitarbeitern lassen sich vielfältige weitere Beziehungen identifizieren. Einem Lernenden könnten Empfehlungen zu Lerninhalten unter Rückgriff auf die Präferenzen anderer Lernender (im Beziehungskontext) gegeben werden.

Zeitlicher Kontext: Passend zum aktuellen Datum, zur Uhrzeit (und zur Maschine, an der sich ein Mitarbeiter befindet) könnte ein Mitarbeiter in einem Fertigungsprozess anstehende Wartungsanweisungen erhalten, die aktuell (oder in naher Zukunft) durchzuführen sind.

Aktionskontext: Abhängig von der aktuell durchgeführten Aktion (z.B. Fehlerbehebung) werden passende Inhalte bereitgestellt.

Insgesamt gehen diese Überlegungen in Richtung eines in den letzten Jahren stark wachsenden Forschungsbereich „Learning Analytics“, der sich mit der Sammlung und Interpretation von lernenden-spezifischen Daten befasst, „um individuelle Lernprozesse gezielt zu verbessern.“ [Sc13]. Es liegt auf der Hand, dass diese Entwicklung große Fragen bezüglich des Datenschutzes aufwerfen. Durch die Tatsache, dass Mitarbeitende ihre Arbeitshandlungen durch ein technisches System (prinzipiell) nachvollziehbar machen und unter Umständen personenbezogene Daten gespeichert werden, wird die

Akzeptanz eines solchen Systems vor eine große Herausforderung gestellt. Es wird ein umfassender Change Management-Prozess im Betrieb notwendig.

Abbildung 2 zeigt ein Beispiel-Szenario, in dem verschiedene Kontexte verwendet werden: Lokationskontext, Objektkontext, Aktionskontext sowie Gerätekontext. Abhängig vom Gesamtkontext werden passende Lerninhalte (in diesem Fall zur Reparatur einer Maschine) bereitgestellt.



Abbildung 2: Kombination verschiedener Kontexte

5 Lösungsansätze

Ausgangspunkt für kontextbasierte Dienste ist die Bestimmung der verschiedenen Kontexte. Dies ist Voraussetzung, um nachfolgend Lerninhalte und -formate an den ermittelten Kontext anzupassen bzw. zum Kontext passend bereitzustellen. Zur Realisierung kontextbezogener Dienste lassen sich grundsätzlich zwei Kernfunktionen unterscheiden: Kontextermittlung und Kontextverarbeitung.

5.1 Kontextermittlung

Zur Ermittlung des Lernkontexts stehen zwei Hauptquellen zur Verfügung:

- **Sensorik des verwendeten Gerätes:** Erlaubt die automatische Ermittlung des Lokationskontextes und Objektkontextes. Kann dazu verwendet werden, um zu erkennen, ob sich der Benutzer gerade bewegt, ob er sich in einem dunklen Raum befindet oder einen Kopfhörer im Gerät eingesteckt hat, etc.
- **Benutzer:** Die automatisierte Kontextermittlung aus den sensorischen Möglichkeiten des verwendeten Gerätes reicht nicht aus, um die Situation und den Bedarf des Benutzers exakt genug zu ermitteln. Der Benutzer muss die

automatisch erfasste Lernsituation mit geeigneten Angaben präzisieren können.

Hier liegt die Herausforderung darin, im Sinne einer bestmöglichen Handhabung, die optimale Kombination aus automatisch und manuell ermittelten Kontext-Informationen zu erhalten. Abbildung 3 zeigt schematisch eine Lern-Situation mit der entsprechenden Kontextermittlung.

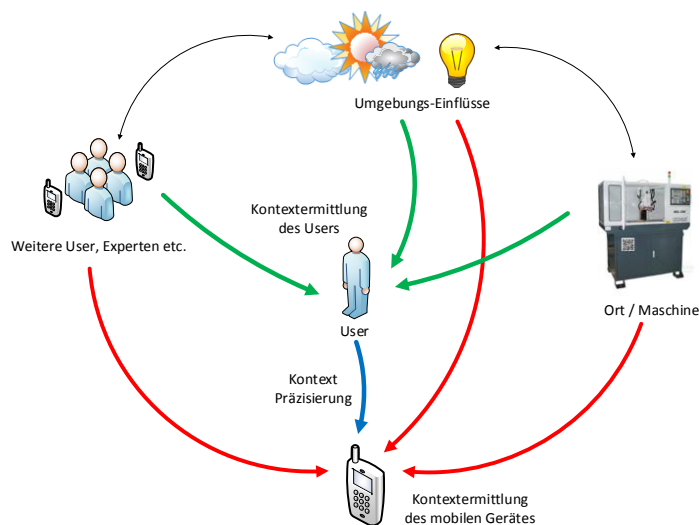


Abbildung 3: Möglichkeiten der Kontextermittlung

5.2 Fallbeispiel Objektcontext

Abbildung 4 zeigt als Beispiel die Modellierung eines Objektcontextes mittels UML-Klassendiagramm. Zentrales Merkmal ist die Verwendung des sog. Strategy Pattern, ein Lösungsmuster aus dem Bereich Software-Engineering [Ga94]. Grundidee dieses Patterns ist es, eine erweiterbare Familie von (austauschbaren) Algorithmen zu definieren. „Strategie“ bezieht sich hier auf die Methode zur Bestimmung eines Objektes. Verschiedene Algorithmen sind hier einsetzbar, z.B. Scannen eines 2D Barcodes, NFC-basierte Verfahren oder Objekterkennung mittels Algorithmen der maschinellen Bildverarbeitung (z.B. Algorithmus von Viola und Jones). Das Strategiemuster ermöglicht hier, Algorithmen unabhängig von ihn nutzenden Clients zu variieren, insbesondere auch flexibel neue Algorithmen zu integrieren. Nachdem ein Objekt über eine konkrete Strategie ermittelt ist, wird der zugehörige Lerninhalt über die Operation `showContent()` bestimmt. Die abgeleitete Klasse `MyObjectContext` stellt hierzu eine Realisierung der abstrakten Operation `showContent()` aus der Basisklasse bereit.

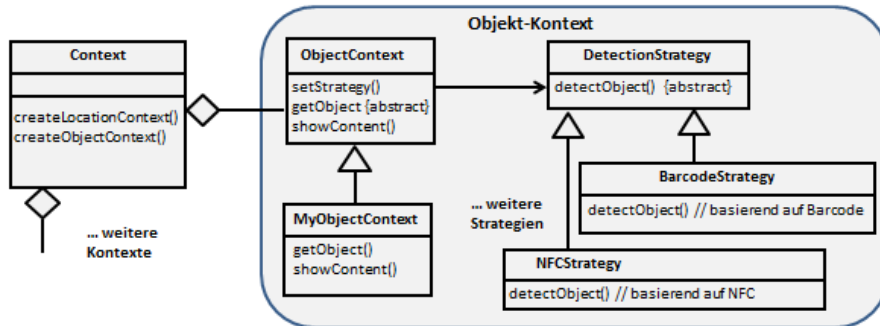


Abbildung 4: Modell für Objektcontext

5.3 Kontextverarbeitung

Die ermittelten Kontextinformationen müssen in geeigneter Weise mit den vorhandenen Lerninhalten in Beziehung gebracht werden. Abhängig vom Kontexttyp sind hier Filterfunktionen bezogen auf ein Repository von Lerninhalten notwendig. Im Falle des Gerätekontextes werden Adapterfunktionen (d.h. Anpassung an den Gerätekontext, insbesondere die Auflösung) benötigt. Beispielsweise können im Falle von Web-Applikationen über sog. Media-Queries (z.B. Abfrage der Auflösung oder Ausrichtung eines mobilen Gerätes) die Anordnung und Größe von Web-Elementen über geräteabhängige CSS Spezifikationen definiert werden. Darüber hinaus hängt die Eignung verschiedener Medienarten von den ermittelten Werten des Gerätekontexts ab. So ist im Falle eines sich bewegenden Benutzers Audio als Format eher geeignet als Text oder Video (Abbildung 5).

Inhaltsform		Grafik	Animation	Audio	Schrift	Video mit Ton
Sensor	Stark	gelb	rot	grün	rot	rot
	Schwach	grün	grün	grün	grün	grün
Helligkeitssensor	Hell	rot	rot	grün	rot	rot
	Neutral	grün	grün	grün	grün	grün
Mikrofon	Leise	grün	grün	grün	grün	grün
	Laut	grün	grün	gelb	grün	gelb

geeignet

teilweise geeignet

ungeeignet

Abbildung 5: Eignung verschiedener Medientypen für mobile Benutzer

Für die Umsetzung ist es notwendig, ein entsprechendes Modell zu erstellen, welches Lerninhalte in verschiedenen Inhaltsformen speichern und diese einem Kontext-Muster zuordnen kann. Filter- und Adapterfunktionen können mittels Strategy-Pattern integriert werden. „Strategie“ bezieht sich hier auf die Methode zur Realisierung von Filter bzw. Adapterfunktionen.

5.4 Implementierung

Gegenstand der aktuellen Arbeiten ist die Realisierung eines ersten Prototyps einer mobilen Applikation unter Android. Er soll insbesondere die Handhabung von Fehlersituationen unterstützen (Abbildung 6). Das Spektrum der geplanten Funktionen umfasst verschiedene Assistenzfunktionen: Kontexterkenkung, Fehlerdokumentation (Erfassung neuer Fehlersituationen), Fehlerbehebung (Anleitungen, Unterstützung, Eskalationsmanagement) und Fehlervermeidung (Training, Coaching). Darauf aufbauend soll dann mittels HTML5-Technologien ein plattformunabhängiger Prototyp realisiert und in realen Fertigungsprozessen evaluiert werden.



Abbildung 6: Assistenzfunktionen

6 Zusammenfassung und Ausblick

Kontextabhängige Lernsituationen im betrieblichen Umfeld stellen eine neue Herausforderung im Bereich des Mobile Learnings dar. Herkömmliche E-Learning Management Systeme sind weder auf den mobilen Einsatz ausgerichtet, noch können Sie Lerninhalte in unterschiedlichen Formen mit Kontextbezug verwalten. Kontextbezogenes Lernen ermöglicht eine Flexibilisierung des Lernprozesses und zugleich eine Integration in reale Arbeitsprozesse, da Lernmaterialien direkt am Ort des Geschehens verfügbar sind.

Der Beitrag zeigt verschiedene Szenarien für kontextbezogenes Mobile Learning am Beispiel von Fertigungsprozessen. Ein wichtiger Aspekt ist die Klassifikation von Kontexten, deren Ermittlung sowie die Kontextverarbeitung. Ausgehend von ersten Bedarfsklärungen mit zwei namhaften deutschen Industriebetrieben werden zukünftig Pilotstudien mit prozessbegleitenden Evaluationen durchgeführt. Auf der Basis der gewonnenen Ergebnisse soll ein Referenzmodell für ein mobil-taugliches eLearning Management System erstellt werden. Dieses System soll in der Lage sein, Lerninhalte zu erfassen, mit Kontextinformationen zu ergänzen und bei Bedarf wieder in geeigneter Form anzubieten.

Literaturverzeichnis

- [Ch11] Christoph, U.; v. Stülpnagel, J.: Context Detection on Mobile Devices, Workshop on Context-Systems Design, Evaluation and Optimisation (CoSDEO11), Como, Italy, 2011
- [Do11] <http://www.docendo.org>
- [En13] Engert, V.: Mobile Lernmöglichkeiten in der Automobilindustrie. In (de Witt, C., Sieber, A., Hrsg.): Mobile Learning Potenziale, Einsatzszenarien und Perspektiven des Lernens mit mobilen Endgeräten, Springer 2013.
- [FE13] Feiten, L.; Weber, K.; Becker, B.: SMILE: Smartphones in der Lehre - ein Rück- und Überblick in Informatik 2013 – Informatik angepasst an Mensch Umwelt und Organisation, Gesellschaft für Informatik, 2013, Bonn, S. 255 - 269
- [Fr08] Froberg, D.: Mobile Learning (Dissertation). Universität Zürich, Zürich, 2008.
Retrieved from
http://www.ifi.uzh.ch/pax/uploads/pdf/publication/1230/mlearning_frohberg_komprimiert.pdf
- [Ga94] Gamma, E.; Helm, R.; Johnson R.E.; Vlissides, J.: Reusable Object-Oriented Software, Prentice Hall, 1994
- [Gö12] Göth, C.; Schwabe, G.: Mobiles Lernen. In J. M. Haake (Ed.), CSCL-Kompendium 2.0. Lehr- und Handbuch zum computerunterstützten kooperativen Lernen (2nd ed., pp. 283–293), S285. München: Oldenbourg 2012.
- [Ne11] Neumann, J.; Schulz, J.: Mobile Learning in Hochschule und Wirtschaft – Synergien, Widersprüche und Probleme, Workshop Mobile Learning, Proceedings des Workshop im Rahmen der DeLFI 2011, September 2011 in Dresden, S. 18 -23
- [Re11] Rensing, C; Tittel, S.; Anjorin, M.: Location based Learning Content Authoring and Content Access in the docendo platform, 7th IEEE International Workshop on Pervasive Learning, Life, and Leisure, 2011, IEEE Digital Library
- [Ro10] Rogers, Y.; Connelly, K.; Hazlewood, W.; Tedesco, L.: Enhancing learning: a study of how mobile devices can facilitate sensemaking, Personal and Ubiquitous Computing Journal, Volume 14, Number 2, Februar 2010
- [Sc99] Schmidt, A.; Beigl, M.; Gellersen, H.W.: There is more to context than location, Computers & Graphics, vol. 23, no. 6, S. 893-902, Dezember 1999.
- [Sc13] Schön, M.; Ebner, M.: Das Gesammelte interpretieren: Educational Data Mining und Learning Analytics. In S. Schön & M. Ebner (Eds.), Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien (L3T 2.0) (2nd ed.), S4. Bad Reichenhall, 2013: Bims gem. e.V.
Retrieved from <http://l3t.eu/homepage/das-buch/ebook-2013/kapitel/lesen/o/id/119>
- [St11] Streicher, A.; Szentes, D.; Bargel B.: Integrierte Mobile Learning Lösung für ein heterogenes Roboterverbundsystem in der Bildauswertung. DeLFI 2011 - Workshop Mobile Learning, Dresden 2011
Retrieved from: <http://www.httc.de/ws-mobile-learning/streicher-slides.pdf>
- [Ta09] Tan, Q; Kinshuk, Y.-H. Kuo, Y.-L. Jeng, P.-H. Wu, Y.-M. Huang, T.-Ch. Liu, Chang, M: Location-Based Adaptive Mobile Learning Research Framework and Topics, 2009 International Conference on Computational Science and Engineering
- [Te12] Ternier, S.; Börner, D.: ARLearn – interaktive Unterstützung ortsbasierter, mobiler Lernaktivitäten. <http://www.httc.de/ws-mobile-learning/boerner.pdf>, 2011 Zugegriffen: 28. Februar 2012
- [Ti11] Tittel, S.; Merle, H.; Burgaß, R.; Rensing, C.; Lange, J.; Schäfer, S.: Mobile Inhaltserfassung und mobiles Lernen mit dem Semantic Wiki im Bauingenieurwesen, 9. Tagung der Fachgruppe „E-Learning“ in der Gesellschaft für Informatik e.V. vom 5. - 8. September, Dresden, 2011

- [Va09] Vavoula, G.; Sharples, M.; Rudman, P.; Meek, J.; Lonsdale, P.: Myartspace: Design and evaluation of support for learning with multimedia phones between classrooms and museums. *Computers and Education* 53, 2, S. 286-299, 2009
- [We13] Weber, K.; Becker, B.: Formative Evaluation des mobilen Classroom-Response-Systems SMILE, *GMW 2013 eLearning*, S. 277-289, 2013