

## Mobile Learning mit kontextbezogenen mobilen Diensten: Umsetzung in konkreten Szenarien und erste Erfahrungen

Urs Sonderegger<sup>1</sup>, Christian Merschroth<sup>2</sup> und Martin Zimmermann<sup>3</sup>

**Abstract:** Die Vermittlung von Handlungs- und Prozesswissen in der industriellen Produktion erfordert neue Ansätze, insbesondere eine Flexibilisierung und Integration von Lernprozessen in reale Arbeitssituationen. Der vorliegende Beitrag beschreibt das Zwischenergebnis eines größeren Forschungsvorhabens im Bereich Mobile Learning mit kontextbezogenen mobilen Diensten im betrieblichen Umfeld. Er stellt Anforderungen, Lösungsansätze und einen Prototypen zur Realisierung von kontextbezogenen mobilen Diensten im Bereich der Unfallverhütung und Sicherheitsanweisungen in Fertigungsprozessen vor. Die zu unterstützenden kontextbezogenen Prozesse eines Industriepartners werden analysiert und unter Verwendung eines Domänenmodells, generischer Prozessmodelle und kontextbezogenen mobilen Anwendungen realisiert. Im Beitrag werden außerdem Lösungsansätze für plattformunabhängige mobile Applikationen, sowie die Integration von Persistenzmechanismen und Gerätefunktionen mittels hybrider Ansätze vorgestellt. Ergebnis der Arbeit ist ein erster Prototyp einer hybriden mobilen Applikation der im realen Betrieb systematisch getestet und weiterentwickelt wird.

**Keywords:** Kontext, Mobile Learning, Industrielle Fertigungsprozesse, Mobile Geräte, Sensoren, Lernszenarien, Unfallverhütung, hybride Apps, IntelliJ, PhoneGap.

### 1 Einführung

Existierende Ansätze für kontextbezogenes mobiles Lernen wurden meist für schulische Lehr- und Lernszenarien entwickelt, insbesondere für verschiedene Arten von "outdoor"-Aktivitäten. So stellen Rogers et al. Szenarien vor, in denen mobile Endgeräte das Lernen bei mobilen Aktivitäten unterstützen, etwa für Studenten im Umweltbereich, die Daten zu Experimenten mobil abrufen können [Ro10]. 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 direkten Umgebung stehen. In [Re11] wird eine Erweiterung des Systems docendo um einfache Location-based Services vorgestellt, die Lehrenden erlaubt, ortsabhängige Lernmaterialien für „field trips“, z.B. im Rahmen des Biologieunterricht zu erstellen.

---

<sup>1</sup> FHS St.Gallen Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Institut für Informations- und Prozessmanagement, Rosenbergstrasse 59, 9001 St.Gallen, urs.sonderegger@fhsg.ch

<sup>2</sup> Hochschule Offenburg, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Klosterstr. 14, 77723 Gengenbach, christian.merschroth@hs-offenburg.de

<sup>3</sup> Hochschule Offenburg, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Klosterstr. 14, 77723 Gengenbach, m.zimmermann@hs-offenburg.de

Ziel des kontextbezogenen mobilen Lernens in der Produktion und Fertigung ist es, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bedarfsgerecht Handlungs- und Prozesswissen bereitzustellen, um die wachsende Komplexität von Fertigungsvorgängen zu beherrschen. Prozessbezogenes Informieren und Lernen in wechselnden Arbeitsumgebungen ist ein noch relativ neues Forschungsfeld, das insbesondere von den Aktivitäten im Umfeld Industrie 4.0 beeinflusst wird [En13]. So werden im Projekt APPsist [Ap15] Wissens- und Assistenzsysteme entwickelt, die die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei der Interaktion mit Produktionsmaschinen unterstützen sollen. Das Projekt PRiME (Professional Reflective Mobile Personal Learning Environments) vereint Lern- und Arbeitsprozesse und ermöglicht, neben dem mobilen Zugriff auf vorhandenes, auch das Festhalten und Teilen von implizitem Wissen [Gr14].

Zielsetzungen unserer Forschungsarbeit sind Analyse, Design und Realisierung eines kontextsensitiven, adaptiven M-Learning Systems zur Wissens- und Handlungsunterstützung in Fertigungsprozessen. Aufbauend auf dem Beitrag zum Mobile Workshop, DeLFI 2014 „Mobile Learning mit kontextbezogenen mobilen Diensten in der KMU Smart Factory: Szenarien und Lösungsansätze für Fertigungsprozesse“ wurden in den vergangenen Monaten konkrete Szenarien in einem realen betrieblichen Umfeld analysiert und auf ihre Eignung zur Erstellung eines Prototypen untersucht. Zusammen mit einem Industriepartner wurde das Thema Sicherheitseinweisung und Unfallverhütung als erstes Testfeld für kontextbezogene mobile Dienste evaluiert. Die Sicherheitseinweisungen erfolgen prozessorientiert und stellen insbesondere Anforderungen an den Orts- und Objektkontext. Im Bereich der Unfallverhütung sollen Gefahrensituationen ad-hoc im Arbeitsprozess ermittelt und die entsprechenden Sicherheitsanweisungen kontextbezogen zur Verfügung gestellt werden. Mit diesem Vorhaben soll überprüft werden, ob und wie sich die im Vorprojekt ermittelten Kontextdimensionen für das vorliegende Szenario einsetzen lassen. Die Kombination aus Top-Down und Bottom-Up-Ansatz erlaubt eine laufende Überprüfung und Optimierung der erarbeiteten Konzepte und Modelle.

Basierend auf Diskussionen mit Domänen-Experten aus dem Bereich Produktion und Fertigung und ersten Erkenntnissen aus der Zusammenarbeit mit dem Industriepartner wird das Kontextmodell präzisiert und um die Dimension User ergänzt. Der Benutzer beeinflusst den Kontext der Lernsituation maßgeblich durch sein Vorwissen im Zusammenhang mit dem Lerngebiet, seiner Rolle und den damit zusammenhängenden Kompetenzen und Pflichten. Damit rückt das Modell eine Dimension näher an dasjenige von Rensing und Tittel [RT13].

Wir führen zunächst in Kapitel 2 die verschiedenen M-Learning Szenarien im Bereich der Unfallverhütung und Sicherheitseinweisungen ein und erläutern jeweils die relevanten Kontextinformationen. Dynamische Modelle für den Ablauf von Lernaktivitäten und darauf aufbauend ein Domänenmodell, das die Objekte und Beziehungen zwischen Anlagen, Anlagenbereichen und entsprechenden Lernaktivitäten zeigt, sind Gegenstand von Kapitel 3. In Kapitel 4 dieses Beitrags stellen wir die von uns umgesetzten Szenari-

en vor, in denen wir Lösungen für einzelne technologische Herausforderungen erarbeitet haben. Dabei gehen wir auch auf die praktischen Erfahrungen in der Umsetzung ein. Außerdem bewerten wir verschiedene Lösungsstrategien für ortsbezogenen Dienste unter Verwendung von QR-Codes sowie Beacons.

## 2 Einsatzszenarien

In den hier vorgestellten M-Learning Szenarien und dem darauf aufbauenden Prototypen einer kontextbezogenen mobilen Anwendung konzentrieren wir uns auf das Thema „betriebliche Sicherheit“. Innerhalb dieses überschaubaren Bereichs sind im untersuchten Unternehmen drei Haupt-Einsatzszenarien vorhanden. Allgemeine Sicherheitseinweisungen stellen eine Folge von Handlungsanweisungen dar. Spezifische Sicherheitsanweisungen zu Gefahrensituationen im Arbeitsprozess werden ad-hoc abgerufen. Ebenfalls ad-hoc können neue Sicherheitsprobleme erfasst werden.

Während die Sicherheitseinweisung einem klar definierten Prozess (Ablauf) folgt, beziehen sich die spezifischen Sicherheitsanweisungen auf ad-hoc-Situationen bei der täglichen Arbeit. Dies wirkt sich auf den jeweiligen Kontextbezug und das daraus resultierende Kontextmuster aus.

### 2.1 Allgemeine Sicherheitseinweisung und spezifische Sicherheitsanweisungen

Eine Sicherheitseinweisung besteht im Kern aus einer strukturierten Abarbeitung aller bekannten Gefahrenherde an einer Anlage. Sämtliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, welche an einer Anlage eine Arbeit verrichten, müssen diesen Prozess mindestens einmal jährlich durchlaufen. Abbildung 1 (zweite Spalte) zeigt die für Sicherheitseinweisungen relevanten Kontextinformationen basierend auf der Typologie in Sonderegger et al. [So14]. Die folgenden Kontextinformationen sind relevant: Zur Ermittlung der notwendigen Informationen muss die Anlage bekannt sein (Ortskontext und/oder Objektkontext). Eine mitarbeiterspezifische Einweisung findet nicht statt, jedoch wird sichergestellt, dass eine Mitarbeiterin bzw. ein Mitarbeiter sämtliche Anweisungen abgearbeitet hat (Userkontext). Gegebenenfalls muss bei Unklarheiten ein Fachexperte oder eine Fachexpertin beigezogen werden (Kooperationskontext).

Innerhalb des Arbeitsprozesses müssen Sicherheitsanweisungen zu Gefahrensituationen auch situativ und ad-hoc an einem spezifischen Anlagebereich ermittelt werden können. Beispielsweise muss beim Ersatz eines defekten Anlageteils bestimmt werden können, welche Risiken dabei zu beachten sind. Wie in Abbildung 1 (dritte Spalte) ersichtlich, muss dazu die Gefahrensituation kontextbezogen für das zu ersetzende Anlageteil im entsprechenden Anlageabschnitt ermittelt werden können (Ortskontext und/oder Objektkontext). Die auftretenden Risiken stehen in Abhängigkeit zu den ausgeführten Arbeiten (Aktionskontext Montage eines Ersatzteils) und den ausführenden Personen (Userkon-

text Betriebsmechaniker). Neben dem geschilderten Beispiel zur Reparatur eines defekten Anlageteils sind weitere Arbeiten wie das Einrichten/Umrüsten einer Produktionsanlage, Betreuung einer Produktionsanlage im Fertigungsprozess und Wartung einer Produktionsanlage denkbar.

Kontext	Kontextbezug für Sicherheitseinweisung	Kontextbezug für spezifische Sicherheitsanweisungen
Lokationskontext	Werkhalle mit Produktionsanlage	Werkhalle mit Produktionsanlage
Objektkontext	Produktionsanlage und/oder Anlagebereich	Produktionsanlage und Anlagebereich
Kooperationskontext	Sicherheitsexperte für Rückfragen	Sicherheitsexperte für Rückfragen, Maschinenführer
Aktionskontext	Sicherheitseinweisung	Spezifische Tätigkeit an der Anlage (Reparatur, Montage, Umrüstung etc.)
Userkontext	Erledigungsverhalten der einzelnen Mitarbeitenden	Protokollierung neuer Sicherheitsprobleme

Abbildung 1: Kontextbezug für Sicherheitseinweisung und spezifische Sicherheitsanweisungen

## 2.2 Erfassen von neuen Sicherheitsproblemen

Im Arbeitsprozess können neue, bisher unbekannte Gefahrensituationen auftreten. Mit Hilfe einer Assistenzfunktion haben Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter die Möglichkeit solche Vorkommnisse kontextbezogen und strukturiert zu erfassen und zwar durch entsprechende Fotos, Texte und ggf. eigenen Audioannotationen. Basierend auf diesen Annotationen können später neue Handlungsanweisungen erstellt werden.

## 3 Modelle

Im Folgenden werden zunächst Verhaltens-Modelle für den Ablauf von Lernaktivitäten entwickelt. Darauf aufbauend stellen wir ein Domänenmodell vor, das die Objekte und Beziehungen zwischen Anlagen, Anlagenbereichen und entsprechenden Lern-Aktivitäten zeigt.

### 3.1 Aktivitätsdiagramme

Zur Modellierung der Lern-Szenarien verwenden wir UML Aktivitätsdiagramme, die die einzelnen Tätigkeiten und deren Verbindungen mit Kontroll- und Datenflüssen zeigen. Objektknoten repräsentieren beteiligte Objekte und sind insbesondere dazu geeignet, relevante Kontextinformationen für ein Szenario zu modellieren.

In unseren Einsatz-Szenarien für kontextbezogene Dienste können zwei wiederkehrende

Muster identifiziert werden.

Folgen von Handlungsanweisungen werden für Sicherheitseinweisungen mit verschiedenen Betriebsanweisungen zu einzelnen Anlagen bzw. Anlagebereichen verwendet. Darunter ist eine systematische Begehung einer bestimmten Anlage, unterstützt durch die mobile Anwendung, zu verstehen. Die Anwendung stellt die korrekte Auswahl der Anlage, die entsprechende Abfolge der Sicherheitsanweisungen und die Überprüfung der Vollständigkeit der Abarbeitung durch den Benutzer sicher. Denkbar sind auch Konfigurationsanweisungen mit zu erledigenden Arbeiten für bestimmte Anlagebereiche.

Zur zweiten Kategorie gehören die Dokumentation von Fehlersituationen, Beinahe-Unfällen oder Material- oder Werkzeugschäden. Der Benutzer hat hier die Möglichkeit, neu auftretende, bisher unbekannte Sicherheitsrisiken strukturiert mit allen relevanten Kontext-Informationen zu erfassen. Das folgende Aktivitätsdiagramm (Abbildung 2, links) zeigt den generischen Prozess für eine Folge von Anweisungen. Relevante Kontexte sind Anlage, Anlagebereich, Tätigkeit, Experte sowie Status des Benutzers.

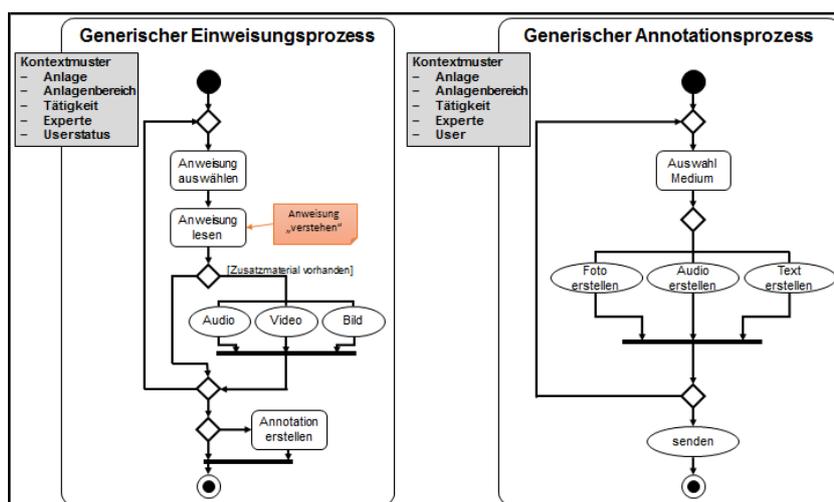


Abbildung 2: Generischer Einweisungsprozess und generischer Annotationsprozess

Abbildung 2 rechts zeigt das Prozessmuster zur Dokumentation von Ereignissen und/oder Zuständen. Ein Benutzer erstellt dazu ein oder mehrere Text-Annotationen, Bilder und/oder Audioannotationen. Abschliessend werden diese übermittelt, z.B. an die Qualitätssicherung.

### 3.2 Domänenmodell

Für die vorliegende Situation muss ein Domänenmodell komplexe Produktionsanlagen

mit mehreren Anlagebereichen und Unterbereichen abbilden können. Handlungsanweisungen, z.B. Sicherheitsanweisungen müssen in einer bestimmten Abfolge bearbeitet werden können (als Teil eines Einweisungsprozesses). Welche Anweisungen ein Mitarbeitender bereits abgearbeitet hat, muss durch einen entsprechenden Status festgehalten werden. Jeder Anweisung können zusätzliche Medien zur Veranschaulichung zugeordnet werden.

Abbildung 3 zeigt das zugehörige Domänenmodell. Anlagen bestehen aus Anlagebereichen, die ihrerseits wiederum aus Anlagebereichen zusammengesetzt sein können. Dieses als Kompositionsmuster (composite pattern) bekannte Pattern [Ga96] gilt auch für Anweisungen, die ebenfalls hierarchisch strukturiert werden können. Das Kompositionsmuster wird konsequent angewendet, um so Teil-Ganzes-Hierarchien zu repräsentieren, indem Objekte zu Baumstrukturen zusammengefügt werden.

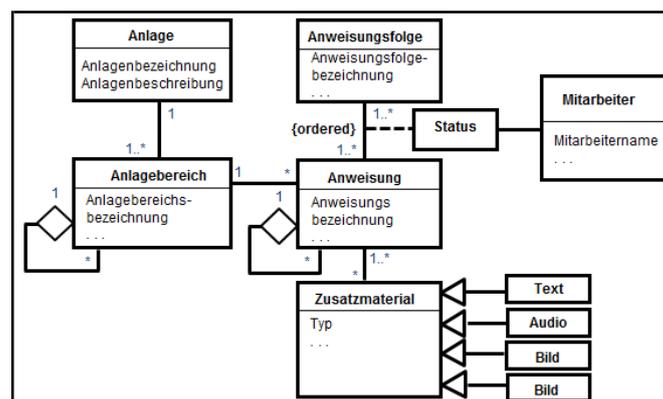


Abbildung 3: Domänenmodell

## 4 Implementierung und Prototyp

Besondere Herausforderungen resultieren aus den Hauptanforderungen für die kontextbezogenen mobilen Dienste. Dazu gehört die Verfügbarkeit für alle gängigen Betriebssystemplattformen, allenfalls auch im Offline-Betrieb. Außerdem muss eine einfache Bestimmung des Lokations- und Objektcontextes gewährleistet werden und nicht zuletzt ist für den betrieblichen Einsatz ein robustes User Interface notwendig.

### 4.1 Plattformunabhängigkeit und Verfügbarkeit im Offline-Betrieb

Die Anforderung nach Plattformunabhängigkeit wurde durch das Konzept einer hybriden Applikation umgesetzt. Hybride Applikationen sind eine Kombination von nativen

Apps und Web-Applikationen. Innerhalb des nativen "App-Rahmens" werden die Inhalte der mobilen Web-App angezeigt, d.h. aus Entwicklersicht werden typische Web-Technologien verwendet, insbesondere HTML-, CSS- und JavaScript-Code. Der Zugriff auf Gerätefunktionen, z.B. Kamera oder Mikrofon erfolgt über das Framework phoneGap. Als Entwicklungsumgebung wurde IntelliJ IDEA [In15] verwendet, die Generierung einer hybriden App erfolgte über den cloud-basierten Service PhoneGap Build [Ph15].

#### 4.2 Kontextbestimmung mit QR-Codes und Beacons

Im Projekt werden zwei alternative Ansätze für die Ermittlung des Lokations- bzw. Objektkontext erprobt: QR-Codes und Beacons, die in einer Anlage in den verschiedenen Maschinenbereichen positioniert werden. Beacons sind Bluetooth Low Energy Sender (BLE), welche in regelmäßigen Abständen IDs aussenden. Anhand der Entfernung eines mobilen Endgerätes zu den in seiner Umgebung vorhandenen Beacons kann man dessen Position relativ genau bestimmen und dadurch vordefinierte, kontextabhängige Inhalte anzeigen lassen. Im Projekt kommen Estimote Beacons [Es15] und Onyx Beacons [On15] zum Einsatz. Als Programmierschnittstelle zur Konfiguration und zum Zugriff auf Beacon-Funktionen wird ein phoneGap Plugin verwendet [Cp15]. Die Integration der verschiedenen Alternativen zur Objektkontextbestimmung mittels QR-Code bzw. Beacons erfolgt unter Verwendung des Strategiemusters [Ga96]. Dieses Pattern ermöglicht, Algorithmen unabhängig von ihm nutzenden Clients zu variieren, insbesondere auch flexibel neue Algorithmen zu integrieren. Aus den Erfahrungen im Projekt resultieren für beide Technologien folgende Vor- und Nachteile (Abbildung 4):

	Beacons	QR-Codes
Vorteile	Keine Benutzerinteraktion zur Auslösung eines Events nötig, arbeitet im Hintergrund	Vorhandensein eines Events / einer Interaktion wird visualisiert
	Benutzer lassen sich verfolgen, da Positionen der Beacons bekannt und Verweildauer der Benutzer errechenbar ist	Günstig
	Indoor-Navigation möglich	Einfache Installation
Nachteile	Stromversorgung nötig (per Batterie: Wartungsaufwand, per Kabel Montageaufwand)	Sichtverbindung & rel. gute Beleuchtungssituation nötig
	Höhere Kosten als QR-Codes	Exakte Position der Codes muss bekannt sein
	Programmierung für kontextbezogene Dienste ist komplex	Höherer Zeitaufwand zum Auslösen eines Events & Nutzerinteraktion nötig

Abbildung 4: Vor- und Nachteile Beacons und QR-Codes

#### 4.3 Benutzerschnittstelle

Die Benutzerschnittstelle basiert auf dem Domänenmodell und den vorgestellten generischen Prozessen. Sie visualisiert einerseits die Objekte des Domänenmodells und unterstützt andererseits die Aktivitäten der Prozessmodelle. Der Prototyp unterstützt Bestimmung des Objektcontextes über QR-Codes und Beacons (d.h. Feststellen des aktuellen Maschinenbereichs an dem sich eine Mitarbeiterin oder ein Mitarbeiter befindet). Die ontextbezogenen Handlungsanweisungen für die verschiedenen Anlagebereiche werden visualisiert und mit Verhaltensregeln in Textform ergänzt. Der Status der Abarbeitung von Sicherheitsanweisungen wird in einer Übersicht laufend visuell nachgeführt. Die Benutzer haben zusätzlich die Möglichkeit, Ereignisse und Zuständen, insbesondere von Störungen/Unterbrechungen (mittels Fotos, Audiokomentaren sowie Text-Annotationen) festzuhalten und per email zu senden.

Abbildung 5 zeigt wesentliche Aspekte der Benutzerschnittstelle. Die verschiedenen Anlagebereiche (z.B. Abrollung) werden zusammen mit dem Status der Abarbeitung von Handlungsanweisungen visualisiert. Die Ermittlung des Objektcontexts kann sowohl über QR-Codes als auch über Beacons ausgelöst werden (rechter Teil der Abbildung).

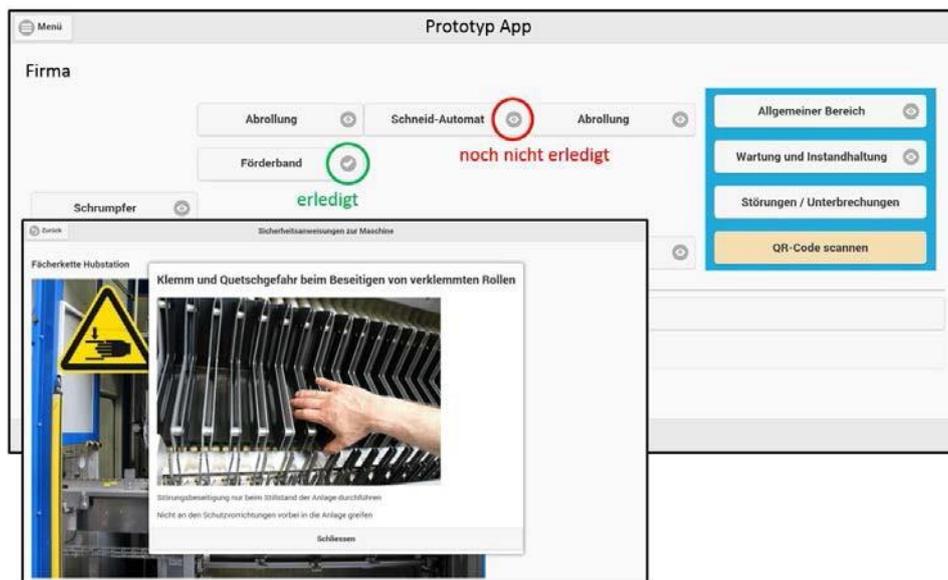


Abbildung 5: Startbildschirm Sicherheitseinweisung

## 5 Ausblick

Nach Begutachtung des Prototyps durch die Werksverantwortlichen, beginnen im Herbst 2015 erste standardisierte Tests im Betrieb. Basierend auf den Erfahrungen bei der Er-

stellung des Prototyps und den weiterführenden Recherchen bezüglich Kontext- Ausprägungen wird der Fokus bei der Weiterentwicklung des Domänenmodells und der generischen Prozesse liegen. Eine Herausforderung liegt hier in der Aktualisierung der Handlungsanweisungen im Offline-Betrieb. Ein zweiter Schwerpunkt liegt auf der Kontextverarbeitung, Kontextermittlung und den kontextorientiert gespeicherten Daten. Für die weitere Arbeit werden laufend neue Einsatzszenarien analysiert, um die erarbeiteten Ergebnisse zu überprüfen, zu generalisieren und weiterzuentwickeln.

## Literaturverzeichnis und Quellennachweise

- [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
- [Ga96] Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J.: Entwurfsmuster, Addison-Wesley, 1996, ISBN 3-8273-1862-9, S. 239
- [Gr14] Christoph Greven, Mohamed Amine Chatti, Hendrik Thüs, Ulrik Schroeder: Mobiles Professionelles Lernen in PRiME, In (Rensing C.; Trahasch, S. Editors): Proceedings of DeLFI Workshops 2014 co-located with 12th e-Learning Conference of the German Computer Society, 2014
- [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
- [RT13] Rensing, C; Tittel, S.: Situiertes Mobiles Lernen – Potenziale, Herausforderungen und Beispiele. In (DeWitt, C.; Sieber, A. Hrsg.): Mobile Learning Potenziale, Einsatzszenarien und Perspektiven des Lernens mit mobilen Endgeräten, Wiesbaden, Springer, S. 121-142, 2013.
- [So14] Sonderegger, U.; Weber, K.; Zimmermann, M.; Becker, B.: Mobile Learning mit kontextbezogenen mobilen Diensten in der „KMU Smart Factory“: Szenarien und Lösungsansätze für Fertigungsprozesse. In (Rensing C.; Trahasch, S. Editors): Proceedings of DeLFI Workshops 2014 co-located with 12th e-Learning Conference of the German Computer Society, 2014
- [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.
- [Ap15] Appsist Projekt, appsist.de, Stand: 20.7.2015
- [Cp15] Cordova Plugin. <https://github.com/petermetz/cordova-plugin-ibeacon>, Stand: 28.6.2015

- [Es15] Estimote Beacons, [estimote.com](http://estimote.com), Stand: 28.6.2015
- [In15] IntelliJ IDEA, [www.jetbrains.com/idea](http://www.jetbrains.com/idea), Stand: 28.6.2015
- [On15] Onyx Beacon, [www.onyxbeacon.com](http://www.onyxbeacon.com), Stand: 28.6.2015
- [Ph15] PhoneGap, [build.phonegap.com](http://build.phonegap.com), Stand: 28.6.2015