

## Anforderungen und Evaluation im ROLE-Projekt: Vorgehensweise und erste Erfahrungen

Martin Wolpers<sup>1</sup>

**Abstract:** Die Koordination des Requirements Engineering (RE) und der Evaluation in heterogenen technologiegestützten Lernszenarien gilt als anspruchsvoll, weil sie in einem bestimmten organisatorischen, technischen und soziokulturellen Kontext zu sehen ist. Wir haben diese Herausforderungen im Projekt ROLE in fünf Testbeds zu Persönlichen Lernumgebungen (PLE) erfolgreich adressiert. Zu den Testbeds gehören Hochschulen ebenso wie globale Unternehmen in Europa und darüber hinaus. In diesem Artikel stellen wir kurz das ROLE Projekt und unsere Evaluationsansätze sowie einige Erkenntnisse dar und setzen sie in den Kontext von Industrie 4.0. Die gewonnenen Erfahrungen des ROLE Projekts lassen sich in die diversen Industrie 4.0 Szenarien übertragen und ermöglichen so die Erfüllung der weitgehend inhomogenen Anforderungen des Industrie 4.0 Kontexts.

**Keywords:** responsive open learning environments, Evaluation, personalized learning environments, inhomogene Nutzergruppen, Kombination einzelner Evaluationsansätze, Industrie 4.0

### 1 Einleitung

Ein bekanntes Phänomen aus dem Mensch-Computer Interaktion (HCI) Bereich ist, dass Technologien, Anwender und gesellschaftliche Zusammenhänge sich gemeinsam in einem rasanten Tempo und nicht präzise vorhersehbar ([4], [8]) entwickeln. Ein alternativer Ansatz zur kontinuierlichen Erfassung von Benutzeranforderungen ist der Social Requirements Engineering (SRE) Ansatz. Basierend auf der Actor Network Theory [10] und der Community of Practice (CoP; [16]), ist sein besonderes Merkmal, dass alle potenziellen Akteure bereits in sehr frühen Phasen des Systementwicklungszyklus eingebunden sind.

Dieser Ansatz ist in schnell wechselnden Domains sinnvoll, deren Erfolg wesentlich auf der engen Integration aller Beteiligten in den Entwicklungszyklus beruht – ähnlich der Situation, die sich in heutigen Industrie 4.0 Szenarien (bspw. [21]; Definition von Industrie 4.0 nach [22]) findet. Mit dem Aufkommen des Web2.0 Paradigma der „Perpetual Beta“ nutzen mehr und mehr Web-basierte Systeme einen kontinuierlich laufenden Requirements Engineering Prozess. Im Rahmen der Entwicklung von Responsive Open

---

<sup>1</sup> Fraunhofer FIT, Schloss Birlinghoven, 53754 Sankt Augustin, Deutschland, [martin.wolpers@fit.fraunhofer.de](mailto:martin.wolpers@fit.fraunhofer.de)

Learning Environments<sup>2</sup> (ROLE, <http://www.role-project.eu/>) waren wir ebenfalls mit sehr inhomogenen Interessengruppen wie man sie in Industrie 4.0 Szenarien findet, konfrontiert: Lernende, Lehrer, Software-Hersteller, Lerndienstleister, Bildungsorganisation (z.B. Schulen, Universitäten, etc.), und Akkreditierungsorganisationen stellen kontinuierlich neue Anforderungen, entwickeln neue Dienste und finden neue Möglichkeiten der Verwendung und Erstellung der Lernumgebungen. Dies war entsprechend dann auch der Fokus des ROLE-Projekts, nämlich dem Lernenden zu ermöglichen, ihre individuellen digitalen Lernumgebungen zu schaffen und in selbst-regulierten und reflektiven Lehr-/Lernansätzen (SRL) zu nutzen. Gerade SRL findet sich bei der Analyse der Industrie 4.0 Szenarien [20] als eine unabdingbare Kompetenz der Mitarbeiter wieder, um in flexiblen Arbeitsumgebungen schnell, effizient und unmittelbar auf Veränderungen reagieren zu können.

Die Technologie basiert auf einem ROLE Widget-Ansatz, bei dem Widgets bestimmte Lehr-/Lern-Dienstleistungen zusammenfassen. Die Widgets werden von jedem Benutzer individuell zusammengestellt, wodurch individuelle Lernumgebungen entstehen. Der Lernende wird bei der Zusammenstellung durch Empfehlungssysteme unterstützt, die nicht nur die individuellen Ziele, Vorlieben, pädagogische Bedürfnisse der Nutzer, sondern auch die Anforderungen der jeweiligen Organisation für Zertifizierung oder Akkreditierung berücksichtigen. Empfehlungen selbst werden in der Widget-Umgebung bereitgestellt. Widgets werden nur einmal entwickelt, sind jedoch ähnlich den bekannten Apps in allen persönlichen Lern-Umgebungen (PLE) lauffähig. Die PLEs selbst sind in dem Sinne offen, dass sie auf offenen Standards beruhen, bspw. der Opensocial- Technologie, und laufen in vielen Umgebungen wie iGoogle und Learning- Management- Systemen wie Clix und Moodle.

Der Widget-basierte Ansatz führt zu einer kontinuierlichen Entwicklung neuer Lernleistungen. Während die Entwicklung von Widgets selbst nur geringfügig überwacht wird, muss ein kontinuierlicher Requirements Engineering Ansatz durchgeführt werden, der die Bedürfnisse aller Beteiligten erfasst, sie explizit macht und so eine sich kontinuierlich entwickelnde Basis für neue Entwicklungen schafft. Folglich umfasst der ROLE Ansatz SRE um die Analyse der CoP-generierte Inhalte und Systemnutzung zu kombinieren und CoP-Mitglieder mit einer Vielzahl von Dienstleistungen für die Nennung von expliziten Anforderungen zu motivieren.

Dieser Ansatz der Entwicklung von Software und Dienstleistungen hat sich im ROLE Projekt als sehr erfolgsversprechend heraus gestellt. Die Anforderungen im Kontext von Industrie 4.0 sind ähnlich denen des ROLE-Projekts gelagert. Entsprechend kann Übertragung der Kombination aus SRE und CoP in Rahmen eines kontinuierlichen Require-

---

<sup>2</sup> Dieser Artikel lehnt sich an den folgenden Artikel an, erweitert mit Ergänzungen: Effie Lai-Chong Law, Hans-Christian Schmitz, Martin Wolpers, Ralf Klamma, Marcel Bertold, Dietrich Albert, Responsive and Open Learning Environments (ROLE): Requirements, Evaluation and Reflection. Interaction Design and Architecture(s) Journal (IXD&A), Special Issue on Exploring the future of Technology Enhanced Education: Visions, Practical Implementations and Impact of Globalities, #15, Winter 2012.

ments Engineering Ansatzes darauf sinnvoll anwendbar sein, um die Anforderungen für Lernressourcen und Dienstleistungen zu identifizieren und zu befriedigen.

## 2 ROLE Entwicklungsansatz

In ROLE nutzten wir den User-Centered Design (UCD) Ansatz (ISO 9241-210: 2010) in Kombination mit Web2.0 Methoden, die beide die Philosophie des Design und der Entwicklungsarbeiten im direkten Kontext der Nutzer vertreten. Die wichtigsten Begriffe der Web2.0 - Beteiligung der Nutzer, kollektive Intelligenz, dynamische Inhalte - haben das Wachstum von Social Software eingeleitet. Dieses junge Genre der Community-zentrierten Anwendungen wurde von Forschern und Praktikern in einer Reihe von Bereichen zusammen mit Requirements Engineering (RE) eingesetzt [11]. Das heutige Requirement Engineering folgt dem UCD, dennoch sind bestehende Instrumente in erster Linie für die Unterstützung von Experten geschaffen und lassen sich nur schwer für den Umgang mit einer Reihe von sehr heterogenen Endnutzer (oder Interessengruppen), die nicht technisch versierten sind, nutzen. Das Problem wird verschärft, wenn Endnutzer räumlich und zeitlich weit verbreitet sind. Diese Situation stellt ROLE vor große Herausforderungen. Ohne aktive Beteiligung der potentiell großen und vielfältigen Menge an Benutzern und Entwickler-Communities im RE können die Entwicklung und Nutzung neuer Bildungstechnologien nur eine begrenzte Auswirkung haben. ROLE adressiert dieses Problem mit neuen Web2.0 inspirierten Ansätzen der Interaktion für die Erhebung und Destillation von Anforderungen aus einer Vielzahl von Stimmen aus verschiedenen Nationalitäten, Kulturen und Berufsgruppen (Communities of Practice, [16]). Um dieses Verfahren zu automatisieren, wird ein entsprechend konfigurierbares und an die Anforderungen anpassbares Requirements Priorisierung Modell (RPM) geschaffen. Auf diesem Modell basiert der ROLE Requirements Store, der eine Reihe von Dienstleistungen anbietet, um Anforderungen der Stakeholdern explizit zu machen und den Priorisierungsprozess transparent zu gestalten.

Eine wichtige Voraussetzung für die Einrichtung eines RPM ist die Verfügbarkeit ausreichender Rohdaten. Drei komplementäre Techniken, nämlich die soziale Netzwerkanalyse (SNA), die Analyse der Nutzung (UMA) und die Analyse der Benutzeranforderungen (URA) werden in ROLE als relevantes Mittel für eine CoP- basierten RPM genutzt. Als Basis dienen zwei Überwachungsdatenmodelle, CAM [17] und MobSOS [19]. Während das CAM-Modell vor allem auf die Erhöhung der Community Sensibilisierung der Endnutzer ausgelegt ist, ist das MobSOS Überwachungsmodell Teil eines Informationssystem Erfolgsmodell [12], das die Qualität einzelner Dienstleistungen oder kompletter Informationssysteme wie PLEs messen kann. Die Zusammenführung von CAM und MobSOS führt neben SNA-bezogenen Informationen zu kontextbezogenen Nutzungsstatistiken, einschließlich der Häufigkeit, Dichte, Muster Informationen über die Benutzer und Gemeinschaften, welche Lerninhalte und -Services wann und wo und welche Technologien eingesetzt werden.

Der Ansatz bietet auch Informationen über die Werkzeugqualität in verschiedenen Dimensionen wie z.B. Leistung, Stabilität, Fehlerhäufigkeit und Quellen, wodurch funktionale Anforderungen und Anregungen für die notwendigen Verbesserungen an nicht-funktionale Anforderungen deutlich werden.

Darüber hinaus werden in ROLE sowohl face-2-face als auch via Internet thematische Workshops genutzt, um die Mitglieder der breiteren TEL Gemeinschaft in den wissenschaftlichen Diskurs einzubinden (bspw. Fitness und Entwicklungsfähigkeit der PLE, [18]). Ebenso nutzt ROLE auch Interviews, Fokusgruppen (Xing o.ä.) und Fragebögen - andere häufig verwendete Anforderungserfassung-Instrumente. Am erfolgreichsten haben sich herausgestellt:

- Face-to-face-Workshops (F2F), obwohl teuer, erweisen sich als sehr nützlich bei der Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses und der Ermittlung gemeinsamer Anforderungen sowie der Stärkung der CoP. Ein kostengünstigerer Weg ist ein kombinierter Ansatz aus F2F workshop mit nachfolgenden Videokonferenzen.
- Die Soziale Netzwerk-basierten virtuellen Fokusgruppen funktionierten gut für die Verifikation der Anforderungen und mit begrenztem Erfolg für die Anforderungserhebung. Die Leistung der Fokusgruppen wird verbessert, wenn ein bekanntes Mitglieder bzw. ein Experte der CoP, die Gruppendiskussionen leitet. Nach einiger Zeit sollten die Experten die Rolle wechseln (vgl. kognitiven Lehrling Prozess; [3]), um die Beeinflussung der Diskussion zu reduzieren.

Die offene Beteiligung der Nutzer am RE stellt große Herausforderungen für die Kosteneffektive Herausfilterung sinnvoller Anforderungen. Die dafür notwendigen Management-Aufgaben sind nicht nur im SRE Ansatz zu finden, machen jedoch den offenen Beteiligungsprozess zeitaufwendiger und Kosten-intensiver. Das vorgeschlagene Anforderungs-Priorisierung Modell (RPM) und die Konzeption des ROLE Requirement Store sind Ansätze für die Lösung dieser kritischen Fragen.

## 2.1 ROLE Evaluation Framework

Die kontinuierliche anforderungsgetriebene Unterstützung ist unerlässlich für den nachhaltigen Erfolg einer hochdynamischen Gemeinschaft. Die Bedarfsanalyse der Nutzer ist jedoch ein sehr fehleranfälliger Teil des Entwicklungsprozesses. Es ist wichtig, die sich ändernden Anforderungen zu erfassen und ggf. zu adressieren, während sich das System kontinuierlich entwickelt. ROLE nutzt hierfür den Participatory Design Ansatz (PD) [1]. Jedoch ist ROLE ein Cloud-basiertes System, zu dessen Bewertung Kombinationen von Merkmalen verschiedener Bewertungs-Frameworks verwendet werden, bspw. Information System Success Model (ISSM) [8], Davis original Technology Acceptance Model (TAM) [5] und dessen Erweiterungen von Venkatesh und Bala [15]. Die wichtigsten Bewertungsbereiche in ROLE beinhalten: (i) die Validierung der technischen Leistung; (ii) die Bewertung der Benutzerfreundlichkeit des Systems / tools / Dienstleistungen für

selbstgesteuertes Lernen (SRL); (iii) die Bewertung der Lernwirksamkeit und Lerner-Zufriedenheit.

Traditionelle Evaluierungstechniken wie Interviews, Workshops und Papierfragebögen nutzen wir in Szenarien, in denen die Zielgruppen eindeutig bekannt sind und im Verlauf des Projekts durch skalierbare, automatisierte und nicht-störende Techniken [14] ersetzt werden können. Gegen Ende des Projekts wurde eine Querfallanalyse ([7], [12]) durchgeführt, um einen ganzheitlichen Blick auf die Ergebnisse des Projekts zu erhalten.

### 3 ROLE Testbeds

Die hier kurz dargestellten Testbeds sollen verdeutlichen, wie sehr inhomogen und heterogen die Anforderungen und deren Erfüllung im Industrie 4.0 Kontext sein können. Sie zielen daher nicht auf eine Branche ab, sondern versuchen, die diversen Paradigmen der Aus- und Weiterbildung im Industrie 4.0 Kontext abzudecken.

Das ROLE Projekt zielte darauf ab, die notwendigen Werkzeuge, Komponenten und Dienstleistungen für die Lernenden und Lehrenden bereit zu stellen um ihre Lehr-/Lernumgebung gemäß ihren Anforderungen zu steuern. Nur die erfolgreiche Aufnahme und Erfüllung der Anforderungen gewährleistet den nachhaltigen Erfolg ROLES. Daher ist es wichtig, den Kontext der Endbenutzer der ROLE Infrastruktur aktuell und in Zukunft als kontinuierlichen Prozess aufzunehmen und zu verarbeiten.

Am Ende des Projektes wurde eine einmalige cross-case analysis ([2], [9]) durchgeführt, um einen ganzheitlichen Blick auf die Ergebnisse des Projekts auf der Grundlage der einzelnen Testbeds und deren Fallstudien zu bekommen. Dies ist sinnvoll, da die ROLE Evaluierung keine Ähnlichkeiten in unterschiedlichen Fällen identifizieren kann, was jedoch most-different-design (MDD) [13] bietet.

Um eine möglichst umfassende Abdeckung der im Industrie 4.0 Kontext vorkommenden Lehr-/Lernkontexte erfassen zu können, wurden in ROLE fünf sehr unterschiedliche Testbeds mit großen Stichproben und unterschiedlichem Fokus genutzt:

- Das RWTH Aachen Testbed zielt auf akademischen Dienstleister und Verbraucher mit einem Schwerpunkt auf der Unterstützung des Übergangs von Universitäten zu Unternehmen (U2C).
- Das Festo Lernzentrum Testbed berücksichtigt die interne und externe kommerzielle Lehr-/Lernanbieter mit dem Schwerpunkt auf der Bereitstellung von internen Stellenangebot in einem Unternehmen (Job2Job: J2J).
- Das SJTU (Shanghai Jiao Tong University) Testbed adressiert qualifizierte und motivierte Studenten, die in der Hochschulaufnahmeprüfungen gescheitert sind,

mit einem speziellen Fokus auf der Weiterbildung für den Übergang zwischen zwei Jobs in verschiedenen Firmen (Unternehmen zu Unternehmen: C2C)

- Das BILD (British Institute for Learning & Development) Testbed adressiert Berufsorganisationen mit einem besonderen Fokus auf die berufliche Weiterbildung, in denen ein Übergang von individuellen zu gemeinschaftlichen Kompetenzen auftreten kann. (one to many: O2M).
- Das OLRn (Openlearn) Testbed adressiert weltweit öffentliche Anbieter (wie die Open University UK) mit einem besonderen Schwerpunkt auf dem Übergang von formalem zu informellem Lernen und umgekehrt (F2I).

Für den heutigen Industrie 4.0 Kontext sind insbesondere die Festo Lernzentrum, das SJTU und das BILD Testbeds. Im Festo Lernzentrum Testbed findet sich insbesondere die Weiterbildung der Arbeitnehmer im Rahmen der Firma wieder – eines der problematischeren Schlüsselszenarien der Industrie 4.0 Ansätze, denn es stehen nicht genug entsprechend ausgebildete Facharbeiter in noch außerhalb der Firma bereit, um den Wechsel ohne aufwändige Schulung zu vollziehen. Im anderen Ansatz, aber mit demselben Hintergrund der fehlenden Facharbeiter adressiert das SJTU Testbed die Aus- und Weiterbildung im Job befindlicher Arbeitnehmer. Das BILD Testbed adressiert Weiterbildungsanbieter, die in Firmen die Aus- und Weiterbildung durchführen können. Das RWTH Testbed zielt hingegen auf die übliche Qualifizierung von Studenten für den Übergang in die Arbeit ab. Das OLRn Testbed adressiert ebenso wie das BILD Testbed die Weiterbildungsanbieter, konzentriert sich aber auf das informelle Lernen, dessen Relevanz heute bereits in allen Berufen nachgewiesen ist.

#### **4 Zusammenfassung**

In diesem Paper wird der Evaluierungsansatz des ROLE Projekts vorgestellt und kurz im Rahmen der Industrie 4.0 Bewegung diskutiert. ROLE zielt darauf ab, lebenslang Lernende darin zu unterstützen, ihre eigenen Lernumgebungen entsprechend ihrer Anforderungen sowie derer der Lehrer, der Zertifizierungsorganisationen (z.B. Universität) und gegebenenfalls ihre Arbeitgeber zu erstellen. Der ROLE Ansatz adressiert eine Vielzahl unterschiedlicher Akteure in vielen, teilweise noch unbekannte Arten von Lernsituationen, z.B. Übergangsphasen von Hochschule zu Beruf, zwischen Jobs usw., wie sich das auch in den heutigen Industrie 4.0 Szenarien überwiegend wiederfindet. Entsprechend wurde der ROLE Evaluationsrahmen entwickelt, der eine Reihe bereits sehr erfolgreicher Evaluierungsmethoden kombiniert. Darüber hinaus wird dieser mit Web 2.0-Features ergänzt und schafft so eine Art Social Requirements Engineering Prozess. Es wird deutlich, daß für die technologische Unterstützung von Aus- und Weiterbildungsangeboten in Industrie 4.0 Szenarien neue Wege gegangen werden müssen, um die vielfältigen und heterogenen Anforderungen der diversen Stakeholder aufnehmen und adressieren zu können.

## Literaturverzeichnis

- [1] Bødker, K., Kensing, F., & Simonsen, J. (2004). *Participatory IT design: Designing for business and workplace realities*. Cambridge, MA, USA: MIT Press
- [2] Borman, K.M., Clarke, C., Cotner, B., & Lee, R. (2006). Cross-case analysis. In J.L. Green, G. Camilli, & P.B. Elmore (Eds), *Handbook of complementary methods in education research* (pp. 123-140). Lawrence Erlbaum.
- [3] Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.
- [4] Carroll, J. M., Kellogg, W. A., & Rosson, M. B. (1991): *The Task-Artifact Cycle*. In: Carroll, J. M. *Designing Interaction: Psychology at the Human-Computer Interface*. Cambridge University Press.
- [5] Davis, F. D. (1989), Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3): 319-340
- [6] DeLone, W.H. & McLean, E.R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A ten-Year Update. *Journal of Management Information*, 19(4), 9-30
- [7] Eisenhardt, K.M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*, 14(4). (Oct., 1989), 532-550.
- [8] Kaptelinin, V. and Nardi, B. (2006). *Acting with Technology: Activity Theory and Interaction Design*. Cambridge: MIT Press.
- [9] Khan, S., & van Wynsberghe, R. (2008). Cultivating the Under-Mined: Cross-Case Analysis as Knowledge Mobilization. *Forum: Qualitative Social Research*, 9(1). Accessible at: <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/index>
- [10] Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.
- [11] Lohmann, S., Dietzold, S., Heim, P. & Heino, N. (2009) A Web Platform for Social Requirements Engineering. In Proc. SENSE09, 3 March 2009, Kaiserlautern, Germany.
- [12] Merriam, S.B. (1998). *Qualitative research and case study application in education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- [13] Przeworski, A., & Teune, H. (1982). *The logic of comparative social inquiry*. Malabar, FL: Robert E. Krieger Publishing Co.
- [14] Scheffel, M., Friedrich, M., Niemann, K., Kirschenmann, U., & Wolpers, M. (2010). A Framework for the Domain-Independent Collection of Attention Metadata. In Proc. EC-TEL 2010 (pp. 426-431)
- [15] Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315
- [16] Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cam-

- bridge: Cambridge University Press.
- [17] Wolpers, W., Najjar, J., Verbert, K., & Duval, E. Tracking Actual Usage: the Attention Metadata Approach. *Educational Technology & Society*, 10(3):106-121.
- [18] Law, E.L.-C., Mödritsche, F., Wolpers, M., & Gillet, D. (2010). Proceedings of the 1st Workshop on Exploring Fitness and Evolvability of Personal Learning Environments (<http://ceur-ws.org/Vol-773/>).
- [19] Renzel, D., Klamma, R., & Spaniol, M. (2008). MobSOS - A Testbed for Mobile Multimedia Community Services. In Proceedings of the 9th International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services (WIAMIS '08) (pp.139–142), May 7-9, 2008, Klagenfurt, Austria. [20] Goertz, L. (2014). Digitales Lernen adaptiv: Technische und didaktische Potenziale für die Weiterbildung der Zukunft. Bertelsmann Stiftung
- [21] Kelkar O., Heger, R. & Dao, D.-K. (2014). Industrie 4.0 – Eine Standortbestimmung der Automobil- und Fertigungsindustrie. Mieschke Hofmann und Partner (MHP) Gesellschaft für Management- und IT- Beratung mbH
- [22] Acatech (2013) Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. 2013