

Eine Vorgehensweise zur Unterstützung der Einführung von Industrie-4.0-Technologien

Manfred Rosenberger, Alexander Stocker

Kompetenzzentrum – das Virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH

Zusammenfassung

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird Industrie 4.0 häufig als Sammelbegriff für unterschiedlichste Technologien, Methoden und Anwendungen rund um die Verbesserung von Produktionsprozessen bzw. deren Unterstützungsprozessen eingesetzt. Gerade die Einführung von Industrie-4.0-Technologien gestaltet sich als komplexes Vorhaben, weil diesbezügliche Projekte immer Menschen aus unterschiedlichsten Fachbereichen und -disziplinen einbeziehen müssen. Dabei kommt es häufig zu Kommunikationsproblemen zwischen den beteiligten Fachexperten, welche den Erfolg von Industrie-4.0-Projekten nachhaltig gefährden können. Es bedarf daher geeigneter und vor allem praktikabler Ansätze, um die Einführung von Industrie 4.0 zu unterstützen, damit in Einführungsprojekten bereits zu einem frühen Zeitpunkt ein gemeinsames Verständnis über Ausgangssituation, Zielsetzung, Ergebnis und absehbarer Nutzen geschaffen wird. Motiviert durch zahlreiche Arbeiten aus Requirements Engineering und Fallstudienforschung wird nun in diesem Beitrag eine Vorgehensweise vorgestellt, welche die Einführung von Industrie-4.0-Technologien unterstützen soll. Durch die Anwendung dieser Vorgehensweise entsteht als Ergebnis eines Dialogs zwischen Anforderungsmanager und Use Case Owner eine vollständige und strukturierte Beschreibung des Industrie-4.0-Use-Cases, die weitestgehend auf Fachvokabular verzichtet und so von allen beteiligten Personen aus unterschiedlichen Fachgebieten verstanden werden soll. Die im Beitrag vorgestellte Vorgehensweise wurde im Industrie-4.0-Forschungsprojekt SemI40 zur systematischen Erhebung, Detaillierung und Dokumentation rund 25 unterschiedlicher Industrie-4.0-Use-Cases erfolgreich eingesetzt.

1 Einleitung und Hintergrund

Seit sich der Begriff Industrie 4.0 (Kagermann et al., 2013) im deutschen Sprachraum etabliert hat, stehen die „Informatisierung“ bzw. „Digitalisierung“ von Produktionsprozessen bzw. ganzer Wertschöpfungsketten auf der Tagesordnung vieler Veranstaltungsformate.

Ungeachtet dessen wird der Begriff Industrie 4.0 in Wissenschaft und Praxis immer noch sehr unscharf verwendet.

Die Diskussion rund um die zunehmende Digitalisierung von Produktions- und Geschäftsprozessen weckt Erinnerungen an einen bereits gegen Ende des letzten Jahrtausends geführten Diskurs. Schon damals haben Wissenschaftler und Praktiker mit dem Begriff „eBusiness“ vermutlich genau jene Phänomene bezeichnet, welche heute mit „Digitalisierung“ bzw. „Digitaler Transformation“ in Verbindung gebracht werden. Bereits vor 20 Jahren stand im Mittelpunkt der Forschung, wie das Internet dazu beitragen kann, Geschäftsprozesse und Geschäftsmodelle zu transformieren. Letztendlich fanden viele Diskussionen ihr Ende in der Dot-Com-Blase. Während bei eBusiness der Geschäftsprozess bzw. das Geschäftsmodell im Mittelpunkt stand, fokussiert Cyber-Physical-Systems (CPS) als Begriff auf das physische Produkt, das sich durch den Einsatz von Internet-(der-Dinge)-Technologien von einem mechanischen, über ein mechatronisches zu einem Cyber-Physischen System transformiert (Zhou et al., 2016; Denger et al., 2014). Die zur Herstellung zuständige Produktionseinheit kann in Analogie als ein Cyber-Physisches-Produktionssystem (CPPS) bezeichnet werden, welches mit Industrial-Internet-Technologien etabliert werden soll. All diesen Begriffen gemeinsam ist der Wunsch, betriebliche Herausforderungen durch den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien zu lösen. Immer entscheidend ist der organisationale Kontext, in dem diese Technologien eingeführt werden sollen

Obwohl unter dem Begriff Industrie 4.0 zusammengefasst die Verbindung von Informations- und Kommunikationstechnologien mit Produktionstechnologien verstanden werden kann, fällt es Praktikern und Forschern dennoch schwer, den Begriff für sich einzuordnen, um konkrete Anwendungsfälle für Innovationsprojekte zu identifizieren (Richter et al., 2015). Industrie 4.0 verfügt über ein äußerst breites Spektrum an Anwendungsfeldern und Technologien – und damit auch Auswirkungen (Hermann et al., 2015). Die „4.0“ wird zunehmend hinter eine ganze Reihe weiterer Begriffe wie beispielsweise „Arbeit 4.0“ oder „Unternehmen 4.0“ gestellt, um auf die Transformationsmöglichkeiten durch Technologie hinzuweisen. Auch diese Praxis ist aus der Vergangenheit durch Begriffe wie „Web 2.0“ oder „Enterprise 2.0“ (Stocker und Tochtermann, 2012) bereits bekannt. Häufig lässt eine solche Vorgehensweise auf das Vorhandensein technikzentrierter bzw. technisch dominierter Phänomene schließen. Da diesbezügliche Projekte in der Regel auf den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien innerhalb eines Unternehmens oder zwischen Unternehmen abzielen, werden soziale bzw. betriebswirtschaftliche Aspekte in der Diskussion über die Einführung bzw. den Betrieb solcher Lösungen sehr gerne vernachlässigt (Stocker et al., 2014).

Doch Industrie 4.0 darf nicht als ein reines informationstechnisches Thema verstanden werden, denn die Einführung von Industrie 4.0 beeinflusst auch Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung (BMW, 2014). Ebenfalls wirkt sich die Einführung auf Wissensteilung, Lernen sowie auf die benötigten Kompetenzen von Mitarbeitern in zunehmend technisierten Arbeitsumgebungen aus (Stocker et al., 2014). So können beispielsweise aktuelle Informations- und Kommunikationstechnologien wie Datenbrillen dazu eingesetzt werden, Mitarbeiter in einer Produktion in manuellen Tätigkeiten zu unterstützen bzw. sie durch diese Tätigkeiten zu führen (Brandl et al., 2014; Stocker et al., 2016).

Durch die Möglichkeiten umfassender Datenanalysen sowie durch die stark vergrößerte Rechnerleistung können Algorithmen Muster in Prozess- und Qualitätsdaten in immer kürzeren Zeiten erkennen, um qualitätsrelevante Ereignisse zu detektieren bzw. zu prognostizieren (Stanisavljevic und Spitzer, 2016). Dies kann mittel bis langfristig zu einer Veränderung der Kompetenzen und Tätigkeiten von Qualitätsverantwortlichen führen. Es ist anzunehmen, dass die Unterstützung menschlicher Entscheidungsprozesse durch Algorithmen langfristig zu umfassenden Änderungen in der menschlichen Arbeit führen wird (Campatelli et al., 2016). Die Umstellung klassischer Wartungs- und Serviceprozesse mit festen Intervallen auf eine über die Beobachtung und Analyse von Sensordaten ermöglichte vorausschauende Wartungsplanung könnte die Arbeitsgestaltung von Servicetechnikern in Zukunft revolutionieren (Lee et al., 2014). Moderne Assistenzsysteme werden künftig noch stärker dafür sorgen, dass zeitraubende und anstrengende manuelle Tätigkeiten durch Maschinen vorgenommen bzw. unterstützt werden, um Menschen mehr Zeit für wissensintensive bzw. innovative Tätigkeiten zur Verfügung zu stellen. Im sozio-technischen System Industrie 4.0 nimmt der Mensch eine entscheidende Rolle als Problemlöser, Entscheider und Innovator ein (Dombrowski, 2014). Da zu erwarten ist, dass die psychische Beanspruchung der Arbeitsperson im Arbeitssystem 4.0 ansteigt und sie über ein höheres Maß an beruflicher Handlungskompetenz verfügen muss, wird eine adäquate Weiterqualifizierung der Mitarbeiter und die Gestaltung eines kompetenzfördernden Arbeitssystems nötig (Dombrowski, 2014).

Im Mittelpunkt dieses Beitrags steht nun die Herausforderung, die Einführung von Industrie 4.0 in Organisationen zu unterstützen. Diese gestaltet sich in der Praxis als komplexes Vorhaben, weil diesbezügliche Projekte interdisziplinär sind und Menschen aus unterschiedlichsten Fachdisziplinen einbeziehen müssen. Bisher finden sich in der Literatur jedoch nur wenige methodische Beiträge, welche sich explizit mit Herausforderungen in der Einführung von Industrie 4.0 befassen. Vor diesem Hintergrund wird nun eine Vorgehensweise vorgestellt, welche eine Hilfestellung bei der Einführung von Industrie-4.0-Technologien in Produktionsumgebungen leisten soll. Diese Vorgehensweise leitet sich in ihrer grundlegenden Idee von Arbeiten aus den beiden Bereichen Requirements Engineering (Pohl und Rupp, 2011) und Fallstudienforschung (Senger und Österle, 2004) ab.

Nach dieser Einleitung in die Industrie-4.0-Thematik stellt der nächste Abschnitt Hintergrundarbeiten zu den Themen Anforderungsmanagement und Fallstudienforschung vor und vermittelt einen Einblick in den Projektkontext, in dem die Vorgehensweise entstanden ist und erfolgreich angewendet wurde. Im Abschnitt 3 wird die aus fünf Schritten bestehende Vorgehensweise detailliert erläutert. Ergebnisse aus der Anwendung dieser Vorgehensweise in einem großen multinationalen Industrie-4.0-Forschungsprojekt finden sich im Abschnitt 4.

2 Einleitung und Hintergrund

2.1 Requirements Engineering, Use Cases und Case Studies

Die im Beitrag vorgestellte Vorgehensweise zur Einführung von Industrie-4.0-Technologien wurde durch eine Reihe an Veröffentlichungen aus den Bereichen Requirements Engineering

und Fallstudienforschung motiviert. Um ein Entwicklungsprojekt erfolgreich durchführen zu können, müssen zu Beginn des Projekts alle Anforderungen an das zu entwickelnde System bekannt sein. Dazu befasst sich Requirements Engineering als Ansatz zur Spezifikation und Management von Anforderungen mit einer wesentlichen Herausforderung: Es will die relevanten Anforderungen der Stakeholder kennen, dokumentieren und managen sowie Konsens unter den Stakeholdern über diese Anforderungen herstellen (Pohl und Rupp, 2011). In der Regel werden Anforderungen in Listenform auf hohem technischen Detailgrad beschrieben. Dabei besteht die Gefahr, dass sich die Prozessbeteiligten zu früh in Details vertiefen und sich darin verzetteln, ohne vorab ein gemeinsames Verständnis über das Big Picture gewonnen zu haben.

Im Zusammenhang mit der Erhebung von Anforderungen und der Kommunikation dieser Anforderungen an die beteiligten Stakeholder werden häufig Use Case Diagramme eingesetzt. Der Begriff „Use Case“ wurde von Jacobson et al. (1992) vorgestellt, um die Funktionalität eines zu entwickelnden Systems auf der Basis einfacher Modelle beschreiben zu können. Im allgemeinen Projektsprachgebrauch wird der Begriff „Use Case“ aber häufig auf einer sehr hohen Ebene verwendet, beispielsweise, um einen Lösungsansatz in Worten zu beschreiben. Häufig wird der Begriff auch als Synonym für „User-Story“ oder „User-Szenario“ eingesetzt, um die Anwendung eines zu entwickelnden Systems als Prosa-Text in einem Szenario zu dokumentieren.

Auch der Fallstudienbegriff wird heute sehr unterschiedlich verwendet. Nach Yin (1993) ist eine Fallstudie eine empirische Untersuchung die ein zeitgenössisches System in seinem realweltlichen Kontext untersucht. Nach Gerring (2004) ist eine Fallstudie eine intensive Auseinandersetzung mit einer einzelnen Einheit mit dem Ziel, eine größere Gesamtheit zu verstehen. Zusammengefasst untersucht und beschreibt eine Fallstudie in der Regel komplexe Systeme, die schwer von ihrem Kontext abzugrenzen sind.

Senger und Österle (2004) stellen aus dem Business Engineering abgeleitete Anforderungen an einer generische Fallstruktur (für Fallstudien) vor, indem sie drei wesentliche Kernbereiche in der Transformation traditioneller Geschäftslösungen hin zu neuen Geschäftsmodellen des Informationszeitalters herausgreifen.

- Die alte Lösung (Ausgangssituation) sowie der resultierende Leidensdruck werden auf den Ebenen Strategie, Prozess und System beschrieben und stellen den ersten Kernbereich dar.
- Das Transformationsprojekt mit Initiatoren und Zielen sowie dem Projektablauf und den während der Durchführung wahrgenommenen kritischen Erfolgsfaktoren stellt den zweiten Kernbereich dar.
- Der dritte Kernbereich ist die neue Lösung (des Informationszeitalters), welche auf allen Ebenen des Business Engineerings mit der Diskussion von Kosten- und Nutzenaspekten beschrieben wird.

2.2 Anwendungsfall: Projekt SemI40

Das im Beitrag vorgestellte Methodenframework ist in dem von Infineon Austria koordinierten Forschungsprojekt SemI40¹ („Power Semiconductor and Electronics Manufacturing 4.0“) entstanden. In SemI40 führen 37 Partner aus fünf unterschiedlichen Ländern industriegetriebene Forschung zu den Forschungsbereichen „intelligente Produktion“ und „cyber-physikalische Produktionssysteme“ durch. Die in SemI40 entwickelten und bei den beteiligten Industriepartnern einzuführenden Industrie-4.0-Technologien befinden sich in einem durch fünf Zielsetzungen bestimmten Korridor und umfassen Use Cases zur Ausbalancierung von Systemsicherheit und Flexibilität in der Produktion, gesteigerter Informationstransparenz zwischen Feld und ERP, Management des kritischen Entscheidungswissens für Wartung und Service, Digitalisierung der Fabrik und dynamische Fabriksimulation, sowie Automatisierungssysteme für flexible und verteilte Produktion.

3 Vorstellung der Vorgehensweise

Die Einführung von Industrie-4.0-Technologien in Organisationen gestaltet sich in der Praxis als komplexes sozio-technisches Vorhaben, weil Einführungsprojekte Stakeholder aus unterschiedlichen Fachdisziplinen von Verfahrenstechnik über Maschinenbau, Elektrotechnik, Chemie, Statistik bis hin zur Informatik einbeziehen müssen. Dabei kommt es zwischen den beteiligten Experten aus unterschiedlichen Domänen durch ähnliches Fachvokabular aber unterschiedlicher Interpretation gemeinsam genutzter Begriffe häufig zu Missverständnissen. Diese Missverständnisse können den Erfolg von Industrie-4.0-Projekten nachhaltig gefährden.

Die im Beitrag vorgestellte Vorgehensweise versteht zwei wesentliche Akteure in der Abwicklung eines Industrie-4.0-Einführungsprojekts, den Requirements-Engineer und den für das jeweilige Einführungsprojekt verantwortlichen Projektleiter. Der Requirements Engineer soll den Industrie-4.0-Projektleiter als „Use Case Owner“ bereits in einer frühen Projekt- bzw. Vorprojektphase durch gezielte Fragestellungen aktiv dabei unterstützen, eine allgemein verständliche Beschreibung des Industrie-4.0-Einführungsprojekts zu entwickeln. Diese Beschreibung soll weitestgehend auf Fachvokabular verzichten und von allen beteiligten Personen aus den unterschiedlichen Fachgebieten möglichst widerspruchsfrei verstanden werden.

Im Wesentlichen wird der im allgemeinen Sprachgebrauch im Zuge der Entwicklung bzw. Einführung von Informationssystemen häufig genutzte Begriff „Use Case“ im Kontext der Anwendung dieser Vorgehensweise als Synonym für den Begriff Anwendungsszenario herangezogen. Der Use Case, bzw. das Anwendungsszenario wird als „Boundary Object“ (Star und Griesemer, 1989) verstanden, um ein gemeinsames Verständnis bei den unterschiedlichen Beteiligten über das Big Picture des Industrie-4.0-Einführungsprojekts zu

¹ SemI40 - Power Semiconductor and Electronics Manufacturing 4.0, www.semi40.eu

ermöglichen. Der Projektleiter ist als Use Case Owner einerseits für die Definition und die Kommunikation dieses Anwendungsszenarios zu allen Stakeholdern verantwortlich und profitiert andererseits durch eine in einfachen Worten verfasste strukturierte Use Case Beschreibung. Die entwickelte Vorgehensweise sieht folgende fünf Teilschritte vor:

1. Beschreibung von Nutzen und Umfang der Vorgehensweise zur Use Case Erhebung Festlegung von Begriffsdefinitionen im Kontext des Industrie-4.0-Einführungsprojekts
2. Aufbau einer strukturierten Vorlage für die Beschreibung des Industrie-4.0-Einführungsprojekts und Erst-Befüllung dieser Vorlage durch den Use Case Owner
3. Analyse des Use Cases durch den Anforderungsmanager und Herauslockung der Industrie-4.0-Anforderungen durch geschickte Fragestellungen
4. Erstellung einer ersten Industrie-4.0-Use-Case-Beschreibung in der definierten Struktur durch den Use Case Owner oder den Anforderungsmanager
5. Iteration der Use Case Beschreibung gemeinsam mit den Stakeholdern des Einführungsprojekts und Finalisierung der Beschreibung des Use Case

Da die Anwendung der Vorgehensweise natürlich mit Aufwand verbunden ist, soll in einem **ersten Schritt** der Verantwortliche für das Industrie-4.0-Einführungsprojekt vom Nutzen der Anwendung überzeugt werden. Dazu sieht die Vorgehensweise vor, dass die beiden Begriffe „Use Case“ und „Case Study“ für den jeweiligen Projektkontext eingeführt werden, um ein gemeinsames Verständnis des Ablaufs der Anwendung unter allen Projektbeteiligten zu schaffen. Dabei ist wesentlich, dass bereits aus dieser Begriffsdefinition als Teil des Projektglossars ersichtlich wird, wie Use Cases und Case Studies inhaltlich dokumentiert werden, um ein gemeinsames Verständnis über das Industrie-4.0-Einführungsprojekt zu fördern.

<p><i>A Use Case describes in advance (1) a business-relevant challenge/ problem (2) of an industrial partner - 'Enduser' (3) concerning a specific manufacturing process or a specific set of manufacturing processes and support processes (4) and outlines the envisaged technical solution approach, (5) including the expected impacts (benefits) on a technical, social, and business level.</i></p>	<p><i>A Case Study is an ex-post (1) documentation of how an industrial partner has solved a business-relevant challenge (2) i.e. through which particular technical solution, (3) in which specific manufacturing process or in which specific set of manufacturing processes, (4) including the impacts (benefits) on a technical, social and business level, as well as (5) the success factors of the use case implementation.</i></p>
--	--

Tabelle 1: Use Cases und Case Studies

In einem **zweiten Schritt** erfolgt der Aufbau einer strukturierten Vorlage für das Industrie-4.0-Einführungsprojekt, die den Projektleiter als Industrie-4.0-Use-Case-Owner bei der Dokumentation und Kommunikation des zu implementierenden Industrie-4.0-Use-Cases unterstützen soll. Diese Vorlage ist in Anlehnung an Senger und Österle (2004) in die drei Teilbereiche Ausgangssituation und Leidensdruck, Zielsituation und Lösungsansatz sowie in erwartete Auswirkungen durch die Einführung des Lösungsansatzes strukturiert. Die Aufgabe des Use Case Owners besteht nun in einer Erstbefüllung dieser Vorlage, um sein

eigenes Verständnis über den Use Case noch weiter zu schärfen. Dazu wird er in den einzelnen Sektionen durch Fragestellungen zu den Inhalten der zu entwickelnden Use Case Beschreibung unterstützt. Bereits das Ausfüllen dieser Vorlage hilft dem Use Case Owner in der Kommunikation mit den Fachexperten aus den unterschiedlichen Domänen, welche als Projektmitarbeiter für den Erfolg des Industrie-4.0-Einführungsprojekts mitverantwortlich sind.

Abschnitt	Inhaltsbeschreibung
Abstract	Der Use Case wird als Management-Summary strukturiert in Ausgangssituation, Lösungsansatz und erwarteter Nutzen beschrieben.
Company description	Eine kurze Firmenbeschreibung soll das Hineindenken der internen und externen Projektbeteiligten in den Use Case erleichtern.
Current Situation and Challenge	Die Beschreibung der Ausgangssituation und des Leidendrucks in einer Fabrik ist fundamental zur Schärfung der Zielsetzung und zur Definition des Lösungsansatzes.
Target situation and expected technical impact	Die Kombination der Beschreibung der Zielsetzung und des erwarteten Nutzens der neuen technischen Lösung zur Beseitigung des Leidendrucks ermöglicht die Definition eines messbaren Nutzens.
Enabling technologies and processes	Die Beschreibung des Lösungsansatzes auf einer Technologie- bzw. Prozessebene ist der technische Kern eines Industrie-4.0-Einführungsprojekts.
Expected socio-economic impacts	Industrie 4.0 ist ein sozio-technisches System. Die erwarteten Auswirkungen der technischen Lösung sind auch auf den Ebenen Mensch und Organisation zu beschreiben.
Knowledge and Partners	Industrie-4.0-Projekte sind in der Regel interdisziplinär. In dieser Sektion erfolgt die Beschreibung der benötigten Kompetenzen und Partner.

Tabelle 1: Die Struktur einer Use Case Dokumentation für Industrie-4.0-Einführungsprojekte

In einem **dritten Schritt** erfolgt eine interviewgestützte Analyse des Use Cases durch den Anforderungsmanager. Dabei kann es von Vorteil sein, wenn der Anforderungsmanager nicht aus der jeweiligen Fachdomäne stammt, da so Unklarheiten in der Dokumentation bestmöglich erkannt und beseitigt werden können. Durch gezielte W-Fragen an den Industrie-4.0-Use-Case-Owner unterstützt der Anforderungsmanager die Erstellung einer sprachlich über die Fachdisziplinen hinaus verständlichen Dokumentation des Industrie-4.0-Use-Cases. Diese W-Fragen helfen den beteiligten Personen bei der Entwicklung des Big Pictures. Mit der Befüllung der strukturierten Vorlage aus dem zweiten Schritt kann sich der Use Case Owner bereits auf mögliche Fragestellungen durch den Anforderungsmanager vorbereiten.

In einem **vierten Schritt** erfolgt die Erstellung eines Use Case Drafts, entweder durch den Use Case Owner, oder durch den Anforderungsmanager. Es sind zwei Varianten möglich: Die erste Variante besteht darin, die gesamte Dokumentationsaufgabe an den Industrie-4.0-Owner zu übergeben und nur die Qualitätssicherung dem Anforderungsmanager zu überlassen. Damit muss sich der Anforderungsmanager vermutlich weniger intensiv mit der jeweiligen Fachdomäne auseinandersetzen. Der Nachteil der Anwendung kann aber darin

bestehen, dass die Use Case Beschreibung stärker aus der Sicht einer einzelnen Fachdomäne, bzw. aus der Sicht des Projektleiters ausgeführt wird. Die zweite Variante sieht vor, dass der Anforderungsmanager für die Beschreibung verantwortlich ist. Diese Vorgehensweise zwingt den Anforderungsmanagersich intensiver in die jeweilige Fachdomäne einzuarbeiten und verlangt zudem auch die entsprechenden technische Kompetenzen. Der Vorteil gegenüber der ersten Variante kann darin bestehen, dass als Ergebnis dieses Prozesses eine allgemein verständlichere Use-Case-Beschreibung entsteht.

In einem **fünften Schritt** findet ein durch den Anforderungsmanager initiiertes Abstimmungsprozess statt, der erst dann abgeschlossen ist, wenn alle Projektbeteiligten mit der Qualität der Beschreibung des Industrie-4.0-Use-Cases zufrieden sind. Dabei wird das entstandene Dokument entweder durch den Anforderungsmanager, oder durch den Use Case Owner einem inhaltlichen Review unterzogen, wobei Unklarheiten markiert, oder durch Fragen bzw. durch Kommentare versehen werden. Der Abstimmungsprozess führt über die iterative Überarbeitung des Use Case Drafts in mehreren Stufen zur finalen Beschreibung des Industrie-4.0-Use-Cases.

4 Zusammenfassung, Ergebnisse und Lessons Learned

Die im Beitrag vorgestellte Vorgehensweise wurde im Industrie-4.0-Forschungsprojekt SemI40 entwickelt und zur systematischen Erhebung, Detaillierung und Dokumentation von rund 25 unterschiedlichen Industrie-4.0-Use-Cases erfolgreich eingesetzt. Zusammengefasst lässt sich die Vorgehensweise wie folgt beschreiben:

Stufe	Verantwortlicher	Aufgabe	Artefakt
1	Anforderungsmanager	Nutzen und Umfang der Vorgehensweise beschreiben und Begriffsdefinitionen vornehmen	Nutzenversprechen, Glossar
2	Anforderungsmanager	Aufbau einer strukturierten Vorlage für das Industrie-4.0-Einführungsprojekt	Use-Case-Vorlage
	Use Case Owner	Reflektieren des Use Case und Erst-Befüllung der Vorlage	Befüllte Use-Case-Vorlage
3	Anforderungsmanager	Analyse des Use Cases und Durchführung von Interviews oder Workshops mit dem Use Case Owner	Protokolle zu geführten Interviews und Workshops
4	Anforderungsmanager oder Use Case Owner	Erstellung einer ersten Beschreibung des Use Cases nach definierter Struktur	Use Case Draft
5	Anforderungsmanager	Iteration der Use Case Beschreibung mit allen Projektbeteiligten	Finale Use Case Beschreibung

Tabelle 1: Vorgehensweise zur Unterstützung der Einführung von Industrie-4.0-Technologien

In der Ausführung hat sich gezeigt, dass vor allem zu Beginn des Projekts viel Überzeugungsarbeit zu leisten ist, um die Beteiligten vom Nutzen der Anwendung dieser Vorgehensweise zu überzeugen. Das ist verständlich, da die systematische Beschreibung eines Industrie-4.0-Use-Cases in einer Fallstruktur mit hohem Aufwand verbunden ist. Die Verantwortlichen für die Einführung von Industrie-4.0-Technologien sind im Allgemeinen Fachexperten ihrer jeweiligen Domäne. Während es ihnen vergleichsweise einfach gefallen ist, die avisierte technische Lösung zu beschreiben, zeigte sich die sprachlich einfache Formulierung von Ausgangssituation, Leidensdruck und erwarteter Nutzen schwieriger.

Im weiteren Verlauf der Anwendung hat sich gezeigt, dass es in den meisten Fällen als nützlicher wahrgenommen wurde, wenn der Anforderungsmanager die Verantwortung für die Use Case Dokumentation übernimmt, während der Use Case Owner für den Review der Dokumentation verantwortlich bleibt. Im Durchschnitt waren zwei bis drei Iterationen des Use Case Drafts notwendig, bis die Beteiligten mit dem Ergebnis der Dokumentation zufrieden waren. Vor allem die Formulierung des erwarteten Nutzens auf den Ebenen Mensch und Organisation stellte die Beteiligten vor Herausforderungen, da das Einnehmen einer sozio-technischen Systemsicht auf Industrie 4.0 einerseits komplex und andererseits für Techniker oft ungewohnt ist. In vielen Fällen sind die langfristigen Auswirkungen von Industrie-4.0-Technologien auf diese beiden Gestaltungsebenen nicht klar genug greifbar, um sie in Worte zu fassen. Es hat sich gezeigt dass der Anforderungsmanager auch bei der Formulierung des erwarteten Nutzens auf den Ebenen Mensch, Organisation und Technologie durch geschickte Fragestellungen einen großen Beitrag leisten kann.

Acknowledgement: The work has been performed in the project Power Semiconductor and Electronics Manufacturing 4.0 (SemI40), under grant agreement No 692466. The project is co-funded by grants from Austria, Germany, Italy, France, Portugal and - Electronic Component Systems for European Leadership Joint Undertaking (ECSEL JU).

Literatur

- BMW (2014). Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- Brandl, P., Michalczuk, R., Stelzer, P., Bergles, K., Aldrian, A., Poggenburg, J. & Sandtner, K., (2014). *Assist 4.0 – Datenbrillen -Assistenzsysteme im Praxiseinsatz*, in: Butz, A., Koch, M. & Schlichter, J. (Hrsg.), *Mensch & Computer 2014 - Workshopband*. Berlin: De Gruyter Oldenbourg. (S. 259-264).
- Campatelli G., Richter A., Stocker A. (2016). *Participative Knowledge Management to Empower Manufacturing Workers*, International Journal of Knowledge Management (IJKM), 2016, Volume 12, Issue 4, pp 37-50, DOI: 10.4018/IJKM.2016100103
- Denger, A., Fritz, J., Denger, D., Priller, P., Kaiser, C., Stocker, A. (2014). *Organisationaler Wandel durch die Emergenz Cyber-Physikalischer Systeme: Die Fallstudie AVL List GmbH*, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, December 2014, Volume 51, Issue 6, pp 827-837
- Gerring J. (2004). *What is a case study and what is it good for?* The American Political Science Review, 98(2), S. 341-354.

- Hermann, M., Pentek, T., Otto, B. (2016). *Design Principles for Industry 4.0 Scenarios*, 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Koloa, HI, USA.
- Jacobson, I, Christerson, M, Jonsson, P, Oevergaard G (1992). *Object Oriented Software Engineering – A Use Case Driven Approach*. Addison-Wesley.
- Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. (2013). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*, acatech–National Academy of Science and Engineering. Munich
- Lee, J., Kao, H.A., Yang, S. (2014). *Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment*, Procedia CIRP, Volume 16, 2014, Pages 3-8.
- Pohl, K. und Rupp, C. (2011). *Basiswissen Requirements Engineering. Aus- und Weiterbildung nach dem IREB-Standard zum Certified Professional for Requirements Engineering Foundation Level*, dpunkt.verlag, Heidelberg.
- Richter, A., Heinrich, P., Stocker A., Unzeitig, W. (2015). *Der Mensch im Mittelpunkt der Fabrik von morgen*, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, October 2015, Volume 52, Issue 5, pp 690-712.
- Senger, E. und Österle, H. (2004). *PROMET - Business Engineering Cases Studies (BECS)*. Arbeitsbericht BE HSG / BECS / 1, Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität St. Gallen, Juni 2004.
- Stanisavljevic, D. und Spitzer, M. (2016). *A Review of Related Work on Machine Learning in Semiconductor Manufacturing and Assembly Lines*, Proceedings of the 1st International Workshop on Science, Application and Methods in Industry 4.0 co-located with (i-KNOW 2016): <http://ceur-ws.org/Vol-1793/paper1.pdf>
- Star, S.L. und Griesemer, J.R. (1992). *Institutional ecology, translations and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39*, Social studies of science, vol. 19, no. 3, pp. 387–420, 1989.
- Stocker, A. und Tochtermann, K. (2012). *Wissenstransfer mit Wikis und Weblogs. Fallstudien zum erfolgreichen Einsatz von Web 2.0 in Unternehmen*, Springer Gabler.
- Stocker, A., Spitzer, M., Kaiser, C., Rosenberger, M., Fellmann, M. (2017). *Datenbrillengestützte Checklisten in der Fahrzeugmontage*, Informatik Spektrum, 40:255, DOI:10.1007/s00287-016-0965-6.
- Stocker, A., Brandl, P., Michalczuk, R., Rosenberger, M. (2014). *Mensch-zentrierte IKT-Lösungen in einer Smart Factory*, E&I Elektrotechnik und Informationstechnik, October 2014, Volume 131, Issue 7, pp 207-211.
- Yin, R.K. (1993). *Application of Case Study Research*, SAGE Publications.
- Zhou, K., Liu, T., Zhou, L. (2016). *Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges*, 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD).