

Reifegradbestimmung: der Weg zur Supply Chain 4.0

Guido Siestrup und David Zeeb, Hochschule Furtwangen

Fortschritte bei Cyber-Physischen Systemen und Industrie 4.0-Lösungen führen zu Veränderungen in Industrie und Handel und lassen einen tiefgreifenden Wandel der Unternehmensprozesse und -strukturen erwarten. Dies betrifft insbesondere auch das Supply Chain Management (SCM) inklusive der unternehmensinternen Logistik. Zur Bestimmung der Reife von SCM-Systemen existieren bereits entsprechende Reifegradmodelle, die hier als Basis dienen. Dieser Beitrag stellt eine Modellerweiterung vor, die zum Ziel hat, den Status quo einer Supply Chain hinsichtlich einer Industrie 4.0-Kompatibilität zu erfassen und eine zielgerichtete Weiterentwicklung der SCM-Systeme zu unterstützen. Insbesondere werden Voraussetzungen aufgezeigt, die an eine digitale Transformation der Supply Chain gestellt werden und Handlungsfelder diskutiert.

Industrie 4.0 und Supply Chain Management (SCM)

Viele Industrie 4.0-Initiativen in Deutschland sind primär an produktionsgetriebenen Innovationen ausgerichtet [1]. Da das schwächste Glied in der Versorgungskette die Effizienz und den Erfolg der gesamten Supply Chain bestimmt [2], müssen auch die logistischen Prozesse entlang der Supply Chain so vorbereitet werden, dass die Industrie 4.0-Lösungen ihre Potenziale zur Geltung bringen können. Dies setzt voraus, dass die Supply Chain Prozesse über die erforderliche Reife verfügen. Zur Bestimmung dieser Reife wird nachfolgend der Einsatz eines geeigneten Reifegradmodells diskutiert.

Reifegradmodelle und Reifegradbestimmung für SCM-Systeme

Für die Bestimmung eines Reifegrads finden sich in Forschung und Praxis mehrere Reifegradmodelle, die für unterschiedliche Zwecke entwickelt und eingesetzt werden. Einige dieser Modelle beziehen sich auch auf logistische Prozesse und das SCM und zielen darauf ab, den Reifegrad für spezifische logistische Funktionen oder auch für ganze SCM-Organisationen zu bestimmen. Eine Übersicht zu ausgewählten Modellen mit dem Anwendungsbereich Logistik und SCM findet sich etwa in Lahti u. a. [3]. CMMI-ACQ (Capability Maturity Model Integration for Acquisition) ist eine Weiterent-

wicklung von CMMI und kann als ein wichtiges Ausgangsmodell gesehen werden, weshalb dessen Wesen kurz betrachtet wird. Allerdings ist der Anwendungsbereich von CMMI-ACQ auf spezifische Beschaffungsprozesse begrenzt. Anhand verschiedener Reife- und Fähigkeitsgrade kann nachvollzogen werden, wie gut ein Unternehmen mögliche Barrieren der Beschaffung vermeidet. Wenn bestimmte Fähigkeitsgrade in den sog. Process Areas erfüllt werden, steigt das Unternehmen im Reifegrad [4]. Bild 1 zeigt die hier betrachteten Reifegradmodelle, die für die beschriebene Problemstellung als relevant eingestuft werden.

Ein Modell, welches sich auf die Bewertung der kompletten Supply Chain bezieht, ist das Supply Chain Management Process Maturity Model (SCM-PM). Methodisch ist dieses Modell prozessorientiert ausgerichtet und wird durch die Systematik des Supply Chain Operations Reference-Modells (SCOR-Modell) ergänzt. Ergebnisse der Bewertung sind nachfolgend genannte Reifegrade mit Beispielen zu deren Charakteristika; Ad hoc: unstrukturierte Prozesse; Defined: definierte und dokumentierte SCM-Prozesse; Linked: verankerte SCM-Strategie, logistische Orientierung in den klassischen Funktionen sowie Abstimmungen in der Intralogistik und zu Lieferanten und Kunden; Integration: integrierte SCM-Prozessketten,

Determining the Maturity Level: the Path to SCM 4.0

Recent advancements in cyber physical systems (CPS) and industry 4.0 concepts are expected to result in a disruptive change of business processes in industry and commerce. In particular, this refers also to supply chain management (SCM) and logistics systems and processes. Methodically, maturity models can be used to determine the maturity level of SCM and logistics organisations. In this paper we present an extension for a maturity model being able to check the industry 4.0 compatibility of SCM systems and processes. Moreover, the aim is to provide a tool supporting the transformation towards SCM 4.0-ready systems and processes. The requirements for the digital transformation process are described and important fields of actions are discussed.

Keywords:

Industry 4.0, SCM 4.0, logistics, supply chain management, maturity model



Prof. Dr. Guido Siestrup ist Mitglied im Institut für angewandte Forschung (IAF) und Prodekan der Fakultät für Wirtschaftsinformatik, Fachgebiet Logistik und SCM, Hochschule Furtwangen (HFU).



David Zeeb (B.Sc.) ist Masterand in der Fakultät für Wirtschaftsinformatik, Hochschule Furtwangen (HFU).

sig@hs-furtwangen.de
www.hs-furtwangen.de

Modell	CMMI-ACQ [4]	SCM-PMM [5]	SCPM3 [6]	I 4.0-Readiness Modell [7]
Jahr	2000/2007	2004	2011	2015
Reifegradstufen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Initial 2. Managed 3. Defined 4. Quantitatively Managed 5. Optimizing 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ad Hoc 2. Defined 3. Linked 4. Integrated 5. Extended 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Foundation 2. Structure 3. Vision 4. Integration 5. Dynamics 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Außenstehender 2. Anfänger 3. Fortgeschrittener 4. Erfahrener 5. Experte 6. Exzellenz
Einsatz/Zweck des Modells	Anwendung von Best Practices in einer Organisation, um Barrieren der Produkt- und Servicebeschaffung zu vermeiden.	Betrachtung der gesamten Supply Chain und Verbesserung der Performance.	Anwendung von statistischen Analysen und Best Practices bei Betrachtung der gesamten Supply Chain.	Schwerpunkt auf Maschinen- und Anlagenbau; Bewertung von Unternehmen hinsichtlich ihrer I 4.0-Readiness.

Bild 1: Ausgewählte Reifegradmodelle mit Bezug zu Logistik/SCM und Industrie 4.0.

kollaborative Planungs- und Steuerungssysteme; Extended: Multi-Firm Supply Chains und Teams, vertrauensvolle und kollaborative Zusammenarbeitskultur, Existenz gemeinsamer Ziele [5].

Das Supply Chain Process Management Maturity Model (SCPM3) von de Oliveira u. a. stellt eine Weiterentwicklung des SCM-PMM dar. Gegenstand der Weiterentwicklung sind insbesondere sog. Process Groups. Diese korrespondieren direkt mit den Reifegrad-Einstufungen: Foundation, Structure, Vision, Integration, Dynamics. Beispiele für Process Groups des Reifegrads Dynamics sind u. a. Supply Chain-Kollaboration und Reaktionsschnelligkeit. Methodische Grundlagen dieses Reifegradmodells bilden statistische Analysen und Best Practices [6].

Die oben genannten Reifegradmodelle stammen aus der Zeit vor Entstehung der Industrie 4.0-Vision. Gleichzeitig ist in Forschung und Praxis zu beobachten, dass die Bestimmung der digitalen Reife von Unternehmen vor dem Hintergrund der Einführung von Industrie 4.0-Innovationen eine immer größere Rolle spielt. Dies greift auch das Industrie 4.0-Readiness-Modell auf, das im Rahmen der Impuls-Studie speziell für Industrie 4.0-Umgebungen entwickelt wurde. So wird die Industrie 4.0-Reife in diesem Modell festgestellt, indem ermittelt wird, wie groß der Umsetzungsgrad in den Dimensionen Smart Factory, Smart Operations, Smart Products, Data-driven Services, Strategie und Organisation sowie Mitarbeiter ist. Dabei können sechs Reifegradstufen unterschieden werden: Außenstehender, Anfänger, Fortgeschrittener, Erfahrener, Experte und Exzellenz [7]. Da die oben genannten SCM-Reifegradmodelle den Industrie 4.0-Gedanken nicht aufgreifen und das Readiness-Reifegradmodell nicht im Besonderen auf das SCM ausgerichtet ist, sollen nachfolgend die Grundzüge eines SCM 4.0-Reifegradmodells vorgestellt werden.

Der SCM 4.0-Reifegrad

Die im Industrie 4.0-Readiness-Modell zugrunde gelegten Dimensionen werden nachfolgend um Logistik- und SCM-spezifische Erweiterungen ergänzt. Wie Bild 2 zeigt, bekommt im ergänzten Modell jede Dimension des Ursprungsmodells ein domänenspezifisches Pendant, wobei die Dimensionen „Strategie und Organisation“ und „Mitarbeiter“ zusammengefasst sind und hier nicht im Fokus stehen. Auch wenn in den weiteren Ausführungen der

Schwerpunkt auf den technologischen Aspekten liegt, bleibt festzuhalten, dass die Mitarbeiter und deren Entwicklung eine Schlüsselrolle für den Erfolg von Industrie 4.0-Projekten einnehmen.

Für jede Dimensionserweiterung sind Kriterien zu definieren, die es ermöglichen, eine Einstufung in einen Reifegrad vorzunehmen. Für die Bestimmung der Logistik- und SCM-bezogenen Kriterien werden ergänzend auch die Kataloge, Fragebögen und Checklisten der vorgenannten Reifegradmodelle herangezogen.

Ist der Erfüllungsgrad hinsichtlich der formulierten Anforderungen niedrig, so kann das bewertete Untersuchungsobjekt (z.B. Prozess, Teilprozess) durch Umsetzung geeigneter Maßnahmen und somit durch die Deckung des Handlungsbedarfs im Reifegrad steigen. Eine zentrale Rolle, um einen höheren Reifegrad zu erlangen, spielen smarte Technologien, die als Synonym für die Implementierung und Nutzung von digitalen Serviceinnovationen gesehen werden können. Ziel ist es, mithilfe dieser Technologien eine effektivere und effizientere Informationsversorgung zu etablieren, die auf Kundennutzen ausgerichtet ist. Sie bildet zudem die Basis für die Einführung von selbstregulierenden Prozessen in der Wertschöpfungskette. Diese Aspekte werden in den nachfolgend ergänzten, domänenspezifischen Dimensionen näher betrachtet:

Smart Logistics Objects

Die Dimension Smart Logistics Objects steht eng im Zusammenhang mit der Ursprungsdimension Smart Products. Bei der Idee, die hinter Smart Products steht, geht es um die Ausstattung von physischen Werkstücken und späteren Produkten mit Zusatzfunktionalitäten durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK-Technologien). Dadurch können diese Objekte kommunizieren und Daten über ihren eigenen Zustand und ggf. auch über den ihrer Umwelt sammeln [7]. Dies

kann zum Beispiel durch ein sog. Produktgedächtnis (Produkt kennt seine Verarbeitungshistorie), Lokalisierungsmöglichkeiten und zusätzliche Kommunikationsmöglichkeiten von Maschinen zu Maschinen (M2M) erfolgen [8]. In Bezug auf Logistik und SCM können neben Werkstücken und Produkten auch weitere Objekte von Bedeutung sein. Zu dieser Kategorie zählen insbesondere auch Ladungsträger bzw. Ladehilfsmittel wie etwa Paletten, Container, Boxen, Tableaus, Bags sowie verschiedenste Typen von Verpackungen. Auch für diese logistischen Objekte kann der Einsatz von IuK-Zusatzfunktionalitäten interessant sein im Hinblick auf Datengenerierung und die damit verbundenen Möglichkeiten der Planung und Steuerung (inklusive der Return-Flüsse wie etwa für Leergut). Insbesondere gilt dies, wenn die zu lagernden oder transportierenden Werkstücke auf der betrachteten Wertschöpfungsstufe aufgrund von ökonomischen oder technischen Randbedingungen nicht mit IuK-Technologie ausgestattet werden können. Das entsprechend ausgestattete Ladehilfsmittel kann dadurch beispielsweise Auskunft geben, wo es sich befindet, welche Güter es geladen hat und um welche Zeit die Güter an welchem Ort sein müssen. Smart Logistics Objects sind insofern auch Datenlieferanten für die Dimension Data-driven Logistics. Kriterien für die Bestimmung der Anforderungen sind z. B.: Anzahl an mit IuK-Technologien ausgestatteten Smart Logistics Objects (für nutzenstiftende Services), Funktionsumfang der IuK-Technologien und Grad der Datennutzung.

Smart Warehousing & Transportation

Die Dimension Smart Factory umfasst das Zusammenspiel von Produkten und Werkstücken in ihrem Fertigungsdurchlauf mit Fertigungsanlagen und Logistiksystemen [7]. Wesentliche logistische Systeme innerhalb der Smart Factory bilden Lagersysteme, hier als Warehousing bezeichnet, und Transportsysteme. Neben den intralogistischen Transportsystemen sind auch die Transport-Schnittstellen zu den Lieferanten und zu den Kunden wichtig für die Vernetzung mit den Inbound- und Outbound-Prozessen (vgl. auch Dimension Connected Supply Chain). Ergebnis ist ein echtzeit-basierter Informationsaus-

tausch zwischen den Smart Logistics Objects und den hier betrachteten Logistiksystemen an strategisch günstig definierten Positionen im Ablauf. Zudem können große Datenmengen gesammelt und für spezifische Massendatenauswertungen (vgl. auch Dimension Data-driven Logistics) zur Verfügung gestellt werden. Kriterien für die Bestimmung der Anforderungen in der Dimension Warehousing und Transportation sind etwa: Anzahl an mit IuK-Technologien ausgestatteten Teilsystemen der Lagerhaltung und des Transports, Automatisierungsgrad (z. B. durch Einsatz von FTS, Robotik, Augmented Reality), Vernetzungsgrad zwischen Lagerhaltungs- und Transportsystemen sowie zwischen den Produktionseinrichtungen und Grad der Datennutzung [9].

Connected Supply Chain

Die Dimension Connected Supply Chain beschäftigt sich mit der Abstimmung der Güter- und Informationsflüsse innerhalb des eigenen Unternehmensnetzwerks (z. B. zwischen Werken und Lagern) und extern beteiligten Unternehmen (z. B. Lieferanten, Kunden, Logistikdienstleistern). Damit Informationen mit Partnern ausgetauscht werden können, muss zunächst die Bereitschaft vorhanden sein, entsprechende Daten zu teilen. Eine technische Möglichkeit, Daten für mehrere Unternehmen einer Supply Chain zugänglich zu machen, ist der Einsatz einer Cloud-Lösung, die sowohl selbst als auch über einen Drittanbieter gehostet werden kann. Zentrale Bedeutung im Informationsaustausch kommt hierbei der IT-Sicherheit zu [10].

Literatur

- [1] Stich, V.; Adema, J.; Blum, M.; Raschke, J.: Supply Chain 4.0: Logistikdienstleister im Kontext der vierten industriellen Revolution. In: Voß, P. H. (Hrsg): Logistik – eine Industrie, die (sich) bewegt. Wiesbaden 2015, S. 63-76.
- [2] Poluha, R. G.: Quintessenz des Supply Chain Managements. Heidelberg u. a. 2010.
- [3] Lahti, M.; Shamsuzzoha, A.; Helo, P.: Developing a maturity model for Supply Chain Management. In: International Journal of Logistics Systems and Management 5 (2009) 6, S. 654-678.
- [4] Software Engineering Institute: CMMI for Acquisition, Version 1.3. Improving processes for acquiring better products and services. SEI Administrative Agent. Hanscom 2010.
- [5] Lockamy, A.; McCormack, K.: The Development of a Supply Chain Management Process Maturity Model Using the Concepts of Business Process Orientation. Supply Chain Management: An International Journal 9 (2004) 4, S. 272-278.
- [6] De Oliveira, M.; Ladeira, M.; McCormack, K.: The Supply Chain Process Management Maturity Model – SCPM3. In: Onkal, D. (Hrsg): Supply Chain Management - Pathways for Research and Practice. 2011, S. 201-218.

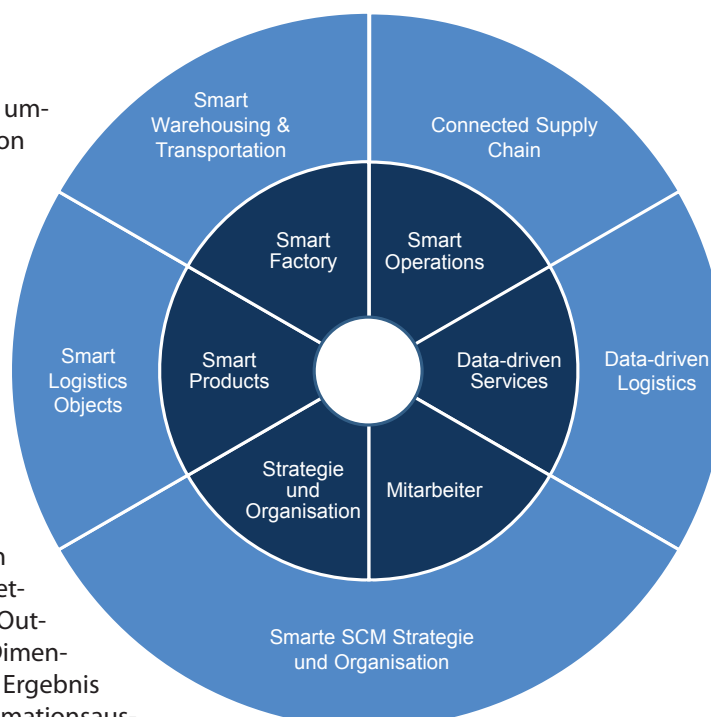


Bild 2: Dimensionen des Industrie 4.0-Readiness-Modells in Anlehnung an Lichtblau u. a. [7], erweitert um Logistik-/SCM-Dimensionen.

- [7] Lichtblau, K.; Stich, V.; Bertenrath, R. u. a.: Impuls- Studie Industrie 4.0-Readiness. Aachen u. a. 2015, S. 77.
- [8] Anderl, R.; Fleischer, J.: Leitfaden Industrie 4.0 Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand. Frankfurt am Main 2015.
- [9] Poll, D.: Industrie 4.0: Das Lager, das sich selbst auffüllt. URL: <https://www.produktion.de/trends-innovationen/industrie-4-0-das-lager-das-sich-selbst-auffuehlt-297.html>, Abrufdatum 14.01.2017.
- [10] ten Hompel, M.; Kerner, S.: Logistik 4.0 – Die Vision vom Internet der autonomen Dinge. In: Informatik Spektrum 38 (2015) 3, S. 176-182.
- [11] Otto, B.; Auer, S.; Cirullies, J.; Jürjens, J.; Menz, N.; Schon, J.; Wenzel, S.: Industrial Data Space. Digitale Souveränität über Daten. München 2016, S. 1-40.
- [12] von Jung, K.-P.: Logistik der Zukunft: Echter Wertbeitrag für das Unternehmen. In: Göpfert, I. (Hrsg.): Logistik der Zukunft – Logistics for the Future. Wiesbaden 2016, S. 401-416.
- [13] Schöning, H.; Dorchain, M.: Big Smart Data – Intelligent Operations, Analysis and Process Alignment. In: Vogel-Heuser, B.; Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.: Handbuch Industrie 4.0 Bd. 2 – Automatisierung. Berlin 2016, S. 457-469.
- [14] Hänel, T.: Operational Business Intelligence im Kontext der Analyse und Steuerung von Geschäftsprozessen. Wiesbaden 2017.
- [15] Ruthowsky, S.: Digital Supply Chains: Increasingly Critical for Competitive Edge. European AT Kearney/WHU Logistics Study 2015, S. 18.
- [16] Kersten, W.; Schröder, M.; Indorf, M.: Industrie 4.0: Auswirkungen auf das Supply Chain Risikomanagement. In: Kersten, W.; Koller, H. und Lödding, H. (Hrsg.): Industrie 4.0 – Wie intelligente Vernetzung und kognitive Systeme unsere Arbeit verändern. Berlin 2014, S. 101-126.
- [17] Bölzing, D.: Digitale Transformation – Richtig handeln durch zielgerichtete Evolutionsstrategie. In: Zeitschrift für Führung und Organisation 85 (2016) 2, S. 91-98.
- [18] Lehmann, S.: Wo bleibt der Mensch? Arbeit 4.0. In: Logistik heute 38 (2016) 7/8, S. 22-26.
- [19] Adolphs, P.; Bedenbender, H.; Dirzus, D. u. a.: Statusreport Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0). Düsseldorf 2015.

Ein großes Erfolgspotenzial lassen autonome Planungs- und Steuerungsprozesse erwarten, die flexibel und schnell auf Änderungen der Planungsparameter und Umwelteinflüsse reagieren. Ein ganz zentraler Punkt ist hierbei die Schaffung einheitlicher Standards für unternehmens- und auch länderübergreifende Lösungen, wie sie etwa durch die Industrial Data Space-Initiative verfolgt werden [11]. Anforderungen, deren Erfüllungsgrad es zu prüfen gilt, sind etwa: Intensität des Informationsaustauschs zwischen Partnern in relevanten Zusammenbeitsfeldern, Anzahl der autonomen Planungs- und Steuerungsprozesse, Flexibilität/Anpassungsfähigkeit und Agilität in der Lieferkette [12].

Data-driven Logistics

Die IT-Technologie gilt bereits seit Jahren als bedeutender Enabler für Logistik- und SCM-Prozesse. Insbesondere sind Big Data Technologien erforderlich, um den Nutzen aus den gewonnenen Daten zu maximieren [13]. Echtzeit-Auswertungen großer Datenmengen lassen die Erschließung signifikanter Verbesserungspotenziale erwarten: Hierzu zählen insbesondere reduzierte Outbound-Lagerbestände, optimierte Bestell- und Losgrößen für Einkauf, Produktion und Transport, Verringerung des Risikos in Supply Chains, Verkürzung der Lieferzeiten ohne Bestandsaufbau sowie reduzierte Inbound-Lagerbestände [14]. Die zunehmende Echtzeit-Orientierung führt auch zu einem stärkeren Fokus auf die operative Ebene [15]. Die Bedeutung von Logistik- und Supply Chain-Daten zeigt sich auch daran, dass diese zukünftig stärker zu Vermarktungszwecken an Externe angeboten werden können (datenbasierte Logistik-Services). Neben den technischen Anforderungen sind allerdings auch die Rechte an den Daten zu klären. Abhängig ist dies u. a. davon, wie, wann und durch wen die Daten aufgenommen, analysiert und genutzt werden. Die durch Industrie 4.0 verursachten Veränderungen in den Rahmenbedingungen führen auch zu neuen Risiken in Logistik und SCM [16], die es durch die Gewinnung und Verarbeitung relevanter Daten zu bewältigen gilt. Zu prüfende Anforderungen in der Dimensionserweiterung Data-driven Logistics sind u. a.: Qualität und Prognosefähigkeit der verfügbaren Daten, Granularität der Daten, Verfügbarkeit von Big Data Analytics Instrumenten, Einsetzbarkeit der Daten zur automatisierten Planung und Steuerung sowie Verwertungsmöglichkeiten von Logistikdaten (Angebot als externe Logistik-Services).

Smarte SCM Strategie und Organisation

Die Entwicklung hin zu smarten Organisationsformen bedarf einer strategischen Verankerung

im Unternehmen. Die sog. digitale Transformation [17] trifft auch die Logistikorganisation mit deren Prozessen sowie die damit verbundenen überbetrieblichen Supply Chain Schnittstellen. Die bevorstehenden Umwälzungen in den kommenden Jahren lassen umfangreiche Aus-, Fort- und Weiterbildungsbedarfe erwarten, um etwa den möglichen Arbeitsplatzabbau bei Beschäftigten mit einem hohen Anteil manueller Logistiktätigkeiten abfangen zu können. Andererseits werden mehr Beschäftigte mit IT-Know-how gebraucht, die die erforderlichen IuK-Technologien sowie die Planungs- und Steuerungssysteme entwickeln, implementieren, nutzen und warten. Wichtig ist die Bereitschaft von Unternehmen, diese Veränderungen mit den Beschäftigten anzugehen. Hierbei werden sich auch die Arbeitsmodelle ändern [18]. Kriterien für die Bestimmung der Anforderungen sind z. B.: Umsetzung von Industrie 4.0 bzw. SCM 4.0 in der Unternehmens- und Logistikstrategie, Änderungsbereitschaft bei Management und Beschäftigten in der Logistikorganisation, Mittelbereitstellung für Aus-, Fort- und Weiterbildungsbedarfe.

Zusammenfassung und Ausblick

Aus der Ermittlung des Reifegrads von Logistik und SCM im Hinblick auf deren Industrie 4.0-Anforderungen und Möglichkeiten kann sich ein deutlicher Handlungsbedarf ergeben. Aufgrund des hohen Vernetzungsgrads von Produktion und Logistik in Verbindung mit dem geforderten Informationsaustausch zu den Smart (Logistics) Objects (Werkstücke, Produkte, Ladehilfsmittel) ist eine Abstimmung der Logistik- und SCM-Reife auf die Industrie 4.0-Umgebung von zentraler Bedeutung. Eine große Herausforderung bei der Reifegradbestimmung stellt die dynamische Entwicklung des Industrie 4.0-Kontexts dar und die Frage, welche Technologien und Standards sich zukünftig durchsetzen werden. Zwar gibt es zukunftsweisende Initiativen, etwa mittels Referenzarchitekturen Standardisierungen voranzutreiben [19], diese stehen allerdings noch relativ am Anfang. Daher ist es folgerichtig, Reifegradmodellbildung und Reifegradbestimmung begleitend und wiederkehrend zu überprüfen. Eine Beschäftigung mit diesem Reifegrad-Management in Zusammenhang mit Logistik- und SCM-Systemen erscheint wichtig, um Investitionsentscheidungen hinsichtlich Investitionsschutz und Zukunftssicherheit richtig zu treffen.

Schlüsselwörter:

Industrie 4.0, SCM 4.0, Logistik, Supply Chain Management, Reifegradmodell