

Analyse und Bewertung von Konzepten zur Digitalisierung von Prozessen entlang der Wertschöpfungskette eines produzierenden Unternehmens der Automobilbranche

Goudz, Alexander; Teriet, Jenny

Dieser Text wird über DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt.

Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: <https://doi.org/10.17185/duepublico/47895>

URN: <urn:nbn:de:hbz:464-20190111-091445-2>

Link: <https://duepublico.uni-duisburg-essen.de:443/servlets/DocumentServlet?id=47895>

Lizenz:

Sofern nicht im Inhalt ausdrücklich anders gekennzeichnet, liegen alle Nutzungsrechte bei den Urhebern bzw. Herausgebern. Nutzung - ausgenommen anwendbare Schrankenregelungen des Urheberrechts - nur mit deren Genehmigung.

Analyse und Bewertung von Konzepten zur Digitalisierung von Prozessen entlang der Wertschöpfungskette eines produzierenden Unternehmens der Automobilbranche

Dr.-Ing. Alexander Goudz, M.Sc. Jenny Teriet

Zusammenfassung— Digitalisierung ist zu Zeiten des 21. Jahrhunderts ein unumgänglicher Prozess für Unternehmen, um langfristig wettbewerbsfähig bleiben zu können. Produktlebenszyklen werden zunehmend kürzer und Unternehmen müssen immer kurzfristiger auf äußere Einflüsse reagieren können. Allgemein beschreibt die Digitalisierung alle physischen Vorgänge, die mittels technischer Hilfsmittel unterstützt werden. [1] Zur gegenwärtigen Situation hat eine Digitalisierung in den meisten Unternehmen nur in Ansätzen bzw. gar nicht stattgefunden. Aus diesem Grund werden unterschiedliche Konzepte herausgearbeitet, um die Supply Chain zu digitalisieren und somit Prozesse zu optimieren. Dabei geht es sowohl um die unternehmensinterne Wertschöpfungskette als auch die Wertschöpfung über die Unternehmensgrenzen hinaus. Es wurden unterschiedliche Ansätze herausgearbeitet und beispielhaft auf die Prozesse eines Automobilzulieferers angewendet. Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Konzepte, die sich optimierend auf die Supply Chain auswirken. Diese Ansätze sind zum Beispiel Enterprise Mobility, Smart Products oder Smart Buildings. Im Allgemeinen kann einer digitalisierten Supply Chain eine große Bedeutung beigemessen werden, was es umso bedeutender für Unternehmen macht, Maßnahmen für Digitalisierungskonzepte zu implementieren.

Schlagerworte—Supply Chain, Value Chain, Industrie 4.0, Digitalisierung, Big Data, Smart Data, Internet der Dinge, künstliche Intelligenz, Blockchain, Inbound & Outbound, Enterprise Mobility, Smart Data Feeding, Smart Data Management, Smart Products, Smart Devices, Smart Buildings, Smart Grids, Smart Logistics, ‚End-to-End‘ Supply Chain, Kostenersparnis, Durchlaufzeitverkürzung, Datensicherheit, Prozesssicherheit, Transparenz

I. EINLEITUNG

Die Digitalisierung stellt für Unternehmen mittlerweile weniger eine Option als eine Notwendigkeit dar, um Wettbewerbsvorteile auch in Zukunft noch nutzen zu können. Auf diese Situation lässt sich verallgemeinert das Push-Pull Prinzip der Logistik anwenden. Der Markt fordert digitalisierte Prozesse von Unternehmen. Die Digitalisierung wirkt sich auf die gesamte Wertschöpfungskette aus und verlängert diese mitunter durch zusätzliche Verantwortlichkeiten.

Die vorliegende Publikation fokussiert sich auf die möglichen

Konzepte zur Digitalisierung einer Supply Chain. Es gibt verschiedene Digitalisierungsansätze, die zu einer selbststewardenden Supply Chain beitragen. Diese werden im weiteren Verlauf noch ausführlich erläutert. Die Digitalisierungskonzepte können jedoch nicht ohne technologische Maßnahmen umgesetzt werden. Nachdem die Konzepte einer voll vernetzten Supply Chain herausgestellt sind, werden diese auf die Wertschöpfungskette eines Automobilzulieferers angewendet. Auf Basis dieser Erkenntnisse folgen passende Maßnahmen zu den jeweiligen Optimierungspotenzialen.

II. FORSCHUNGSFRAGE DER ARBEIT

Die nachfolgende Untersuchung basiert auf der Frage, welche Konzepte eine vollvernetzte Supply Chain ausmachen und inwieweit eine solche digitalisierte Supply Chain zu einer Reduzierung von Prozessschritten und somit zu einer Durchlaufzeitverkürzung beiträgt. Ebenfalls wird überprüft, ob eine ‚End-to-End‘ Supply Chain zu einer gesteigerten Prozesssicherheit führt.

III. GRUNDLAGEN

Zu Beginn werden grundlegende Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit der Digitalisierung dargelegt, um die nachfolgende Publikation besser verstehen zu können. Es werden die Begriffe Supply Chain, Value Chain, Inbound/Outbound Supply Chain, Industrie 4.0 und die damit verbundene Digitalisierung, Big Data bzw. Smart Data, das Internet der Dinge, künstliche Intelligenz und Blockchain näher erläutert.

A. Supply Chain und Value Chain

Eine Supply Chain (dt. Lieferkette) umfasst die Prozesse von den Ausgangsmaterialien bis zum Endprodukt, die die Lieferanten verbindet. [1] Die Hauptakteure entlang der Wertschöpfungskette lassen sich in einer Grafik anschaulich darstellen.

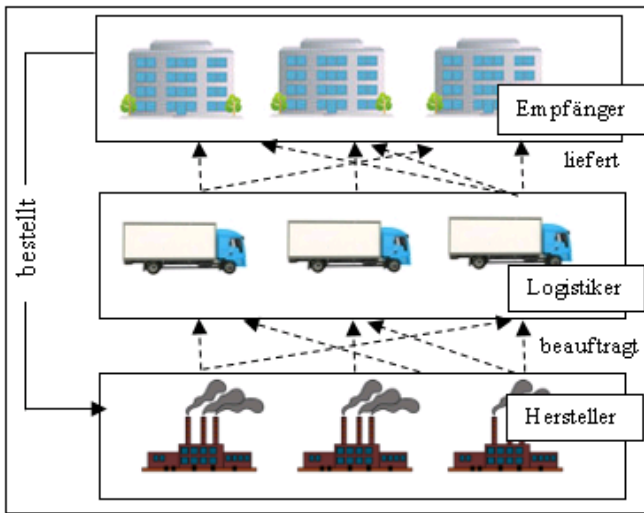


Abbildung 1: Akteure einer Supply Chain in Anlehnung an Mittmann (2017)

Beim Supply Chain Management handelt es sich um alle Aktivitäten entlang der Wertschöpfungskette sowohl von der Rohstoffgewinnung bis zum Endkunden als auch von der Produktentwicklung bis zum After-Sales-Service. [17] Eine Value Chain (Wertschöpfungskette) stellt ein Instrument dar, mit dem der Prozess der eigentlichen Leistungserstellung in kleinere Teilbereiche strukturiert werden kann, sodass sich herausstellen lässt, welche Aktivitäten welchen Beitrag am Markterfolg leisten. [3] Die Wertkette nach Porter stellt in vereinfachter Form dar, welche Akteure am Wertschöpfungsprozess beteiligt sind. Porter unterscheidet dabei zwischen Primär- und Unterstützungsaktivitäten.

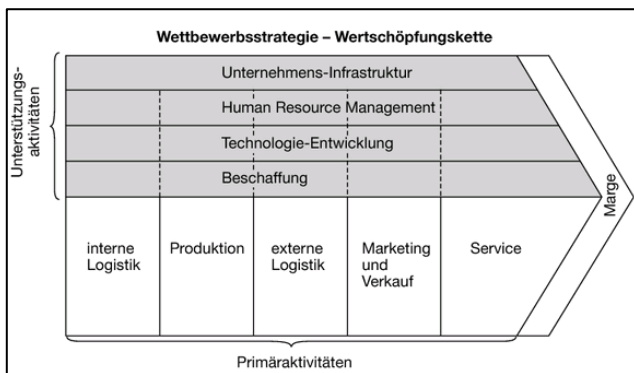


Abbildung 2: Wertkette nach Porter(1989): 62.

Die Begriffe Supply Chain und Value Chain werden synonym verwendet, da sie prinzipiell die gleiche Bedeutung haben: Die Wertschöpfung entlang der Lieferkette. Dementsprechend werden die beiden Begrifflichkeiten im weiteren Verlauf ebenfalls synonym verwendet.

B. Inbound und Outbound Supply Chain

Die Inbound- und Outbound-Supply-Chain gehen über die Grenzen eines Unternehmens hinaus. Wie in Abbildung 2 zu sehen, ist die interne Logistik der Produktion vorgelagert und die externe nachgelagert. Sie bilden Schnittstellen, über die das Unternehmen mit Kunden und Lieferanten verbunden ist und daher eine gesonderte Stellung im Prozess der Wertschöpfung

einnehmen. Dabei umfasst die Inbound Supply Chain die Beziehung zwischen Unternehmen und deren Zulieferern und die Outbound Supply Chain den Transfer der Ware vom Unternehmen zum Kunden. Die Inbound Logistik befasst sich mit der Versorgung von Fertigungs- und Montagestandorten, von der Planung über den Transport und die Zwischenlagerung bis zur Anlieferung aus der internen Produktion. Die Outbound Logistik beinhaltet im Gegensatz dazu die Übertragung, Verpackung und den Transport von Endprodukten zu den Verbrauchern.

C. Industrie 4.0

Die Industrie 4.0 umfasst die Verknüpfung aller menschlichen und maschinellen Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette, ebenso die Digitalisierung und Echtzeitauswertung aller hierfür relevanten Informationen. Ziel dieser Vernetzung ist es, die Prozesse der Wertschöpfung transparenter und effizienter zu gestalten, um den Kundennutzen durch intelligente Produkte und Dienstleistungen zu optimieren.

D. Digitalisierung

Die Digitalisierung, welche die Basis für die Industrie 4.0 darstellt, beschreibt allgemein alle physischen Vorgänge, die anhand technischer Hilfsmittel unterstützt werden. Der Digitalisierungsprozess analysiert, wo sich Prozesse durch eine durchgängigere Sicht auf Daten verbessern lassen und wo neue Herausforderungen und Potenziale bestehen. Die größte Chance der Digitalisierung ist die höhere Produktivität, innovative Geschäftsmodelle und übergeordnet eine optimierte Kontrolle über die gesamte Supply Chain zu erlangen. Dabei besteht die Chance, die Verschwendungen entlang der Lieferkette und der Logistik zu reduzieren. Dementsprechend stellt eine Digitalisierung der Wertschöpfungskette positive Optimierungspotenziale für Unternehmen dar.

E. Big Data und Smart Data

Im Zusammenhang mit einer digitalisierten Welt darf Big Data nicht fehlen. Big Data ist das Kernstück der smarten Revolution. Es wird unterschieden zwischen Big Data und Smart Data. Big Data beschreibt zunächst das reine Vorhandensein riesiger Datenmengen, welche mit bisherigen Methoden nicht analysiert und verarbeitet werden können. Es geht weniger um die große Datenmenge, sondern vielmehr um die Möglichkeit, durch die Integration verschiedener Datenquellen und deren Analyse Zusammenhänge erklären zu können oder Prognosen durchzuführen. [11] Big Data ist eine Art Rohstoff der Industrie 4.0, der anhand geeigneter Konzepte verarbeitet werden muss.

F. Internet der Dinge

Im Rahmen der Industrie 4.0 ist neben Big Data das Internet der Dinge grundlegend. Diese Begrifflichkeit bedeutet, dass Gegenstände, oder auch Dinge genannt, sich durch eingebaute Computer- und Netzwerkkomponenten mit dem Internet verbinden können und so fähig sind, Daten zu sammeln und zu verarbeiten. Diese Art der Fusion von Dingen mit dem Internet wird häufig auch als cyber-physische-Systeme bezeichnet. Das Internet der Dinge ist ein Grundstein für die Digitalisierung in Unternehmen. [12] Abbildung 3 veranschaulicht das Grundprinzip des Internets der Dinge.

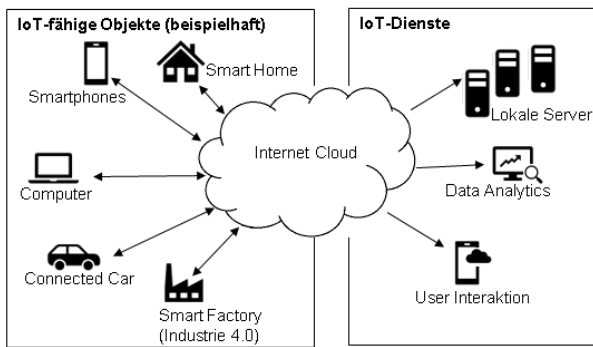


Abbildung 3: Internet der Dinge in Anlehnung an Müller (2016): 12.

G. Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz nimmt ebenfalls einen großen Stellenwert bei der Digitalisierung ein. Um künstliche Intelligenz definieren zu können, ist zunächst eine Definition von Intelligenz erforderlich. Intelligenz macht es dem Menschen möglich abstrakt und vernünftig zu denken und zweckvolles Handeln daraus abzuleiten. Die künstliche Intelligenz soll die genannten Attribute des menschlichen Verhaltens abbilden, um so möglichst menschlich zu handeln, ohne es zu sein. Dabei geht es darum, dass Systeme in der Lage sind Probleme eigenständig zu lösen, aber auch Dinge erklären, lernen und Sprache verstehen können. [12] Die Dinge, die beim Internet der Dinge untereinander kommunizieren, besitzen entsprechend zunehmend eine eigene Intelligenz. In der Industrie 4.0 gehören beispielsweise Roboter, Automobile, Smartphones, Fabrikanlagen, Smart Grids oder Verkehrssysteme zur Rubrik der Künstlichen Intelligenz.

IV. METHODIK

Bei der Bearbeitung von wissenschaftlichen Fragestellungen können quantitative und qualitative Ansätze der empirischen Forschung voneinander abgegrenzt werden. Die quantitativen Forschungsmethoden stammen aus den Naturwissenschaften. Sie basieren auf numerischen Daten. Die Daten können leicht erfasst und statistisch ausgewertet werden. Die qualitativen Forschungsmethoden entstammen den Sozialwissenschaften. Sie arbeiten mit Daten, die sich nicht numerisch erfassen lassen. Bewährte quantitative Methoden sind schriftliche Befragungen, Fragebögen und Interview-Leitfäden, Experimente und naturwissenschaftliche Messungen. Quantitative Methoden können Interviews, Gruppendiskussionen und Inhaltsanalysen sein. Bei dem vorliegenden Artikel handelt es sich sowohl um die qualitativen Forschungsmethoden des Beobachtens und der Inhaltsanalyse als auch um quantitative Methoden, da die aus der Digitalisierung resultierenden Ergebnisse abschließend anhand von Kennzahlen numerisch messbar gemacht werden. Dabei wird weiter unterschieden zwischen der primären und der sekundären Methode. Während es sich bei der primären Methode um eine explizite Datenerhebung für den Untersuchungszweck handelt, handelt es sich bei den sekundären Methoden um bereits vorhandene Forschungsergebnisse anderer Forscher, die zusammengetragen und anschließend verglichen und analysiert werden. [3] Die Ergebnisse werden anhand der sekundären Forschungsmethode erarbeitet, bei der bereits vorhandenes Informationsmaterial herangezogen, bearbeitet und analysiert wird. Sowohl zu den Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 als

auch speziell zum Thema einer digitalisierten Supply Chain wurde bereits eine Vielzahl an Daten erhoben und auf diverse Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen übertragen.

V. DERZEITIGE KONZEPTE EINER DIGITALISIERTEN SUPPLY CHAIN

Eine herkömmliche Supply Chain wird durch die Implementierung unterschiedlicher Konzepte zu einer digitalisierten Supply Chain nach den Grundsätzen der Industrie 4.0. Aktuelle Entwicklungen tendieren zu einer ‚End-to-End‘-Vernetzung aller beteiligten Akteure. Die ‚End-to-End‘ Supply Chain stellt die optimale Lösung dar, bei der alle Prozesse vom Lieferanten, über die Produktion, bis zum Kunden durchgehend digitalisiert sind. Nachfolgend werden verschiedene Konzepte zur Erreichung einer vollvernetzten Supply Chain dargelegt.

A. Digitalisierte ‚End-to-End‘-Supply Chain

Die Voraussetzung für das Internet der Dinge ist eine durchgängige Digitalisierung aller industriellen Prozesse. Dazu ist ein grundlegender Änderungsprozess notwendig, da die heutigen Methoden und Strukturen keine vollständige Realisierung von Digitalisierung zulassen. Nachfolgend sind unterschiedliche Konzepte für eine digitalisierte ‚End-to-End‘ Supply Chain und die dafür notwendigen Technologien in einer Grafik dargestellt.

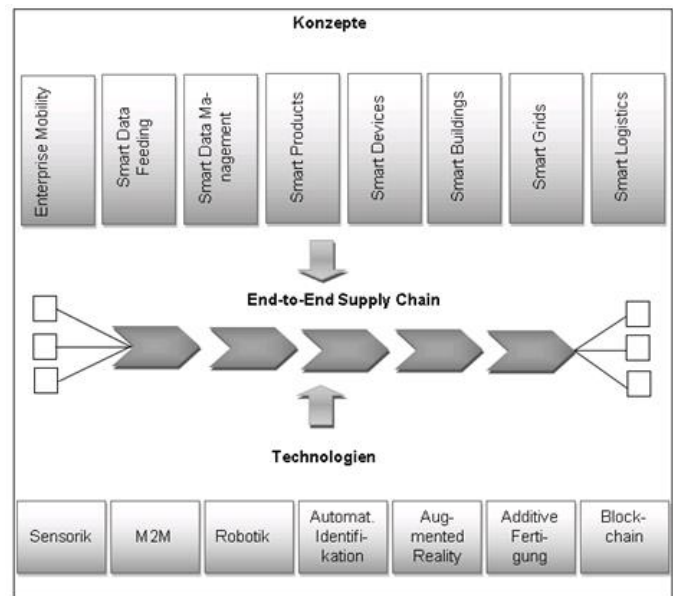


Abbildung 4: Wesentliche Komponenten einer ‚End-to-End‘ Supply Chain

Wie in Abbildung 4 zu sehen, wird die Supply Chain durch die Konzepte Enterprise Mobility, Smart Data Feeding, Smart Data Management, Smart Products, Smart Devices, Smart Buildings, Smart Grids und Smart Logistics beeinflusst. Zur Umsetzung dieser Konzepte dienen die Technologien der Sensorik, der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation, der Robotik, der Automatischen Objektkennzeichnung, der Augmented Reality sowie der Additiven Fertigung und der Blockchain. Die Industrie 4.0 umfasst demnach eine Vielzahl an Technologien und assoziierten Paradigmen. Das volle Potential des industriellen Internets der Dinge wird unter anderem erreicht über Smart Grids, Smart Logistics und viele andere smarte Paradigmen, um die es im Folgenden gehen wird. [16]

B. Enterprise Mobility

Unter dem Konzept der Enterprise Mobility ist eine neue Art der Arbeitsweise zu verstehen, bei der die Mitarbeiter ihre geschäftlichen Aufgaben mit mobilen Geräten und Cloud Services außerhalb des Büros bzw. eines Computerarbeitsplatzes erledigen. [14] Es ermöglicht die mobile Arbeit im Unternehmen und richtet alle Unternehmensprozesse darauf aus. [6] Bei der Enterprise Mobility werden jegliche Arten von mobilen Geräten eingesetzt. Dazu zählen Smartphones und Tablets, aber auch verbundene IT-Mitarbeiter und Infrastruktur für die Verbesserung der Kundenbeziehungen, die Regelung der Produktivität von internen Prozessen und die Verbesserung der Produktivität der Mitarbeiter. [13] Mithilfe dieser Endgeräte können Mitarbeiter von beliebigen Orten ihrer Arbeit nachgehen. Diese neuartige Arbeitsweise erfordert ein spezielles Management, um die mobile Arbeit und die Verwaltung der mobilen Endgeräte steuern zu können. Mit geeigneten Managementmaßnahmen ist die Enterprise Mobility sicher und zuverlässig einsetzbar. [6] Dieses Konzept stellt den Rahmen für die nachfolgenden Konzepte dar.

C. Smart Data Feeding

Ein weiterer Schritt zu einer selbststeuernden Supply Chain ist das Smart Data Feeding (intelligente Datenzuführung). Die smarte Datenversorgung des ERP-Systems ist ein wichtiges Thema im Digitalisierungsprozess. Die Produktion von morgen hat ein klares Ziel: Sie soll vernetzt sein. Für eine erhöhte Vernetzung und damit verbundene Transparenz gibt es spezielle Systeme. Eines ist das Manufacturing Execution System (MES). Das MES soll Informationen über Fertigungsfortschritte, Stillstandzeiten oder Störungen von Maschinen in Echtzeit überall zur Verfügung stellen. Zur Effizienzsteigerung von Unternehmen sind aussagekräftige Daten notwendig, um Optimierungspotenziale erkennen und nutzen zu können. Der Mittelpunkt einer datenorientierten Produktion ist die integrierte Schnittstelle, mittels derer Mensch und Maschine miteinander kommunizieren. Dadurch wird die Erfassung von Betriebs- und Maschinendaten ermöglicht. Betriebsdaten sind beispielsweise Auftrags- und Personaldaten. Unter Auftragsdaten sind Produktionsdaten wie Zeiten, Anzahlen oder Gewichte zu verstehen, außerdem Daten zum Arbeitsfortschritt und zum Auftragsstatus. Personaldaten umfassen Daten zur Arbeitszeit und zur Berechnung des Lohns. Maschinendaten können Informationen zu Schalthäufigkeiten oder Unterbrechungen von Maschinen sein. Anhand geeigneter Hardware ist die Erfassung dieser Daten realisierbar. Der Vorteil der Betriebsdatenerfassung ist die Möglichkeit der Verknüpfung zum Enterprise Resource Planning (ERP)-System, sodass alle Informationen in Echtzeit bereitstehen und bereichsübergreifend einsehbar und verwendbar sind. Diese Transparenz entlang der Wertschöpfungskette ist ebenfalls eine elementare Voraussetzung für eine ‚End-to-End‘ Supply Chain. Das Smart Data Feeding leistet einen bedeutenden Anteil an einer vollvernetzten, selbststeuernden Wertschöpfungskette.

D. Smart Data Management

Die durch intelligente Datenzuführung gewonnenen Daten müssen smart verarbeitet und verwendet werden. Das Smart Data Management stellt gleichermaßen einen entscheidenden Faktor bei der Digitalisierung von Prozessen entlang der Supply

Chain dar. Eine effiziente Datenerhebung als auch -verarbeitung in der Unterstützung von cyber-physischen Produktionssystemen kann nur dann gewährleistet werden, wenn die relevanten Systeme einer Industrie 4.0 erfolgreich vertikal in die Systemlandschaft integriert werden. Das bedeutet eine hierarchische Einordnung aller unternehmerischen Systeme, die mittels Schnittstellen einen Datenaustausch zwischen Hierarchieebenen vollziehen. Diese vertikale Integration ist allerdings nur möglich, wenn die Technologie der Maschine-zu-Maschine Kommunikation einen Standard erreicht. Dazu sind Sensoren, eingebettete Systeme und Produktionsanlagen miteinander zu verbinden. Erst dann ist eine Datenverarbeitung in Echtzeit möglich. Da Informationen, vor allem bei logistischen Objekten, mobil entstehen, ist es notwendig, dass eine leistungsfähige und zugleich kostengünstige Datenfunkverbindung besteht. Die erhobenen und übertragenen Daten müssen demnach gespeichert und aus einer größeren Gesamtdatenmenge effizient abgerufen werden können. [4]

E. Smart Products

Zur Anwendung von Enterprise Mobility und intelligenter Datenerfassung und -verarbeitung ist die smarte Gestaltung von Produkten bzw. Teilen und Baugruppen notwendig. In einer digitalisierten Fertigungsumgebung, und auch darüber hinaus, können auch Produkte konnektiv gestaltet werden, um so in die Systemumwelten eingebunden zu werden und mit diesen kommunizieren zu können. Dabei stellt sich sowohl die Frage, welche Daten das Produkt benötigt als auch welche Daten von dem Produkt geliefert werden sollen. Ebenfalls muss entschieden werden, welche Steuerungsmöglichkeiten von außen auf das Produkt zugreifen dürfen und welche nicht. Bei der Be- und Verarbeitung verfügen die Produkte über einen integrierten Chip, über den sie befähigt sind, mit ihrem Umfeld und einzelnen Maschinen zu kommunizieren. Smarte Produkte ermöglichen es, ihre aktuellen Betriebszustände zu kennen und ihre Bearbeitungsprozesse zu überwachen und zu steuern. [18] Intelligente Produkte, die sich der künstlichen Intelligenz bedienen, bilden einen weiteren wichtigen Baustein hin zu einer selbststeuernden Supply Chain.

F. Smart Devices

Smart Devices (intelligente Geräte) sind Geräte, die kabellos, mobil, vernetzt und mit unterschiedlichen Sensoren ausgestattet sind und mit ihrer Umwelt kommunizieren können. Beispiele für Smart Devices sind Smartphones, Tablet PCs oder Datenbrillen. Mittels Smart Devices lassen sich die richtigen Informationen, zur richtigen Zeit und am richtigen Ort zur Verfügung stellen, um so die Planung und Steuerung der Unternehmensprozesse durchführen zu können. Das Hauptpotenzial der Smart Devices liegt in der Flexibilisierung der Mitarbeiter, mittels derer direkte und benutzerspezifische Informationsbereitstellung und Rückmeldung möglich ist. Durch die Maschinen- und Sensordaten und die Konnektivität von Produkten haben Unternehmen zukünftig eine noch höhere Datenmenge für die Durchführung von Benchmarks zur Verfügung. Ein Benchmark ist ein Vergleich verschiedener Kriterien unterschiedlicher Anbieter. Durch die zusätzlichen Daten ergeben sich somit erweiterte Vergleichskriterien. Smart Devices bieten demnach nicht nur Vorteile für die internen Prozesse, sondern auch beispielsweise bei der Beschaffung von Produktionsanlagen.

G. Smart Buildings

Das Internet der Dinge bringt auch Energie-Effizienz mit sich. Bei dem Konzept der Smart Buildings (intelligentes Gebäude) werden die Betriebsdaten, Temperaturen, Verbrauch von Energie und konkrete Betriebszustände von Anlagen überwacht. Um aus einem Gebäude ein smartes Gebäude zu generieren, ist ein Kommunikationsnetzwerk zwischen den Systemkomponenten erforderlich. Dazu sind Verkabelungen, Kabelwege und Geräteräume notwendig. Sie verfügen über Systemdatenbanken und Kommunikationsregeln zwischen den Geräten. Es gibt zwei wesentliche Gründe ein smartes Gebäude zu bauen bzw. ein bestehendes Gebäude smart zu renovieren. Zum einen zur Erzielung von Geldeinsparungen, die sich durch die Gesamtbetriebskosten ergeben. Zum anderen, dass Gebäudeverwaltern und Mietern mittels Smarter Gebäude neue Möglichkeiten geboten werden, die durch separate Systeme nicht realisierbar wären. Dabei meint Integration, dass Systeme miteinander kommunizieren und Daten austauschen, mehr Funktionalitäten bereitstellen und es ermöglichen, dass Informationen von einem Technologiesystem die Aktionen anderer Systeme beeinflussen. [15] Gebäude verfügen i.d.R. über einen Lebenszyklus zwischen 25 und 40 Jahren. Die Lebenszykluskosten beinhalten dabei sowohl die Anschaffungskosten als auch die laufenden Betriebskosten des Gebäudes. Nachstehend sind typische Lebenszykluskosten in einem Diagramm abgebildet.



Abbildung 5: Typische Lebenszykluskosten eines Gebäudes in Anlehnung an Sinopoli, Jim (2006)

Der Grafik ist zu entnehmen, dass sich die Lebenszykluskosten eines Gebäudes grob aus 25 Prozent für Wartungs- und Änderungskosten, 25 Prozent für Konzeptkosten, Design und Konstruktion und 50 Prozent Betriebskosten zusammensetzen. Ziel eines jeden Unternehmens ist es, die Kosten so gering wie möglich zu halten. Der Einsatz von smart Buildings kann sowohl die Konstruktionskosten der Technologiesysteme senken, als auch die laufenden Betriebskosten des Gebäudes. Das Konzept eines Smart Buildings ist im Rahmen einer digitalen Prozessoptimierung entlang der Supply Chain als sinnvoll zu bewerten. Allerdings ist es im ersten Schritt einer Digitalisierung nicht zwingend notwendig, da die wesentlichen Unternehmensprozesse durch den Einsatz dieses Konzepts nicht beeinflusst werden. Mit diesem Konzept lassen sich zwar Einsparungen erzielen, allerdings keine direkten Prozesse optimieren.

H. Smart Grids

Im Zusammenhang mit einem Smart Building ist ebenfalls das Konzept der Smart Grids bedeutend. Zur Inbound Logistik

eines Unternehmens zählt auch im weitesten Sinne die Beschaffung von Strom, zur Versorgung der Produktion und der gesamten Unternehmung. Ein Smart Grid (intelligentes Stromnetz) ist ein elektronisches Netzwerk, das alle Aktionen aller angeschlossenen Nutzer intelligent integriert. Dazu zählen Erzeuger, Verbraucher und solche, die sowohl erzeugen als auch verbrauchen. Es soll eine nachhaltige, wirtschaftliche und sichere Stromversorgung gewährleistet werden. Ein Smart Grid beinhaltet innovative Produkte und Services in Verbindung mit Überwachung, Kontrolle, Kommunikation und selbstheilender Technologien. [5] Smart Grids sollen Netze intelligenter gestalten, ein Gleichgewicht zwischen Energielieferung und -verbrauch erzeugen und die Lieferwege dabei möglichst kurzhalten. Die dezentralen Systeme besitzen mittlerweile eine so ausgeprägte Eigenintelligenz, dass die Energiezufuhr bei gesättigtem Bedarf automatisch reduziert wird. Die künstliche Intelligenz des Stromnetzes soll für Unternehmen die Effizienz des Netzes gewährleisten, indem der Energiefluss analysiert wird, um so Ausfälle zu vermeiden und bei eventuell auftretenden Stromausfällen schneller reagieren zu können. Zur Umsetzung des Smart Grids wird eine offene und flexible Informationsinfrastruktur benötigt, mit der die steigende Geschwindigkeit der Interaktionen realisiert werden kann und eine Verarbeitung der umfangreichen Daten möglich wird. Dazu sind verschiedene Sensoren notwendig, um die Verbrauchsdaten des Unternehmens erfassen zu können. Um ein Smart Grid umsetzen zu können, sind Digitalisierungsmaßnahmen zwingend erforderlich. Der Nebeneffekt des Einsatzes von Smart Buildings sowie Smart Grids ist die aufgrund der regulierten Verbräuche reduzierte Umweltbelastung.

I. Smart Logistics

Ein weiterer Ansatz einer ‚End-to-End‘ Supply Chain ist die Smart Logistics (intelligente Logistik) bzw. die intelligenten Transportsysteme. Intelligente Transportsysteme (ITS) umfassen Anwendungen, die Gebrauch von Informations- und Kommunikationstechnologien machen mit dem Ziel wirtschaftliche, soziale und Energievorteile zu nutzen. ITS kann auf alle Bedeutungen von Transport angewandt werden und beinhaltet alle involvierten Agenten wie Fahrzeuge, Infrastruktur und Benutzer (Fahrer oder Passagier). Mittels Telematik werden die intelligenten Transportsysteme realisiert. Die Hauptfunktion von ITS ist die Verbesserung der Performance von Transportsystemen, ebenso wie die Unterstützung des Managements der Infrastruktur bei ihrer Nutzung und Entscheidungsfindung zu unterstützen. Hier gilt es, die richtigen Daten, zur richtigen Zeit, an den richtigen Ort zu bringen. Mittels einer Cloud können Fahrzeuge vernetzt werden, sodass diese befähigt sind, untereinander zu kommunizieren und so schneller auf gegenseitiges Verhalten reagieren zu können. Die Smart Logistics ist darüber hinaus auch innerbetrieblich einsetzbar und umfasst dabei auch die Vernetzung von Staplern, die im Geschäftsprozess eingebunden werden. Staplern ist dabei anhand von Sensorik möglich, untereinander und mit dem ERP-System zu kommunizieren. Hintergrund ist die Erfassung von Daten der Warenbewegungen. Dazu müssen neben Maschinen und Förderbändern auch bewegliche Geräte, wie Stapler, vernetzt und in die übergeordneten Prozesssysteme integriert werden. Herausforderung dabei ist die Vernetzung von Staplern unterschiedlicher Anbieter.

Darüber hinaus sind sowohl für interne als auch für externe Fahrten autonome Fahrzeuge interessant. Das Konzept der Smart Logistics eignet sich dementsprechend sowohl für die Intra-logistik als auch die externe Logistik.

VI. DIGITALISIERTE INBOUND UND OUTBOUND SUPPLY CHAIN

Neben der innerbetrieblichen Digitalisierung von Prozessen entlang der Wertschöpfungskette ist auch die Digitalisierung von unternehmensübergreifenden Prozessen ein entscheidender Faktor zur Erreichung einer ‚End-to-End‘ vernetzten Supply Chain. Die Inbound- und Outbound-Supply-Chain kann mittels gezielter Digitalisierungsmaßnahmen optimiert werden. Die Digitalisierung der unternehmensübergreifenden Beziehungen zu Kunden, Partnern und Lieferanten liefert einen wesentlichen Beitrag zum Geschäftserfolg.

Die innerbetriebliche und die Inbound-Supply-Chain können mithilfe einer EDI (Electronic Data Interchange)-Schnittstelle miteinander verbunden werden.

Bei der Outbound Supply Chain kann mittels des Einsatzes einer Transportmanagement Software die gesamte Transportabwicklung automatisiert werden. Während bei der herkömmlichen Supply Chain die Anmeldung der Sendungen bei einem Transportdienstleister manuell stattfindet, wird dieser Vorgang mittels einer Transportmanagement Software digitalisiert. Die Logistikdienstleister werden in das System eingespeist, sodass ein direkter Vergleich der Konditionen möglich und keine manuelle Recherche erforderlich ist.

VII. TECHNOLOGIEN ZUR UMSETZUNG EINER SELBSTSTEUERENDEN SUPPLY CHAIN

Die beschriebenen Konzepte, die alle zusammenfließen in einer ‚End-to-End‘ vernetzten Supply Chain, sind nicht ohne technische Hilfsmittel umsetzbar. Die technische Infrastruktur muss gegeben sein und alle Konzepte müssen angemessen in die Prozesse des Unternehmens eingebunden werden. Es muss ein Zusammenspiel zwischen allen Konzepten erzeugt werden. Mitunter bestehen bereits seit längerem einige Technologien, die für die Umsetzung des Internets der Dinge und der damit verbundenen Dienste notwendig sind, allerdings sowohl zu hohen Preisen, als auch in unzureichender Zuverlässigkeit und Variantenvielfalt, sodass diese nicht den industriellen Ansprüchen eines Einsatzes entsprechen. Deshalb kommt es bei neuen Technologien zu langen Vorlaufzeiten, bis diese wirklich vollständig in der Industrie implementiert werden. [4]

A. Sensorik

Zur Umsetzung von Anwendungen in einer Logistik 4.0-Umgebung sind nicht nur Positionen von Objekten, Aufträgen oder Fahrzeugen relevant, sondern darüber hinaus auch Zustände wie Temperaturen, Druck, Füllmengen oder Energieverbrauch. Bei der Digitalisierung werden digitale Techniken zur Messung dieser Zustände eingesetzt oder die Messungen werden autonom durch das Objekt selbst durchgeführt. [4] Wie in den Konzepten herausgestellt, bildet die Sensorik bei einer Vielzahl die Grundlage zur Anwendung. Die Sensorik ermöglicht es Produkten und Maschinen smart zu sein und mit ihrer Umwelt

kommunizieren zu können. Beispielsweise meldet eine Maschine einen zukünftig auftretenden Fehler und bestellt automatisch das benötigte Ersatzteil. Mittels des Einsatzes von Sensorik können Lagerorte anzeigen, wenn eine bestimmte Füllmenge unterschritten wurde und stoßen daraufhin einen entsprechenden Bestellvorgang im ERP-System an. Um diese Informationen der Sensoren verarbeiten zu können benötigen eingebettete Systeme oder Steuerungen eine eigene Software-Intelligenz. Durch Sensoren ist es Unternehmen möglich eine breite Informationsmenge zu erfassen, um diese Daten intelligent zu nutzen. Die Sensorik bedient sich demnach an den Konzepten des Smart Data Feedings und des Smart Data Managements.

B. Maschine-zu-Maschine-Technologien

Maschine-zu-Maschine (M2M) -Technologien bieten ein hohes Optimierungspotenzial zur Veränderung der Zukunft. Mit der Bezeichnung Maschine-zu-Maschine ist der automatisierte Datenaustausch zwischen Maschinen gemeint. Dabei kann eine Maschine ebenfalls eine Software darstellen und nicht nur konventionelle Maschinen wie Motoren oder Fertigungsanlagen. [10] In einer digitalisierten Fertigungsumgebung werden die zuvor erzeugten Daten anhand von M2M weitergegeben. Smart Homes/Buildings, Smart Grids und Connected Cars zählen zu den wichtigsten M2M-Themen. Die Idee ist eine zunehmende Kommunikation von Objekten mit ihrer Umwelt und eine Unterstützung des Menschen. Beispielsweise können Maschinen durch Anwendung von M2M-Technologien Handlungs- und Reparaturempfehlungen geben und daraufhin Service- und Instandhaltungsprozesse weitestgehend automatisiert veranlassen. Das benötigte Ersatzteil wird dabei von der Maschine ermittelt. Ziel ist eine verringerte Stillstandzeit, wodurch eine Reduzierung der Durchlaufzeit möglich ist. [9]

Die M2M-Technologie erzielt außerdem die Umsetzung von Smart Logistics. Fahrzeugen ist es dadurch möglich, untereinander und mit ihrer Infrastruktur zu kommunizieren. [10] Der Einsatz von M2M-Kommunikation wirkt sich erweiternd auf die Wertschöpfungskette eines Unternehmens aus, da der klassische Produkthersteller dadurch nicht mehr nur das Produkt produziert, sondern auch die Anlage betreibt. Im eigenen Unternehmen kann zusätzlich die Überwachung von Maschinendaten zu verbesserten Entwicklungs-, Produktions- und Service-Prozessen führen. Diese Verbesserungen stehen im Zusammenhang mit der optimierten Datenmenge und -qualität. Aufgrund der erweiterten Datenerfassung können Produktionsprozesse besser gesteuert und überwacht werden, sodass Stillstandzeiten minimiert werden können. [9]

C. Robotik

Die Robotik zählt zwar offiziell bereits zur dritten industriellen Revolution, allerdings spielt sie auch in der Industrie 4.0 eine wichtige und treibende Rolle. Die Robotik ist ein schnell wachsender Anwendungsbereich der Digitalisierung. Der Einsatz von Robotik bietet die Chance, die Digitalisierung und Automatisierung von Arbeitsschritten und ganzen Prozessen zu vereinen. Einmal erlernte Tätigkeiten werden fehlerfrei ausgeführt, was zu einer enormen Qualitätssteigerung des Produktes führt. Allerdings ist der Einsatz von Robotern mit hohen Investitionskosten verbunden. Einsatzbereich ist vornehmlich die

Massenproduktion. [18] Ein Roboter ist in der Lage, über Jahrzehnte einen Vorgang immer wieder exakt zu wiederholen, ohne dabei Fehler zu machen. In der Serienfertigung sind Roboter mittlerweile bereits nicht mehr wegzudenken. [2] In der Zukunft sollen aber auch in der Industrie Menschen gemeinsam mit Robotern zusammenarbeiten können. [1] Eine neue Entwicklung der Robotik-Technologie sind unterstützende Roboter. Beispielsweise reichen sie dem Mitarbeiter Bauteile oder Werkzeuge während des Produktionsprozesses an. Dadurch lassen sich menschliche Tätigkeiten in der Produktion vereinfachen und somit Zeitvorteile erzielen. [2] In Bezug auf eine vernetzte Supply Chain bieten Roboter die Chance auf eine Automatisierung der innerbetrieblichen Leistungserstellung, durch die mögliche Zeit- und Qualitätsvorteile erzielt werden können.

D. Automatische-Identifikations-Technik

Um smarte Produkte realisieren zu können wird die automatische-Identifikations-Technik benötigt. Ein Hauptfaktor in der Industrie 4.0 ist es, dass jedes Objekt eine Identität besitzt. [1] Der Begriff Automatische-Identifikations-Technik (Auto-ID-Technik) ist ein Oberbegriff für die automatische Identifizierung von Objekten. Sie umfasst unterschiedliche Verfahren wie die Barcode- oder die RFID-Technik als auch optische Erkennungen mit Hilfe von Kameras. Ein Barcode ist eine Abfolge von parallel verlaufenden Balken und Strichen, welche mittels eines Scanners erfasst und dekodiert werden können. Auto-ID-Technologien schaffen erhebliche Transparenz über den Materialfluss eines Unternehmens hinweg. Durch Auto-ID wird die Verbindung von Informations- und Materialflüssen ermöglicht. Das betrifft sowohl das logistische Netzwerk als auch die Intra-logistik. Die Objektkennzeichnung ist zur Umsetzung des Smart Product-Konzepts zwingend erforderlich.

E. Virtual and Augmented Reality

Eine weitere Technologie zur Optimierung von Prozessen ist die Virtual bzw. Augmented Reality. Die Bedeutung Augmented Reality bzw. Virtual Reality bedeutet erweiterte Realität bzw. virtuelle Realität. Der Unterschied zwischen beiden Bezeichnungen ist, dass die Augmented Reality der computer-gestützten Erweiterung der menschlichen Realitätswahrnehmung dient und die virtual Reality eine komplett neue Umgebung mittels Computer generiert. Beide Varianten arbeiten anhand von Mensch-Maschine-Schnittstellen. Beispiel für den Einsatz der Augmented Reality ist das Projizieren von Montageanweisungen direkt auf das Werkstück.

F. 3D-Druck-Technologie

Eine weitere Technologie der Industrie 4.0 ist die additive Fertigung von Produkten. Die Technologie des 3D-Drucks gehört zu diesen additiven Fertigungsverfahren. Dabei wird der Werkstoff bei der Erzeugung eines Bauteils schichtweise aufgetragen. Die notwendigen 3D-Modelle erhält der Drucker durch am Rechner entworfene Gegenstände. [7] Der 3D-Druck kann die Produktion als auch die Beschaffung von Produkten verändern. Beispielsweise können Prototypen mit dem additiven Fertigungsverfahren gefertigt werden. Vorteil dabei ist, im Vergleich zur Zerspanung, dass keine Abfälle entstehen. [18] Allerdings müssen viele Erzeugnisse nachträglich bearbeitet werden, was mit zusätzlichem Zeitaufwand verbunden ist. Speziell im Bereich des After-Sales kann der 3D-Druck zu einer

Senkung der Lagerkosten führen. Beispiele zeigen, dass sich der 3D-Druck bereits in einigen Bereichen etabliert hat. Daimler Trucks druckt seit Mitte 2017 Ersatzteile aus Metall mit derselben Funktionalität, Zuverlässigkeit, Langlebigkeit und Wirtschaftlichkeit wie bei herkömmlichen Teilen aus konventioneller Fertigung. Bezüglich einer digitalisierten Supply Chain bietet die additive Fertigung Potenzial, die Leistungserstellung zu revolutionieren.

G. Blockchain in der Logistik

Ein weiterer Ansatz auf dem Weg zu einer volldigitalisierten Supply Chain ist die sogenannte Blockchain. Ihren Ursprung hat die Blockchain in Transaktionen im Zusammenhang mit der Kryptowährung Bitcoin, wobei jede abgeschlossene Transaktion des Verkaufs eines Bitcoins ein Glied der Kette bildet. Bei der Kryptowährung handelt es sich um ein digitales, meist dezentrales, verteiltes und kryptografisch verschlüsseltes Zahlungssystem. Sinn dabei ist es, bargeldlose Zahlungstransaktionen abzuwickeln, ohne auf Banken und Behörden angewiesen zu sein. Es wird auf diese Mittelsmänner verzichtet, wodurch sich die Transaktionskosten reduzieren. Manipulationen sind bei der Abwicklung von Transaktionen mittels Blockchain unmöglich, da die Transaktionshistorie nicht nachträglich veränderbar ist. Im Supply Chain Management bietet die Blockchain enormes Potenzial, das Dokumentenmanagement zu revolutionieren. Die Distributionslogistik kann durch papierlose Prozesse effizienter gestaltet werden. Insbesondere die Frachtbriefe in der Schifffahrt. Die beteiligten Akteure können entlang der Supply Chain dabei die Prozesse einsehen. Weiterer Einsatzbereich ist das Tracking and Tracing via Blockchain. Der Rotterdamer Hafen hat bereits Tests der Blockchain angekündigt. Die Reederei Maersk hat ein Pilotprojekt durchgeführt und diverse Sendungen mittels der Blockchain nach Rotterdam nachverfolgt. In der Beschaffung verspricht die Blockchain ebenfalls Optimierungspotenziale durch sogenannte Smart Contracts. Dabei handelt es sich um in der Blockchain vorprogrammierte Verträge, die durch Software interpretierbar sind und so selbstständig für ihre Einhaltung sorgen. Wenn ein bestimmtes Event eintritt werden bestimmte Anpassungen automatisch durch die Blockchain erfolgen. Laut Bridget van Kralingen, Senior Vice President IBM Global Industries, Solutions and Blockchains, sei davon auszugehen, dass die Blockchain vornehmlich im Supply-Chain-Umfeld eingesetzt wird, um von bisher ungenutzten Geschäftschancen Gebrauch zu machen. Trotz der vielversprechenden Potenziale wird sich die Blockchain in der Logistik jedoch nur langsam durchsetzen, was mit der Komplexität der Technologie zu begründen ist. Leicht verständliche Innovationen setzen sich im Vergleich schneller durch. Die Vorteile der Blockchain sind zwar klar ersichtlich, der konkrete Nutzen ist allerdings nicht unmittelbar zu erschließen. Für Unternehmen bedeutet dies, die Entwicklung der Blockchain weiterhin zu beobachten, um so gegebenenfalls den Einstieg nicht zu verpassen.

VIII. PROBLEMDARSTELLUNG

Die Digitalisierung der Welt ist bereits weit vorangeschritten und auch die Digitalisierung in Unternehmen ist auf dem Vormarsch. Es existiert bereits, wie in den vorherigen Abschnitten dargestellt, eine Vielzahl an Digitalisierungskonzepten für eine

digitalisierte ‚End-to-End‘ Supply Chain. Die Motivation dieses Beitrags ist daher, zu manuell gestaltete Prozessabwicklungen, aufgrund derer die Durchlaufzeiten unnötig lang sind und somit Potenziale nicht ausgeschöpft werden, durch geeignete Konzepte zu optimieren. Zeit- und Kostenvorteile sollen ausgenutzt werden. Bei den innerbetrieblichen Prozessen besteht durch manuelle Abwicklung eine hohe Gefahr von Datenverlust. Handschriftliche Dokumente durchlaufen mitunter mehrere Abteilungen, da sie abteilungsübergreifende Daten enthalten. Über die internen Vorgänge hinaus sorgt auch die Abwicklung unternehmensübergreifender Prozesse für nicht ausgenutzte Potenziale. Zu hoher administrativer Aufwand sorgt auch hier für Zeitverluste. Deshalb ist es auch an dieser Stelle das Ziel solche Digitalisierungskonzepte anzuwenden, die optimierte Abläufe ermöglichen.

IX. ZIELE DER DIGITALISIERUNG

Für die Umsetzung der dargelegten Konzepte wurden konkrete Ziele festgesetzt. Eine detaillierte Zielvorgabe stellt bei Projekten eine grundlegende Voraussetzung dar. Übergeordnetes Ziel der Digitalisierung der Supply Chain ist es, eine möglichst selbststeuernde Supply Chain. Daraus ergeben sich folgende Unterziele:

Zum einen ist das die **Kostenersparnis**. Daraus resultiert die Zielsetzung der **Prozesssicherheit**, um eine nahezu Null-Fehler-Kommissionierung zu erreichen. Durch fehlerhafte Kommissionierungen entstehen unnötige Mehrkosten, die vermieden werden können. Ein weiteres Unterziel zur Erreichung von Kostenersparnissen ist die Erzielung von **Zeitersparnissen** produktiver und administrativer Tätigkeiten. Produktive Tätigkeiten umfassen bei der Kommissionierung die Picks pro Mitarbeiter und Tag oder den Montageprozess. Administrative Tätigkeiten umfassen das Ausfüllen von Dokumenten und die Eingabe im EDV-System. Auf Grundlage der Zeitersparnis ergibt sich das Ziel der **Durchlaufzeitverkürzung**. Die Durchlaufzeit ergibt sich aus der Zeit der Auftragsbelastung bis zum Versandzeitpunkt. Ein weiteres wichtiges Ziel der Digitalisierung stellt die **Datensicherheit** dar. Bei papierlastigen bzw. manuellen Prozessen besteht zu jeder Zeit die Gefahr des Datenverlusts oder der fehlerhaften Eingabe von Daten. Ebenfalls ein wichtiges Ziel, auch in Zusammenhang mit der Selbststeuerung der Supply Chain, ist die **Transparenz**. Die Prozesse entlang der Wertschöpfungskette müssen für jede Abteilung übergreifend überschaubar sein, sodass in keiner Abteilung eine Art Blackbox entsteht.

Wichtiges Kriterium zur nachträglichen Bewertung der Zielerreichung sind Kennzahlen. Zur Bewertung der Durchlaufzeit eines Auftrages kann die folgende Formel herangezogen werden:

$$\text{Zeitpunkt des Prozessendpunktes} - \text{Zeitpunkt des Prozessstartpunktes} \quad (\text{VIII.1})$$

Mit der Durchlaufzeit lässt sich messen, ob durch Digitalisierungsmaßnahmen eine Zeitersparnis erzielt werden konnte. Darüber hinaus lässt sich anhand der Kommissionieranteile die Kommissionierleistung in Picks pro Stunde bestimmen (VIII.2):

$$\text{Basiszeit} + \sum (\text{Wegzeit} + \text{Greifzeit} + \text{Totzeit}) \quad (\text{VIII.2})$$

Die Basiszeit beinhaltet alle Aktivitäten, die vorbereitend für den eigentlichen Pick-Prozess sind, wie zum Beispiel das Lesen der Kommissionieraufträge, die Bereitstellung von Paletten usw. Die Wegzeit beinhaltet den Weg, den ein Kommissionierer zwischen zwei Picks zurücklegt. Die Greifzeit definiert die Zeit, die bei der Entnahme eingesetzt wird. Die Totzeit ist die Zeit, die beispielsweise für das Suchen eines Regalstellplatzes aufgewendet wird.

Um die Produktivität im Wareneingang messbar zu machen, ist es notwendig, die Wareneinlagerungsquote zu berechnen. Anhand dieser lässt sich ermitteln, ob ein Tagespensum erreicht wurde oder nicht. Mit nachfolgender Formel (VIII.3) lässt sich die Wareneinlagerungsquote berechnen:

$$\text{Wareneinlagerungsquote} = \frac{\text{Anzahl einzulagernde Paletten Tag} - \text{Anzahl zu spät eingelagerte Paletten / Tag}}{\text{Anzahl einzulagernde Paletten / Tag}} \quad (\text{VIII.3})$$

Generell gilt bei Digitalisierungsprojekten der Grundsatz: Weniger ist mehr. Denn, wenn zu hohe Ziele verfolgt werden, besteht die Gefahr, dass sowohl Geld als auch Zeit verschwendet werden. Der Erfolg eines Projektes lässt sich erst im Nachhinein messen. Deshalb besteht der schlanke Weg der Digitalisierung darin, schrittweise in kleinen, steuerbaren Projekten vorzugehen, bei denen das Ziel mithilfe von Experimenten und Optimierungen erreicht wird.

X. ANWENDUNG AUF DIE PROZESSE DER WERTSCHÖPFUNGSKETTE

Bei der Anwendung auf die Wertschöpfungskette des Unternehmens haben sich für jedes Konzept Anwendungsbereiche im Unternehmen ergeben. Die Konzepte Smart Grids und Smart Buildings sind dabei allerdings zweitrangig, da diese keinen direkten Einfluss auf die Prozesse eines Unternehmens haben und somit nicht unmittelbar zur Zielerreichung beitragen. In der Auftragsbelastung kann anhand einer EDI-Schnittstelle die innerbetriebliche mit der Outbound-Supply-Chain verknüpft werden. Dadurch verringert sich der Arbeitsaufwand und es wird eine Durchlaufzeitverkürzung erreicht. In der Disposition können Bestellauslösungen durch Einsatz des Smart Data Feedings und Smart Data Managements in Verbindung mit der Technologie der Sensorik selbststeuernd gestaltet werden. Im Bereich des Wareneingangs ergeben sich mehrere Ansatzpunkte der Digitalisierung. Lieferscheine werden zukünftig digital erfasst, anstatt diese in ausgedruckter Form durch einen Mitarbeiter abholen zu lassen. Das Smart Data Feeding ist sowohl im Wareneingang als auch bei der Kommissionierung von Aufträgen und dem Versand interessant. Das Konzept der Smart Products bildet einen gewissen Handlungsrahmen, um das Konzept des Smart Data Feedings anwenden zu können. Die Produkte müssen im ersten Schritt Konnektivität erreichen, sodass eine digitale Erfassung möglich wird. Produkte werden anhand dieser

Konzepte zukünftig digital erfasst und im ERP-System verarbeitet, wodurch eine Vielzahl an manuellen Prozessen entfällt und eine Durchlaufzeitverkürzung erzielt wird. In Zusammenhang mit dem Smart Data Feeding ist dementsprechend auch das Konzept der Enterprise Mobility anwendbar. Die Daten bei der Kommissionierung, dem Wareneingang und dem Versand werden zukünftig nicht mehr an einem stationären Arbeitsplatz erfasst, sondern mobil von unterwegs. Dadurch werden unnötige Wege eingespart, wodurch eine Durchlaufzeitverkürzung und somit Kosteneinsparungen erzielt werden. Die Konzepte Smart Data Feeding, Smart Data Management und Enterprise Mobility sind entsprechend für eine grundlegende Optimierung zu einer digitalisierten, selbststeuernden Supply Chain notwendig. Beim Kommissionierprozess kann unter Anwendung des Smart Data Feedings und Smart Data Managements die Technologie der Augmented Reality eingesetzt werden. Dabei findet die Kommissionierung über Datenbrillen statt. Dem Kommissionierer werden alle notwendigen Informationen über eine Brille eingeblendet. Das Konzept der Smart Logistics kann beim Kommissioniervorgang, dem Wareneingang und dem Versandlager angewendet werden. Die bisher manuellen Stapler können durch fahrerlose Stapler ersetzt werden, um die innerbetrieblichen Transporte zu optimieren. Die Kommunikation findet dabei über Funk zwischen Staplern und Modulen statt, was wiederum dem Konzept der M2M-Kommunikation entspricht.

Darüber hinaus kann mittels Enterprise Mobility in der Montage gearbeitet werden. In der Montage findet ebenfalls das Konzept der Smart Devices Anwendung. In Verbindung mit der M2M-Kommunikation können die Maschinen untereinander, mit Produkten und mit Software kommunizieren. Der Einsatz von Augmented Reality ist dort ebenfalls sinnvoll. Dabei werden Montageschritte auf das Werkstück projiziert, wodurch eine Prozesssicherheit gewährleistet wird. Bei fehlerhafter Montage reagiert das System, sodass der Mitarbeiter darüber informiert wird, dass eine Komponente fehlerhaft montiert wurde.

Die additive Fertigung findet sowohl in der Beschaffung als auch in der Montage Anwendung. Mittels der 3D-Druck-Technologie können Teile von Leuchten gefertigt werden oder diverse andere Komponenten, die in der Beschaffung hohe Kosten erzeugen oder lange Lieferzeiten haben.

Die Technologie der Blockchain betrifft alle Akteure der Supply Chain. Dementsprechend kann diese Technologie übergeordnet betrachtet werden. Es handelt sich dabei eher um eine Digitalisierung der Inbound- und Outbound-Supply-Chain. Die zuvor genannten Konzepte können bzw. müssen parallel gleichwohl umgesetzt werden, um auch die innerbetrieblichen Prozesse zu digitalisieren. Erster Schritt zur Anwendung einer Blockchain sind papierlose Prozesse, die durch ein Zusammenspiel der Konzepte Smart Data Feeding und Management und Smart Products erreicht werden. Die Partner, mit denen das Unternehmen zusammenarbeitet, müssen die Technologie jedoch ebenfalls anwenden, da diese sonst keinen Mehrwert bietet.

XI. INTERPRETATION

In diesem Beitrag wurden Konzepte einer digitalisierten Supply Chain erarbeitet und anhand der Prozesse eines Automobilzu-

lieferers auf ihre Anwendbarkeit überprüft. Dabei wurde sowohl die innerbetriebliche Leistungserstellung betrachtet als auch die Prozesse der Inbound- und Outbound-Supply-Chain. Auf Grundlage der Analyse kann einer digitalisierten Supply Chain ein hoher Stellenwert beigemessen werden. Bei der Analyse der beispielhaften Prozesse eines Automobilzulieferers hat sich für jedes der Konzepte ein möglicher Einsatzbereich ergeben. Elementar für eine Fertigungsumgebung nach den Grundsätzen einer Industrie 4.0 ist die Sensorik. Darauf aufbauend ist eine Maschine-zu-Maschine Kommunikation bedeutend, um Smart Data Feeding zu ermöglichen. Zu Beginn müssen dazu Produkte konnektiv gestaltet werden, um Konzepte wie das Smart Data Feeding umsetzen zu können. Die Smart Products bilden also den Handlungsrahmen für die Anwendung weiterer Konzepte. Die Konzepte Smart Buildings und Smart Grids sind als übergeordnete Konzepte zu betrachten, da sie auf die Prozesse eines Unternehmens keinen direkten Einfluss nehmen. Allerdings bedeutet dies nicht, dass sie unbeachtet bleiben sollten, da sie dennoch Kosteneinsparungen erzielen. Die eingangs aufgestellte These, dass Digitalisierungsmaßnahmen Prozessschritte reduzieren, lässt sich bestätigen. Bei der beispielhaften Anwendung auf die Prozesse des Unternehmens wird deutlich, dass viele Vorgänge durch Anwendung unterschiedlicher Konzepte überflüssig werden. Die konkreten Durchlaufzeiten einzelner Prozesse wurden nicht tiefergehend ermittelt, allerdings lässt sich ableiten, dass durch die Reduzierung von Prozessschritten eine Durchlaufzeitverkürzung erzielt wird. Dementsprechend lässt sich auch diese These bestätigen. Anhand der dargelegten Kennzahlen ist es Unternehmen möglich die Durchlaufzeiten der einzelnen Prozesse zu erfassen, um so eine vergleichende Analyse des Ist- und des Soll-Zustandes durchzuführen, wodurch die Bewertung einzelner Konzepte möglich wird.

Eine vollständig vernetzte Supply Chain, bei der alle genannten Konzepte ineinandergreifen, ist zwar nach den Grundsätzen der Industrie 4.0 und der damit verbundenen Digitalisierung die optimale Lösung, allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass jede Digitalisierungsmaßnahme mit Kosten verbunden ist. Deshalb ist es unvorteilhaft, alle Prozesse simultan zu optimieren. Bei Digitalisierungsprojekten bzw. generell bei Projekten sollen i.d.R. möglichst gewinnbringende Erfolge erzielt werden. Das strategische Ziel für Unternehmen sollte eine ‚End-to-End‘- Supply Chain darstellen. Jedoch können operativ nur einzelne Konzepte auf einzelne Prozesse angewendet werden. Aufgrund der Komplexität der Konzepte ergeben sich mehrere Unterprojekte, die einzeln betreut werden müssen. Dafür ist es in Zukunft notwendig, Maßnahmen der Digitalisierung in der Unternehmensstrategie zu implementieren.

Die Konzepte, die sich bei dem Beispielunternehmen ergeben haben werden nachfolgend aufgeführt:

- Smart Products
- Enterprise Mobility, Smart Data Feeding
- Smart Data Management (Workflowoptimierung)
- Einführung Sensorik zur Meldebestandsüberwachung
- Einführung EDI bzw. Webportal
- Smart Devices
- M2M Kommunikation

Zur nachträglichen Erfolgsbewertung eines angewandten Konzeptes, müssen zunächst die Investitionskosten der einzelnen

Konzepte ermittelt werden. Dazu werden verschiedene Hard- und Software-Anbieter verglichen, um so das beste Angebot bestimmen zu können. Zu Beginn sollte ein Pilotprojekt der Konzepte Smart Products und Enterprise Mobility durchgeführt. Dieses Pilotprojekt hat den Zweck, der vorläufigen Bewertung eines digitalisierten Prozesses im Vergleich zu einem nicht digitalisierten. Dabei wird herausgestellt, ob die definierten Ziele erreicht werden können. Bei erfolgreicher Pilotphase werden entsprechende Maßnahmen in der Strategie implementiert. Infolgedessen wird das Konzept Smart Data Feeding praktikabel und dementsprechend angewendet.

Quellen:

- [1] Andelfinger, Volker P.; Hänisch, Till (Hrsg.) (2015): Internet der Dinge. Technik, Trends und Geschäftsmodelle, Wiesbaden: Springer Gabler.
- [2] Andelfinger, Volker P.; Hänisch, Till (Hrsg.) (2017): Industrie 4.0. Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern, Wiesbaden: Springer Gabler.
- [3] Balzert, Helmut; Schröder, Marion; Schäfer, Christian (2014): Wissenschaftliches Arbeiten: Ethik, Inhalt, & Form wissenschaftlicher Arbeiten, Handwerkzeug, Quellen, Projektmanagement, Präsentation, 2. Auflage. Dortmund: W3L AG
- [4] Buchholz, Bernd Michael; Styczynski, Zbigniew Antoni (2014): Smart Grids: Fundamentals and Technologies in Electricity Networks, Berlin Heidelberg: Springer.
- [5] Bousonville, Thomas (2017): Logistik 4.0. Die digitale Transformation der Wertschöpfungskette, Wiesbaden: Springer Gabler.
- [6] Donner, Andreas (2017): Was ist Enterprise Mobility? URL: <https://www.ip-insider.de/was-ist-enterprise-mobility-a-623279/>, Abruf am 09.03.2018.
- [7] Frost, Simon (2016): <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/die-dritte-dimension-wie-berliner-3-d-drucker-die-industrie-veraendern-sollen/12809018.html#>, Abruf am 16.03.2018.
- [8] Gentsch, Peter (2018): Künstliche Intelligenz für Sales, Marketing und Service. Mit AI und Bots zu einem Algorithmic Business – Konzepte, Technologien und Best Practices. Wiesbaden: Springer Gabler.
- [9] Kaufmann, Timothy (2015): Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge, Wiesbaden: Springer Vieweg.
- [10] Glanz, Axel; Büsgen, Marc (2013): Machine-to-Machine Kommunikation. Frankfurt: Campus Verlag.
- [11] Jähnichen, Stefan (2015): Von Big Data zu Smart Data- Herausforderungen für die Wirtschaft: https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/SmartData_NL1.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- [12] Müller, Stefan (2016): Internet of Things (IoT). Ein Wegweiser durch das Internet der Dinge.
- [13] Patel, Rakesh (2014): Enterprise Mobility Strategy & Solutions. Indien: Partridge.
- [14] Rouse, Margret: Enterprise Mobility Management (EMM): URL: <http://www.searchnetworking.de/definition/Enterprise-Mobility>, Abruf am 02.02.2018.
- [15] Sinopoli, Jim (2006): Smart Buildings: A Handbook for the Design and Operation of Building Technology Systems, Austin, Texas: Spicewood Publishing.
- [16] Thames, Lanes; Schaefer, Drik (Editors): Cybersecurity for Industry 4.0. Analysis for Design and Manufacturing, Birmingham, UK: Springer Verlag.
- [17] Thonemann, Ulrich et al. (2003): Supply Chain Champions. Was sie tun und wie Sie einer werden. Wiesbaden: Gabler/GWV Fachverlag.
- [18] Weinreich, Uwe (2016): Lean Digitization. Digitale Transformation durch agiles Management. Berlin Heidelberg: Springer Gabler.