

GWriters Akademie

Institut für Betriebswirtschaftslehre



Auswirkung der Digitalisierung auf die Wertschöpfungskette

Wissenschaftliche Arbeit - Seminararbeit

Referent (Gutachter): Prof. Dr. Max Mustermann

Betreuer: Alex Mustermann

Erstprüfer: Gerhard Mustermann

Zweitprüfer: Sabine Mustermann

Vorgelegt von: Milena Fischer
Matrikelnummer: 111 111
Adresse: Kurfürstendamm 1
11719 Berlin
E-Mail: fischer@gwriters.de
Telefon: +49 30 8093323-26
Studienfach: BWL
Sommersemester 2019

Berlin, 23.07.2019

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	II
Abbildungsverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	III
1. Einleitung.....	1
2. Begriffliche Eingrenzung von Digitalisierung und Industrie 4.0	2
3. Steuerung der Produktionseinheiten.....	3
3.1. Dezentrale Steuerung.....	5
3.2. Vertikale Integration	6
3.3. Horizontale Integration	7
3.4. Technische Assistenzsysteme	8
4. Wertschöpfungskette und Digitalisierung	9
5. Fazit.....	12
Literaturverzeichnis	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Digitale Transformation am Beispiel der Automobilindustrie	3
Abbildung 2: Vertikale Integration	6
Abbildung 3: Horizontale Integration	8

Abkürzungsverzeichnis

BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CPS	cyber-physische System
CRM	Custom Relationship Management
ERP	Enterprise Resource Planning
HMI	Human Machine Interaction
IDC	International Data Corporation
IIoT	Industrial Internet of Things
KMU	kleine und mittlere Unternehmen

1. Einleitung

Die Industrie 4.0. in Form der vernetzten Digitalisierung ist als Meilenstein der industriellen Weiterentwicklung zu erachten. Diese findet in einer Unternehmensumwelt statt, die durch steigende Komplexität und Dynamik gekennzeichnet ist. Volatile Nachfrage, individualisierte Produkte und daraus folgend eine große Anzahl an Produktvarianten sowie hoher Kostendruck sind als aktuelle Herausforderungen für Unternehmen zu sehen (vgl. Solder, 2014, S. 85). Die durchgängige Digitalisierung gilt in diesem Zusammenhang als notwendiges Konzept der Wirtschaft, um es Unternehmen zu ermöglichen, flexibel, umgehend und zum Teil mit innovativen Angeboten sich verändernden Kundenbedarfen zu entsprechen und diesbezügliche Anpassungen vorzunehmen (vgl. Dombrowski & Wagner, 2014, S. 351).

Laut der Studie „Digitalisierungs-Enabler der Fachbereiche im Mittelstand“ des Magazins Techreport wird die Wichtigkeit der Digitalisierung von rund zwei Drittel aller Befragten als „zunehmend oder absolut wichtig“ für das eigene Unternehmen eingeschätzt (vgl. Becker, 2016). Für diese Studie wurden im Mai 2016 deutschlandweit 215 Unternehmen aller Branchen zur Digitalisierung befragt. Nur für einen sehr kleinen Teil hat Digitalisierung nach eigener Einschätzung kaum eine Bedeutung. Bei dieser Beurteilung spielt die Größe des Unternehmens eine wichtige Rolle. Während bei den Unternehmen mit 50-249 Mitarbeitern 56 Prozent die Bedeutung der Digitalisierung als „zunehmend und absolut wichtig“ einschätzen, sind dies bei solchen mit bis zu 999 Mitarbeitern 69 Prozent und bei Unternehmen mit über 1000 Mitarbeitern sogar 80 Prozent (vgl. Becker, 2016). Für eine vergleichbare Studie wurden 2016/17 deutschlandweit 262 Unternehmen untersucht, wobei solchen mit über 2000 Mitarbeitern solchen mit weniger als 2000 Mitarbeitern gegenübergestellt wurden. Sie wurde von der Universität Würzburg, der HTWK Leipzig sowie dem Bundesverband Materialwirtschaft durchgeführt. Ihrem Ergebnis nach hatten 54,9 Prozent der Befragten noch keine Strategie für Umsetzung der Industrie 4.0 entwickelt (vgl. Bogaschewsky & Müller, 2017, S. 4), auch wenn diese Zahl bei Großunternehmen bzw. Konzernen nur bei 32,6 Prozent lag. Eine sehr konkrete

Strategie zu haben, gab dabei insgesamt nur 9,3 Prozent an, bei den KMU waren es sogar nur 3,3 Prozent. Um die Wichtigkeit der Digitalisierung zu unterstreichen, will die vorliegende Arbeit ihre Auswirkungen auf die Wertschöpfungskette theoretisch herausarbeiten.

2. Begriffliche Eingrenzung von Digitalisierung und Industrie 4.0

Ursprünglich wird unter dem Begriff Digitalisierung das Umwandeln von einem analogen Signal zu einem digitalen Format verstanden (vgl. Bendel o.J.). Diese Form der Digitalisierung wird auch als „reine“ Digitalisierung bezeichnet, die der dritten industriellen Revolution zuzuordnen ist. Dieser Prozess ist weitestgehend abgeschlossen, denn Maschinen werden nur noch selten manuell und somit analog gesteuert (vgl. Volk, 2016, S. 14). Die Definition der Digitalisierung wurde durch die Ausdehnung der Kommunikationswege und der Möglichkeit des Vernetzens, das heißt eine standortsunabhängige Verbindung von Menschen, Diensten und Objekten in Echtzeit, mittels des Internets, erweitert (vgl. Vernim, Wehrle & Reinhart, 2016, S. 569). Eine durchgängige bzw. vernetzte Digitalisierung ist revolutionär und stellt somit die vierte industrielle Revolution – Industrie 4.0 – dar. Treiber für die zunehmende flächendeckende Vernetzung sind unter anderem die fallenden Preise für Sensoren und Prozessoren, die sich etwa alle zwei Jahre halbieren (Moore's Gesetz) (vgl. BMWi, 2015, S. 5 f.). Die Ermittlung, Verwaltung, Absicherung, Übertragung und die Kommunikation der Produktionsdaten sowie -informationen erfolgen innerhalb einer digitalen Produktion durchgehend in digitaler Form. Somit können vom Produkt über Maschinen alle Assistenzsysteme bis hin zum Mitarbeiter untereinander Daten und Informationen in Echtzeit austauschen bzw. miteinander kommunizieren. Dadurch ergibt sich eine vernetzte, intelligente und digitale Produktion und schlussendlich eine „Smart Factory“ (vgl. Westkämper et al., 2013, S. V, 12; Vernim, Wehrle & Reinhart, 2016, S. 569).

Darauf aufbauend entstand der Begriff Industrie 4.0 im Jahre 2011 in Deutschland. Seither wird der Begriff inflationär für jegliche Anwendungsfälle und Technologieentwicklungen

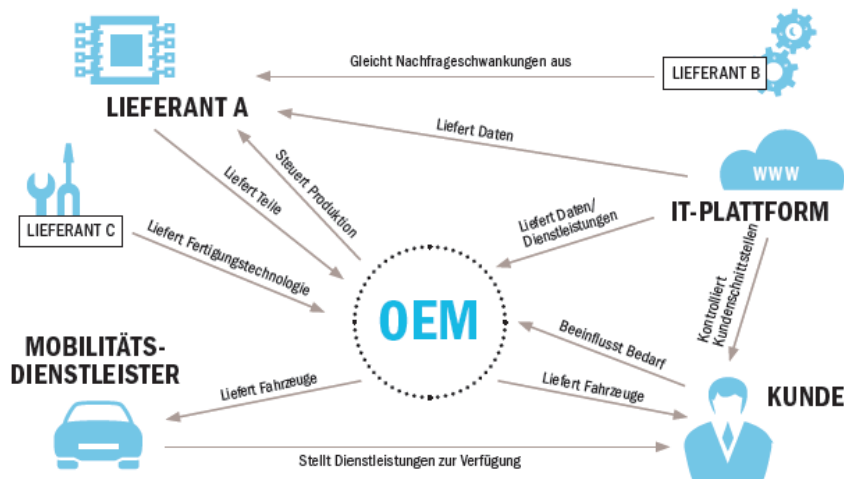
gen verwendet, die vermeintlich in Zusammenhang zur digitalen Transformation der Produktion stehen, was zu einer zunehmenden Verwässerung des Themas Industrie 4.0 führt (vgl. Bauernhansl et al., 2016, S. 3). Der Metabegriff 4.0 steht jedoch für die Fortentwicklung der Produktions- und Wertschöpfungssysteme mittels der Vernetzung der realen mit der digitalen Welt. Dabei handelt es sich um die Verbindung der cyberphysischen Systeme. Diese geschieht auf einer vertikalen (innerhalb eines Unternehmens) und einer horizontalen Ebene (sowohl über mehrere Unternehmensfelder als auch entlang mehrerer Betriebe, die der Supply Chain angehören). Ziel ist dabei die effiziente, dezentral gesteuerte und flexibel organisierte Produktion von Waren oder die entsprechende Realisierung von Dienstleistungen (vgl. Bischoff et al., 2015, S. 12).

3. Steuerung der Produktionseinheiten

Die zentrale Auswirkung der Digitalisierung auf die Wertschöpfungskette besteht in der Verknüpfung der virtuellen mit der realen Fertigungswelt, sodass neue Produkte und Dienste entstehen können. Derzeit befindet sich die Industrie in der Anfangsphase der Umsetzung. Die Digitalisierung im Sinne der Industrie 4.0 wird als Paradigmenwechsel für die industrielle Fertigung angesehen, da sich die Rahmenbedingungen grundlegend ändern werden. Am Beispiel der Automobilindustrie kann gezeigt werden, wie die Prozesse von der Entwicklung bis zum Vertrieb zusammenhängen und dementsprechend die Digitalisierung in alle Bereiche hineinwirken muss, um die Wertschöpfungskette zielgerichtet durchdringen zu können (siehe

Abbildung 1).

Abbildung 1: Digitale Transformation am Beispiel der Automobilindustrie



(Quelle: Berger, 2015, S. 18)

Im Zuge der Entwicklung werden die bislang hierarchisch starr-kontrollierten Produktionssaggregate durch flexible Strukturen mit aktiven, eigenständigen sowie selbstkontrollierenden bzw. -organisierenden Produktionseinheiten ersetzt (vgl. Solder, 2014, S. 97; Spath et al., 2013, S. 91 f.). Hierzu zählen nach Obermaier (2016, S. 6):

- Datenerfassung und -verarbeitung in Echtzeit
- Vertikale Integration
- Horizontale Integration
- Dezentrale Steuerung
- Assistenzsysteme

Mit diesen neuartigen Funktionen wird eine durchgängige, vernetzte Digitalisierung entlang der gesamten Supply Chain und den beteiligten Akteuren ermöglicht. Hierbei nehmen sogenannte cyber-physische Systeme (CPS) eine bedeutende Rolle ein (vgl. Obermaier, 2016, S. 6). Sie erfassen Daten mittels Sensoren. Embedded Systems (eingebettete Systeme) werten die ermittelten Daten aus. Sog. Aktoren wirken auf die realen Vorgänge ein, kommunizieren über ein entsprechendes Datenformat wie beispielsweise das Internet und verfügen über eine Mensch-Maschine-Schnittstelle. In dem hieraus entstehenden „Internet of Things“ werden die virtuellen „Things“ des Internets mit den realen „Things“ aus der realen Produktionswelt sowie die Mitarbeiter miteinander verbunden. Ziel eines CPS ist eine Koordination der Informationsdaten sowohl in der Produktion als

auch entlang der Supply Chain in Echtzeit, um somit schnell und flexibel auf Veränderungen reagieren zu können (vgl. Obermaier, 2016, S. 6). Die Verbindung der Datenebene der digitalen Fabrik mit den physischen Vorgängen der realen Fabrik ermöglicht den dafür erforderlichen Austausch entscheidender echtzeitbasierter Informationen innerhalb aller involvierter Ebenen der Produktion sowie aller beteiligten Akteure entlang der Supply Chain. Zukünftig werden sich Aufträge selbständig durch die Produktion sowie über die gesamte Supply Chain steuern können (vgl. BMBF, 2012, S. 6; Gatzke, 2013, S. 7; Gneuss, 2014, S. 3).

3.1. Dezentrale Steuerung

Dezentrale Entscheidungsmechanismen vermindern die Planlaufzeiten hinsichtlich der Herstellung des Produktes (vgl. Bartels, 2014, S. 15). Es besteht die Möglichkeit, die Kundenaufträge kurzfristig abzuwickeln. Bei Bedarf kann der Kunde nach Auftragseinstellung und sogar noch während des Produktionsprozesses seinen Auftrag abändern lassen, weil der Auftragszustand permanent mithilfe der digitalen Kontrolle des Wertschöpfungsprozesses abgefragt und reguliert werden kann. Außerdem sind die Konzepte für die Produktion im Sinne der Industrie 4.0 gekennzeichnet durch ressourcensparende und verschwendungsgeringe Wertschöpfung, da durch die Orientierung an den Kundenbedürfnissen nur die Erzeugnisse hergestellt werden, die in Auftrag gegeben wurden (vgl. Gneuss, 2014, S. 3).

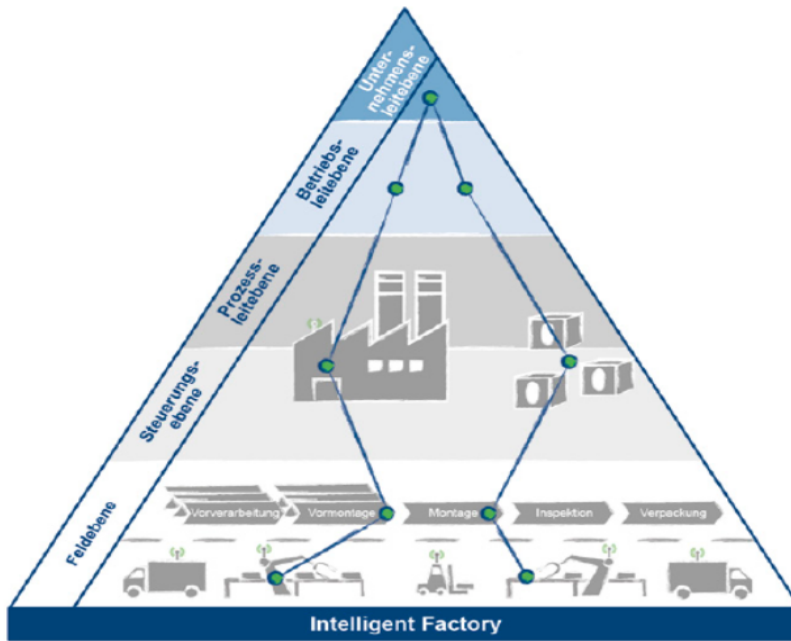
Die Mitarbeiter sind mittels mobiler Endgeräte und „Social Media Netzwerke“ in das digitale System des Betriebes involviert und es besteht die Möglichkeit, die Produktion auch aus einer räumlichen Entfernung zu bedienen. Entscheidende Informationen sind zu jedem Zeitpunkt ortsunabhängig verfügbar. Die zukünftige industrielle Arbeit ist somit nicht mehr zwingend lokal zu erbringen (vgl. Spath et al., 2013, S. 4). Es besteht daher die Option, die Produktionssteuerung individuellen Bedürfnissen der Beschäftigten, zum Beispiel im Hinblick auf den Arbeits- und Lebensrhythmus, anzupassen (vgl. BMBF, 2012,

S. 7). Für die Betriebe bedeutet die Nutzung der Industrie 4.0 eine erhöhte Wettbewerbsfähigkeit. Individuelle Kundenbedarfe, die kurzfristig entstehen, können mittels flexibler sowie effizienter Kapazitätspotenziale des Produktionssystems kostengünstig realisiert werden. Es ist ein sich vollziehender Wandel der Geschäftstätigkeit der Betriebe zu erkennen, indem mehr Serviceorientierung vorangetrieben und arbeitsteilig produziert wird, sodass eine kooperative Wertschöpfung mehrerer Leistungsträger stattfindet (vgl. Bischoff et al., 2015, S. 8).

3.2. Vertikale Integration

Wichtig ist, dass die unternehmensinternen Hierarchieebenen der Automatisierungspyramide eines Unternehmens zu einem System integrieren werden, um die erforderlichen Daten durchgängig über alle Ebenen hinweg zu übertragen. Hierbei spricht man von der vertikalen Integration. Dabei kommunizieren CPS basierte Maschinen, Produktionsmittel und Produkte untereinander. Dadurch wird ein Zugriff auf die Daten und das Netzwerk des Unternehmens in Echtzeit ermöglicht, wodurch die Produktion flexibler und dezentral geplant und gesteuert werden kann (vgl. Dorst, 2015, S. 40; Internationaler Controller Verein, 2015, S. 6). Ziel der vertikalen Integration ist somit die Vernetzung bzw. ein durchgängiger Informationsfluss von der Feldebene (Sensoren/Aktoren) bis hin zur Unternehmensleitebene (Enterprise Resource Planning, ERP-System). Dadurch können individuelle bzw. kleine Losgrößen effizient durch das Unternehmen bzw. die Produktion gesteuert werden (vgl. Plass, 2015, S. 8 f.) (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Vertikale Integration

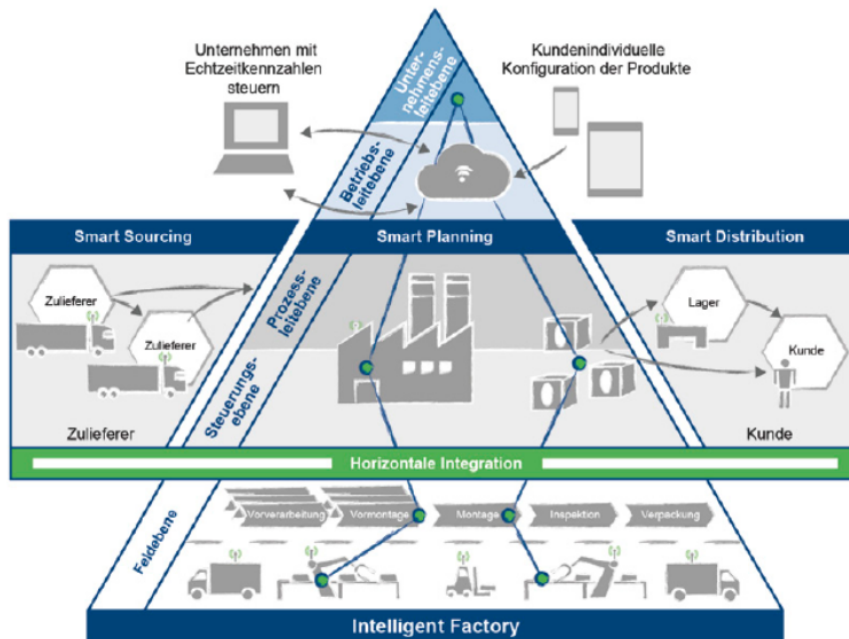


(Quelle: Plass, 2015, S. 8).

3.3. Horizontale Integration

Unter der horizontalen Integration versteht man, dass alle Produktions- und Fertigungsprozesse sowohl der internen als auch externen Wertschöpfungskette miteinander vernetzt werden (vgl. Internationaler Controller Verein, 2015, S. 5). Sie baut somit auf die vertikale Integration auf, unterstützt eine unternehmensübergreifende Zusammenarbeit zwischen Lieferanten und Kunden, also entlang der gesamten Wertschöpfungskette, und lässt somit ein transparentes Wertschöpfungsnetzwerk entstehen. Durch eine intelligente Vernetzung mit den Lieferanten (Smart Sourcing) entlang der Wertschöpfungskette können beispielsweise Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe „just in time“, das heißt bedarfsgerecht, angeliefert werden (vgl. Plass, 2015, S. 9 f.). Mittels „Smart Sourcing“ können zudem Kunden ihren Auftragsstatus in der Produktion sowie während des Transports in Echtzeit verfolgen, bis die Ware eintrifft (Tracking & Tracing). Wird die gesamte Wertschöpfungskette vernetzt, wird eine intelligente Produktionsplanung (Smart Planning) möglich, das heißt, Unternehmen können ihre Produktion bedarfsgerecht steuern sowie flexibel auf Veränderungen bzw. Störungen entlang der Supply Chain reagieren (vgl. Plass, 2015, S. 9 f.) (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3: Horizontale Integration



(Quelle: Plass, 2015, S. 9)

Durch Kombination einer horizontalen und vertikalen Integration von IT-Systemen bzw. eine gesamtheitlich vernetzte Wertschöpfungskette können Unternehmen schnell und flexibel auf individuelle Kundenwünsche reagieren und dementsprechend die Produktion anpassen (Mass Customization) (vgl. Siepman, 2016, S. 38). Bei den Wechselwirkungen zwischen intelligenten Objekten, Produkten und Maschinen mit Personen in der Smart Factory ist die Konstruktion von Mensch-Maschine-Schnittstellen (HMI, Human-Machine Interaction) von entscheidender Bedeutung. Die Gestaltung intuitiv steuerbarer Schnittstellen leistet einen maßgeblichen Beitrag zur reibungslosen Bedienbarkeit von Anlagen und Maschinen, was wiederum den Zuspruch von Industrie 4.0 Technologien und den Anreiz für die Beschäftigten erhöht (vgl. Bauer et al., 2014, S. 20).

3.4. Technische Assistenzsysteme

Technische Assistenzsysteme, wie beispielsweise mobile Endgeräte, Visualisierungs-

und Simulationssysteme, dienen der Unterstützung der Mitarbeiter bei ihrer Tätigkeit, sodass sich diese auf ihre Kernaufgabe fokussieren können. Mit Hilfe von Augmented Reality werden den Mitarbeitern die Arbeitsschritte der auszuführenden Tätigkeit angezeigt, wodurch die Einarbeitung der Mitarbeiter beschleunigt, die Prozessqualität verbessert und zudem die Arbeitssicherheit erhöht werden können. Durch den Einsatz eines digitalen Zwillings, der die reale Produktionsanlage in der virtuellen Welt darstellt, können Rüst- und Bearbeitungszeiten sowie die Inbetriebnahme der Anlage reduziert werden. Zu den innovativen Assistenzsystemen, die die Mensch-Maschine-Interaktion vereinfachen, gehören zudem auch sensitive Roboter. Diese können aufgrund des Einsatzes von intelligenter Sensorik und Aktorik ohne Schutzraum „Hand-in-Hand“ mit dem Mitarbeiter arbeiten. Dadurch kann insbesondere die Produktivität des Unternehmens erhöht werden (vgl. Bischoff et al., 2015, S. 105 ff.).

4. Wertschöpfungskette und Digitalisierung

Für große Unternehmen ist die Digitalisierung der Wertschöpfungskette sowie der Produktionslinie kein neues Thema mehr. Sie haben diese Nachfrage erkannt, haben rechtzeitig angefangen, daran zu forschen, und sind dabei, diese im eigenen Unternehmen zu implementieren. Beispielsweise hat Airbus schon 2013 die Einführung von AirSupply abgeschlossen, eine Hybrid-Cloud-Lösung für die Umsetzung kollaborativer Supply Chain Management Prozesse zwischen Kunden und Lieferanten (vgl. Airbus, 2013). Mittelständler zögern mit der Einführung der Technologien von Industrie 4.0 jedoch. Der Mittelstand steht hierbei vor der Herausforderung, die Visionen von Industrie 4.0 auf umsetzbare Entwicklungsstufen zu reduzieren sowie ihren Nutzen für das eigene Unternehmen konkret und auch wirtschaftlich machbar zu gestalten (vgl. VDMA, 2015, S. 7). Aktuelle Studien zeigen daher, dass die Bedeutung der Industrie 4.0 im Unternehmen je nach Größe steigt. Im Grunde verändert sich der Aufbau von Wertschöpfungsketten bezüglich ihrer Akteure, Rollen, Abläufe und Produkte aufgrund neuer Technologien und den Einstieg von neuen Unternehmen in die Branche. Deshalb sind die einzelnen

Unternehmen gezwungen, eine erneute Bewertung und Gestaltung ihrer eigenen Funktion innerhalb der Wertschöpfungskette vorzunehmen. Die Schnelligkeit spielt bei der Digitalisierung eine sehr wichtige Rolle. Die neuen Technologien bzw. Innovationen ermöglichen es neuen Wettbewerbern, aber auch potentiellen Lieferanten und Dienstleistern in neue Märkte einzudringen, zudem verkürzen sich die Produktlebenszyklen und die Kundenanforderungen ändern sich.

Bei der Realisierung von Lösungsansätzen hin zur Industrie 4.0 spielt der Zeitpunkt eine bestimmende Rolle. Informations- und Kommunikationstechnologien in der Produktion führen dazu, dass informationstechnisch basierte Unternehmen immer mehr in die produktionstechnisch basierten Märkte einsteigen. Der Zeitfaktor ist bei der Mitgestaltung der „vierten industriellen Revolution“ sehr entscheidend. Die mittelständischen Unternehmen haben aber die Möglichkeit, diesen Wandel aktiv mitzugestalten. Neuartige, innovative Produkte und/oder Verbesserungen in den unternehmensinternen Prozessen, besonders in der eigenen Produktion, können Ansätze für diesen Wandel sein (vgl. Becker, 2016, S. 7 f.).

Mittelständische Unternehmen werden in Deutschland vom BMWi durch Initiativen wie „Mittelstand 4.0 Kompetenzzentren“ und das Kompetenzzentrum „Digitales Handwerk“ unterstützt, die umfassende Informations-, Erprobungs- und Schulungsmöglichkeiten zu Industrie 4.0 Anwendungen zur Verfügung stellen (vgl. BMWi, 2016, S. 11; BMWi, 2017). Bevor die Unternehmen eigene Investitionen durchführen, können sie in Demonstrations- und Lernfabriken unter erfahrenen Experten Versuche durchführen und eigene Innovationen sowie Produkt- und Kundenschnittstellen testen. Dieses Angebot wird durch die Mittelstand 4.0 Agenturen erweitert: Von Unternehmen kommen Fragen zu Querschnittsthemen, die mit Hilfe von Multiplikatoren der Digitalisierung beantwortet werden, beispielsweise zu Cloud-Computing, digitale Kommunikation, Abläufen, Handel etc. (vgl. BMWi, 2016, S. 14 f.).

Gerade für kleine und mittelständische Unternehmen bietet die digitale Transformation eine unvorstellbare Chance, sich zu erweitern und sich in viel größere Konkurrenten zu

verwandeln. Dies bestätigt die Studie „Thriving in the Digital Economy: How small and midsize enterprises are adapting to digital transformation“ der International Data Corporation (IDC) von 2016. Sie befragte mehr als 3.200 Entscheidungsträger in 11 Ländern, ob ihre Unternehmen Technologie als Wettbewerbsvorteil gegenüber größeren Unternehmen nutzen. Dabei glaubten 49,3 % der Entscheidungsträger, dass der Stand der Technologie das Spielfeld für kleine Unternehmen gegenüber größeren Unternehmen vergrößert (vgl. IDC, 2016, S. 11). Zusätzlich verwiesen 40,8 % auf ihre Größe als Vorteil gegenüber größeren Unternehmen, die weniger in der Lage seien, die digitale Innovation rechtzeitig zu nutzen (vgl. IDC, 2016, S. 6). So schlussfolgerte die Studie, dass es einen deutlichen Zusammenhang hinsichtlich der digitalen Transformation und des Umsatzwachstums gibt. Die schnell wachsenden kleinen und mittelständischen Unternehmen setzten mit 10 % jährlichem Umsatzwachstum signifikant häufiger die Digitalisierung im Sinne einer digitalen Transformation um als langsamer wachsende Unternehmen (vgl. IDC, 2016, S. 10). Entsprechendes setzten laut der Studie der IDC gut 42% der befragten Unternehmen weltweit um, indem sie Funktionen automatisieren, Echtzeit-Einblicke ableiteten und Prozesse für Leistungssteigerungen optimierten (vgl. IDC, 2016, S. 9). Hierzu zählen sog. kollaborative Software, um Dokumente und Kalender zu teilen, Customer Relationship Management Software (CRM), Analytics und Business Intelligence, E-Commerce und Online-Bestellung sowie Enterprise Resource Planning Lösungen. Wichtig ist dabei zu berücksichtigen, dass das gesamte Geschäftsmodell von der digitalen Transformation erfasst werden muss (vgl. IDC, 2016, S. 14). Es gilt, die digitale Technologie im Sinne einer klaren Strategie einzusetzen, die die notwendigen zeitgemäßen Veränderungen und Innovationen unterstützt. So verwenden zwar inzwischen Unternehmen jeder Größe digitale Technologie, beispielsweise zur Social Collaboration, für mobile Apps, als Kommunikationsmittel oder als Speichermedium wie die Cloud, doch ist es notwendig, die Digitalisierung so zu konzipieren, dass das Marktrisiko abgewandt, neue Marktpotenziale erkannt und genutzt werden können.

5. Fazit

Die Herausforderungen der Digitalisierung bis hin zur Industrie 4.0, welchen sich eine Industrienation wie Deutschland im Wettbewerb mit den aufstrebenden sog. Schwellenländern sowie mit den weiteren an Stärke zurückgewinnenden etablierten Industrienationen stellen muss, sind exorbitant. Sie beziehen sich nicht nur auf die gesamte Wertschöpfungskette, sondern auch auf alle Unternehmensebenen und erzeugen den Eindruck, dass sich nahezu ausnahmslos Sämtliches verändern muss, damit Produkte und Produktionsanlagen in der Zukunft über das Internet und andere Netze Informationen austauschen. Die entscheidendste Veränderung, und zur selben Zeit auch die notwendige Voraussetzung für das Internet der Dinge liegt in der Komplettierung einer durchgängigen Digitalisierung jeglicher industrieller Prozesse: beginnend bei der Produktentwicklung, über die Produktionskonzeption, das Engineering der Produktionsmaschinen und -anlagen über die Fertigungs- und Montagearbeiten bis hin zur letzten Servicestufe. Diese geschlossene Prozesskette erfordert fundamentale Änderungsprozesse, denn mit den derzeitigen Strukturen und Methoden gelingt es nicht, eine vollständige und durchgängige Digitalisierung umzusetzen. Nur wenn diese durchgängige Digitalisierung erfolgreich realisiert wird, besteht die Möglichkeit, Prozesse von der Entwicklung bis zur Produktion gemeinsam zu verknüpfen und zu integrieren, sodass die notwendige Wettbewerbsfähigkeit auf den globalisierten Märkten gehalten werden kann.

Aufgrund der Kürze der vorliegenden Arbeit konnten die Herausforderungen der Digitalisierung auf die Wertschöpfungskette nur theoretisch erläutert werden. Eine Vertiefung hinsichtlich der Umsetzung im Sinne von Industrie 4.0 müsste sich dabei auf das Internet der Dinge bzw. das industrielle Internet der Dinge (IIoT für Industrial Internet of Things) beziehen. Da die Auswertung der einzelnen Studien gezeigt hat, dass die einzelnen Unternehmen die Modernisierung ihres Betriebes hinsichtlich der Digitalisierung angehen, wäre es zielführend, anhand einer bestimmten Branche Praxisbeispiele zu sammeln und auszuwerten. Hierbei sollte zwischen der technischen Komponente und den ökonomischen Anforderungen differenziert werden.

Literaturverzeichnis

- Airbus (2013). *SupplyOn successfully connected around 600 Airbus suppliers to AirSupply*. URL: www.supplyon.com/en/news/supplyon-successfully-connected-around-600-airbus-suppliers-airsupply [21.06.2019]
- Bartels, J. (2014). Eine Fabrik für alle Fälle. In: *Industrie 4.0 – Die vierte Industrielle Revolution* (S. 15). URL: bdi.eu/media/presse/publikationen/marketing/Handelsblatt_Beilage_Industrie40.pdf [24.06.2019]
- Bauer, W., Schlund, S., Marrenbach, D. & Ganschar, O. (2014): *Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland*. Studie des BITKOM und des Fraunhofer-Institutes. URL: www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2014/Studien/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland/Studie-Industrie-40.pdf [03.06.2019]
- Bauernhansl, T., Krüger, J., Reinhart, G. & Schuh, G. (2016). *Wgp-Standpunkt Industrie 4.0*. URL: www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/documents/Presse/Presseinformationen/2016/Juni/WGP_Standpunkt_Industrie_40.pdf [23.06.2019].
- Becker, M. (2016). *Digitalisierungs-Enabler im Mittelstand*. URL: handbuch-digitalisierung.de/digitalisierungs-enabler-im-mittelstand/ [24.06.2019]
- Bendel, O. (o.J.). *Digitalisierung*. In: Gabler Wirtschaftslexikon. wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/digitalisierung.html [23.06.2019].
- Bischoff, J., Taphorn, C., Wolter, D., Braun, N., Fellbaum, M., Goloverov, A. et al. (2015). *Erschließung von Potenzialen der Anwendung von ‚Industrie 4.0‘ im Mittelstand*. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. URL: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/erschliessen-der-potenziale-der-anwendung-von-industrie-4-0-im-mittelstand.pdf%3F__blob%3DpublicationFile%26v%3D5 [24.06.2019].
- BMBF (2012). *Zukunftsbild „Industrie 4.0“*. Hightech-Strategie. URL: www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/zukunftsbild-industrie-4-0.html [24.06.2019].
- BMWi (2017). *Digitale Chancen. Die Zukunft gehört denen, die sie in die Hand nehmen*. URL: www.hwk-bremen.de/_Resources/Persistent/c5c091db7b43153037515a73c05e7ee03c25b265/Broschüre_kdh_br_handwerk_rz_es.pdf [24.06.2019]
- BMWi (2016). *Digitalisierung der Industrie – Die Plattform Industrie 4.0*. URL: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/digitalisierung-der-industrie.pdf?__blob=publicationFile&v=10 [17.06.2019]
- BMWi (2015). *Impulse für die Digitalisierung der deutschen Wirtschaft*. Digitale Agenda des BMWi. URL: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-

Welt/impulse-digitalisierung-deutsche-wirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=11 [22.06.2019].

- Bogaschewsky, R. & Müller, H. (2017). *Digitalisierung, Vernetzung, Industrie 4.0 in Einkauf & SCM – heute und morgen*. URL: assets.bme.de/public/uploads/535fed69b6a97dbf332c8e53e139b3ae7b68b9109966176c394d7040237a [24.06.2019].
- Dombrowski, U. & Wagner, T. (2014). Arbeitsbedingungen im Wandel der Industrie 4.0. In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 109(5), S. 351.
- Dorst W. (2015). *Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0*. April 2015. URL: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/II/industrie-40-verbaendeplattform-bericht.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [22.06.2019].
- Gatzke, M. (2013). *Nordrhein-Westfalen auf dem Weg zum digitalen Industrieland. Roadmap 2020*. URL: cps-hub-nrw.de/knowledgebase/publikation/3342-iktnrw-roadmap-2020 [22.06.2019].
- Gneuss, M. (2014). Als die Werkstücke laufen lernten. In: *Industrie 4.0 – Die vierte Industrielle Revolution* (S. 3-4). URL: bdi.eu/media/presse/publikationen/marketing/Handelsblatt_Beilage_Industrie40.pdf [23.06.2019].
- IDC (2016). *Thriving in the Digital Economy*. How small and midsize enterprises are adapting to digital transformation. URL: www.sapvirtualagency.com/FileExplorer/Partners/SME%20Digital%20Economy/IDC%20InfoBrief_Thriving%20in%20the%20Digital%20Economy_Feb_2016.pdf [23.06.2019].
- Internationaler Controller Verein (2015). *Industrie 4.0 – Controlling im Zeitalter der intelligenten Vernetzung*. URL: www.icv-controlling.com/fileadmin/Assets/Content/AK/Ideenwerkstatt/Files/Dream_Car_Industrie4.0_DE.pdf [22.06.2019].
- Obermaier, R. (2016). Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe: Strategische und operative Handlungsfelder für Industriebetriebe. In: Obermaier, R. (Hrsg.): *Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 3-34.
- Plass, C. (2015). *Industrie 4.0 als Chance begreifen*. URL: www.unity.de/de/industrie-40-als-chance-begreifen [22.06.2019].
- Siepmann, D. (2016). Grundlagen und Gesamtzusammenhang. In: Roth, A. (Hrsg.): *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0*. Heidelberg: Springer-Gabler Verlag, S. 17-73.
- Solder, J. (2014). Use Case Production: Von CIM über Lean Production zu Industrie 4.0. In: Bauernhansl, T., Hompel, M. T. & Vogel-Heuser, B. (Hrsg.). *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Wiesbaden: Springer-Verlag, S. 86-102.
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T. & Schlund, S. (2013). *Produktarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*. URL: www.iao.fraunhofer.de/lang-de/images/iao-news/produktionsarbeit-der-zukunft.pdf [22.06.2019].

- Vernim, S., Wehrle, P. & Reinhart, G. (2016). Entwicklungstendenzen für die Produktionsarbeit von morgen. In: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 111(9), S. 569-572.
- VDMA (2015). *Leitfaden Industrie 4.0. Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand*. URL: www.vdmashop.de/refs/VDMA_Leitfaden_I40_neu.pdf [23.06.2019].
- Volk, W. (2016). Industrie 4.0 im Presswerk: Déjà-vu oder Revolution? In: *Maschinenmarkt* (210), S. 14.
- Westkämper, E., Spath, D., Constantinescu, C. & Lentjes, J. (2013). *Digitale Produktion*. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg-Verlag.