

# Intralogistik 4.0: Die unternehmensinterne Logistik im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0

Stefan Motschenbacher

Lehrstuhl für BWL, insbes. Produktion und Logistik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstr. 21, 96052 Bamberg

Vanessa Felch

Lehrstuhl für BWL, insbes. Produktion und Logistik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Feldkirchenstr. 21, 96052 Bamberg, [vanessa.felch@uni-bamberg.de](mailto:vanessa.felch@uni-bamberg.de)

1	Einleitung und Problemstellung .....	164
2	Begriffliche Grundlagen .....	165
3	Einfluss der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik .....	167
4	Diskussion der Ergebnisse .....	178
5	Kritische Würdigung.....	181
6	Literaturverzeichnis .....	182

## *Abstract:*

*Industrie 4.0 sowie Digitalisierung stellen zwei Megatrends der vergangenen Jahre dar. In der Unternehmenspraxis sind diese besonders in der Produktion fortgeschritten. Keineswegs sind die beiden Trends auf die Fertigung beschränkt, sondern werden sich zwangsläufig auf andere Prozesse ausdehnen. Um die Vision zu verwirklichen, muss sich das gesamte Liefernetzwerk zu einem vernetzten Ökosystem entwickeln. Dabei spielen die Logistikprozesse eine integrale Rolle als Bindeglied zwischen den einzelnen Prozessschritten. Im Rahmen des Beitrags werden die Chancen, die der Einsatz beider Trends im Rahmen der Intralogistik bieten kann, den Herausforderungen gegenübergestellt. Um die Faktoren zu identifizieren, wurde zunächst der aktuelle Stand der Forschung mittels systematischer Literaturanalyse erhoben, ehe diese anschließend mit Einschätzungen aus der Praxis abgeglichen wurden.*

*JEL Classification: M29*

**Keywords:** Intralogistik, Logistik, Digitalisierung, Industrie 4.0.

## 1 Einleitung und Problemstellung

*„Was jetzt stattfindet – das ist ein ganz entscheidender Punkt für ein Industrieland wie Deutschland, in dem ein großer Teil der Wertschöpfung noch über die industrielle Fertigung stattfindet –, ist die Digitalisierung der Herstellungsprozesse und die Digitalisierung der Prozesse zwischen Unternehmen und Kunden.“* (Merkel 2018)

Das Zitat von Bundeskanzlerin Merkel auf dem Digitalgipfel in Nürnberg verdeutlicht den Stellenwert, der der Digitalisierung für die Industrienation Deutschland beigemessen wird. Das produzierende Gewerbe stellt mit einem Anteil von 26 % am Bruttoinlandsprodukt im Jahr 2018 einen wichtigen Wirtschaftsbereich in Deutschland dar (vgl. Statistisches Bundesamt 2019, S. 3). Dieser Wirtschaftsbereich steht vor neuen Herausforderungen. Höherer Wettbewerbs- und Kostendruck, der zunehmende Wunsch nach individualisierten Produkten und die damit verbundene Komplexitätssteigerung in der Produktion sowie kürzere Produktlebenszyklen sind nur einige dieser Herausforderungen (vgl. Obermaier 2017, S. 10–12).

Durch die Digitalisierung im industriellen Kontext sollen Unternehmen zukünftig in der Lage sein, diesen Herausforderungen zu begegnen, um weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben (vgl. Roth 2016, S. 5). Die Potenziale, die sich durch die Digitalisierung und Industrie 4.0 für das produzierende Gewerbe ergeben, sind bekannt. Gesteigerte Flexibilität und Produktivität sowie die effizientere Nutzung von Ressourcen sollen den Wunsch nach kundenindividuellen Produkten Realität werden lassen (vgl. Kagermann 2014, S. 607).

Aus dem Zitat der Bundeskanzlerin, als auch aus den Herausforderungen und Potenzialen wird ersichtlich, dass bisher Produktions- und Herstellungsprozesse verstärkt im Fokus der Betrachtung rund um die Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 standen. Für die Realisation der genannten Potenziale ist jedoch auch eine in gleichem Maße flexible und vernetzte Logistik Voraussetzung (vgl. Dudczig et al. 2016, S. 449). Dabei erfuhr bisweilen der Bereich der unternehmensinternen Logistik im Rahmen der Digitalisierung und Industrie 4.0 wenig Beachtung. Dies ist zugleich auch verwunderlich, zumal der Logistikbereich „[...] als herausragende Anwendungsdomäne der vierten industriellen Revolution [...]“ (ten Hompel und Henke 2014, S. 607) angesehen wird.

Vor diesem Hintergrund soll im Rahmen dieses Beitrags der Fokus auf diesen speziellen Teilbereich der Logistik gelegt werden. Ziel ist es, die Auswirkungen, die sich durch Digitalisierung und Industrie 4.0 für die Intralogistik ergeben, zu untersuchen. Im Speziellen sollen die mit den beiden Megatrends Digitalisierung und Industrie 4.0 verbundenen Herausforderungen und Risiken sowie die Chancen und Potenziale aufgezeigt werden.

## 2 Begriffliche Grundlagen

Kapitel 2 dient dazu, ein einheitliches Verständnis der für diesen Beitrag relevanten Begriffe zu etablieren. Zunächst werden in Abschnitt 2.1 die beiden Begriffe Digitalisierung und Industrie 4.0 thematisiert. Abschnitt 2.2 beschäftigt sich mit dem Begriff der Intralogistik und dessen Einordnung in das Feld der Logistik.

### 2.1 Digitalisierung und Industrie 4.0

Die momentane Verwendung des Begriffs Digitalisierung als auch des Zusatzes 4.0 kann als nahezu inflationär bezeichnet werden (vgl. Heuermann et al. 2018, S. 9; Bousonville 2017, S. 3). „Digital Natives“, „Digitalklausur“, „Mittelstand 4.0“ oder auch „Hochschule 4.0“ sind nur einige Beispiele, die hier zu nennen sind (vgl. Mertens und Barbian 2016, S. 305). Auffällig ist, dass trotz des häufigen Gebrauchs bisweilen kein einheitliches Begriffsverständnis existiert (vgl. Wolf und Strohschen 2018, S. 57; Ittermann und Niehaus 2018, S. 35).

Als Urheber der Digitalisierung kann Gottfried Wilhelm Leibniz angesehen werden, welcher erstmals arabische Zahlen mittels eines Binärcodes, einer Sequenz aus 0 und 1, darstellte (vgl. Vogelsang 2010, S. 7; Becker und Pflaum 2019, S. 6). In der heutigen Zeit kann die Digitalisierung grundsätzlich auf zwei unterschiedliche Arten definiert werden. Aus einer eher technischen Sicht heraus wird die Digitalisierung „[...] als Umwandlung von analogen Signalen in digitale Daten“ (Loebbecke 2006, S. 360) verstanden. Eine umfangreichere und für diesen Beitrag zweckdienlichere Definition liefern Kersten et al. (2017). Demnach wird die Digitalisierung im weitesten Sinn als Transformationsprozess verstanden, der „[...] die Veränderung von Wertschöpfungsprozessen durch die Weiterentwicklung bestehender und Implementierung neuer digitaler Technologien, Anpassungen der Unternehmensstrategien auf Basis digitalisierter Geschäftsmodelle sowie den Erwerb der dafür erforderlichen Kompetenzen bzw. Qualifikationen [beschreibt]“ (Kersten et al. 2017, S. 51).

Der Begriff Industrie 4.0 steht als Synonym für die vierte industrielle Revolution (vgl. Roth 2016, S. 5). Zurückzuführen ist dieses Schlagwort auf die Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft, als Bestandteil einer Handlungsempfehlung an die Bundesregierung aus dem Jahr 2011 (vgl. Kagermann et al. 2011, S. 2). Erstmals im Rahmen der Hannover Messe 2011 der Öffentlichkeit vorgestellt (vgl. Siepmann 2016, S. 20), beschreibt Industrie 4.0 als Teil der Hightech-Strategie 2020, ein Zukunftsprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (vgl. Lasi et al. 2014, S. 262). Eng in Verbindung mit dem Thema Industrie 4.0 stehen ebenfalls die Begriffe Cyber-physische Systeme (CPS), Internet of Things (IoT) und Smart Factory, welche als Kernkomponenten bezeichnet werden können (vgl. Hermann et al. 2015, S. 8). Bei Cyber-physischen Systemen handelt es

sich um „[...] mit einer eigenen dezentralen Steuerung (engl. embedded systems) versehene intelligente Objekte, welche in einem Internet der Daten und Dienste miteinander vernetzt sind und sich selbstständig steuern“ (Spath et al. 2013, S. 23). In einem Atemzug mit Cyber-physischen Systemen ist das Internet der Dinge zu nennen, welches die Kommunikations- und Vernetzungsplattform dieser intelligenten Objekte darstellt (vgl. Bauernhansl 2014, S. 16). Wird beides in einen produktionsorientierten Kontext eingebettet, so entsteht die Smart Factory (vgl. Geisberger und Broy 2012, S. 29; Hermann et al. 2015, S. 10). Die Vision ist die Schaffung eines intelligenten Produktionsumfeldes, in welchem eine durchgängige Vernetzung der unterschiedlichen CPS, in Form von Maschinen, Lagersystemen und Betriebsmitteln, entlang der gesamten innerbetrieblichen Wertschöpfungskette gegeben ist (vgl. Kagermann et al. 2013, S. 18). Nachdem die Herkunft des Begriffes Industrie 4.0 sowie die damit verbundenen Kernkomponenten erläutert wurden, soll abschließend eine für diesen Beitrag geeignete Definition gegeben werden. Hierfür erscheint der definitorische Ansatz von Sucky et al. (2016) gut geeignet, da neben einer eigentlichen Definition des Begriffes Industrie 4.0 ebenfalls noch die wesentlichen Komponenten sowie die sich daraus ergebenden Möglichkeiten in Bezug auf zukünftige, marktseitige Herausforderungen miteinbezogen werden. Demnach wird Industrie 4.0 in diesem Beitrag verstanden als *„[...] vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung des gesamten Wertschöpfungsnetzwerks über den Lebenszyklus von Produkten hinweg. Diese wird durch die Integration von Cyber-Physischen Systemen in Produktion und Logistik sowie durch die Anwendung des Internets der Dinge als Infrastruktur ermöglicht. Dadurch werden alle an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen miteinander vernetzt, Informationen in Echtzeit bereitgestellt und durch die autonome Interaktion der Instanzen sowie deren Selbststeuerung ein besserer Wertschöpfungsfluss gewährleistet. Diese Voraussetzungen sind notwendig, um individualisierte Produkte in einer hoch flexiblen (Großserien-)Produktion fertigen zu können“* (Sucky et al. 2016, S. 252).

## 2.2 Intralogistik

Die Entstehung des Begriffes Intralogistik kann auf das Jahr 2003 datiert werden, in dem dieser im Rahmen einer Pressekonferenz anlässlich der CeMAT 2005 erstmalig Verwendung fand (vgl. Arnold 2006, S. 1). Nach der Definition des Verbands Deutscher Maschinen und Anlagenbau (VDMA) beschreibt die Intralogistik *„[...] die Organisation, Steuerung, Durchführung und Optimierung des innerbetrieblichen Materialflusses, der Informationsströme sowie des Warenumschlags in Industrie, Handel und öffentlichen Einrichtungen“* (VDMA 2019) und ist als Teil der Unternehmenslogistik von der externen (Transport-)Logistik abzugrenzen (vgl. Martin 2016, S. 4; Miebach und Müller 2006, S. 21). Grundsätzlich ist die Intralogistik für sämtliche

Logistikprozesse innerhalb der Funktionsbereiche Beschaffung, Produktion und Distribution verantwortlich (vgl. Martin 2016, S. 9). Abbildung 1 veranschaulicht diese in der Literatur als phasenspezifische Sicht der Logistik bezeichnete Zuordnung grafisch, da hierbei der Güterfluss, ausgehend vom Beschaffungsmarkt hin zum Absatzmarkt, unterschiedliche Phasen durchläuft (vgl. Pfohl 2018, S. 16).

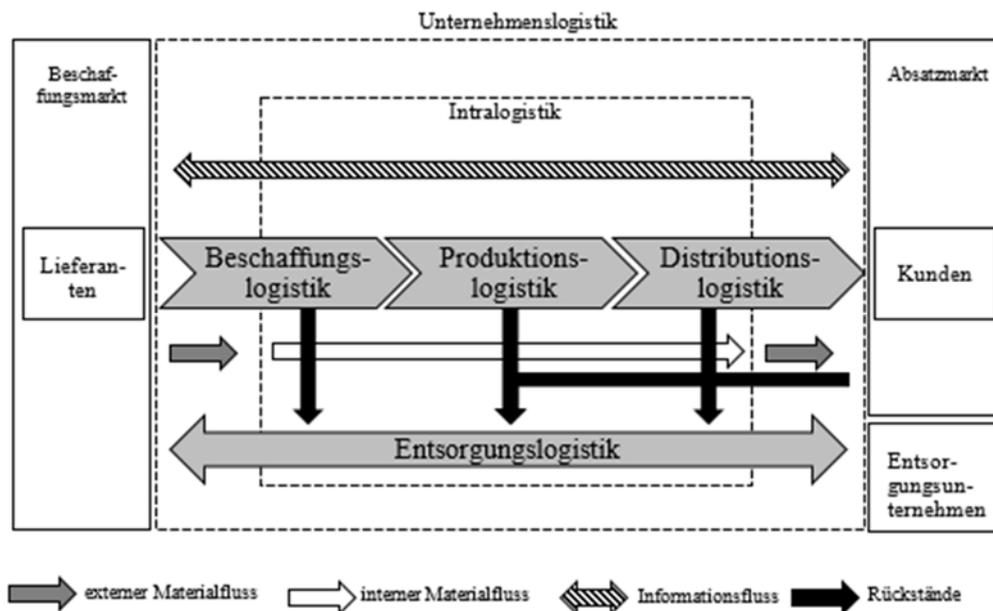


Abbildung 1: Einordnung der Intralogistik innerhalb der Unternehmenslogistik (Quelle: in Anlehnung an Martin 2016, S. 4–5 und Kummer et al. 2019, S. 426)

### 3 Einfluss der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik

Gegenstand von Kapitel 3 ist die Untersuchung des Einflusses der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik. Um an die bereits vorhandene Forschung zu diesem Thema anzuknüpfen, wird im ersten Teil des dritten Kapitels (Abschnitt 3.1) eine systematische Literaturanalyse durchgeführt. Das bereits vorhandene Wissen soll als Basis für den weiteren Gang der Untersuchung dienen. Dieser gestaltet sich in Abschnitt 3.2 durch die Erhebung von Einschätzungen aus der betrieblichen Praxis. Hierfür werden im Rahmen des Forschungsvorhabens Experten aus Unternehmen befragt. Das damit verfolgte Ziel ist zum einen die Generierung neuer Erkenntnisse, zum anderen die Validierung bereits vorhandenen Wissens. Am Ende von Kapitel 3 soll ein umfängliches Bild des Einflusses der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die unternehmensinterne Logistik vorhanden sein.

### 3.1 Systematische Literaturanalyse zum Stand der Forschung

Die durchgeführte systematische Literaturanalyse orientiert sich an dem methodischen Vorgehen von Cooper und Hedges (1994). Diese unterteilen den Analyseprozess in insgesamt fünf Schritte: (1) Problemformulierung, (2) Literaturrecherche, (3) Datenauswertung, (4) Datenanalyse und –interpretation sowie (5) Darstellung der Ergebnisse (vgl. Cooper und Hedges 1994, S. 9–13). Dabei werden in dem vorliegenden Beitrag die Schritte (4) und (5) zu einem Schritt zusammengefasst und als (4) Analyse und Darstellung der Ergebnisse bezeichnet.

#### *(1) Problemformulierung*

Im Fokus der hier durchgeführten Literaturanalyse steht der aktuelle Forschungsstand zum Einfluss der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik. Im Speziellen sollen wissenschaftliche Beiträge identifiziert werden, die sich mit den Herausforderungen und Risiken sowie den Chancen und Potenzialen befassen, die sich für die Intralogistik ergeben.

#### *(2) Literaturrecherche*

Um relevante Quellen zu finden, wird im Rahmen der hier durchgeführten Literaturanalyse auf verschiedene elektronische Datenbanken zurückgegriffen. Diese sind: Scopus, Web of Science, Business Source Ultimate (via EBSCO) sowie Econbiz. Innerhalb der Datenbanken erfolgt die Suche mittels Stichwortkombinationen. Die einzelnen Stichwörter lassen sich aus der zu untersuchenden Problemstellung ableiten und decken die Bereiche Logistik, Digitalisierung und Industrie 4.0 ab. Unter Verwendung verschiedener boolescher Operatoren wurde folgender Suchstring entwickelt:

(Intralogisti\* OR Logisti\*) AND („Industr\* 4.0“ OR Cyber-physi\* OR Digital\* OR „Internet of Things“ OR „Smart Factory“) OR „Logisti\* 4.0“

Der Suchstring wurde bei der Suche ausschließlich auf den Titel eines Beitrags angewendet. Weiterhin musste ein Beitrag folgende Inklusionskriterien erfüllen, um in die Literaturanalyse aufgenommen zu werden:

- Veröffentlichung in wissenschaftlicher Zeitschrift oder Tagungsband
- Sprache: Deutsch oder Englisch und
- Veröffentlichung ab 2011.

#### *(3) Datenauswertung*

Durch die Anwendung des Suchstrings in den zuvor genannten Datenbanken konnten insgesamt 432 Treffer identifiziert werden. Einen Überblick über die Verteilung der Treffer liefert Tabelle 1. Zur weiteren Auswertung wurden die Suchergebnisse in das Literaturverwaltungsprogramm Citavi importiert und anschließend mittels Exportfunktion in Excel überführt. In einem nächsten Schritt wurden die erzielten Treffer

hinsichtlich ihrer thematischen Eignung untersucht. Hierfür wurde analog zur Vorgehensweise von Pittaway et al. (2004) zuerst der Titel und im Anschluss daran der Abstract auf Relevanz überprüft (vgl. Pittaway et al. 2004, S. 139).

Datenbank	Treffer	Relevanz Titel	Relevanz Abstract	Relevanz Inhalt
Scopus	242	115	74	9
Web of Science	156	67	39	7
Business Source Ultimate	13	13	11	2
Econbiz	21	13	9	1
<b>Summe</b>	<b>432</b>	<b>208</b>	<b>133</b>	<b>19</b>

Tabelle 1: Ergebnis der Datenbanksuche (Quelle: eigene Darstellung)

Nach Durchsicht aller Titel konnten in einem ersten Filterungsprozess 224 Beiträge ausgeschlossen werden, die aufgrund des Titels keine inhaltliche Eignung des Beitrags vermuten ließen. Nach Lesen des Abstracts konnten weiterhin 75 nicht relevante Beiträge identifiziert werden, die dementsprechend ausgeschlossen wurden. Die restlichen 133 Beiträge wurden einer Volltextanalyse unterzogen. Hierbei wurde jeder Beitrag gelesen und auf seinen Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage untersucht. Somit konnten weitere 114 Beiträge exkludiert werden. Final wurden insgesamt 19 Beiträge identifiziert. Nach Bereinigung der Dubletten reduzierte sich die Anzahl auf letztendlich 12 Beiträge, die in die Literaturanalyse aufgenommen wurden.

#### *(4) Analyse und Darstellung der Ergebnisse*

Analog zum Vorgehen von Becker et al. (2018) sollen die erzielten Treffer zunächst einer deskriptiven Analyse unterzogen werden (vgl. Becker et al. 2018, S. 84). Eine frühe Veröffentlichung stammt dabei aus dem Jahr 2011 (vgl. Abbildung 2). In den Jahren 2012, 2013 und 2014 wurden keine relevanten Beiträge veröffentlicht. Ab dem Jahr 2015 ist ein gestiegenes Interesse an der Thematik festzustellen, mit einem konstanten Anstieg an relevanten Publikationen. Lediglich das Jahr 2016 sowie 2019 stellen dabei Ausnahmen dar. Grund für letzteres ist, dass die Literaturrecherche im Januar 2019 abgeschlossen wurde, was vermuten lässt, dass im laufenden Kalenderjahr weitere relevante Beiträge veröffentlicht werden. Die maximale Anzahl von insgesamt vier Beiträgen wurde im Jahr 2018 erzielt.

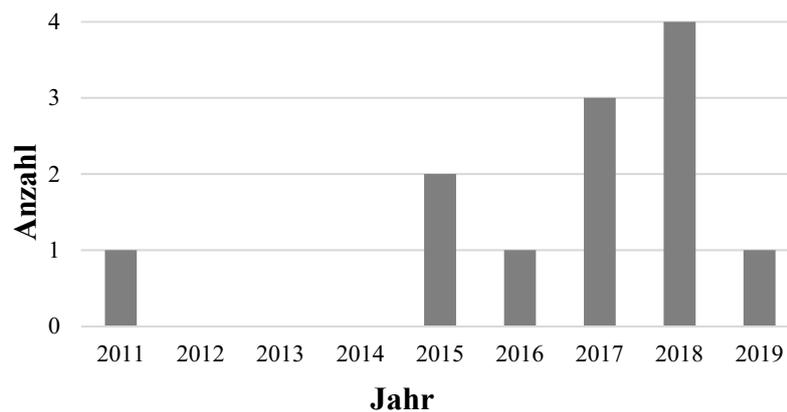


Abbildung 2: jährliche Verteilung der Beiträge (Quelle: eigene Darstellung)

Da neben Artikeln aus wissenschaftlichen Zeitschriften ebenfalls Konferenzbeiträge in die Literaturanalyse miteinbezogen wurden, soll an dieser Stelle eine kurze Übersicht zur Verteilung der insgesamt 12 Publikationen gegeben werden. Acht Beiträge (67 %) wurden in wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert. Die verbleibenden vier Beiträge (33 %) wurden in Konferenz- bzw. Tagungsbänden veröffentlicht.

Aus inhaltlicher Sicht konnten auf Basis der aus den identifizierten Publikationen gesammelten Aussagen insgesamt fünf Themenkomplexe gebildet werden. Auf Seiten der Herausforderungen und Risiken, welche sich für die Intralogistik durch Digitalisierung und Industrie 4.0 ergeben, stehen die Themen Kosten, Mitarbeiter sowie Markt und Technologie. Bezüglich der Chancen und Potenziale werden die Themen Effizienz und Transparenz sowie ebenfalls Mitarbeiter genannt. Diesen Themenkomplexen konnten wiederum insgesamt 12 Aussagen zugeordnet werden, die sich in den unterschiedlichen Publikationen finden. Eine Übersicht hierzu liefern die Tabellen 2 und 3.

#	Thema	Aussage	Quelle
I	Kosten	Digitalisierung und Industrie 4.0 erfordern Investitionen in digitale Technologien und in den Ausbau von IT-Infrastrukturen. Dies stellt aus ökonomischer Sicht eine wesentliche Herausforderung dar.	Hofmann und Rüsich (2017), Tu (2018), Endres und Sejdíć (2018), Schmidtke et al. (2018), Tu et al. (2018)
II	Mitarbeiter	In Zukunft steigen die Anforderungen an Mitarbeiter im Bereich der Intralogistik durch den Einsatz digitaler Technologien. In Folge dessen muss auch das Qualifikationsniveau der Mitarbeiter steigen	Bauer und Klapper (2019), Hausladen (2017), Hofmann und Rüsich (2017)
III		Operative Logistikprozesse werden zunehmend von autonomen, intelligenten Maschinen durchgeführt. Der Mensch nimmt vermehrt strategische Aufgaben wahr.	ten Hompel und Kerner (2015), Hofmann und Rüsich (2017)
IV		Die voranschreitende Automatisierung führt zu einem Stellenabbau.	Bauer und Klapper (2019)
V		Der vermehrte Einsatz von Assistenzsystemen birgt das Risiko einer Abwertung der menschlichen Arbeit.	Bauer und Klapper (2019)
VI		Die Arbeitsbereiche zwischen Mensch und Maschine werden stärker miteinander verschmelzen.	ten Hompel und Kerner (2015), Hausladen (2017)
VII	Markt und Technologie	Die zunehmende Komplexität der Produktionsprozesse hemmt die Anwendbarkeit von Technologien und Konzepten der Industrie 4.0 speziell im Bereich der Produktionslogistik	Hofmann und Rüsich (2017), Strandhagen et al. (2016), Strandhagen et al. (2017)
VIII		Die gestiegenen Ansprüche der Kunden bzgl. Individualisierungsmöglichkeiten sowie der Logistikleistung stellen in Zukunft eine wesentliche Herausforderung dar	Schmidtke et al. (2018)
IX		Durch die Vielzahl an technischen Hilfsmitteln in der Intralogistik besteht das Risiko einer technologischen Abhängigkeit, sodass bei einem Ausfall die Arbeit nicht fortgeführt werden kann.	Bauer und Klapper (2019)

Tabelle 2: Herausforderungen und Risiken für die Intralogistik durch Digitalisierung und Industrie 4.0 (Quelle: eigene Darstellung)

#	Thema	Aussage	Quelle
X	Effizienz und Transparenz	Durch den zunehmenden Einsatz von Cyber-physischen Systemen können zukünftig effizientere sowie transparentere Material- und Informationsflüsse realisiert werden.	Hofmann und Rüsç (2017), Klötzer und Pflaum (2015), Schmidtke et al. (2018), ten Hompel und Kerner (2015)
XI		Der vermehrte Einsatz von Arbeitsassistenzsystemen führt in Zukunft vor allem in den Bereichen des Wareneingangs/-ausgangs sowie der Kommissionierung zu effizienteren und fehlerreduzierten Prozessen.	Endres und Sejdić (2018), Günthner et al. (2011), Hausladen (2017)
XII	Mitarbeiter	Das Anlernen von neuen oder auch geringer qualifizierten Arbeitnehmern wird durch moderne Arbeitsassistenzsysteme erleichtert werden.	Endres und Sejdić (2018), Bauer und Klapper (2019)

Tabelle 3: Chancen und Potenziale für die Intralogistik durch Digitalisierung und Industrie 4.0  
(Quelle: eigene Darstellung)

### 3.2 Einschätzungen aus der Praxis

Nachdem in Abschnitt 3.1 mittels einer systematischen Literaturlanalyse der aktuelle Stand der Forschung zum Einfluss der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik, mit Fokus auf Herausforderungen und Risiken sowie Chancen und Potenzialen abgebildet wurde, umfasst dieser Abschnitt den empirischen Teil des vorliegenden Artikels. Aufgrund des relativ geringen Forschungsstandes zur untersuchten Fragestellung, wird hier bewusst ein qualitativer Ansatz gewählt (vgl. Becker et al. 2017, S. 16).

#	Position	Unternehmen	Branche	Größe
1	Logistikkoordinator	A	Lebensmittel	mittel
2	Einkaufs- und Logistikleiter	B	Maschinenbau	mittel
3	IT-Leiter	B	Maschinenbau	mittel
4	Assistent Geschäftsführung	C	Lebensmittel	groß
5	Logistikleiter	C	Lebensmittel	groß
6	SAP-Koordinator	D	Automotive	groß
7	Manager	E	Automotive	groß
8	Unternehmensleitung	F	Fahrzeug-/Gebäudetechnik	mittel

Tabelle 4: Beschreibung der interviewten Experten (Quelle: eigene Darstellung)

Das empirische Vorgehen ist hierbei zweigeteilt. In einem ersten Schritt wurden mittels leitfadengestützter Experteninterviews insgesamt acht Praxisvertreter zu den

Herausforderungen und Risiken sowie den Chancen und Potenzialen, welche sich durch die Digitalisierung und Industrie 4.0 für die Intralogistik ergeben, befragt. Tabelle 4 enthält eine Charakterisierung der Interviewpartner. Hierbei wurden sowohl der Name des Unternehmens als auch der Name der Gesprächspartner anonymisiert. Im Anschluss an die geführten Interviews wurden den befragten Experten die auf Basis der Literaturanalyse abgeleiteten Aussagen zur Bewertung vorgelegt. Die Ergebnisse der Experteninterviews sollen im Folgenden, analog zum Vorgehen der Literaturanalyse, gesondert betrachtet werden und in die Unterpunkte Herausforderungen und Risiken sowie Chancen und Potenziale gegliedert werden.

### *Herausforderungen und Risiken*

Ein erster Themenkomplex, der sich aus den Interviews ableiten lässt, beschäftigt sich mit den Kosten. Fokussiert wird dabei das Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen von Investitionen im Rahmen von Digitalisierung und Industrie 4.0. Ein konkretes Beispiel hierzu benennt Experte 7 (Unternehmen E). Aus Sicht des Kosten-Nutzen-Verhältnisses muss das von Unternehmen E verfolgte Projekt der Implementierung eines Arbeitsassistenzsystems für den Bereich des Warenausgangs zum jetzigen Zeitpunkt als eher negativ bewertet werden. Auch Experte 1 betrachtet die Kostenaspekte vom spezifischen Standpunkt seines Unternehmens (A) aus und sieht den notwendigen Kapitaleinsatz zur Realisierung diverser Digitalisierungs- und 4.0-Projekte als hindernden Faktor an.

Weiterhin werden aus Sicht der Praxis Herausforderungen und Risiken adressiert, die innerhalb der Intralogistik zu meistern bzw. zu beachten sind und den Menschen und Mitarbeiter betreffen. Ein Vergleich der Interviews macht deutlich, dass das zukünftige Anforderungsprofil eine wesentliche Herausforderung für den Menschen selbst als auch für das jeweilige Unternehmen darstellt. Bezogen auf den Menschen selbst ist hier vor allem der Umgang mit modernen Technologien zu nennen. Exemplarisch können für diese Argumentation folgende Aussagen herangezogen werden:

*„Ja, ein Problem wird sein, dass die Arbeitsplätze immer anspruchsvoller werden. Also wenn ein Arbeitsplatz da ist, dann muss er heutzutage top mit dem PC umgehen können.“ (Experte 4)*

*„[...] der, der sich heute mit verschiedenen modernen Medien noch schwerer tut, der wird sich auch in der Intralogistik mit diesen ganzen Medien schwerer tun.“ (Experte 2)*

Experte 4 führt diese mitarbeiterspezifische Herausforderung logisch zu Ende und konstatiert, dass Menschen, die diesem Anforderungsprofil nicht entsprechen, zukünftig mit Problemen bei der Arbeitssuche oder bei der Ausübung der Arbeit selbst konfrontiert werden. Eine Lösung der Problematik liegt nach Meinung von Experte 3

sowie Experte 8 in der Schulung der Mitarbeiter, was jedoch nach Aussage von Experte 4 nur bedingt als Lösungsansatz angesehen werden kann:

*„[...] man wird nicht jeden zu allem schulen können“ (Experte 4)*

Im gleichen Zug spricht Experte 3 hier von einem Generationenthema, womit der Vorteil der jungen Generation im Umgang mit neuen Technologien gemeint ist. Diese Sicht teilt auch Experte 2, der die zuvor genannte Problematik vorwiegend auf die ältere Mitarbeitergeneration zurückführt. Neben diesen den Menschen oder Mitarbeiter betreffenden Herausforderungen und Risiken existieren dabei auch jene, die aus Arbeitgeber- bzw. Unternehmenssicht relevant sind. Experte 1 und 4 sprechen in diesem Zusammenhang von einem zukünftig erhöhten Bedarf an Fachkräften aus dem Bereich der Informations- und Elektrotechnik sowie der Ingenieurwissenschaften. Fragwürdig ist, ob diese Nachfrage auch künftig vom Arbeitsmarkt gedeckt werden kann.

Aus Sicht der betrieblichen Praxis ein ebenfalls relevantes Thema ist das der Datensicherheit bzw. des Datenschutzes sowie deren bzw. dessen Verwendung und Austausch. Nach Aussagen von Experte 4 ist die Datensicherheit besonders relevant, da die Nutzung von Cloud-Dienstleistern immer mehr an Bedeutung gewinnt. Dem entsprechend gilt es, wirksame Abwehrmechanismen zu etablieren, um so die Sicherheit der Daten gegen Angriffe von außen zu gewährleisten. Gleichzeitig sieht Experte 1 diese Datensicherheit auch als Voraussetzung für den Austausch der Daten. Zukünftig wird es seiner Meinung nach auf die Bereitschaft der einzelnen Unternehmen ankommen, Daten freizugeben, was letztendlich nur geschieht, wenn ein gewisses Maß an Sicherheit gegeben ist. Für Experte 2 stellt schließlich die Nutzung und Verwendung der gesammelten Daten eine wesentliche Herausforderung dar. Dahingehend kritisiert er, dass momentan lediglich eine Anhäufung großer Datenmengen stattfindet, deren zielgerichtete Verwendung oftmals mit Schwierigkeiten behaftet ist. Abschließend fasst er zusammen:

*„Und das ist die Herausforderung. Aus diesen gesammelten Daten Vorteile zu generieren.“ (Experte 2)*

Auch treffen die Experten Aussagen bezüglich intralogistischer Herausforderungen und Risiken, die zum einen auf den Markt, respektive den Kunden zurückzuführen sind. Andererseits haben diese ihren Ursprung im Einsatz von Technologien zur Unterstützung der unternehmensinternen Logistik. In Zukunft, so Experte 5, wird die Geschwindigkeit eine entscheidende Rolle spielen. Experte 4 fügt dem noch den Begriff der Flexibilität hinzu. Der Anspruch des Kunden in der heutigen Zeit ist es, möglichst kurze Lieferzeiten zu haben. Damit einher geht der Wunsch nach maßgeschneiderten, speziell auf den Kunden zugeschnittenen Produkten. Zurückzuführen ist diese Entwicklung nach Ansicht von Experte 4 auf den zunehmenden Onlinehandel. Hier zählen same-day-delivery oder next-day-delivery bereits zum Standard.

Dieser Branchenstandard des E-Commerce überträgt sich dabei zunehmend auf den industriellen Bereich. Daneben existieren auf technologischer Seite zum Teil noch Unklarheiten bezüglich des Nutzens, der sich durch die Verwendung moderner Technologien innerhalb der Logistik realisieren lässt, bzw. ob die technische Umsetzung bereits möglich ist:

*„[...] also ich habe noch nicht den Nutzen erkannt, den ich habe, mit irgendeiner VR-Brille hier in der Logistik. Also [...] das mit den Google-Glasses mit Pick-by-Vision, wenn er mir jetzt anzeigt: wo muss ich hinfahren. Und das visuell bestätigt. Da sage ich: ja. Aber ob das momentan schon so funktioniert wage ich auch zu bezweifeln.“ (Experte 4)*

Auch das Nichtvorhandensein entsprechender Infrastruktur stellt aus Sicht von Experte 1 ein wesentliches Hindernis dar, welches den Einzug der Digitalisierung in die Logistik bremst. Hierbei zieht er eine Analogie zur vielfach geforderten Elektromobilität:

*„[...] am Ende gibt es die Voraussetzung gar nicht, dass jeder ein Elektroauto ab sofort fahren würde. Weil einfach die Infrastruktur dementsprechend noch nicht da ist. Und ähnlich ist es da auch mit der Digitalisierung [...].“ (Experte 1)*

Darüber hinaus wird auch die technologische Abhängigkeit als Risikofaktor wahrgenommen. So laufen beispielsweise alle relevanten Systeme von Unternehmen C über ein zentrales Rechenzentrum. Bei einem in der Vergangenheit bereits vorgekommenen Ausfall entstehen somit in kurzer Zeit enorme Verluste:

*„Wenn im Rechenzentrum irgendetwas ist, dann steht die komplette Firma. Dann arbeitet niemand mehr.“ (Experte 4)*

Auch Experte 8 betrachtet diese Abhängigkeit als Risiko. Besonderen Wert wird daher in Unternehmen F, als Lösung dieser Problematik, auf das Prozessverständnis der Mitarbeiter gelegt, sodass diese bei einem Ausfall den entsprechenden Ablauf auch ohne technische Unterstützung bewältigen können.

Des Weiteren spielen bei einer Umsetzung der Digitalisierung und 4.0-Konzepten auch unternehmensspezifische Faktoren und Rahmenbedingungen eine entscheidende Rolle. Experte 8 führt an, dass eine Herausforderung darin besteht, die für das eigene Unternehmen entsprechenden Lösungen zu finden. Dies begründet er damit, dass zwar Standardlösungen vorhanden sind, diese jedoch oftmals aufgrund der Gegebenheiten des Unternehmens nicht oder nur unzureichend anwendbar sind. Diese Herausforderung hat ebenfalls für Unternehmen C eine Bedeutung. Aufgrund dessen, dass bei C im Einschicht-Betrieb gearbeitet wird, erscheinen Automatisierungslösungen für die interne Logistik nicht rentabel. Folgendes Zitat kann hier angeführt werden:

*„[...] alles, was ich an Robotern oder sonstiges betrachte, rentiert sich schon einmal nicht. Ohne das zu betrachten, kann ich sagen, es rentiert sich nicht, weil wir nur eine Schicht arbeiten.“ (Experte 4)*

Weiterhin spielt für Unternehmen C, in Bezug auf Automatisierungen, auch die Komplexität, bedingt durch ein großes Produktspektrum, eine entscheidende Rolle. Hier wurden bereits in der Vergangenheit Überlegungen angestellt, bestimmte, vorwiegend unergonomische Arbeitsabläufe in der unternehmensinternen Logistik zu automatisieren. Dies wurde jedoch aufgrund der schlechten Umsetzbarkeit, wiederum bedingt durch die dort herrschenden komplexen Materialflüsse verworfen. Mit Blick auf den internen Transport spielt ferner auch das Layout des Betriebs eine Rolle, sodass es unter Umständen problematisch sein kann, in bereits bestehende Räumlichkeiten Automatisierungen zu implementieren:

*„[...] wenn ich auf der grünen Wiese einen Bau explizit danach ausrichte, dann ist es sicherlich viel einfacher. Weil bei uns viel zu viele Unwägbarkeiten sind [...].“ (Experte 4)*

Experte 3 verweist in diesem Zusammenhang ebenfalls darauf, dass die beiden Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 in Abhängigkeit des jeweiligen Produktionstyps betrachtet werden müssen:

*„Ich sage als Serienfertiger ist es sehr interessant. [...] Als Einzelfertiger muss man das [...] differenziert betrachten [...].“ (Experte 3)*

### *Chancen und Potenziale*

In der intralogistischen Praxis besonders relevant erscheint die durch Digitalisierung und Industrie 4.0 ermöglichte Steigerung der Effizienz sowie Erhöhung der Transparenz. Die Effizienzsteigerung kommt dabei in unterschiedlichen Kontexten zur Anwendung, lässt sich jedoch grundsätzlich auf Einsparungspotenziale, beschleunigte Prozesse und Fehlervermeidung zurückführen. Experte 7 bezieht sich dabei konkret auf die Chancen des bereits von seinem Unternehmen angewendeten 3D-Drucks. Eine Ausweitung dieser Technologie auf weitere Teile, besonders auf jene, welche viel Lagerplatz beanspruchen, birgt zukünftig das Potenzial zu Flächeneinsparungen und somit geringeren Lagerhaltungskosten. Auch Experte 2 führt die Möglichkeit zur Bestandsreduktion an. Neben diesen Einsparungspotenzialen, die sich vorwiegend innerhalb des Lagers realisieren lassen, schlägt sich diese Effizienz in einer Beschleunigung von Prozessen nieder. Am Beispiel von Unternehmen E aus der Automotive-Branche werden hier Überlegungen bezüglich der Verwendung von Arbeitsassistenzsystemen im Bereich des Warenausgangs angestellt. Dieses bereits zuvor benannte Put-to-Light-System soll durch Lichtsignale an der entsprechenden Ladeeinheit eine schnellere Zuordnung der Waren ermöglichen. Ein weiterer Vorteil, der sich hierdurch ergibt, ist die Vermeidung von Fehlern seitens der Mitarbeiter, da diese im

Falle einer falschen Zuordnung sofort Rückmeldung erhalten. Dies stellt zugleich die dritte Effizienzquelle dar und wird ebenfalls von Experte 8 thematisiert, der sich ebenso auf den Menschen bezieht:

*„Dadurch, dass ich [...] den Auftrag nur einmal erfassen muss und der Rest dann relativ digital, automatisiert durchlaufen kann, habe ich nur noch eine Fehlerquelle. Wenn ich zwischendrin zum Auslagern, oder zum Rohstoffe ermitteln, immer wieder auf die menschliche Ressource zugreife, könnte ich jedes Mal wieder einen Fehler machen.“ (Experte 8)*

Weiterhin beziehen sich die interviewten Experten mehrfach auf das Thema Transparenz. Besonders für Unternehmen D, welches als Zulieferer in der Automotive-Branche agiert, ist diese Transparenz und Nachverfolgbarkeit der Materialflüsse von enormer Bedeutung, da dies oftmals einen wichtigen, von den Kunden geforderten Faktor, darstellt. In Zukunft, so Experte 6, soll es möglich sein im Falle einer Rückrufaktion die betroffenen Produkte hinreichend eingrenzen zu können.

Ein weiterer Themenkomplex, der sich aus den Aussagen der Experten bilden lässt, kann als Big Data bezeichnet werden. Dies knüpft zugleich auch an der bereits zuvor als herausfordernd dargestellten Datenverwendung an. Für Experte 1 stellen vor allem die Entwicklungen im Hard- und Softwarebereich eine wesentliche Chance dar, diese Flut an Daten zu bewältigen. Eine zielgerichtete und wenn möglich auch standardisierte Form der Datenauswertung – nach dem Motto „je mehr, desto besser“ – ermöglicht es seiner Ansicht nach, Ineffizienzen aufzudecken. Auch Experte 4 sieht in diesen zur Verfügung stehenden Datenmengen neue Potenziale, zum Beispiel hinsichtlich der Erkennung von Mustern. Als konkreten Anwendungsfall nennt er dabei den Bereich der Kommissionierung. Hier kann die Mustererkennung Aufschluss über Saisonalitäten oder häufig gemeinsam gepickte Artikel geben. Dies ermöglicht im Umkehrschluss eine Optimierung der Lagerplatzanordnung, was sich positiv auf die zurückgelegte Wegstrecke der Kommissionierer auswirken kann.

Im Hinblick auf die Chancen und Potenziale, die sich dem Themenkomplex Mitarbeiter zuordnen lassen, treffen lediglich die Experten 4 und 7 eine Aussage. Beide beziehen sich dabei auf Arbeitsassistenzsysteme in der Intralogistik. Für Experte 4 beinhalten diese das Potenzial, die Arbeit für den Menschen zu erleichtern. Dabei spricht er sich ganz klar dafür aus, dass hierdurch keine Abwertung der menschlichen Arbeit zu befürchten ist. Experte 7 bezieht sich ebenfalls auf Arbeitsassistenzsysteme und sieht die wesentliche Chance in der Verwendung solcher Systeme zum Anlernen und Einarbeiten neuer Mitarbeiter.

*Evaluation der theoretischen Aussagen*

Nach Abschluss des offenen Interviewteils wurden die Experten mit den Aussagen, die auf Basis der Theorie abgeleitet wurden, konfrontiert. Eine Übersicht der Ergebnisse ist in Tabelle 5 zu finden.

#	Unternehmen	Aussagen											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	A	+	++	+	0	+	+	-	+	++	+	++	+
2	B	+	++	-	0	+	+	+	++	++	++	+	++
3	B	+	+	-	--	--	-	-	-	+	+	-	-
4	C	++	+	0	0	-	+	0	++	++	+	+	-
5	C	++	+	+	+	-	+	-	++	++	+	++	+
6	D	++	+	+	++	+	0	+	++	++	+	++	++
7	E	++	++	++	+	--	++	--	++	++	++	++	++
8	F	+	-	-	-	--	-	+	++	++	+	++	++

Legende: ++ stimme absolut zu + stimme zu 0 weiß nicht - lehne ab -- lehne stark ab

Tabelle 5: Evaluation der literaturbasierten Aussagen (Quelle: eigene Darstellung)

Dabei erhalten besonders die Aussagen I, IX und X besonders großen Zuspruch. Ein eher differenziertes Antwortverhalten ist bezüglich der Aussagen IV, V und VII festzustellen. Den verbleibenden Aussagen wird jedoch mehrheitlich zugestimmt.

#### 4 Diskussion der Ergebnisse

Nachdem in Kapitel 3 dieses Beitrags zunächst mittels einer systematischen Literaturanalyse der aktuelle Forschungsstand zur Intralogistik im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0 dargestellt wurde und im Anschluss daran eine empirische Datenerhebung in Form von Experteninterviews durchgeführt wurde, dient dieses Kapitel dazu, die gesammelten Erkenntnisse zu evaluieren und einen Abgleich zwischen Theorie und Praxis vorzunehmen.

Hinsichtlich der Herausforderungen und Risiken sowie der Chancen und Potenziale, die sich für die unternehmensinterne Logistik durch Digitalisierung und Industrie 4.0 ergeben, existieren diverse Übereinstimmungen zwischen Theorie und Praxis. Ein erster Punkt, der von beiden Seiten thematisiert wird, sind die mit Digitalisierung und Industrie 4.0 verbundenen Kosten. Die Theorie betrachtet dabei hauptsächlich Investitionen, die auf die unternehmensinterne Logistik zukommen. Der Fokus der Praxis liegt auf der Betrachtung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses, was nach Meinungen der Experten eher negativ ausfällt. Gestützt wird die Bedeutung des Themas Kosten von der hohen Zustimmung bezüglich Aussage I.

Besonders hervorzuheben ist weiterhin das Thema Mitarbeiter. Sowohl von Theorie als auch Praxis wird dabei auf das zukünftige Anforderungsprofil eines Intralogistikmitarbeiters eingegangen. Die Annahme der Theorie, dass dieses Anforderungsprofil künftig steigen wird, wird durch die Praxis bestätigt (vgl. Aussage II).

Weiterhin wird die in der Literatur prognostizierte Verlagerung der Aufgabenbereiche in Richtung strategischer Aufgaben zwar von den Experten nicht explizit genannt, kann jedoch auf Basis der Zustimmung zu Aussage III als wahrscheinlich angesehen werden. Ein durch Digitalisierung und Industrie 4.0 bedingter Stellenabbau, der von der Theorie prognostiziert wird, scheint für die Praxis weniger ein Thema zu sein, sodass bezüglich Aussage IV ein eher differenziertes Antwortverhalten festzustellen ist. Ein anderes Bild ergibt sich für die in der Theorie vertretene Annahme, dass Arbeitsassistenzsysteme eine Abwertung der menschlichen Arbeit verursachen können, was aus Sicht der Praxis unbegründet ist (vgl. Aussage V). In diesem Zusammenhang wird vor allem die Möglichkeit der Arbeitserleichterung in den Vordergrund gestellt. Daneben beziehen sich Theorie sowie Praxis weiterhin auf die Möglichkeit einer schnelleren Einarbeitung von Mitarbeitern (vgl. Aussage XII), was aus einer Verwendung von Arbeitsassistenzsystemen resultiert. Weitere Chancen und Potenziale, die für die Verwendung von Arbeitsassistenzsystemen sprechen, liegen in der Möglichkeit, hierdurch effizientere und fehlerreduzierte Prozesse zu realisieren, was sowohl durch Theorie als auch Praxis angenommen wird. Die theoretische Seite bezieht sich dabei vorwiegend auf den Bereich der Kommissionierung sowie des Wareneingangs und -ausgangs. Am Beispiel von Unternehmen E wird hier besonders der Bereich des Warenausgangs hervorgehoben, in dem sich die zuvor genannten Potenziale realisieren lassen. Die Antworten der Experten auf Aussage XI heben die Bedeutung von Arbeitsassistenzsystemen für die Intralogistik hervor.

Eine neue Erkenntnis, die durch die empirische Datenerhebung gewonnen werden kann und dem Themenkomplex Mitarbeiter zuzuordnen ist, beschäftigt sich mit dem zukünftig erhöhten Bedarf an Fachkräften in der Intralogistik und der Frage danach, ob diese Nachfrage auch vom Arbeitsmarkt befriedigt werden kann.

Eine weitere Erkenntnis aus der Theorie ist, dass es grundsätzlich einen Zusammenhang zwischen der Komplexität der Produktionsprozesse und der Anwendbarkeit von Konzepten und Ideen der Industrie 4.0 im Rahmen der Produktionslogistik gibt und diese Anwendbarkeit mit zunehmender Komplexität abnimmt. Diese Sichtweise konnte durch die Experteninterviews nicht direkt nachgewiesen werden, was sich auch in den Antworten der Interviewteilnehmer auf die Aussage VII spiegelt. Jedoch gibt es durchaus unternehmensspezifische Besonderheiten, die im Hinblick auf Digitalisierung und Industrie 4.0 berücksichtigt werden müssen. So führt Experte 3 bei-

spielsweise an, dass Digitalisierung und Industrie 4.0 für sein Unternehmen nur bedingt relevante Themen darstellen und verweist darauf, dass dies eher für Serienfertiger interessant sei, was grundsätzlich mit der Sichtweise der Theorie in Sachen Komplexität und Anwendbarkeit übereinstimmt. Auch für Unternehmen C spielt das Thema Komplexität eine Rolle, jedoch nicht mit direktem Bezug zur Produktionslogistik. Wesentlicher Treiber dieser Komplexität ist das große Produktspektrum von Unternehmen C, was nach den Aussagen von Experte 4 und 4 ein Hemmnis in Bezug auf Automatisierungslösungen in der internen Logistik darstellt. Eine weitere Erkenntnis, die aus dem Interview mit Experte 4 und 5 hervorgeht, ist, dass auch das Layout des Betriebs eine wichtige Rolle im Hinblick auf die Automatisierung von logistischen Prozessen spielt und dies es teilweise nicht ermöglicht, sinnvolle Lösungen zu implementieren. Auch im Hinblick auf die Rentabilität von Automatisierungslösungen muss die unternehmensspezifische Arbeitsgestaltung mit ins Kalkül aufgenommen werden.

Weiterhin gibt es aus Sicht der Theorie und Praxis Herausforderungen und Risiken, die vom Markt oder den Kunden ausgehen, oder auch ihren Ursprung in der Verwendung von modernen Technologien haben. Als wesentliche marktinduzierte Herausforderung nennen sowohl Theorie als auch Praxis die gestiegenen Ansprüche der Kunden in Bezug auf die Logistikleistung und den Wunsch nach individuellen Produkten. Dies zeigt auch die hohe Zustimmung der Experten bezüglich der Aussage VIII.

Auf technologischer Seite spielt das Thema Abhängigkeit, und die daraus resultierende Gefahr, bei einem Ausfall der Systeme oder der technischen Hilfsmittel die Arbeit nicht fortführen zu können, eine wesentliche Rolle in Theorie als auch Praxis, sodass Aussage IX dementsprechend großen Zuspruch erhält.

Ferner können auf Basis der systematischen Literaturanalyse Aussagen zu den in den Unternehmen stattfindenden Material- und Informationsflüssen gemacht werden. Ein Blick auf die Definition der Intralogistik in Abschnitt 2.2 macht deutlich, dass diese Flüsse in den Verantwortungsbereich der Intralogistik fallen. Die Theorie bezieht sich diesbezüglich konkret auf die Anwendung von Cyber-physischen Systemen in der Intralogistik. Potenziale, die hier genannt werden, lassen sich grundsätzlich mit den Begriffen Effizienz und Transparenz beschreiben. Die Antworten in Bezug auf Aussage X machen deutlich, dass dies ebenfalls für die Praxis eine Rolle spielt. Die gesteigerte Transparenz ist dabei aus theoretischer Sicht charakterisiert durch die CPS-bedingten Möglichkeiten hinsichtlich Echtzeit-Verfolgung sowie genauer Lokalisierung der Materialflüsse. Dieser Transparenzgedanke ist auch in der betrieblichen Praxis anzutreffen, jedoch unabhängig von der Verwendung von CPS. Vor allem inner-

halb der Automobilbranche (Unternehmen D) stellen Transparenz und Nachverfolgbarkeit wichtige Faktoren dar, die oftmals seitens der Original Equipment Manufacturer (Erstausrüster) gefordert werden.

## 5 Kritische Würdigung

Der vorliegende Beitrag hat sich mit der unternehmensinternen Logistik im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0 beschäftigt. Ziel war es, zu untersuchen, inwiefern diese beiden Themen einen Einfluss auf die Intralogistik ausüben. Der spezielle Fokus lag dabei zum einen auf den Herausforderungen und Risiken, zum anderen auf den möglichen Chancen und Potenzialen, die innerhalb der Intralogistik zu beachten bzw. zu realisieren sind. Zur Analyse des Einflusses der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik wurde zuerst eine systematische Literaturanalyse vorgenommen, mit dem Ziel, den aktuellen Forschungsstand abzubilden. Darauf aufbauend wurden für den empirischen Teil dieses Beitrags Experteninterviews durchgeführt. Das Ergebnis hieraus ist, dass Digitalisierung und Industrie 4.0 einen Einfluss auf die Intralogistik haben und dass es grundsätzlich Übereinstimmungen zwischen den Sichtweisen der Theorie und denen der Praxis gibt. Hinsichtlich der Herausforderungen und Risiken wird vor allem auf notwendige Investitionen sowie marktinduzierte Herausforderungen und technologische Risiken hingewiesen. Überraschend ist, dass auch Mitarbeiter oft im Zentrum der Betrachtung stehen. Durch die Experteninterviews wurde weiterhin deutlich, dass bei Überlegungen hinsichtlich Digitalisierung und Industrie 4.0 in der Intralogistik auch unternehmensspezifische Faktoren und Besonderheiten berücksichtigt werden müssen. Die möglichen Chancen und Potenziale, die sich in der Intralogistik realisieren lassen, beziehen sich vor allem auf Effizienz und Transparenz. Jedoch lassen sich auch Vorteile in Bezug auf Mitarbeiter generieren. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die intralogistische Praxis mit den Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 beschäftigt und diese vermehrt auch als große Chance wahrgenommen werden. Jedoch ist sich die Praxis auch der Herausforderungen und Risiken bewusst.

Limitationen umfassen im Wesentlichen zwei Punkte. Erstens ist die Qualität der für die systematische Literaturanalyse herangezogenen Beiträge zu nennen. Hier wurde bewusst auf das Kriterium peer-reviewed verzichtet, da eine Beschränkung auf Publikationen, die dies erfüllen, zu einer zu geringen Trefferzahl führte. Weiterhin unterliegt die Auswahl der relevanten Beiträge der Subjektivität des Autors, sodass ein entsprechender selector bias (vgl. Durach et al. 2017, S. 77) nicht auszuschließen ist. Zweitens ist die Anzahl der interviewten Experten mit  $n=8$  zu nennen. Weitere Forschungsvorhaben zu diesem Thema sollten einen größeren Stichprobenumfang enthalten, um Repräsentativität gewährleisten zu können.

Entgegen dieser Einschränkungen gibt der vorliegende Beitrag ein umfangliches Bild des Einflusses der Digitalisierung und Industrie 4.0 auf die Intralogistik. Die hier herausgearbeiteten Herausforderungen und Risiken können der intralogistischen Praxis helfen, diese bereits im Vorfeld zu erkennen und zu meistern, sodass eine Intralogistik 4.0, mit ihren diversen Chancen und Potenzialen, erfolgreich umgesetzt werden kann.

## 6 Literaturverzeichnis

- Arnold, D. (2006): Einleitung des Herausgebers, in: Arnold, D. (Hrsg.): *Intralogistik. Potentiale, Perspektiven, Prognosen*, Berlin u. a., S. 1–4.
- Bauernhansl, T. (2014): Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma, in: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*, Wiesbaden, S. 5–35.
- Becker, W./Botzkowski, T./Stradtman, M./Schmid, O. (2017): *Systematische Literaturanalyse als Werkzeug der Forschung*, Bamberg.
- Becker, W./Pflaum, A. (2019): Begriff der Digitalisierung – Extension und Intension aus betriebswirtschaftlicher Perspektive, in: Becker, W./Eierle, B./Fliaster, A./Ivens, B./Leischnig, A./Pflaum, A./Sucky, E. (Hrsg.): *Geschäftsmodelle in der digitalen Welt. Strategien, Prozesse und Praxiserfahrungen*, Wiesbaden, S. 3–13.
- Becker, W./Ulrich, P./Stradtman, M. (2018): *Geschäftsmodellinnovationen als Wettbewerbsvorteil mittelständischer Unternehmen*, Wiesbaden.
- Bousonville, T. (2017): *Logistik 4.0: Die digitale Transformation der Wertschöpfungskette*, Wiesbaden.
- Cooper, H. M./Hedges, L. V. (1994): Research Synthesis as a Scientific Enterprise, in: Cooper, H. M./Hedges, L. V. (Hrsg.): *The Handbook of Research Synthesis*, New York, S. 3–14.
- Dudezig, M./Schumann, M./Klimant, P./Lorenz, M. (2016): Wie sieht die Intralogistik der Zukunft aus? Kommissionierung unterstützt durch sensorbasierte Fahrerlose Transportfahrzeuge, in: *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111(7–8), S. 449–452.
- Durach, C. F./Kembro, J./Wieland, A. (2017): A New Paradigm for Systematic Literature Re-views in Supply Chain Management, in: *Journal of Supply Chain Management* 53(4), S. 67–85.
- Geisberger, E./Broy, M. (2012): *agendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical systems*, Berlin u. a.
- Hermann, M./Pentek, T./Otto, B. (2015): *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Working Paper (No. 01)*.

- Heuermann, R./Engel, A./von Lucke, J. (2018): Digitalisierung: Begriff, Ziele und Steuerung, in: Heuermann, R./Tomenendal, M./Bressem, C. (Hrsg.): Digitalisierung in Bund, Ländern und Gemeinden, Berlin u. a., S. 9–50.
- Ittermann, P./Niehaus, J. (2018): Industrie 4.0 und Wandel von Industriearbeit – revisited. Forschungsstand und Trendbestimmung, in: Hirsch-Kreinsen, H./Ittermann, P./Niehaus, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, Baden-Baden, S. 33–60.
- Kagermann, H. (2014): Chancen von Industrie 4.0 nutzen, in: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Wiesbaden, S. 603–614.
- Kagermann, H./Lukas, W.-D./Wahlster, W. (2011): Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution, in: VDI Nachrichten (13), S. 2.
- Kagermann, H./Wahlster, W./Helbig, J. (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Berlin.
- Kersten, W./Schröder, M./Indorf, M. (2017): Potenziale der Digitalisierung für das Supply Chain Risikomanagement: Eine empirische Analyse, in: Seiter, M./Grünert, L./Berlin, S. (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche Aspekte von Industrie 4.0, Wiesbaden, S. 47–74.
- Kummer, S./Grün, O./Jammernegg, W. (2019): Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik, München.
- Lasi, H./Fettke, P./Kemper, H.-G./Feld, T./Hoffmann, M. (2014): Industrie 4.0, in: Wirtschaftsinformatik 56(4), S. 261–264.
- Loebbecke, C. (2006): Digitalisierung: Technologien und Unternehmensstrategien, in: Scholz, C. (Hrsg.): Handbuch Medienmanagement, Berlin u. a., S. 357–373.
- Martin, H. (2016): Transport- und Lagerlogistik: Systematik, Planung, Einsatz und Wirtschaftlichkeit, Wiesbaden.
- Merkel, A. (2018): Rede von Bundeskanzlerin Merkel beim Digital-Gipfel am 4. Dezember 2018 in Nürnberg, <https://www.bundeskanzlerin.de/bkin-de/aktuelles/rede-von-bundes-kanzlerin-merkel-beim-digital-gipfel-am-4-dezember-2018-in-nuernberg-1557288>, Stand: 08.12.2018.
- Mertens, P./Barbian, D. (2016): Digitalisierung und Industrie 4.0 – Trend mit modischer Überhöhung?, in: Informatik Spektrum 39(4), S. 301–309.
- Miebach, J./Müller, P. P. (2006): Intralogistik als wichtigstes Glied von umfassenden Lieferketten, in: Arnold, D. (Hrsg.): Intralogistik. Potentiale, Perspektiven, Prognosen, Berlin u. a., S. 20–31.

- Obermaier, R. (2017): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe: Strategische und operative Handlungsfelder für Industriebetriebe, in: Obermaier, R. (Hrsg.): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe, Wiesbaden, S. 3–34.
- Pfohl, H.-C. (2018): Logistiksysteme, Berlin u. a.
- Pittaway, L./Robertson, M./Munir, K./Denyer, D./Neely, A. (2004): Networking and innovation: a systematic review of the evidence, in: International Journal of Management Re-views 5–6(3–4), S. 137–168.
- Roth, A. (2016): Industrie 4.0 – Hype oder Revolution?, in: Roth, A. (Hrsg.): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis, Berlin u. a., S. 1–15.
- Siepmann, D. (2016): Industrie 4.0 – Struktur und Historie, in: Roth, A. (Hrsg.): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis, Berlin u. a., S. 17–34.
- Spath, D./Ganschar, O./Gerlach, S./Hämmerle, M./Krause, T./Schlund, S. (2013): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, Stuttgart.
- Statistisches Bundesamt (2019): Deutsche Wirtschaft 2018, [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/DeutschWirtschaft.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/DeutschWirtschaft.pdf?__blob=publicationFile), Stand: 19.01.2019.
- Sucky, E./Gampl, M./Ruh, A./Stelzer, N./Weidinger, J. (2016): Industrie 4.0: Marketingkampagne oder Revolutionsbeginn?, in: Sucky, E./Werner, J./Kolke, R./Biethahn, N. (Hrsg.): Mobility in a Globalised World 2015, Bamberg, S. 238–257.
- ten Hompel, M./Henke, M. (2014): Logistik 4.0, in: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Wiesbaden, S. 615–624.
- Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau (VDMA) (2019): Über uns, <https://fo-erd.vdma.org/viewer/-/v2article/render/16118581>, Stand: 23.03.2019.
- Vogelsang, M. (2010): Digitalization in Open Economies: Theory and Policy Implications, Heidelberg.
- Wolf, T./Strohschen, J.-H. (2018): Digitalisierung: Definition und Reife, in: Informatik Spektrum 41(1), S. 56–64.

## Quellen der systematischen Literaturanalyse

- Bauer, W./Klapper, J. (2019): A Development Scenario of the Work Area “Intralogistics” Under the Influence of Industry 4.0 Technologies and Its Evaluation on the Basis of a Delphi Study, in: Bagnara, S./Tartaglia, R./Albolino, S./Alexander, T./Fujita, Y. (Hrsg.): Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018). Volume VIII: Ergonomics and Human Factors in Manufacturing, Agriculture, Building and Construction, Sustainable Development and Mining, Cham, S. 812–821.
- Endres, F./Sejdić, G. (2018): Cyber-Physische Systeme in der Intralogistik. Mögliche Anwendungsfelder und Nutzenpotenziale im Überblick, in: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 113(5), S. 346–349.
- Günthner, W. A./Wölfle, M./Fischer, R. (2011): Wearable Computing und RFID in Produktion und Logistik – Ansätze zur bereichsübergreifenden Nutzung digitaler Informationen, in: Logistics Journal nicht-referierte Veröffentlichungen, S. 1–12.
- Hausladen, I. (2017): Cyber-Physische Systeme in Produktion und Logistik. Anwendungsfelder, Herausforderungen und Lösungsansätze, in: Der Betriebswirt: Management in Wissenschaft und Praxis 58(1), S. 29–34.
- Hofmann, E./Rüsch, M. (2017): Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics, in: Computers in Industry 89, S: 23–34.
- Klötzer, C./Pflaum, A. (2015): Cyber-physical systems as the technical foundation for problem solutions in manufacturing, logistics and supply chain management, in: Proceedings 2015 5th International Conference on the Internet of Things (IoT), Seoul, S. 12–19.
- Schmidtke, N./Behrendt, F./Thater, L./Meixner, S. (2018): Technical Potentials and Challenges within Internal Logistics 4.0, in: 2018 4th IEEE International Conference on Logistics Operations Management (Gol), Le Havre, S. 1–10.
- Strandhagen, J. W./Alfnes, E./Strandhagen, J. O./Swahn, N. (2016): Importance of Production Environments When Applying Industry 4.0 to Production Logistics – A Multiple Case Study, in: Proceedings of the 6th International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation, S. 241–247.
- Strandhagen, J. W./Alfnes, E./Strandhagen, J. O./Vallandingham, L. R. (2017): The fit of Industry 4.0 applications in manufacturing logistics: a multiple case study, in: Advances in Manufacturing 5(4), S. 344–358.
- ten Hompel, M./Kerner, S. (2015): Logistik 4.0: Die Vision vom Internet der autonomen Dinge, in: Informatik-Spektrum 38(3), S. 176–182.
- Tu, M. (2018): An exploratory study of Internet of Things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management: A mixed research approach, in: International Journal of Logistics Management 29(1), S. 131–151.

Tu, M./Lim, M. K./Yang, M.-F. (2018): IoT-based production logistics and supply chain system - Part 2 IoT-based cyber-physical system: a framework and evaluation, in: *Industrial Management & Data Systems* 118(1), S. 96–125.